

Motorische Fähigkeiten und exekutive Funktionen
bei Kindern
mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der
Fakultät für Psychologie, Pädagogik und Sportwissenschaft

vorgelegt von
Susanne Ziereis

2014

Institut für Sportwissenschaft
Lehrstuhl Prof. Dr. Petra Jansen

Universität Regensburg

Erstgutachter: Prof. Dr. Petra Jansen

Zweitgutachter: Prof. Dr. Heidrun Stöger

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
1. Einleitung.....	1
2. Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand	4
2.1 Krankheitsbild ADHS	4
2.1.1 Symptome und komorbide Erscheinungsbilder.....	9
2.1.2 Kognitive Fähigkeiten	11
2.1.2.1 Exekutive Funktionen.....	11
2.1.2.2 Einschränkungen und Defizite	13
2.1.3 Motorische Einschränkungen.....	15
2.2 Therapie- bzw. Interventionsmaßnahmen	15
2.3 Zusammenhang zwischen der motorischen Fähigkeiten und den EF	21
2.4 Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und den EF.....	22
2.5 Einfluss von körperlicher Bewegung auf die EF	23
2.6 Methoden zur Erfassung der EF und der motorischen Fähigkeiten	25
2.7 Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes.....	28
3. Ziele und Vorgehen.....	30
4. Studie I.....	32
4.1 Studiendesign.....	32
4.2 Ergebnisse	42
4.3 Diskussion.....	45
5. Überleitung und Hypothesen	50
6. Studie II.....	53
6.1 Studiendesign.....	53
6.2 Ergebnisse	62
6.3 Diskussion.....	65

7. Abschließende Diskussion und Zusammenfassung.....	75
7.1 EF und motorische Fähigkeiten bei Kindern mit ADHS.....	75
7.2 Ursachen und Bedeutung der Ergebnisse für Kinder mit ADHS	77
7.3 Körperliche Aktivität und dessen Einfluss auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS	80
7.4 Praxisrelevanz	82
7.5 Zusammenfassung	85
8. Literatur	87
Tabellenverzeichnis.....	101
Abbildungsverzeichnis.....	102

Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätssyndrom
AG	Arbeitsgedächtnis
AMP	Amphetamin
APA	American Psychiatric Association
AWMA	Automated Working Memory Assessment
BAL	Balance
BF	Ballfertigkeit
BZF	Buchstaben-Zahlen-Folge
CPT	Conners Continuous Performance Test
DCD	Developmental Coordination Disorder
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
DWSMB	Dean-Woodcock Sensory Motor Battery
EF	Exekutive Funktionen
EG	Experimentalgruppe
FBB-ADHS	Fremdbeurteilungsbogen für Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörungen
HAWIK	Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder
HG	Handgeschicklichkeit
ICD	International Statistical Classification of Disease and Related Health Problems
KG	Kontrollgruppe
KITAP	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder
M-ABC	Movement Assessment Battery for Children
MPH	Methylphenidat
TEA-Ch	Test of Everyday Attention for Children

THOP	Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten
UWMF	Umschriebene Entwicklungsstörung motorischer Funktionen
WJ-R	Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised
WISC	Wechsler Intelligence Scale for Children
ZN	Zahlen nachsprechen
TGMD	Test of Gross Motor Development
TRF	Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen

1. Einleitung

Das Verhalten von Kindern ist in der Regel aktiver, impulsiver, überschwänglicher und unkonzentrierter als das von Erwachsenen. In manchen Fällen ist dies jedoch so deutlich ausgeprägt, dass es nicht mehr als altersgemäß bezeichnet werden kann. Übersteigt die Unaufmerksamkeit, der Bewegungsdrang und die Unbeherrschtheit ein gewisses Maß, kann bei betroffenen Kindern oftmals eine Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) diagnostiziert werden. Das Krankheitsbild der ADHS, bei dem es sich um eine Lebensspannenerkrankung handelt, betrifft bei einer weltweiten Prävalenzrate von etwa 5,3 % gleichermaßen Kinder und Jugendliche (Polanczyk, De Lima, Horta, Biedermann, & Rohde, 2007). Es zählt damit zu den psychischen Erkrankungen, welche in diesen Altersbereichen am häufigsten diagnostiziert werden (Döpfner, Lehmkuhl, & Steinhausen, 2000). Betroffene Kinder zeigen im Alltag eine Vielzahl von Handlungen und Aktivitäten, die von ihrem Umfeld als unangemessen empfunden werden. So ist in vielen Fällen eine ständige Ruhelosigkeit sowie die Unfähigkeit, bestimmte Aktivitäten bremsen, reduzieren bzw. steuern und regeln zu können, beobachtbar (Barkley, 2011). Auch fällt es entsprechenden Kindern oftmals schwer, sich über eine längere Zeit auf eine Aufgabe bzw. ein Spiel zu konzentrieren. Zusammengefasst spricht man in der Literatur folglich von Auffälligkeiten bzw. Defiziten in der Aufmerksamkeit, der Impulskontrolle und der motorischen Aktivität (Wohnhas-Baggerd, 2008; Barkley, 2006). Das Krankheitsbild wird in Deutschland nach der „International Statistical Classification of Disease and Related Health Problems“ (Internationalen Klassifizierung der Krankheiten) (ICD-10) diagnostiziert, im amerikanischen Raum hingegen von der „American Psychiatric Association“ (APA) nach dem „Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders“ (Diagnostische und statistische Manual psychischer Störungen) (DSM-V) klassifiziert (American Psychiatric Association, 2013; Dilling, Mambour, & Schmidt, 1991). International hat sich der Begriff „Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung“ durchgesetzt, da sich dieser stark an den Verhaltensmerkmalen orientiert und die Definition der Störung am besten zum Ausdruck bringt. Obwohl die therapeutischen Möglichkeiten vielfältig sind und Maßnahmen wie Psychoedukation, Neurofeedback, Ergotherapie bzw. Bewegungstherapie/Psychomotorik beinhalten können, steht die Pharmakotherapie in Verbindung mit der Verhaltenstherapie bei der therapeutischen Versorgung im Mittelpunkt. Dabei greift die Pharmakotherapie auf Psychopharmaka wie Methylphenidat und

Amphetamin zurück. Diese haben eine stimulierende Wirkung auf das zentrale Nervensystem und gelten zum heutigen Zeitpunkt als wirksamste und verbreitetste Methode bei der Behandlung der ADHS-Symptome (Barkley, 2006, S. 608; Steinhausen, Rothenberger, & Döpfner, 2010). Aufgrund der Komplexität und der Vielfältigkeit einer hyperkinetischen Störung ist jedoch ein multimodales Behandlungskonzept, in welchem verhaltenstherapeutische Methoden mit der Pharmakotherapie kombiniert werden, zu empfehlen (Steinhausen et al., 2010). Die Zusammenarbeit von Patient, Eltern und Kindergarten/Schule ist dabei unerlässlich (Steinhausen et al., 2010; Barkley, 2006; Kramann, 2008).

Neben den meist deutlich erkennbaren Kernsymptomen Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität, weisen Kinder mit ADHS häufig auch Defizite in kognitiven Bereichen auf. Dieses komorbide Störungsbild äußert sich beispielsweise in einer Lese-Rechtschreibschwäche, einer Dyskalkulie bzw. in Sprach- und Gedächtnisstörungen. Da hierfür vor allem mangelnde exekutive Funktionen (EF) verantwortlich gemacht werden, wurden diese in der bisherigen Forschung bei Kindern mit ADHS bereits häufig untersucht. Diverse Autoren konnten die Vermutung messbarer Einschränkungen dieser bestätigen (Shoemaker et al., 2012; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005; Yang et al., 2011). Unabhängig von den Einschränkungen in kognitiven Bereichen wird durch bisherige Forschungsvorhaben ebenso bestätigt, dass bei betroffenen Kindern auch motorische Defizite vorliegen. Diese können sowohl in der Feinmotorik als auch bei grobmotorischen Bewegungsaufgaben beobachtet werden (Barkley, Edwards, Laneri, Fletcher, & Metevia, 2001; Fliers et al., 2008; Kramann, 2008; Pitcher, Piek, & Hay, 2003; Willcutt et al., 2005).

Einen positiven Zusammenhang zwischen kognitiven und motorischen Leistungen konnten die Untersuchungen diverser Arbeitsgruppen für normal entwickelte Kinder und Erwachsene bereits belegen (Piek et al., 2004; Sibley & Etnier, 2003; Wassenberg et al., 2005;). Entsprechende Korrelationsstudien mit ADHS-Kindern gibt es bislang nur sehr Wenige (vgl. Davis, Pass, Finch, Dean, & Woodcock, 2009). Zum Schließen dieser Lücke konnte die erste Studie des vorliegenden Promotionsvorhabens, in welcher der Zusammenhang zwischen EF und motorischer Leistungen bei 50 Kindern mit ADHS untersucht wurde, beitragen.

Obwohl eine Verringerung der kognitiven und motorischen Defizite mittel der bereits erwähnten pharmakologischen Therapie möglich ist (Bedard, Martinussen, Ickowicz, & Tannock, 2004; Klingberg, Fernell, Olesen, Johnson, Gustafsson, & Dahlström, 2005; Holmes

et al., 2010), steigt aufgrund unerwünschter Nebenwirkungen und noch nicht abschätzbaren Folgen einer Langzeiteinnahme die Nachfrage nach alternativen Therapiemöglichkeiten (Döpfner et al., 2000). In diesem Zusammenhang deuten erste Pilotstudien darauf hin, dass durch vermehrte körperliche Aktivität die ADHS-Symptomatik reduziert, speziell aber auch kognitive Fähigkeiten verbessert werden können (Archer & Kostrzewa, 2012; Gapin, Labban, & Etnier, 2011; Chang, Hung, Huang, Hatfield, & Hung, 2014). Da die statistische Aussagekraft dieser Forschungsansätze sehr gering ist, forderten die Autoren abschließend weitere Untersuchungen zu diesem Effekt. Diese Forderungen können als Forschungsgrundlage der vorliegenden Dissertation gesehen werden. So war es das Untersuchungsziel einer zweiten Studie, herauszufinden, inwiefern sportliche Aktivität kognitive sowie motorische Leistungen bei Kindern mit ADHS positiv beeinflussen kann. Dabei lag das Hauptaugenmerk im kognitiven Bereich auf den EF der Kinder. Die Untersuchung umfasste eine Stichprobe von insgesamt 43 Kindern und fand am Sportgelände der Universität Regensburg statt. Dabei wurde eine zwölfwöchige Intervention durchgeführt, für welche die Ergebnisse der Korrelationsstudie die Grundlage bildeten. Die Ergebnisse des Promotionsprojektes, welche in der folgenden Arbeit detailliert erläutert werden, unterstreichen die Annahme erster Pilotstudien. So konnte belegt werden, dass sportliche Aktivität einen positiven Einfluss auf kognitive Leistungen, speziell der EF, bei Kindern mit ADHS hat.

2. Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

Obwohl es sich bei ADHS noch um einen relativ jungen Begriff handelt, wurden im 18. sowie Anfang des 20. Jahrhunderts vom schottischen Arzt Alexander Crichton und dem britischen Kinderarzt George Still bereits erstmals vergleichbare Störungen beschrieben (Rösler, Von Gontard, Retz, & Freitag, 2010). In der deutschen Literatur verwenden Kramer und Pollnow (1932) zum ersten Mal den, laut der aktuellen Nomenklatur der ICD-10, Begriff der Hyperkinetischen Störung. Eine Fokussierung auf das Syndrom mit den heute bekannten Kernsymptomen fand jedoch erst nach dem 2. Weltkrieg statt. In den darauffolgenden Jahren verfestigten sich in der US-amerikanischen Klassifikation des DSM-V und der ICD-10 die Begrifflichkeiten Aufmerksamkeitsdefizitstörung mit und ohne Hyperaktivität bzw. Hyperkinetische Störung (American Psychiatric Association, 2013; Dilling et al., 1991).

Aufgrund der Komplexität des Krankheitsbildes ADHS werden im folgenden Kapitel zunächst der theoretische Hintergrund und der bisherige Forschungsstand hierzu genauer erläutert. Dabei werden neben den allgemeinen Aspekten zum Krankheitsbild die Einschränkungen der motorischen und kognitiven Fähigkeiten betrachtet sowie bisherige Therapie- bzw. Interventionsmaßnahmen herausgestellt. Des Weiteren wird auf bisherige Forschungsarbeiten, die die Zusammenhänge Motorik-EF und körperliche Aktivität-EF untersuchten sowie auf Arbeiten, die sich mit dem Einfluss körperlicher Bewegung auf die EF befassten, eingegangen.

2.1 Krankheitsbild ADHS

Für das Krankheitsbild ADHS lassen sich in der Literatur Prävalenzwerte zwischen vier und zwölf Prozent finden. Diese relativ große Varianz der Häufigkeitsangaben ist mitunter auf die länderspezifischen, sich differierenden Diagnosekriterien bzw. -verfahren (Kramann, 2008) zurückzuführen, auf welche zu einem späteren Zeitpunkt in diesem Kapitel noch eingegangen wird. Polanczyk, De Lima, Horta, Biederman und Rohde (2007) ermittelten in ihrer Meta-Analyse aller verfügbaren internationalen Studien einen Mittelwert für die weltweite Prävalenz im Kindes- und Jugendalter von 5,3 %. Für deutsche Kinder im Alter von sechs bis zehn Jahren halten Brühl, Döpfner und Lehmkuhl (2000) in ihrer Studie nach DSM-IV eine Diagnoseprävalenz von 6 % bzw. nach ICD-10 von 2,4 % fest. An dieser Stelle ist weiterführend anzumerken, dass Jungen generell deutlich häufiger von der Symptomatik

betroffen sind als Mädchen. Polanczyk et al. (2007) sowie Wohnhas-Baggerd (2008) sprechen dabei von einem Verhältnis von 3:1.

Die Ursachen, welche man für das Auftreten des Störungsbildes einer hyperkinetischen Störung in Betracht ziehen muss, sind multifaktoriell. Es wird jedoch vor allem von genetischen und neurologischen (neuroanatomischen, neurophysiologischen, neurochemischen sowie neuropsychologischen) Faktoren, in Zusammenhang mit Einflüssen aus der Umwelt, bedingt (Barkley, 2006; Steinhausen et al., 2010).

So wurde beispielsweise durch vielzählige Familienstudien belegt, dass leibliche Kinder betroffener Eltern signifikant häufiger ebenfalls an ADHS leiden als Adoptivkinder (Biederman, Newcorn, & Sprich, 1991; Sprich, Biederman, Crawford, Mundy, & Faraone, 2000). Diverse Zwillingsstudien, welche bei eineiigen Zwillingspaaren die Störung häufiger beobachteten konnten als bei zweieiigen Zwillingspaaren, bekräftigen die Theorie von der Beteiligung genetischer Faktoren (Gilger, Pennington, & De Fries, 1992). Rhee, Waldman, Hay und Levy (1999) sprechen in diesem Zusammenhang von einem durchschnittlichen Faktor von .80-.90, mit welchem eine ADHS weitervererbt wird. Studien, welche sich mit potentiellen neuropsychologischen und psychophysiologischen Ursachen für die Entstehung einer ADHS auseinandersetzten, stellten bei betroffenen Personen zunächst meist eine mangelnde Fähigkeit zur Verhaltenskontrolle bzw. Daueraufmerksamkeit sowie Defizite in EF fest (Benton, 1991; Heilman, Voeller, & Nadeau, 1991). Dies sind Fähigkeiten, welche dem präfrontalen Cortex in Verbindung mit dem Kleinhirn und den Basalganglien zugeordnet werden. Die aktuelle Forschung vermutet daher, dass strukturelle und/oder funktionelle Abweichungen von der Norm innerhalb dieser Hirnregionen mit ADHS in Zusammenhang stehen könnten (Diamond, 2000). Ein dritter Bereich, in welchem ADHS verursachenden Komponenten vermutet werden, ist die soziale Umwelt des Betroffenen. Dabei wurde bereits jedoch ausgeschlossen, dass ungünstige soziale Faktoren (wie z.B. Frühgeburtlichkeit, Alkohol- bzw. Drogenkonsum der Mutter während der Schwangerschaft, schwierige familiäre Verhältnisse) alleine eine solche Störung auslösen. Nichts desto trotz können diese meist nicht geteilten Umweltfaktoren einen Einfluss auf das Ausmaß und die Vielfalt der Störung sowie auf die Entwicklung komorbider Störungsbilder haben (Linnet et al., 2003; O'Malley & Nanson, 2002; Scahill, Schwab-Stone, Merikangas, Leckman, Zhang, & Kasel, 1999).

Betrachtet man die in der Literatur derzeit vorherrschenden, theoretischen Entwicklungsmodelle für ADHS, so sind die folgende vier Modelle aufzuführen:

- *Biologisch-konstitutionelles Modell*
- *Soziales System-Modell*
- *Interaktives Modell*
- *Transaktionales Modell*

Im biologisch-konstitutionellen Modell wird ADHS als Ergebnis der biologischen Ausstattung gesehen. Da dieses Modell die unumgängliche Interaktion mit anderen biologischen Faktoren bzw. Umweltfaktoren nicht berücksichtigt, gilt es bereits als wissenschaftlich überholt. Im direkten Gegensatz zum biologisch konstitutionellen Modell steht das soziale System-Modell, dass die Entstehung einer hyperkinetischen Störung ausschließlich Faktoren der sozialen Umwelt zuschreibt. Auch dieses Modell findet in der Wissenschaft wenig Anklang. Die in den vorangegangenen Modellen fehlende Interaktion zwischen Anlage und Umwelt wird im interaktiven Modell zwar betrachtet, es stellt jedoch nur ein sehr allgemeines Konzept zur Erfassung der Entwicklungsstörung dar. Im transaktionalen Modell hingegen ist der Entwicklungskontext am differenziertesten integriert. So geht das Modell von biologischen und psychosozialen Risiken (sog. Vorläufersymptomen) aus, welche sich im Entwicklungsverlauf zum klinischen Bild der ADHS manifestieren können. Die zukünftige Forschung wird die aufgeführten Modelle prüfen und gegebenenfalls in einem multidimensionalen Modell zusammenführen (Döpfner zitiert in Steinhausen et al., 2010). So stellt das integrative klinische Entstehungs-Modell nach Döpfner theoretisch gesehen eher ein integratives als ein transaktionales Modell dar, umfasst jedoch ebenso Risikofaktoren und deren Folgen auf verschiedensten Ebenen (Döpfner zitiert in Steinhausen et al., 2010). Das Modell beinhaltet als primäre Ursachen genetische Faktoren, epigenetische Vorgänge bei der Entwicklung des Gehirns sowie psychosoziale Faktoren, zwischen welchen eine ständige Interaktion besteht.

Die Abklärung eines bestehenden ADHS-Verdachts erfordert viel Zeit und vor allem klinische Erfahrung. Dies schließt eine Diagnosestellung durch Erzieher, Lehrer, Sozialpädagogen, Ergotherapeuten oder Logopäden aus. So sind lediglich Kinder- und Jugendärzte, Kinder- und Jugendpsychiater bzw. klinische Psychologen (z.B. Kinder- und Jugendpsychotherapeuten mit einer verhaltenstherapeutischen Ausbildung), welche über profundes und aktuelles Wissen

hinsichtlich neurobiologischer Hintergründe sowie über die nötige Erfahrung verfügen, in der Lage eine derartige Diagnose zu stellen (Neuhaus, 2012). Für den diagnostischen Prozess werden dabei mehrere Sitzungen empfohlen, welche als Familiensitzungen, Kindsitzungen aber auch als Elternsitzungen stattfinden können. Die Fachkräfte haben darin die Möglichkeit, Interaktionen und Beziehungen zu beobachten aber auch Einzelgespräche mit dem Kind bzw. den Eltern zu führen (Rösler et al., 2010). Diese Explorationen in Verbindung mit einer Verlaufskontrolle sind verbindliche Diagnostikelemente der deutschen ADHS-Leitlinien. Optional können im Verlauf der Diagnostik standardisierte Fragebögen für Eltern, Kinder und Erzieher sowie testpsychologische Untersuchungen für eine gesicherte Abklärung von Nöten sein (Kahl et al., 2007). In Abbildung 1 sind, unterteilt nach den beiden internationalen Klassifikationssystemen, die Diagnosekriterien der Störung dargestellt.

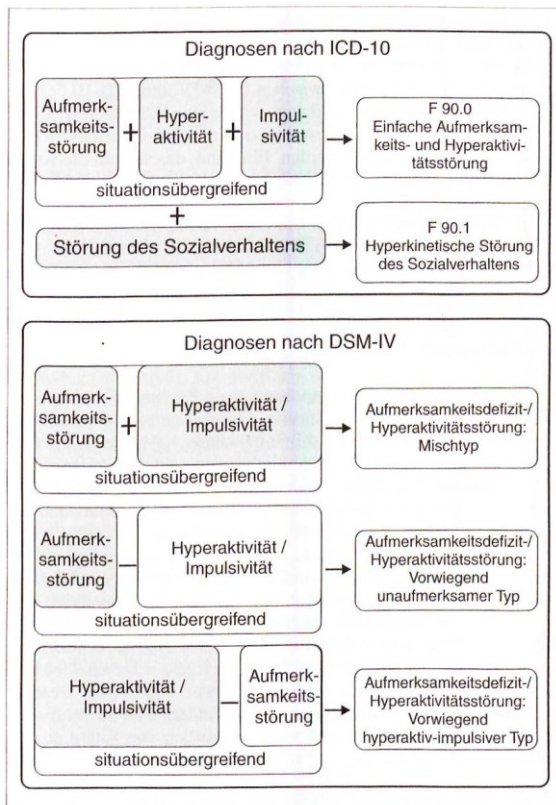


Abb. 1: Kriterien für die Diagnose einer hyperkinetischen Störung nach ICD-10 und einer ADHS nach DSM-IV (Döpfner et al., 2000)

- A) Unaufmerksamkeit**
1. Beachtet häufig Einzelheiten nicht oder macht Flüchtigkeitsfehler bei den Schularbeiten, bei der Arbeit oder bei anderen Tätigkeiten.
 2. Hat oft Schwierigkeiten, längere Zeit die Aufmerksamkeit bei Aufgaben oder Spielen aufrechtzuerhalten.
 3. Scheint häufig nicht zuzuhören, wenn andere ihn ansprechen.
 4. Führt häufig Anweisungen anderer nicht vollständig durch und kann Schularbeiten, andere Arbeiten oder Pflichten am Arbeitsplatz nicht zu Ende bringen (nicht aufgrund von oppositionellem Verhalten oder Verständnisschwierigkeiten).
 5. Hat häufig Schwierigkeiten, Aufgaben und Aktivitäten zu organisieren.
 6. Vermeidet häufig, hat eine Abneigung gegen oder beschäftigt sich häufig nur widerwillig mit Aufgaben, die länger andauernde geistige Anstrengungen erfordern (wie Mitarbeit im Unterricht oder Hausaufgaben).
 7. Verliert häufig Gegenstände, die er/sie für Aufgaben oder Aktivitäten benötigt (z. B. Spielsachen, Hausaufgabenhefte, Stifte, Bücher oder Werkzeug).
 8. Läßt sich oft durch äußere Reize leicht ablenken.
 9. Ist bei Alltagstätigkeiten häufig vergeblich.
- B) Hyperaktivität**
1. Zappelt häufig mit Händen oder Füßen oder rutscht auf dem Stuhl herum.
 2. Steht (häufig) in der Klasse oder in anderen Situationen auf, in denen Sitzenbleiben erwartet wird.
 3. Läuft häufig herum oder klettert exzessiv in Situationen, in denen dies unpassend ist (bei Jugendlichen oder Erwachsenen kann dies auf ein subjektives Unruhegefühl beschränkt bleiben).
 4. Hat häufig Schwierigkeiten, ruhig zu spielen oder sich mit Freizeitaktivitäten ruhig zu beschäftigen.
 5. (Ist häufig „auf Achse“ oder handelt oftmals, als wäre er „getrieben“.) (Zeigt ein anhaltendes Muster exzessiver motorischer Aktivität, das durch die soziale Umgebung oder durch Aufforderungen nicht durchgreifend beeinflussbar ist.)
- C) Impulsivität**
1. Platzt häufig mit der Antwort heraus, bevor die Frage zu Ende gestellt ist.
 2. Kann häufig nur schwer warten, bis er/sie an der Reihe ist (bei Spielen oder in Gruppensituationen).
 3. Unterbricht und stört andere häufig (platzt z. B. in Gespräche oder in Spiele anderer hinein).
 4. Redet häufig übermäßig viel (ohne angemessen auf soziale Beschränkungen zu reagieren). (Im DSM-IV unter Hyperaktivität subsumiert.)
- () = nur DSM-IV; () = nur ICD-10

Abb. 2: Symptomkriterien der hyperkinetischen Störung nach ICD-10 und der ADHS nach DSM-IV (Döpfner et al., 2000)

Dabei werden nach dem ICD-10 (Dilling et al., 1991) und dem DSM-V (American Psychiatric Association, 2013) für eine Diagnose jeweils mindestens sechs Symptomkriterien (sh. Abb. 2) aus den Bereichen Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität gefordert. Zudem

müssen diese über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten in allen Bereichen und vor dem 12. Lebensjahr beobachtbar sein (Döpfner et al., 2000).

Im ICD-10 wird folglich eine *Störung von Aktivität und Aufmerksamkeit* (F90.0) diagnostiziert, wenn neben der Aufmerksamkeitsstörung und der Störung der Impulskontrolle auch Störungen der Aktivität vorliegen. Von einer *Hyperkinetischen Störung* (F90.1) wird erst dann gesprochen, wenn zusätzlich eine Störung des Sozialverhaltens festgestellt werden kann (Dilling et al., 1991). Der DSM differenzierte bei der Störung bereits in der vierten Version folgende drei Typen voneinander: einen vorwiegend unaufmerksamen Typ, einen vorwiegend hyperaktiven-impulsiven Typ und einen kombinierten Typ. In der aktuellen, fünften Version des DSM bleiben die Symptomkategorien Unaufmerksamkeit und Hyperaktivität/Impulsivität zwar bestehen, die Subtypen werden jedoch durch sogenannte „Specifier“ ersetzt. Resultierend spricht man von der vorwiegend unaufmerksamen Präsentation, der vorwiegend hyperaktiven/impulsiven Präsentation sowie der kombinierten Präsentation (American Psychiatric Association, 2013).

Um ein systematisches Vorgehen bei der Diagnose zu gewährleisten, werden unter anderem standardisierte Untersuchungsinstrumente herangezogen. Dazu können spezifische Entwicklungstests, Intelligenztests, Verhaltensskalen, allgemeine und spezielle Fragebögen sowie strukturierte Interviews zählen (Rösler et al., 2010). Als Beispiel hierfür können der „Fremdbeurteilungsbogen für Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen“ (FBB-ADHS) (Döpfner et al., 2006) und die „Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder“ (KITAP) (Zimmermann, Gordan, & Fimm, 2002) genannt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungsmethoden stellen jedoch nicht die einzige Grundlage zur Einschätzung dar. So ist eine genaue Differentialdiagnose, welche anderweitige Ursachen für das Auftreten der Symptome ausschließt, zwingend erforderlich. Zusatzuntersuchungen der entwicklungsneurologischen Diagnostik bzw. der Labordiagnostik und das Heranziehen von Befunden aus den Fachgebieten Kinderheilkunde, Genetik und Logopädie sind Methoden, die dafür eingesetzt werden können. Ebenso wichtig wie eine Differentialdiagnose ist auch eine Abklärung, ob bei dem jeweiligen Kind weitere organische Grunderkrankungen bzw. somatische Begleitsymptome festzustellen sind (Rösler et al., 2010).

2.1.1 Symptome und komorbide Erscheinungsbilder

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel dargestellt wurde, sind bei ADHS Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit (Aufmerksamkeitsstörung, Ablenkbarkeit), der Impulskontrolle (Impulsivität) und der Aktivität (Hyperaktivität) zu beobachten und für eine Diagnosestellung zwingend erforderlich. Man spricht hierbei auch von den drei sogenannten Kernsymptomen des Krankheitsbildes (Barkley, 2006). Im Alltag betroffener Kinder bzw. Personen treten diese in allen Lebensbereichen in Erscheinung. So stellt im Rahmen der Aufmerksamkeitsstörung die Konzentration auf monotone, langweilige Aufgaben für ADHS-Patienten oftmals eine große Herausforderung dar. Ebenso fällt es ihnen deutlich schwerer als nicht betroffenen Personen, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten zu können. Die mangelnde Impulskontrolle äußert sich beispielsweise in der Unfähigkeit der Betroffenen, zu warten bis sie an der Reihe sind. Das Herausplatzen mit einer Antwort oder Aktion bzw. das Unruhig werden sind daraus folgende, typische Reaktionen. Diese mangelnde Kontrolle der Impulse kann sich auf soziale Bereiche Betroffener äußerst negativ auswirken, da das Verhalten häufig als rücksichtslos und unhöflich aufgefasst wird. Der Verhaltensüberschuss im Bereich der Selbstkontrolle kann auch auf die körperliche Aktivität übertragen werden. So äußert sich das dritte Kernsymptom – die Hyperaktivität - in allgemeiner Unruhe, ziellosem Hin- und Herlaufen bzw. ständigem Zappeln und Schaukeln. Die persönliche Ausprägung der drei erläuterten Kernsymptome kann dabei jedoch von Individuum zu Individuum stark variieren (Barkley, 2011). Die Unterscheidung bzw. Einteilung in eine vorwiegend unaufmerksame Präsentation, eine vorwiegend hyperaktive/impulsive Präsentation sowie in eine kombinierte Präsentation wie es nach dem DSM-V erfolgt, erscheint daher äußerst sinnvoll (American Psychiatric Association, 2013).

Sofern betroffene Kinder nicht schon im Kindergarten auf Schwierigkeiten stoßen, die auf die erläuterten Auffälligkeiten zurückzuführen sind, erfahren sie diese meist im Schulalter. Die Forderung nach ruhigem, kontrolliertem Arbeiten und nach erhöhter Aufmerksamkeit bringt die Kinder an ihre Grenzen.

Neben den typischen Symptomen der Störung sind bei ADHS-Betroffenen meist auch komorbide psychische Störungsbilder festzustellen (Barkley, 2006). So fanden Wilens et al. (2002) heraus, dass dies beispielsweise für 75-80 % der Vorschul- und Schulkinder zutrifft. Spaltet man die psychischen Begleiterkrankungen nochmals auf, so kann ein oppositionelles

Trotzverhalten bzw. eine Störung des Sozialverhaltens bei 45-84 % der Kinder und Erwachsenen mit ADHS diagnostiziert werden (Barkley, 2006; Wilens et al. 2002). Laut einer Meta-Analyse von Angold, Costello und Erkanli (1999) ist es das Störungsbild, welches bei ADHS am häufigsten in Erscheinung tritt. Weiterführend halten die Autoren ein Odds Ratio (Chancenverhältnis) von 5,5 für eine begleitende, depressive Störung fest (Angold et al., 1999). Affektstörungen dieser Art werden im Kindesalter mit Prozentwerten von 9-32 % angegeben und können sich in einer bedrückten bzw. gereizten Stimmung, einer Lustlosigkeit, einem geringen Selbstwertgefühl aber auch in physiologischen Störungen äußern (Biederman et al., 1991; Spencer, Biederman, & Mick, 2007). Weitere psychische Störungen, welche bei bis zu einem Drittel der ADHS-Betroffenen (mittlere Odds Ratio: 3,0) diagnostiziert werden, sind Angststörungen (Angold et al., 1999). Die Symptome spiegeln sich dabei üblicherweise in kognitiven, affektiven und körperlichen Bereichen wie auch im Verhalten wider (Spencer et al., 2007). Neben den erläuterten psychischen Begleiterkrankungen haben Kinder mit ADHS auch häufiger schulische Probleme (Frazier, Demaree, & Youngstrom, 2004). Die Vermutung, dass diese dem unaufmerksamen, impulsiven und unruhigen Verhalten der Kinder zuzuschreiben sind, konnte bereits sehr früh bestätigt werden (Barkley, 1977; Pelham, Bender, Caddell, Booth, & Moorner, 1985). An dieser Stelle ist zudem festzuhalten, dass auch komplexe Lernschwierigkeiten, Lese-Rechtschreib-Schwächen sowie isolierte Rechenstörungen bei diesen Kindern häufiger auftreten als bei Kindern ohne ADHS (Semrud-Clikeman et al., 1992). Das typische Auftreten komorbider Erscheinungsbilder bei ADHS-Betroffenen erfordert folglich in der klinischen Versorgung zunächst eine differenzierte diagnostische Abklärung sowie eine darauf folgende, individuelle Therapie (Steinhausen et al., 2010).

Betrachtet man den klinischen Verlauf der Erkrankung, so wird ADHS als eine chronische Störung gesehen, welche sich im frühen Kindesalter manifestiert und mit einer Remission von Symptomen oder der gesamten Störung im Verlauf der Adoleszenz einhergehen kann. Bei circa der Hälfte der Betroffenen bleibt die Störung bis ins Erwachsenenalter hinein bestehen. Ist dies der Fall, so treten unabhängig von den Kernsymptomen im Jugend- bzw. Erwachsenenalter weitere Problembereiche auf (sh. Abb. 3 und 4), auf welche an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen werden soll (Steinhausen et al., 2010).

• Fortdauernde Unaufmerksamkeit
• Abnehmende Hyperaktivität
• Planungs- und Organisationsdefizite
• Assoziierte Probleme <ul style="list-style-type: none"> – Dissoziales und delinquentes Verhalten – Emotionale Probleme – Substanzmissbrauch – Unfälle

Abb. 3: Symptome der ADHS im Jugendalter (Steinhausen et al., 2010)

• Aufmerksamkeitsdefizit
• Innere Unruhe/feinmotorische Hyperaktivität
• Störung der Impulskontrolle
• Affektive Dysregulation
• Störung der Alltags-/Selbstorganisation
• Assoziierte Probleme <ul style="list-style-type: none"> – Berufliche Instabilität – Partnerbeziehungsstörungen – Verkehrsunfälle

Abb. 4: Symptome der ADHS im Erwachsenenalter (Steinhausen et al., 2010)

2.1.2 Kognitive Fähigkeiten

Neben den Kernsymptomen und beschriebenen Komorbiditäten wie Lernschwierigkeiten, Lese-Rechtschreib-Schwächen und Rechenstörungen sind bei Personen mit ADHS noch weitere kognitive Einschränkungen beobachtbar. In diesem Zusammenhang untersuchten diverse Arbeitsgruppen, inwiefern diese kognitiven Auffälligkeiten von der Ausprägung der EF bedingt sind (Barkley et al., 2001; Barkley, 2005; Fuster, 1997). In den folgenden Unterpunkten wird der Begriff der EF zunächst erläutert bevor bisherige Arbeiten, die die EF-Leistung bei ADHS-Populationen erfassten, aufgeführt werden.

2.1.2.1 Exekutive Funktionen

Aus theoretischer Sicht bezeichnet der Begriff EF selbstregulatorische, kognitive Prozesse höherer Ordnung, die für selbstständiges, vorausschauendes Planen und Handeln erforderlich sind (Diamond, 2013). Miyake, Friedman, Emerson, Witzki und Howerter (2000) differenzieren dabei drei wesentliche Funktionen – die Inhibition, das Arbeitsgedächtnis (AG) und die kognitive Flexibilität - voneinander. Als zentraler Sitz der exekutiven Funktionen wird der präfrontale Cortex gesehen (Brown, 1995; Röhrenbach & Markowitsch, 1997).

Inhibition

Die Hemmung vorschneller, dominanter und/oder automatisierter Antworten bzw. Reaktionen wird als Fähigkeit zur Inhibition bezeichnet. Diese Fähigkeit zur Kontrolle, welche auf die Bereiche Aufmerksamkeit, Verhalten, Denken und/oder Emotionen übertragen werden kann, ermöglicht es somit, ungewünschte Reaktionen zu unterdrücken und gewünschte Reaktionen zuzulassen. Der komplexe Begriff der Inhibition wird dabei unterteilt

in die Verhaltensinhibition (Selbstkontrolle) und die selektive Aufmerksamkeit/kognitive Inhibition (Interferenzkontrolle). Die selektive Aufmerksamkeit erlaubt es beispielsweise, einen auserwählten Stimulus zu fokussieren und zeitgleich die Aufmerksamkeit für einen weiteren Stimulus zu unterdrücken. Die Verhaltensinhibition hingegen beinhaltet die Kontrolle über das eigene Verhalten bzw. die eigenen Emotionen. Des Weiteren kann die Disziplin, eine langatmige Aufgabe trotz Ablenkung bzw. anderer reizvolleren Aufgaben und Versuchungen, zu beenden, als verhaltensinhibitorische Leistung angesehen werden (Diamond, 2013).

Arbeitsgedächtnis

Das AG ist eine weitere exekutive Funktion, welche an dieser Stelle genauer erläutert wird. Die allgemeine AG-Leistung beschreibt die Fähigkeit, sich Informationen kurzzeitig merken und mental verarbeiten zu können, welche für komplexe kognitive Anforderungen wie dem Sprachverständnis, dem Lernen bzw. dem Schlussfolgern benötigt werden (Baddeley, 1992; Diamond, 2013). In dem wohl bekanntesten Modell gliederte Baddeley (1974, 1992) das AG in die drei Komponenten

- zentrale Exekutive,
- visuell-räumlicher Notizblock und
- phonologische Schleife (sh. Abb. 5).

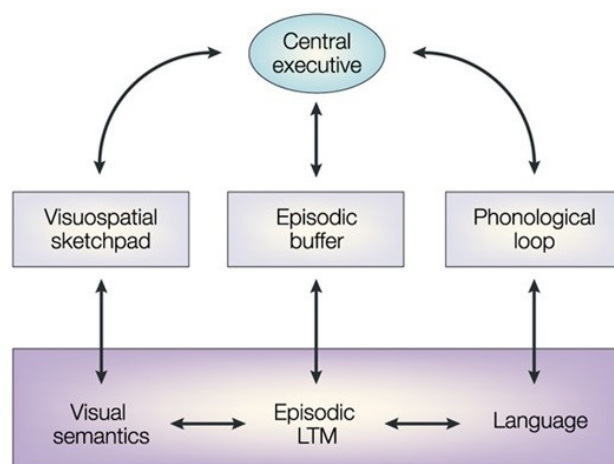


Abb. 5: AG-Modell nach Baddeley (Baddeley, 2003)

Dabei wird angenommen, dass die zentrale Exekutive ein Kontrollorgan darstellt, welches für die Koordination des visuell-räumlichen Notizblock und der phonologischen Schleife zuständig ist. Für eine zusätzliche Speicherung von Informationen verfügt die zentrale Exekutive jedoch nicht über die dafür nötige Kapazität. Das Modell von Baddeley, welches

bisher gängige Modellvorstellungen eines Kurzzeitgedächtnisses präzisiert, schreibt die kurzzeitige, vorübergehende Speicherung von Informationen vielmehr den beiden untergeordneten Systemen zu. Visuell-räumliches Informationsmaterial wird im visuell-räumlichen Notizblock, sprachliche übermittelte Informationen hingegen in der phonologischen Schleife abgespeichert und bearbeitet. Die Verarbeitung verbaler Informationen wird dabei mit dem unteren Teil des linken Parietallappens, die Verarbeitung visueller Informationen dagegen im rechten hinteren Parietallappen in Verbindung gebracht. Die Lage der zentralen Exekutive vermutet man im präfrontalen Cortex (Bor, Cumming, Scott, & Owen, 2004; Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004). Aufgrund mangelnder Erklärbarkeit einzelner Effekte mit dem bisherigen Modell, fügte der Autor dem Modell im Jahr 2000 eine weitere Komponente – den episodischen Puffer – hinzu. Diese Komponente stellt ein Speichersystem dar, welches sowohl visuelle als auch sprachliche Informationen in Form von Episoden speichern kann, deren Kapazität jedoch beschränkt ist (Baddeley, 1974, 1999, 2000).

Kognitive Flexibilität

Mit der Fähigkeit, die räumliche bzw. zwischenmenschliche Perspektive wechseln zu können, kann ein erster Aspekt der kognitiven Flexibilität beschrieben werden. Für einen derartigen Perspektivwechsel ist das Verlassen (bzw. die Hemmung) einer aktuellen Perspektive sowie das gedankliche Hineinversetzen (bzw. das Aktivieren) in eine andere Perspektive nötig. Die EF der kognitiven Flexibilität baut somit auf den beiden erstgenannten EF auf. Kognitive Flexibilität beschreibt jedoch auch die Fähigkeit, sich neuen Situationen/Anforderungen anpassen bzw. unerwartete Gelegenheiten nutzen zu können. Sie hat dabei viel mit Kreativität gemein und wird als Gegenteil der Rigidität gesehen (Diamond, 2013).

Die Erfassung der drei exekutiven Funktionen ist mit Hilfe gut untersuchter, verhältnismäßig einfacher, kognitiver Tests möglich (Miyake et al., 2000). Auf entsprechende Verfahren wird im Unterpunkt 2.6 der Arbeit näher eingegangen.

2.1.2.2 Einschränkungen und Defizite

Betrachtet man die EF-Leistungen speziell bei ADHS-Populationen, so kann anhand des bisherigen Forschungsstandes allgemein betrachtet von deutlichen Einschränkungen und Defiziten gesprochen werden (Brown, 2008; Sonuga-Barke, Sergeant, Nigg, & Willcutt, 2008).

In einigen Forschungsarbeiten wurden dabei alle drei EF-Bereiche – die Inhibition, das AG sowie die kognitive Flexibilität - erfasst (Barnett et al., 2001; Barkley et al., 2001; Fugetta, 2006; Goldberg et al., 2005; Jacobsen & Kikas, 2007; Oosterlaan, Scheres, & Sergeant, 2005; Shoemaker et al., 2012; Yang et al., 2011). Viele Studien legten jedoch den Schwerpunkt auf die Erfassung der AG-Leistungen und/oder der inhibitorischen Kontrolle (Biedermann et al., 2008; Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Wu, Anderson, & Castiello, 2006; Yang et al., 2011). Dabei muss die AG-Leistung, in Abhängigkeit der eingehenden Reize, in eine visuelle-räumliche und eine verbale AG-Leistung differenziert werden (vgl. Kapitel 2.1.2.1; Baddeley & Hitch, 1974; Goswami, 2008). Autoren, die diese AG-Leistungen bei Kindern mit ADHS bisher untersuchten, konnten im Vergleich zu nicht betroffenen Kindern in beiden Bereichen signifikante Einschränkungen feststellen (Alloway, 2011; Biedermann et al., 2008; Rapport et al., 2008; Sowerby, Seal, & Tripp, 2010; Westerberg, Hirvikoski, Forssberg, & Klingberg, 2004; Willcutt et al., 2005). Lediglich Barkley et al. (2001) und Shoemaker et al. (2012), welche sehr junge (3,5 – 5,5 Jahre) bzw. ältere Kinder (12-19 Jahre) untersuchten, fanden im Vergleich mit einer entsprechenden Kontrollgruppe (KG) keine signifikanten Unterschiede in den Leistungen des AG.

Bei der Fähigkeit zur inhibitorischen Kontrolle handelt es sich, wie bereits erwähnt, um die Fähigkeit, bestehende Handlungstendenzen unterdrücken zu können (Miyake et al., 2000). Auch in diesem Bereich konnten bei ADHS-Betroffenen Defizite festgestellt werden (Brocki, Randall, Bohlin, & Kerns, 2008; Biedermann et al., 2009; Shoemaker et al., 2012; Yang et al., 2011). Durch eine fortschrittliche Entwicklung neuroimaginärer Methoden erlangte die neuropsychologische Forschung in letzter Zeit viele neue Erkenntnisse hinsichtlich möglicher Ursachen. So konnten einzelne Hirnregionen, die der Krankheit zugrunde liegen und zugleich in Zusammenhang mit inhibitorischen Schwierigkeiten bzw. allgemein mangelnden EF stehen, bestimmt werden (Barkley, 2006). Die Fragestellung, inwiefern diese Defizite durch ein gezieltes kognitives Training ausgeglichen werden können, wurde in der bisherigen ADHS-Forschung ebenso bereits behandelt. In diesem Zusammenhang bestätigten mehrere Arbeitsgruppen eine signifikante Verbesserung in den Leistungen des Arbeitsgedächtnisses durch ein kognitives Training (Beck, Hanson, & Puffenberger, 2010; Holmes et al., 2010; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005).

2.1.3 Motorische Einschränkungen

Neben Schwierigkeiten bei kognitiven Prozessen weisen Kinder mit ADHS zudem oftmals auch Defizite in der Motorik auf. Diese können in der Feinmotorik als auch bei grobmotorischen Bewegungsaufgaben beobachtet werden und sind die Ergebnisse vieler Untersuchungen, welche sich mit den motorischen Fähigkeiten von Kindern mit ADHS beschäftigten (Barkley et al., 2001; Fliers et al., 2008; Kramann, 2008; Pitcher et al., 2003; Willcut et al., 2005). Ob bzw. inwiefern die motorischen Einschränkungen mit dem Geschlecht, dem Alter bzw. den Symptomen der ADHS zusammenhängen, wurde von Meyer und Sagvolden (2006), Fliers et al. (2008) sowie Polderman, van Dongen und Boomsma (2011) untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass vor allem Kinder im Alter von 6-9 Jahren betroffen sind, es jedoch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gibt. Zwischen den Symptomen einer ADHS und den motorischen Einschränkungen konnten die Autoren nur eine sehr schwache Verbindung aufzeigen. Weiterführend belegte eine Studie von Pitcher et al. (2003), in welcher 7-12-jährige Kinder sowie eine gleichaltrige, gesunde KG untersucht wurden, dass betroffene Kinder signifikant schlechtere Leistungen in den Bereichen Handgeschicklichkeit und Ballfertigkeit aufzeigen. Ein Gruppenunterschied im Bereich der statischen und dynamischen Balance konnte hingegen nicht festgestellt werden.

Obwohl bei rund 30-35 % aller Kinder mit ADHS solche motorische Defizite festzustellen sind, wird diesen in der therapeutischen Behandlung laut Fliers et al. (2009) meist viel zu wenig Beachtung geschenkt. Der Schwerpunkt wird darin häufig auf verhaltenstherapeutische Interventionen gelegt. Die Autoren betonen jedoch, dass betroffene Kinder von zusätzlichen, bewegungstherapeutischen Programmen auf sozial-emotionaler Ebene profitieren würden. Die Notwendigkeit solch therapeutischer Angebote wird abschließend herausgestellt.

2.2 Therapie- bzw. Interventionsmaßnahmen

Nachdem in der Einleitung der vorliegenden Arbeit bereits mögliche Therapie- und Interventionsmaßnahmen wie z.B. die Pharmakotherapie, die Verhaltenstherapie, die Psychoedukation, das Neurofeedback und die Ergotherapie genannt wurden, wird auf diese im Folgenden näher eingegangen. Vorab soll dabei die Zusammenstellung des

therapeutischen Versorgungsplanes beim Vorliegen einer ADHS-Diagnose genauer beleuchtet werden.

Die Komplexität und die Vielfältigkeit einer hyperkinetischen Störung verlangt es, die therapeutische Behandlung individuell für jeden einzelnen Patienten zusammenzustellen und entsprechend abzustimmen (Barkley, 2006; Kramann, 2008; Taylor et al., 2004). Wie die Arbeit von Jensen et al. (2001) deutlich zum Ausdruck bringt, sollte diese Zusammenstellung im Kindes- und Jugendalter nach einem multimodalen Interventionskonzept erfolgen und neben pharmakologischen Maßnahmen auch verhaltenstherapeutische sowie psychoedukative Elemente beinhalten. Dabei sind die Zusammenarbeit von Patient, Eltern und Kindergarten/Schule und die Einbindung des sozialen Umfeldes für den Erfolg der Therapie unerlässlich. So ist es beispielsweise notwendig, das soziale Umfeld hinsichtlich der Bedürfnisse des Patienten zu schulen und über Veränderungen, welche möglicherweise Anpassungen erfordern, zu informieren (Steinhausen et al., 2010).

Therapeutische Möglichkeiten, die in solch einem multimodalen Behandlungskonzept einer ADHS unter Anderem Anwendung finden, sind:

Psychoedukation

Die Psychoedukation, welche als eine Schulung von Personen mit psychischen Störungen verstanden werden kann, stellt die Basis jeder multimodalen ADHS-Behandlung dar. Da diese direkt im Anschluss an die Diagnosestellung erfolgen sollte, kann sie zeitlich als erste Behandlungsmaßnahme eingeordnet werden und enthält eine eingehende Beratung und Aufklärung des Kindes/des Jugendlichen sowie dessen Eltern und der Bezugspersonen (z.B. Lehrer, Erzieher (Taylor et al., 2004). Aufgrund des noch mangelnden Verständnisses tritt die Psychoedukation bei sehr jungen Kindern in den Hintergrund, muss aber nicht ausgeschlossen werden. Mittels einer entsprechender Anpassung an den Entwicklungszustand und das Alter der Kinder, können psychoedukative Maßnahmen auch im Kindergartenalter erfolgreich eingesetzt werden. Ziel der Therapieform ist es, ein besseres Verständnis für die Störung zu schaffen, um dem Patienten und dessen Umfeld den Umgang mit dieser zu erleichtern, wobei auch persönliche Erfahrungen einen Anteil daran haben. Ein äußerer Rahmen für psychoedukative Maßnahmen kann eine Einzel- aber auch Gruppenberatung sein (Kaiser, Hoza, & Hurt, 2008; Steinhausen et al., 2010).

Pharmakotherapie

Die Behandlung mit Stimulanzien gilt seit langer Zeit als die wirksamste Therapieform bei einer ADHS (Elia, Borchering, Rapoport, & Keysor, 1991). Nachdem man bereits im Jahre 1937 entdeckte, dass entsprechende Medikamente das hypermotorische Verhalten bei hyperaktiven Kindern reduziert und schulische Leistungen wie auch das Sozialverhalten stark verbessert, folgten unzählige Übersichts- und Einzelarbeiten, die dies bestätigten (Bradley, 1937). Bleibt die gewünschte Wirkung durch nicht-medikamentöse Behandlungsmaßnahmen aus bzw. ist unzureichend, stellt die Therapie mit Stimulanzien mittlerweile einen festen Bestandteil im komplexen Behandlungsprogramm einer ADHS dar (Barkley, 2006; Steinhausen et al., 2010). Nachdem man bei ADHS unter Anderem von einer dopaminergen und noradrenergen Fehlfunktion in verschiedenen Bereichen des ZNS ausgeht, zielt der pharmako-therapeutische Ansatz darauf ab, diese zu beheben (Barkley, 1998). Dabei wird auf Substanzen wie Methylphenidat (MPH) oder Amphetamin (AMP), welche in Deutschland zur Behandlung von Kindern und Jugendlichen ab sechs Jahren zugelassen sind, zurückgegriffen. MPH stellt meist das Medikament der ersten Wahl dar. Aus pharmakologischer Sicht hemmt MPH die Funktion der Dopamin-Transporter, indem es diese reversibel blockiert. Da dadurch weniger Dopamin vom präsynaptischen Neuron wieder aufgenommen werden kann, erhöht sich die Konzentration des Neurotransmitters im synaptischen Spalt und hebt somit die Störung im dopaminergen Umsatz auf. AMP hingegen setzen zusätzlich Dopamin und Noradrenalin frei und blockieren zudem den Abbau dieser, wodurch ebenfalls eine Erhöhung der Neurotransmitterkonzentration im synaptischen Spalt zustande kommt (Solanto, 1998).

Eine deutliche und unverzüglich einsetzende Linderung der Kernsymptome Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität ist durch eine Behandlung mit Stimulanzien ebenso gegeben wie eine Verbesserung der sozialen Interaktionsfähigkeit im Alltag und der Schule sowie eine Reduktion der Aggressivität (Taylor et al., 2004). Dabei sprechen alle drei Subtypen einer ADHS, der vorwiegend unaufmerksame, der vorwiegend hyperaktive sowie der kombinierte Typ, gleichermaßen auf eine Pharmakotherapie an (Barkley, 2006). Ob sich eine Therapie mit MPH auch speziell auf Leistungen der EF positiv auswirkt, untersuchten unter Anderem Bedard et al. (2004, 2007, 2008), Kempton et al. (1999), Barnett et al. (2001) sowie Holmes et al. (2010). Von allen Arbeitsgruppen konnte bei entsprechender Behandlung eine signifikante Verbesserung in den Leistungen des AG festgestellt werden.

Die Therapie mit Stimulanzien wird in der Regel als gut verträglich angesehen. Unerwünschte Nebenwirkungen, die dennoch häufiger auftreten können, sind beispielsweise Appetitmangel, Einschlafstörungen, Bauch- und Kopfschmerzen sowie geringe Puls-/Blutdrucksteigerungen. Diese Wirkungen sind in ihrer Ausprägung meist gering bis mäßig, dosisabhängig und oftmals bei Therapiebeginn bzw. vorübergehend zu beobachten (Pliszka, 2007; Taylor et al., 2004).

Verhaltenstherapie

Neben psychoedukativen und pharmakotherapeutischen Maßnahmen stellen verhaltenstherapeutische Interventionen die zentrale psychosoziale Komponente im Behandlungskonzept hyperkinetischer Störungen dar (Taylor et al., 2004). Zu unterscheiden sind dabei eltern- und familienindizierte Verfahren, kindergarten- und schulzentrierte Interventionen und patientenzentrierte Verfahren. Wie bereits die Bezeichnung erkennen lässt, liegt der Unterschied im jeweiligen Ansatzpunkt der Therapie (Steinhausen et al., 2010). An dieser Stelle sollen die verschiedenen Maßnahmen der patientenzentrierten Verfahren, in welchen direkt mit dem hyperkinetischen Kind bzw. Patienten gearbeitet wird, näher beleuchtet werden.

Im Alter von 3-6 Jahren wird in diesem Zusammenhang häufig mit einem Spieltraining gearbeitet, da anderweitige Interventionsformen aus diesem Bereich aufgrund der noch nicht ausreichend entwickelten kognitiven Fähigkeiten nicht möglich sind. Dabei wird eine Steigerung der Ausdauer und der Beschäftigungs- und Spielintensität angestrebt (Döpfner et al., 2007). Als weitere Maßnahme kann das Konzentrations- bzw. Selbstinstruktionstraining genannt werden, wodurch eine Verbesserung der Verhaltenssteuerung erreicht werden soll. Diese wird beispielsweise durch eine verbesserte Zentrierung der Aufmerksamkeit und eine verbesserte Impulskontrolle erreicht. Des Weiteren erhält der Patient darin Methoden und Mittel zu verschiedenen Möglichkeiten der Selbstinstruktion an die Hand, die er bei Bedarf in verschiedenen Alltagssituationen anwenden kann (Steinhausen et al., 2010). Die in Deutschland am weitesten verbreiteten Programme hierfür sind das Aufmerksamkeitstraining nach Lauth und Schlotzke (2002) sowie das Marburger Konzentrationstraining (Krowatschek, Albrecht, & Krowatschek, 2004). Abschließend sind im Bereich der patientenzentrierten Verfahren die Selbstmanagement-Methoden zu nennen. Man versteht darunter die Anleitung des Kindes, auf das eigene Verhalten im natürlichen

Umfeld zu achten und dieses bewusster wahrzunehmen. Treten Problemsituationen auf, soll das Kind nach erfolgreicher Therapie in der Lage sein, sein Verhalten durch entsprechende Regeln in einem angemessenen Rahmen zu halten (Steinhausen et al., 2010).

Interventionen, in welchen die Familie und der Kindergarten oder die Schule mit einbezogen werden, spielen in der Behandlung jedoch ebenso eine wichtige Rolle (Taylor et al., 2004). Im deutschsprachigen Raum findet hierbei das *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten* (THOP) für Kinder zwischen drei und zwölf Jahren häufig Anwendung (Döpfner et al., 2007). Das Programm setzt sich aus zwei Teilbereichen (Eltern-Kind-Programm und Interventionen im Kindergarten bzw. in der Schule) zusammen und zielt unter anderem auf den Aufbau positiver Lehrer-/Eltern-Kind Interaktionen sowie die Strukturierung problematischer Situationen ab (Döpfner et al., 2007).

Alternative Therapiemaßnahmen

Obwohl die beschriebenen Therapiemaßnahmen von Patient zu Patient unterschiedlich miteinander kombiniert werden, stellen sie jedoch meist feste Größen im Behandlungsplan dar. Neben diesen existieren weitere Maßnahmen, welche in Kombination dazu oder alternativ eingesetzt werden können. So bestätigt eine Übersichtsarbeit von Fox, Tharp und Fox (2005), dass auch die Methode des Neurofeedbacks eine durchaus geeignete und effektive therapeutische Maßnahme in der Behandlung einer ADHS darstellt. Das Neurofeedback kann z.B. in die Behandlungsplan mit aufgenommen werden, wenn eine medikamentöse Therapie nur einen Teilerfolg mit sich bringt bzw. diese nicht richtig eingehalten wird. Im Vergleich zu einer medikamentösen Therapie ist die Methode des Neurofeedbacks jedoch deutlich kostenintensiver (Fox et al., 2005). Die Psychomotorik ist eine weitere alternative Therapieform, welche in einschlägiger Literatur häufig zu finden ist (Döpfner et al., 2000; Kramann, 2008). Durch sie soll zum einen das Selbstwertgefühl gesteigert und zum anderen die Wahrnehmung und Bewegungsqualität gefördert werden. Des Weiteren soll damit eine Stärkung des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten sowie die Bearbeitung und Reduktion motorischer Störungen erzielt werden, welche den Betroffenen im alltäglichen Leben typischerweise im Wege stehen (Kramann, 2008). Es herrscht derzeit jedoch noch ein Mangel an Studien, welche diese Effekte und damit die Wirksamkeit

bestätigen. Ähnliches gilt für die Ergotherapie, die das Ziel hat, bestehende Störungen im Bereich der Wahrnehmung sowie der Fein- und Grobmotorik zu beheben.

Da es sich bei einer ADHS um eine chronische Störung handelt, ist eine kontinuierliche Fortführung der Behandlung erforderlich. Nur auf diese Weise kann die Wirksamkeit gewährleistet und eine neu auftretende bzw. rezidivierende Symptomatik darin berücksichtigt werden. Die Ziele einer Therapie schließen neben der Verminderung der unmittelbaren Symptome auch die gezielte Behandlung komorbider Störungen mit ein. Eine grundlegende Heilung der Störung ist jedoch nicht möglich (Grosse & Skrodzki, 2007).

Neben den soeben beschriebenen therapeutischen Möglichkeiten beschäftigten sich in den letzten Jahren einige Arbeitsgruppen in entsprechenden Pilotstudien mit der Fragestellung, inwiefern auch körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die ADHS-Symptomatik bzw. die kognitive Leistungsfähigkeit haben kann (Archer & Kostrzewa, 2012; Gapin & Etnier, 2010; Medina et al., 2010). Dabei lassen dessen Ergebnisse durchaus auf einen positiven Effekt schließen und gehen somit mit der Meinung, dass körperliche Bewegung nach wie vor als wesentlicher Faktor für eine gesunde Gesamtentwicklung im Kindes- und Jugendalter gilt, einher (Keller, 2006). Ebenso stellen Keller (2006) sowie Gunkel und Hebestreit (2002) einen positiven Effekt körperlicher Aktivität auf die motorische Leistungsfähigkeit gesunder Kinder heraus. Da diese beim Krankheitsbild ADHS ebenso wie die kognitive Leistungsfähigkeit häufig defizitär ausgeprägt ist (vgl. Kapitel 2.1.2), könnten betroffene Kinder in diesem Fall doppelt profitieren. Dass es scheinbar auch einen Zusammenhang zwischen sensomotorischen und kognitiven Prozessen bei Kindern mit ADHS gibt, deuten David, Pass, Finch, Dean und Woodcock (2009) nach Durchführung einer Pilotstudie an. Die Vermutung liegt nahe, dass ein hoher Grad an motorischer Beanspruchung im Rahmen einer körperlichen Aktivität folglich den Effekt verstärken könnte.

Ehe die Forschungsansätze zum Einfluss körperlicher Aktivität auf die Kognition bei Kindern mit und ohne ADHS im Folgenden noch einmal detaillierter erläutert werden, wird zunächst den Zusammenhängen zwischen kognitiven Fähigkeiten und der motorischen Leistungsfähigkeit bzw. dem Ausmaß körperlicher Bewegung jeweils ein alleiniger Unterpunkt gewidmet.

2.3 Zusammenhang zwischen der motorischen Fähigkeiten und den EF

Bereits seit längerer Zeit beschäftigt sich die Forschung mit dem Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und kognitiven Leistungen bei gesunden Probanden. Dabei konnte dieser Zusammenhang in diversen Arbeiten bereits festgestellt werden und wird in aktuellen Forschungsvorhaben mit der Überschneidung aktiver Hirnareale bei motorischen und kognitiven Aufgabenstellungen begründet (Pennington & Ozonoff, 1996; Wassenberg et al., 2005). Piek et al. (2004) untersuchten in diesem Rahmen, inwiefern es bei gesunden Kindern einen Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit, einzelnen Bereichen der EF und den motorischen Fähigkeiten gibt. Die Ergebnisse lassen dabei auf einen starken Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit und der Motorik sowie auf schwach signifikante Zusammenhänge zwischen EF und der Motorik schließen. Zudem konnte die Arbeitsgruppe um Wassenberg et al. (2005) bei gesunden Kindern einen signifikanten Zusammenhang zwischen der motorischen Leistungsfähigkeit und den Leistungen des AGs feststellen. Dieser Zusammenhang ist auch bei Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen motorischer Funktionen (UEMF, engl.: developmental coordination disorder, DCD) zu beobachten (Alloway, 2011).

Es gibt bislang jedoch nur sehr wenige Untersuchungen, die sich mit dem Zusammenhang von motorischen und kognitiven Fähigkeiten bzw. motorischen Fähigkeiten und den Leistungen der EF bei Kindern mit ADHS beschäftigten. Eine Studie hierzu, welche bereits in der Überleitung zu diesem Kapitel angeführt wurde, stammt von Davis et al. (2009). Die Autoren untersuchten darin mit Hilfe der *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised* (WJ-R; Woodcock & Johnson, 1989) sowie der *Dean-Woodcock Sensory Motor Battery* (DWSMB; Dean & Woodcock, 2003) den Zusammenhang zwischen sensomotorischen und kognitiven bzw. schulischen Leistungen bei 67 Kindern mit ADHS. Dabei konnten sie neben einer hohen Korrelation zwischen der Sensomotorik und schulischen Leistungen auch eine hohe Korrelation zwischen der Sensomotorik und der kognitiven Leistungsfähigkeit aufzeigen (Davis et al., 2009). Aufgrund der mangelnden Erfassung spezifischer EF-Leistungen sind keine Aussagen hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen einzelnen Bereichen der EF und der Motorik möglich. Dass scheinbar jedoch auch zwischen diesen Bereichen ein Zusammenhang existiert, deutet die Arbeit von Livesey, Keen, Rouse und White (2006) an. Nachdem darin die motorischen Leistungen (*M-ABC*) sowie die exekutive Funktionsleistung der Inhibition (*Stroop-* bzw. *Stop-Signal-Task*) von 5-6-jährigen

Kindern mit ADHS erfasst wurden, konnten die Autoren hierfür einen signifikanten Zusammenhang aufzeigen.

So existiert scheinbar auch bei Kindern mit ADHS ein Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und der Kognition/EF. Da weitere Untersuchungen, die diese Annahme unterstreichen, jedoch bislang fehlen, kann darin die Forschungsgrundlage für die erste Studie des vorliegenden Promotionsvorhabens gesehen werden.

2.4 Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und den EF

Von großem Interesse für die vorliegende Arbeit ist neben dem Zusammenhang zwischen der Motorik und der Kognition ebenso die Fragestellung, inwiefern das Ausmaß körperlicher Aktivität mit kognitiven Leistungen, genauer den EF, zusammenhängt.

Wie Sibley und Etnier (2003) in ihrer Meta-Analyse deutlich herausstellten, kann bei normal entwickelten Kindern von einem positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Kognition im Allgemeinen gesprochen werden. Zudem gibt es sehr aktuelle Studien, welche sich mit der Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und den Leistungen der EF bei gesunden Personen beschäftigten (Padilla, Pérez und Adrés, 2013, 2014). Es gelang den Autoren darin zu zeigen, dass ein hohes Level an körperlicher Aktivität mit besseren EF einhergeht. Dabei betrifft dies die Fähigkeit zur Unterdrückung ungewollter Reaktionen sowie die AG-Kapazität.

Erneut kann an dieser Stelle von einem Mangel an entsprechenden Korrelationsstudien mit ADHS-Kindern gesprochen werden. Eine vergleichbare Untersuchung stellt dabei jedoch die Pilotstudie „The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder“ von Gapin und Etnier (2010) dar. Darin verfolgten die Autoren das Ziel, neue Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten herauszufinden, wobei sie den Schwerpunkt auf die Erfassung der EF legten. Nach der Auswertung der Daten von 18 ADHS-Kindern ließen sich für alle Bereiche der EF Tendenzen zu einer positiven Korrelation mit dem Ausmaß körperlicher Aktivität finden. Neben der Erkenntnis, dass einzelne exekutive Funktionen weiterhin separat untersucht werden sollten, werden abschließend von den Autoren selbst die kleine Stichprobenpopulation und die daraus folgende, geringe statistische Aussagekraft bemängelt.

2.5 Einfluss von körperlicher Bewegung auf die EF

Nachdem in den vorangegangenen Unterpunkten die Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten und zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten anhand bisheriger Forschungsarbeiten für eine gesunde Population belegt sowie für Kinder mit ADHS angedeutet wurden, kann vermutet werden, dass körperliche Bewegung einen positiven Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat. Daher wird im Folgenden auf den bisherigen Forschungsstand, der zur Klärung dieser Vermutung beiträgt, eingegangen. Neben Untersuchungen mit ADHS-Kindern werden zunächst wiederum Untersuchungen mit gesunden Probanden aufgeführt. Ebenso stehen dabei Studien im Vordergrund, welche im kognitiven Bereich die Erfassung der EF fokussierten.

Die Übersichtsarbeit von Best (2010), in der Untersuchungen zu den Effekten eines aeroben Trainings auf kognitive Fähigkeiten bei gesunden Probanden zusammengefasst wurden, kann dabei an erster Stelle genannt werden. Der Autor unterschied darin Studien zu Langzeiteffekten von Studien, die sich mit den Kurzzeiteffekten einer aeroben Trainingseinheit auf die Kognition befassen. So deuten die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen stark darauf hin, dass sowohl von Kurzzeit- als auch von Langzeitinterventionen kognitive Verbesserungen ausgehen. Diese waren speziell auch in EF-Bereichen beobachtbar. Dabei untersuchten Budde, Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorra, Ribeiro und Tidow (2008) beispielsweise die Effekte einer koordinativen Trainingseinheit auf die Aufmerksamkeit. Sie begründeten das Vorhaben mit der Aktivierung des Kleinhirns, welche bei koordinativen Aufgabenstellungen wie auch bei der Forderung nach Aufmerksamkeitsleistungen zustande kommt. Die Ergebnisse der Studie lassen darauf schließen, dass nach einer koordinativen Trainingseinheit die Aufmerksamkeitssteigerung größer ist als nach einer normalen Sparteinheit. Obwohl Sibley und Etnier (2003) einige Jahre zuvor vermuten, dass jegliche körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf kognitive Fähigkeiten hat, sieht Best (2010) im Ausblick seiner Arbeit die Notwendigkeit zusätzlicher Forschung, welche sich weiterführend mit der Art und Weise der körperlichen Aktivität befasst. Er stellt weiterhin die These in den Raum, dass körperliche Aktivität in Verbindung mit kognitiven Beanspruchungen einen größeren Effekt auf die EF hat als ohne einen entsprechenden Zusatz.

Ähnlich wie Best (2010) fassten ein paar Jahre später auch Guiney und Machado (2013) Studien mit gesunden Populationen zusammen, die die Effekte regelmäßiger aerober

Trainingseinheiten untersuchten. Dabei waren bei Guiney und Machado (2013) lediglich die Effekte auf EF von Interesse. Die Autoren kommen darin zu dem Resümee, dass bei jungen und älteren Erwachsenen positive Effekte in mehreren Bereichen der EF zu finden sind, bei Kindern scheinbar jedoch nur die AG-Kapazität positiv beeinflusst werden kann.

Einen ersten Überblick an entsprechenden Forschungsarbeiten mit ADHS-Kindern schafft die Arbeit von Gapin et al. (2011). Darin führen sie veröffentlichte sowie auch unveröffentlichte Arbeiten auf, in denen die Effekte körperlicher Aktivität unter anderem auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Kindern mit ADHS untersucht wurden. Die Autoren betonen dabei eingangs den Mangel an Forschungsarbeiten, welche potentielle positive Effekte körperlicher Aktivität in Populationen mit kognitiven Einschränkungen sowie Verhaltensauffälligkeiten (wie z.B. ADHS) untersuchten. Weiterhin stellen sie die Hypothese in den Raum, dass Populationen wie diese stärker von den Effekten profitieren müssten als nicht betroffene Populationen. So führen Gapin et al. (2011) beispielsweise eine Arbeit von Medina, Netto und Muszkat (2009) an, die die Auswirkungen einer einzelnen intensiven Trainingseinheit auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Jungen mit ADHS untersuchte und dabei signifikante Verbesserungen im Bereich der anhaltenden Aufmerksamkeit feststellen konnte. Weitere Untersuchungen zu den Kurzzeiteffekten körperlicher Aktivität auf die kognitiven Fähigkeiten bei Kindern mit ADHS sind bislang keine bekannt. Aussagekräftige Forschungsarbeiten zu potentiellen Langzeiteffekten können Gapin et al. (2011) zum Zeitpunkt ihrer Arbeit noch nicht nennen. Die Autoren verweisen in diesem Rahmen jedoch auf die Arbeit von Gapin und Etnier (2010) (vgl. Kapitel 2.4), in welcher ein positiver Zusammenhang zwischen dem Ausmaß körperlicher Aktivität und den EF bei Kindern mit ADHS angedeutet wurde. Der vermuteten Schlussfolgerung, dass vermehrte körperliche Aktivität im Sinne eines längerfristigen Trainings zu Leistungssteigerungen im Bereich der EF bei ADHS-Kindern führt, wurde bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht nachgegangen. Es lässt sich jedoch durchaus eine kleine Anzahl an aktuellen Studien finden, die die Annahme eines positiven Einflusses körperlicher Aktivität auf die kognitiven Fähigkeiten bei Kindern mit ADHS weiter untersuchten. Zu diesen Studien zählt, unter anderen, die Arbeit von Verret, Guay, Berthiaume, Gardiner und Béliveau (2012). Dabei verfolgten sie das Ziel, neue Erkenntnisse über die Langzeiteffekte einer sportlichen Intervention auf die Kognition bzw. einzelne EF, das Verhalten sowie den Fitnesszustand von ADHS-Kindern zu erlangen. So wurde vor und nach einem zehnwöchigen Trainingsprogramm, an welchem nur die

Experimentalgruppe (EG, n=10) teilnahm, die Fähigkeit zur Inhibition sowie zur anhaltenden Aufmerksamkeit erfasst. Die Autoren konnten abschließend im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (KG) für die EG eine signifikante Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung festhalten. Im Bereich der Inhibitionsleistungen blieb ein derartiger Effekt jedoch aus. Die Ergebnisse einer weiteren Untersuchung mit vergleichbarem Forschungsziel, welche ein Jahr später durchgeführt wurde, widersprechen diesem jedoch (Smith et al., 2013). Das darin abgehaltene, achtwöchige Stationen-Training führte laut Smith et al. (2013) bei den Teilnehmern (n=17) zu signifikanten Verbesserungen in deren Inhibitionsleistungen, wohingegen die Leistungen des AG unverändert blieben.

Auch Chang et al. befassten sich im Jahr 2014 mit den Effekten körperlicher Aktivität auf die EF bei Kindern mit ADHS. Sie teilten darin 30 Kinder entweder einer Gruppe, welche ein achtwöchiges Trainingsprogramm im Wasser durchführte (EG), oder aber einer Warte-KG zu. Neben dem motorischen Status wurde die Fähigkeit zur Inhibition der Kinder vor und nach der Intervention erfasst. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen eine Verbesserung der Inhibitionsleistung der EGn-Teilnehmer, wohingegen die Leistungen der KG-Kinder stagnierten. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Verret et al. (2012). Mögliche Gründe hierfür könnten in den unterschiedlichen Untersuchungsmethoden der beiden Studien gesehen werden. Eine klare Aussage bezüglich der Effekte eines körperlichen Trainings auf die Inhibitionsleistung von Kindern mit ADHS kann daher zu diesem Zeitpunkt noch nicht getroffen werden. Ebenso sind Aussagen über Effekte auf weitere EF an dieser Stelle nicht möglich, da diese in bisherigen Untersuchungen mit Kindern mit ADHS nicht erfasst wurden.

2.6 Methoden zur Erfassung der EF und der motorischen Fähigkeiten

Um validierte Aussagen über die EF sowie das motorische Leistungsprofil eines Kindes machen zu können, ist die Verwendung standardisierter Testverfahren unerlässlich. Wie bereits in einem vorangehenden Unterpunkt erläutert, liegt der kognitive Schwerpunkt im vorliegenden Promotionsprojekt auf der Erfassung der Inhibitions- sowie der AG-Leistung. Neben der Beschreibung der für das Forschungsvorhaben ausgewählten Erfassungsmethoden wird im Folgenden auch auf weitere mögliche Verfahren eingegangen.

Testverfahren zur Erfassung der EF

Im Bereich der AG-Leistungen existiert eine Vielzahl geprüfter Verfahren, welche zur Erfassung herangezogen werden können (Alloway, 2011; Beck et al., 2010; Bedard et al., 2004; Goldberg et al., 2005; Klingberg et al., 2002). Am häufigsten lassen sich in bisherigen Studien dafür jedoch Testverfahren finden, welche der „Wechsler Intelligence Scale for Children“ (WISC) – einem Intelligenztest für Kinder zwischen 6 und 16 Jahren – entnommen wurden (Bedard et al., 2007; Biedermann et al., 2008, 2009; Brocki et al., 2008; Rapport et al., 2008; Sowerby et al., 2011; Yang et al., 2011). Dabei handelt es sich um eine Zusammenstellung verschiedener Subtests, die einzelne Teilbereiche kognitiver Funktionen sowie den allgemeinen Intelligenzwert erfassen (Petermann & Petermann, 2010). Neben Aufgaben zur Testung des Sprachverständnisses und des wahrnehmungsgebundenen logischen Denkens bzw. der Verarbeitungsgeschwindigkeit enthält die WISC ebenso einen Aufgabenblock, mit welchem die Leistungen des phonologischen AGs erfasst werden. Die beiden Subtests „Digit Span Forward“ sowie „Digit Span Backward“ (Zahlen nachsprechen vorwärts/rückwärts, ZN vw/ZN rw) sowie „Letter-Number Sequencing“ (Buchstaben-Zahlen-Folgen, BZF) sind Bestandteile dieses Blocks. Diese beiden Tests aus dem deutschen Pendant der WISC – dem Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (IV) (HAWIK-IV) – finden im vorliegenden Promotionsprojekt zur Erfassung des phonologischen AG auch Verwendung (Petermann & Petermann, 2010). Da hiermit zwar die Leistungen des verbalen AG erfasst, jedoch keine Aussagen über das visuell-räumliche AG gemacht werden können, zieht man in entsprechenden Studien meist zusätzliche Testverfahren zur Vervollständigung heran (Bedard et al., 2007; Brocki et al., 2008; Sowerby et al., 2011). In bisherigen Untersuchungen mit dem Forschungsschwerpunkt AG bei Kindern mit ADHS wurden zur Erfassung des visuell-räumlichen Erinnerungsvermögen meist die „Span board task“ bzw. die „Spatial span task“ aus dem „Automated Working Memory Assessment“ (AWMA) sowie der „WISC – Third Edition“ herangezogen (Alloway, 2011; Barnett et al., 2001; Holmes et al., 2010; Klingberg et al., 2002, 2005; Sowerby et al., 2011). Die genannten Testverfahren sind bezüglich des Untersuchungszieles, des Aufgabeninhaltes sowie der Durchführung in etwa miteinander vergleichbar und werden in den meisten Fällen an einem Computer durchgeführt (Barnett et al., 2001). Die manuelle Version des „Spatial span task“ kann im „Corsi Block-Tapping Task“ gesehen werden (Yang et al., 2011). Da dieser in wissenschaftlichen Untersuchungen aber auch in der klinischen Praxis weit verbreitet ist und in seiner Durchführung einfacher ist,

wird er als Erfassungsinstrument für die erste Studie ausgewählt (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008; Kessels, Zandvoort, Postman, Kappelle, & Haan, 2000).

Zur Erfassung der inhibitorischen Kontrolle wurde in bisherigen Arbeiten meist die „Stroop color-word Task“ oder aber die „Go/No-Go Task“ herangezogen. Aber auch die „Stop-Signal Task“ bzw. der „Conners Continuous Performance Test (CPT)“ fanden darin häufig Anwendung (Barkley et al., 2001; Brocki et al., 2008; Biedermann et al., 2009; Schoemaker et al., 2011; Senderecka, Grabowska, Szewczyk, Gerc, & Chmylak, 2012; Tsushima et al., 2011; Yang et al., 2011). Aufgrund von bereits bestehender Erfahrung in der Arbeit mit der „Go/No-Go Task“ wird diese als Erfassungsmethode für die vorliegende Arbeit ausgewählt. Dabei handelt es sich um ein computergestütztes Testverfahren, welches die Fähigkeit, eine angemessene Reaktion ausführen und gleichzeitig einen inadäquaten Verhaltensimpuls kontrollieren zu können, prüft.

Motorische Testverfahren

Auf motorischer Ebene kann ebenfalls eine Vielzahl an Methoden genannt werden, mit welcher die Fähigkeiten bisweilen erfasst und beurteilt wurden. Neben der Verwendung von Fragebögen zur Erhebung der motorischen Leistung wie bei Fliers et al. (2008), wurden bei Rommelse et al. (2007), Polderman et al. (2010) und Lavasani und Stagnitti (2011) Testaufgaben angewandt, die speziell feinmotorische Fähigkeiten prüfen. In Studien von Stray et al. (2009, 2010), Harvey et al. (2007) bzw. Pan, Tsai und Chu (2009) wurden die motorischen Leistungen von Kindern mit ADHS mittels komplexer Testbatterien, wie beispielsweise des „Test of Gross Motor Development-2“ (TGMD-2) ermittelt (Ulrich, 2000). Die international am häufigsten verwendete Methode im Forschungsbereich motorischer Defizite bei Kindern ohne sowie mit ADHS ist jedoch die standardisierte „Movement Assessment Battery for Children“ (M-ABC) bzw. die aktualisierte 2. Version (Brown & Lalor, 2009; Bouwien, Henderson, & Michels, 1998; Bouwien, Fiers, Henderson, & Henderson, 2008; Corce, Horvat, & McCarthy, 2001; Waelvelde van, Peersman, Lenoir, & Bouwien, 2007; Piek, Pitcher, & Hay, 1999; Flapper, Houwen, & Shoemaker, 2006; Bart, Podoly, & Bar-Haim, 2010; Pitcher et al., 2003; Fliers et al., 2010). Die „M-ABC-2“ sowie deren deutsche Version - das „Movement ABC“ - sind für drei verschiedene motorische Entwicklungsstadien bzw. Altersstufen ausgelegt und beinhalten Aufgabenstellungen zur Fein- und Grobmotorik. So werden darin die Handgeschicklichkeit, die Fähigkeit zur statischen und dynamischen

Balance sowie die Ballfertigkeiten abgeprüft (Petermann, 2008). Diese Aspekte, kombiniert mit der sehr guten, internationalen Anerkennung, können als Gründe für die Auswahl und Verwendung der Testbatterie in der folgenden Arbeit gesehen werden.

2.7 Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes

Wie in Kapitel 2.1.2 bereits dargestellt werden konnte, weisen Kinder mit ADHS meist erhebliche Defizite in motorischen und kognitiven Bereichen auf. Auf kognitiver Ebene scheinen vor allem die exekutiven Funktionen der Kinder stark beeinträchtigt zu sein (vgl. Kapitel 2.1.2). Mit Hilfe medikamentöser Therapie ist es möglich, diese Defizite zu minimieren bzw. von Beginn an gering zu halten. Da diese Therapieform jedoch oftmals mit starken Nebenwirkungen verbunden ist und die Eltern daher den Wunsch nach alternativen Behandlungsmöglichkeiten äußern, stellt diese Form der Behandlung nicht immer das Mittel der ersten Wahl dar (vgl. Kapitel 2.2, Gapin et al., 2011). Vor dem Hintergrund, dass im vorliegenden Promotionsprojekt das therapeutische Potential körperlicher Aktivität untersucht werden soll, erscheint es interessant, dass zwischen den EF und der Motorik gesunder Populationen bzw. Populationen mit DCD ein signifikanter Zusammenhang besteht (Alloway, 2011; Piek et al., 2004; Wassenberg et al., 2005). Für Populationen mit ADHS konnte dieser in ersten Untersuchungen hierzu bislang nur angedeutet werden (Davis et al., 2009; Livesey et al., 2006). Ähnlich verhält es sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Ausmaß körperlicher Aktivität und den EF. Nachdem dieser bei gesunden Personen als gegeben angesehen werden kann, mangelt es an Arbeiten die diesen bei ADHS-Betroffenen untersuchten (Padilla et al., 2013, 2014; Sibley & Etnier, 2003). Bislang deuten einzig und allein die Ergebnisse von Gapin und Etnier (2010) Tendenzen einer derartigen Korrelation an. Die erläuterten Zusammenhänge lassen vermuten, dass vermehrte körperliche Aktivität – welche nicht ohne eine gewisse motorische Beanspruchung ablaufen kann – zu einer kognitiven Leistungssteigerung bzw. Verbesserung der EF führt. Die Ergebnisse diverser Untersuchungen dieser Art bei gesunden Probanden können aus dieser Vermutung eine Tatsache machen. Dies gilt sowohl für einzelne (Kurzzeiteffekte) als auch für chronische Interventionen (Langzeiteffekte) (Best, 2010; Guiney und Machado, 2013). Unabhängig von den teilweise noch fehlenden Belegen für die Zusammenhänge zwischen der Motorik/körperlichen Aktivität und den EF, wurden in einer kleinen Anzahl entsprechender Pilotstudien bereits auch die Effekte körperlicher Aktivität auf die Kognition bei ADHS-

Populationen untersucht (Gapin et al., 2011). Dabei konnten in einzelnen Untersuchungen Verbesserungen der Inhibitions- und/oder AG-Leistungen festgestellt werden, in anderen blieb dieser Effekt jedoch aus (Chang et al., 2014; Medina et al., 2009; Smith et al., 2013; Verret et al., 2012). Da die genannten Arbeiten meist nur eine sehr kleine Stichprobe betrachten und es oftmals an einer entsprechenden KG mangelt, ist deren statistische Aussagekraft als gering anzusehen und macht eine Interpretation schwierig. Die Notwendigkeit weitere Forschung zum Einfluss körperlicher Aktivität auf die EF bei Populationen mit ADHS wird daher herausgestellt. Dabei sollte in kommenden Arbeiten potentiellen Kurzzeit- sowie Langzeiteffekten nachgegangen werden und auch die Art und Weise der sportlichen Intervention genauer untersucht werden. Des Weiteren erscheint es aufgrund der eingeschränkten EF ADHS-Betroffener von besonderem Interesse, speziell diese vor und nach solch einer Intervention zu erheben (Gapin et al., 2011; Smith et al., 2013; Verret et al., 2012).

3. Ziele und Vorgehen

Im folgenden Kapitel sollen die Ziele sowie das Arbeitsprogramm des vorliegenden Promotionsvorhabens vor dem Hintergrund der bisherigen Forschung aufgeführt und erläutert werden.

Das Promotionsprojekt verfolgt das übergeordnete Ziel, neue Erkenntnisse in der Motorik- und Kognitionsforschung bei Kindern mit ADHS zu erlangen. Aufgrund des beschriebenen Mangels bisheriger Forschungen sowie der Forderung betroffener Eltern nach alternativen Therapiemethoden wird die Arbeit dabei speziell die Kurz- sowie Langzeiteffekte einer sportlichen Intervention auf die EF bei Kindern mit ADHS untersuchen. Der Fragestellung, inwiefern die Art und Weise einer Intervention dabei von Bedeutung ist, wird darin ebenso nachgegangen. Ein primäres Ziel der Arbeit wird zunächst jedoch sein, die bislang ungeklärte Sachlage zum Zusammenhang zwischen den EF und der motorischen Leistungsfähigkeit bei Kindern mit ADHS weiter zu untersuchen. Die AG-Leistungen sowie die Fähigkeit zur Inhibition sollen dabei fokussiert werden.

So kann das Arbeitsprogramm des vorliegenden Promotionsprojektes grob in zwei Teile gegliedert werden. Nachdem in einem ersten Teil der Zusammenhang zwischen den EF und der Motorik untersucht wird, sind im zweiten Teil des Projektes die Kurz- sowie Langzeiteffekte einer sportlichen Intervention auf die EF bei Kindern mit ADHS von Interesse.

Im Rahmen der eingangs durchgeführten Korrelationsstudie werden die Leistungen der ausgewählten EF sowie die motorischen Fähigkeiten zunächst einzeln erfasst und im Anschluss auf einen Zusammenhang geprüft. Dabei werden die Leistungen eines jeden Kindes an einem einzigen Testzeitpunkt festgehalten. Als Erfassungsinstrumenten dienen hierfür der „Go/No-go task“ für die Inhibitionsleistung, der „Corsi-block-tapping task“ für die visuell-räumlichen AG-Leistungen, das Zahlen nachsprechen vw/rw und die Buchstaben-Zahlen-Folge aus dem HAWIK-IV für die phonologischen AG-Leistungen sowie die „M-ABC“ für die motorischen Leistungen (vgl. Kapitel 2.5). Eine detaillierte Erläuterung der einzelnen Testverfahren erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt der Arbeit. Da der Zusammenhang für eine gesunde Population bereits ausreichend untersucht und bestätigt werden konnte, wird von einer entsprechenden KG in dieser Untersuchung abgesehen.

Nach der Erfassung und der Prüfung eines Zusammenhangs werden in der zweiten Studie die Kurz- sowie Langzeiteffekte einer sportlichen Intervention untersucht. Die Ergebnisse der

Korrelationsstudie werden dabei die Grundlage für die Interventionsinhalte zweier EGN darstellen. Um die gewünschten Aussagen über potentielle Kurz- bzw. Langzeiteffekte machen zu können, erfolgt vor und nach einer ersten Einheit sowie nach der kompletten Intervention eine Erfassung ausgewählter EF und der motorischen Leistungsfähigkeit. Im gleichen Zeitabstand werden diese Erhebungen bei einer entsprechenden KG, welche keine Intervention erhält, durchgeführt. Dabei werden die Erfassungsmethoden der ersten Studie Anwendung finden.

4. Studie I

Der Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und den Leistungen ausgewählter exekutiver Funktionen bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Wie bereits der bisherige Forschungsstand aufzeigt, sind bei Kindern mit ADHS neben kognitiven Einschränkungen im Bereich der EF oftmals auch motorische Defizite festzustellen (vgl. Kapitel 2.1.2). Bislang konnte jedoch noch nicht vollständig geklärt werden, ob zwischen diesen beiden defizitären Bereichen ein Zusammenhang besteht (vgl. Kapitel 2.3). Dieser Mangel stellt die Forschungsgrundlage der im Folgenden beschriebenen Studie dar, welche der Fragestellung, ob bzw. in welcher Art es einen entsprechenden Zusammenhang gibt, weiter nachging.

Nachdem bisherige Arbeiten meist einen Zusammenhang zwischen der Motorik und den AG-Leistungen bzw. der Motorik und der Fähigkeit zur Inhibition feststellten, wurden in der folgenden Untersuchung neben der motorischen Leistung speziell diese beiden EF erfasst (Alloway, 2011; Livesey et al., 2006; Wassenberg et al., 2005). Die Erfassung erfolgte dabei mittels standardisierter Testverfahren, auf welche im Unterpunkt Studiendesign näher eingegangen wird. Dabei bestand die getestete Gruppe aus Kinder zwischen sieben und elf Jahren, da bisherige Untersuchungen für diese Altersspanne deutliche Einschränkungen in den AG-leistungen feststellen konnten (Alloway, 2011; Barnett et al., 2001; Bedard & Tannock, 2007). Für eine wesentlich jüngere (3,5 – 5,5 Jahre) bzw. ältere (12 – 19 Jahre) Stichprobenpopulation konnten teilweise keine Defizite im Gruppenvergleich mit gesunden Kindern beschrieben werden (Barkley et al., 2001; Shoemaker et al., 2012). So wurde erwartet, dass eine Korrelation zwischen den motorischen Leistungen und dem AG bzw. der Fähigkeit zur inhibitorischen Kontrolle, wie sie bereits bei gesunden Populationen als belegt gilt, auch bei Kindern mit ADHS aufgezeigt werden kann.

4.1 Studiendesign

Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 50 Kinder mit ADHS im Alter zwischen sieben und elf Jahren ($M = 8.95$, $SD = 1.43$) teil, wobei es sich um 39 Jungen und 11 Mädchen handelte. Die klinische ADHS-Diagnose wurde dabei von einem ansässigen Kinder- und Jugendpsychiater

anhand der Kriterien des ICD-10 (Dilling et al., 1991) gestellt. Zur Diagnosefindung dienten zudem Gespräche mit den Kindern, den Eltern und den Lehrern sowie Beurteilungsskalen wie der „Fremdbeurteilungsbogen für Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen“ (FBB-ADHS) (Döpfner et al., 2006), der „Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen“ (TRF/6-18) (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1993) bzw. die „KITAP“ (Zimmermann et al., 2002). Neben psychoedukativen Maßnahmen sowie verhaltenstherapeutischen Interventionen erhielt ein Teil der Kinder im Rahmen der ADHS-Behandlung eine medikamentöse Therapie. Da deren Wirkung nachmittags zum Zeitpunkt der Testungen jedoch nicht mehr vorhanden war, kann dieser Unterschied vernachlässigt werden. Ausschlusskriterien der Studie, welche von einem Kinderarzt geprüft wurden, waren: ein IQ-Wert unter 85 Punkten, sensorische bzw. motorische Auffälligkeiten, eine psychomotorische Entwicklungsverzögerung, Autismus, Schizophrenie, Epilepsie bzw. sonstige neurologische Auffälligkeiten. Die Rekrutierung der Kinder fand dabei innerhalb einer ansässigen kinder- und jugendpsychiatrischen Praxis sowie mittels Zeitungsanzeigen statt. Eine schriftliche Einwilligungserklärung der Eltern lag für jedes Kind zu Beginn der Testungen vor.

Versuchsaufbau und –durchführung

Die Erfassung der AG-Leistung, der Fähigkeit zur inhibitorischen Kontrolle sowie der motorischen Fähigkeit eines jeden Kindes fand zu einem individuellen Testzeitpunkt statt. Nachdem der Testleiter den Kindern sowie den Eltern den Ablauf der Testungen erläuterte und bestehende Fragen klärte, wurden zunächst die kognitiven Testverfahren zur Erfassung der AG- sowie der Inhibitionsleistung durchgeführt. Zu diesen zählten:

Zahlen nachsprechen vw/rw und Buchstaben-Zahlen-Folge (HAWIK-IV) (Petermann & Petermann, 2010)

Die phonologische AG-Leistung der Kinder wurde mit Hilfe zweier Untertests des HAWIK-IV, des ZN vw/rw und der BZF, erfasst. Beide Untertests finden dabei an einem Tisch statt, wobei das Kind dem Versuchsleiter gegenüber sitzt. Bei der Aufgabe ZN vw/rw wird dem Kind eine Zahlenreihe vorgelesen, die es in derselben Reihenfolge wiederholen muss. Das Kind muss dabei eine Zahlenspannenlänge zweimal erfolgreich gemeistert haben, bevor sich diese jeweils um eine Zahl verlängert. Die Spannenlänge beginnt bei zwei und endet bei

neun Zahlen (sh. Abb. 6). Nachdem der Test in der Vorwärts-Bedingung durchgeführt wurde, erfolgt derselbe Ablauf mit der Aufgabe, die Zahlen in umgekehrter Reihenfolge wiederzugeben (rw). Für jede korrekte Antwort wird ein Punkt vergeben, wobei die Gesamtpunktzahl jedes Kindes in einen altersneutralen Indexwert umgerechnet wird. Die Test-Retest Reliabilität beträgt $r = 0.84$.

	1.Versuch	Punkte	2.Versuch	Punkte	0,1 oder 2 Punkte
1.	2-9	0 1	4-6	0 1	0 1 2
2.	3-8-6	0 1	6-1-2	0 1	0 1 2
3.	3-4-1-7	0 1	6-1-5-8	0 1	0 1 2
4.	8-4-2-3-9	0 1	5-2-1-8-6	0 1	0 1 2
5.	3-8-9-1-7-4	0 1	7-9-6-4-8-3	0 1	0 1 2
6.	5-1-7-4-2-3-8	0 1	9-8-5-2-1-6-3	0 1	0 1 2
7.	1-8-4-5-9-7-6-3	0 1	2-9-7-6-3-1-5-4	0 1	0 1 2
8.	5-3-8-7-1-2-4-6-9	0 1	4-2-6-9-1-7-8-3-5	0 1	0 1 2

Abb. 6: Zahlenreihen des Zahlen Nachsprechens (Petermann & Petermann, 2010)

Im Untertest BZF, welcher ebenfalls das phonologische AG prüft, wird dem Kind eingangs eine gemischte Sequenz an Zahlen und Buchstaben vorgelesen (sh. Abb. 7). Bei der Wiederholung dieser Sequenz müssen jedoch zunächst die Buchstaben in alphabetischer Reihenfolge, im Anschluss die Zahlen in aufsteigender Reihenfolge genannt werden (sh. Abb. 8). Jede Sequenzlänge wird dabei dreimal abgefragt, bevor sich diese um einen Buchstaben/eine Zahl verlängert. Nach drei Fehlversuchen wird der Test abgebrochen. Jede korrekte Antwort wird wiederum mit einem Punkt bewertet, deren Summe in einen Indexwert umgerechnet werden. Die Test-Retest Reliabilität beträgt $r = 0.91$.

Aus den beiden ermittelten Indexwerten kann im Anschluss ein Arbeitsgedächtnis-Index, der die gesamte phonologische AG-Leistung widerspiegelt, ermittelt werden. Die Test-Retest Reliabilität liegt hierbei bei $r = 0.92$ (Petermann & Petermann, 2010).



Abb. 7: Beispiel einer vorgelesenen BZF



Abb. 8: Korrekte Antwort des BZF-Beispiels

Corsi-block-tapping Test vw/rw (Pagulayan, Busch, Medina, Bartock, & Krikorian, 2006)

Um neben der phonologischen auch die visuell-räumliche AG-Leistung zu erfassen, wurde der Corsi-block-tapping Test herangezogen. Ebenso wie die vorangegangenen Testverfahren erfolgt dieser an einem Tisch, an dem sich das Kind und der Versuchsleiter gegenüber sitzen. Zur Durchführung des Tests wird ein Brett, auf welchem neun Würfel befestigt sind und das in der Mitte des Tisches platziert wird, als Erfassungsinstrument verwendet. Die Würfel sind dabei jeweils mit einer Zahl von eins bis neun nummeriert, wobei das Brett so positioniert wird, dass diese Ziffern nur für den Versuchsleiter ersichtlich sind (sh. Abb. 9). Nachdem vom Versuchsleiter mehrere Würfel nach einer vorgegebenen Zahlensequenz angetippt werden, wird von dem Kind in diesem Test gefordert, diese Sequenz durch das Tippen auf entsprechenden Würfel zu wiederholen. Die Sequenzlänge beginnt dabei bei zwei und endet bei sieben Würfeln. Nach drei erfolgreichen Wiederholungen einer Sequenzlänge wird diese um einen Würfel erweitert. Der Test wird im Anschluss an die Vorwärts-Variante in einer Rückwärts-Variante nochmals durchgeführt, wobei die Kinder hierbei die Aufgabe haben, die Sequenzen in umgekehrter Reihenfolge zu wiederholen. Ein Testabbruch erfolgt nach drei fehlerhaft beantworteten Sequenzen. Die jeweilige Gesamtpunktzahl entspricht abschließend derjenigen Spannenlänge, welche mindestens zweimal korrekt wiederholt wurde.



Abb. 9: Erfassungsinstrument des Corsi-block-tapping Tests (Pagulayan et al., 2006)

Go/No-go Task (Drewe, 1975; Kaiser, Aschenbrenner, Pfüller, Roesch-Ely, & Weisbrod, 2012)

Die Go/No-go-Aufgabe wurde in der vorliegenden Untersuchung herangezogen, um die Fähigkeit zur inhibitorischen Kontrolle zu erfassen. In diesem computergestützten Test ist das Kind aufgefordert, beim Erscheinen des „Go“-Stimulus „X“ auf dem Bildschirm eine bestimmte Taste zu drücken sowie diese Reaktion bei dem „No-go“-Stimulus „0“ zu unterlassen. Zwischen den Stimuli wird dem Kind jeweils ein neutraler Stimulus („*“) präsentiert (sh. Abb. 10). Bei den 100 präsentierten Stimuli handelt es sich in 75 % der Fälle um einen „Go“-Reiz, bei 25 % der Fälle um einen „No-go“-Reiz. Die Fehlerraten (der

ausgelassenen „Go“-Stimuli sowie der fälschlichen Reaktionen bei „No-go“-Stimuli) sowie die mittlere Reaktionszeit der „Go“-Bedingungen entsprechen dabei den Messvariablen. Die Reliabilität des Tests variiert zwischen $r = 0.81$ und $r = 0.89$.



Abb. 10: Symbole des „Go-“, des neutralen sowie des „No-go-Stimulus“

M-ABC 2 (Petermann, 2008)

Im Anschluss an die kognitiven Testverfahren wurde die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder, unter Verwendung der M-ABC 2, erhoben. Es handelt sich dabei um eine Testbatterie, mit welcher die Fähigkeiten der drei motorischen Hauptkomponenten Handgeschicklichkeit (HG), Ballfertigkeit (BF) sowie statische und dynamische Balance (BAL) bei Kindern im Alter von 3 bis 16 Jahren ermittelt werden können. Das Testverfahren beinhaltet dabei acht motorische Aufgabenstellungen, die für die Altersbereiche 3-6, 7-10 sowie 11-16 angepasst und daher voneinander verschieden sind. Da im vorliegenden Promotionsvorhaben lediglich Kinder im Alter von 7-10 Jahren untersucht werden, wird von einer weiteren Erläuterung des Tests für den Altersbereich 3-6 abgesehen. Bei 7 bis 10-jährigen Kindern wird die HG mit den Aufgaben *Stifte einstecken*, *Schnur auffädeln* und *Spur nachzeichnen 2*, die BF mit den Aufgaben *Zweihändiges Fangen* und *Bohnsäckchen werfen 2* sowie die BAL mit Hilfe der Aufgaben *Ein-Brett-Balance*, *Laufen Ferse-an-Zeh vorwärts* und *Mattenhüpfen 2* erfasst. Kinder der Altersgruppe 3 (11-16 Jahre) haben hingegen folgende Aufgaben zu absolvieren: *Stecker wenden* (HG 1), *Dreieck bauen* (HG 2), *Spur nachzeichnen 3* (HG 3), *Einhändiges Fangen* (BF 1), *Zielwerfen* (BF 2), *Zwei-Brett-Balance* (BAL 1), *Laufen Ferse-an-Zeh rückwärts* (BAL 2) und *Zickzack-Hüpfen* (BAL 3). Im Folgenden werden die entsprechenden Aufgaben der jeweiligen Altersgruppe genauer erläutert:

Altersgruppe 2 (7-10 Jahre)

Stifte einstecken (HG 1)

Aufgabe des Kindes ist es, neun kleine Plastikstecker schnellstmöglich in ein Brett zu stecken. Dabei muss die Aufgabe zunächst mit der dominanten Hand, im Anschluss auch mit der nicht-dominanten Hand absolviert werden.

Schnur auffädeln (HG 2)

Bei dieser Aufgabe muss eine Schnur so schnell wie möglich durch die Löcher eines Plastikbrettes gezogen werden. Es spielt dabei keine Rolle, mit welcher Hand das Kind die Schnur bzw. das Brett hält.

Spur nachzeichnen 2 (HG 3)

Das Kind wird bei dieser Aufgabe aufgefordert, zwischen zwei Linien eine durchgängige Linie zu zeichnen, ohne dabei die Begrenzungen zu übermalen. Die Durchführung erfolgt hierbei lediglich mit der dominanten Hand und ohne das Stoppen der dafür benötigten Zeit (sh. Abb. 11).

Zweihändiges Fangen (BF 1)

Das Kind erhält die Aufgabe, einen Tennisball von einer markierten Distanz aus gegen die Wand zu werfen und im Anschluss mit zwei Händen wieder aufzufangen, ohne dass dieser zuvor auf dem Boden aufspringt.

Bohnsäckchen werfen 2 (BF 2)

Das Kind soll bei dieser Aufgabe ein Bohnensäckchen in den roten Kreis einer Matte, die 1,80 m entfernt liegt, werfen.

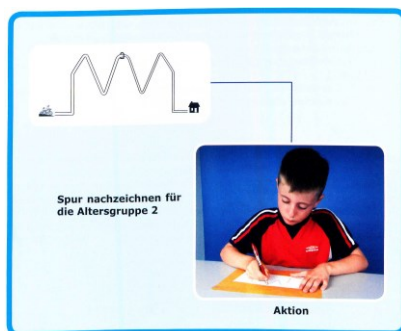


Abb. 11: Aufgabe *Spur nachzeichnen* (Petermann, 2008)

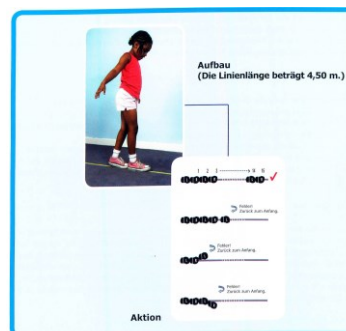


Abb. 12: Aufgabe *Laufen Ferse-an-Zeh vorwärts* (Petermann, 2008)

Ein-Brett-Balance (BAL 1)

Diese Aufgabe erfordert es, für maximal 30 Sekunden auf einem Fuß auf einem Balancebrett zu balancieren. Nachdem die Aufgabe mit beiden Beinen durchgeführt wird, darf das Kind entscheiden, mit welchem Bein es starten möchte.

Laufen Ferse-an-Zeh vorwärts (BAL 2)

Aufgabe des Kindes ist es, vorwärts auf einer Linie entlang zu balancieren, wobei bei jedem Schritt die Ferse des einen Fußes, die Zehen des anderen Fußes berühren muss (sh. Abb. 12).

Mattenhüpfen 2 (BAL 3)

Das Kind hüpfte auf einem Bein vorwärts von Matte zu Matte. Es startet dabei in einer aufrechten Position auf der ersten Matte und muss auf der Zielmatte zum Stehen kommen. Auch bei dieser Aufgabe werden beide Beine getestet.

Altersgruppe 3 (11-16 Jahren)

Stecker wenden (HG 1)

Bei dieser Aufgabe muss das Kind schnellstmöglich einhändig kleine, in einem Brett steckende Plastikstecker wenden. Nach der Durchführung mit der dominanten Hand erfolgt diese auch mit der nicht-dominanten Hand (sh. Abb. 13).

Dreieck bauen (HG 2)

Aufgabe des Kindes ist es, aus drei Plastikstreben, drei Schrauben sowie drei Schraubenmuttern so schnell wie möglich ein gleichseitiges Dreieck zu bauen.

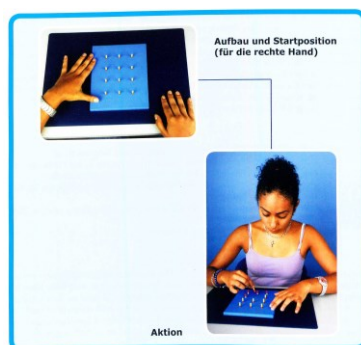


Abb. 13: Aufgabe *Stecker wenden* (Petermann, 2008)

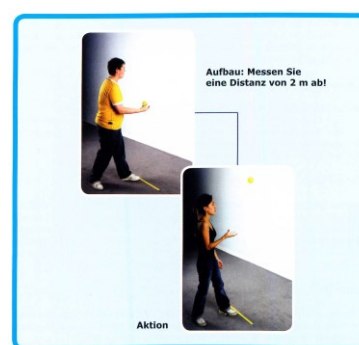


Abb. 14: Aufgabe *Einhändiges Fangen* (Petermann, 2008)

Spur nachzeichnen 3 (HG 3)

Das Kind wird bei dieser Aufgabe aufgefordert, zwischen zwei Linien eine durchgängige Linie zu zeichnen, ohne dabei die Begrenzungen zu übermalen. Die Durchführung erfolgt hierbei lediglich mit der dominanten Hand und ohne das Stoppen der dafür benötigten Zeit.

Einhändiges Fangen (BF 1)

Nachdem das Kind einen Tennisball von einer markierten Distanz aus an die Wand geworfen hat, ist es seine Aufgabe, diesen mit einer Hand wieder zu fangen. Dabei darf der Ball zuvor nicht auf dem Boden aufspringen und muss in einem ersten Durchgang mit der dominanten Hand, in einem zweiten Durchgang mit der nicht-dominanten Hand gefangen werden (sh. Abb. 14).

Zielwerfen (BF 2)

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, von einer markierten Distanz aus mit einem Tennisball in den an der Wand angebrachten Kreis zu treffen. Dabei spielt es keine Rolle, mit welcher Hand der Ball geworfen bzw. ob der Ball nach dem Zurückprallen wieder aufgefangen wird.

Zwei-Brett-Balance (BAL 1)

Diese Aufgabe erfordert es, für maximal 30 Sekunden beidbeinig auf einem Balancebrett zu balancieren. Die Ferse des einen Fußes muss dabei Kontakt zu den Zehen des anderen Fußes haben. Die Wahl, welches Bein vorne bzw. hinten steht, bleibt dem Kind überlassen.

Laufen Ferse-an-Zeh rückwärts (BAL 2)

Aufgabe des Kindes ist es, rückwärts auf einer Linie entlang zu balancieren, wobei bei jedem Schritt die Ferse des einen Fußes, die Zehen des anderen Fußes berühren muss.

Zickzack-Hüpfen (BAL 3)

Das Kind springt bei dieser Aufgabe diagonal von Matte zu Matte und kommt auf der Zielmatte zum Stehen. Die Sprünge haben aus einer aufrechten Position heraus und ohne einen Zwischenstopp zu erfolgen. Nachdem die Aufgabe mit einem Bein absolviert wurde, erfolgt ein zweiter Durchgang mit dem anderen Bein (sh. Abb. 15).



Abb. 15: Aufgabe *Zickzack-Hüpfen* (Petermann, 2008)

Nach erfolgreicher Durchführung der entsprechenden Aufgaben ist es möglich, die erfassten Leistungen jeweils in einem HG-, BF- sowie einem BAL-Wert zusammenzufassen. Ebenso kann aus diesen dreien wiederum ein Gesamtwert gebildet werden, mit welchem der motorische Leistungszustand eines Kindes allgemein beschrieben werden kann. Die Test-Retest Reliabilität liegt bei $r = .80$ (Petermann, 2008).

Die Durchführung der kognitiven und motorischen Testverfahren erfolgte in Räumlichkeiten des Instituts für Sportwissenschaften der Universität Regensburg bzw. in den Räumlichkeiten der bereits erwähnten kinder- und jugendpsychotherapeutischen Praxis und umfasste pro Kind eine Dauer von ca. 1 ½ Stunden. Alle Kinder wurden dabei von einem einzigen Testleiter betreut, welcher ihnen während der Erhebung keinerlei Feedback gab. Um die Motivation hoch zu halten, wurden ihnen jedoch Süßigkeiten als Belohnung versprochen, die sie am Ende der Testungen erhielten.

Design und statistische Analyse

Im Rahmen der statistischen Berechnungen wurden mehrere Korrelationsanalysen durchgeführt. Die Variablen, welche dabei miteinander in Korrelation gesetzt wurden, werden im Folgenden nochmals zusammengefasst dargestellt:

- M-ABC
 - M-ABC Gesamtwert, errechnet aus den Variablen:
 - M-ABC Handgeschicklichkeit (HG)
 - M-ABC Ballfertigkeiten (BF)
 - M-ABC Balance (BAL)
- HAWIK-IV (verbal-phonologisches AG)
 - Indexwert AG, errechnet aus den Variablen:
 - Gesamtwert der Aufgabe Buchstaben-Zahlen-Reihenfolge (BZR)
 - Gesamtwert der Aufgaben Zahlen nachsprechen vw + rw (ZN)
- Corsi Block-Tapping-Test (visuell-räumliches AG)
 - Länge der unmittelbaren Blockspanne vw/rw

- Go/No-go Test (Inhibition)
 - Fehlerrate (*FR*)
 - Mittelwert der Reaktionszeiten (*RT*)

In einer ersten Korrelationsanalyse wurde der *M-ABC Gesamtwert* mit den Variablen *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw + rw*, *Go/No-go RT* und *Go/No-go FR* in Korrelation gesetzt. Eine zweite Korrelationsanalyse enthielt die Variablen *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw + rw*, *M-ABC HG*, *M-ABC BF* und *M-ABC BAL*. Bei beiden Analysen wurden die Variablen *Alter* und *Geschlecht* als Kovariaten in das Modell mit aufgenommen und das Signifikanzniveau entsprechend der Bonferroni-Korrektur angepasst. Im Anschluss an die Korrelationsanalysen wurden drei einzelne Regressionsanalysen gerechnet. Als Kriterien zog man die Variablen *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw* und *rw*, als Prädiktoren jeweils die Variablen *M-ABC HG*, *M-ABC BF* und *M-ABC BAL* heran. Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sollten darlegen, welche motorische Variable die verbal-phonologische bzw. visuell-räumliche AG-Leistung am besten aufklärt.

Für alle statistischen Berechnungen wurde die Software SPSS 18.0 verwendet.

4.2 Ergebnisse

Die in dieser Studie erhaltenen Mittelwerte der einzelnen Variablen können zusammen mit den entsprechenden Standardabweichungen der nachfolgenden Tabelle entnommen werden (sh. Tab. 1).

Tab. 1: Ergebnisse der motorischen und EF Messungen aller Kinder, n = 50

	<i>Wert M (SD)</i>
M-ABC 2 (Motorik)	
Gesamtwert	8.56 (2.77)
HG	8.90 (2.89)
BF	8.64 (2.63)
BAL	9.04 (2.87)
HAWIK-IV (verbal-phonologisches AG)	
Indexwert AG	100.16 (12.45)
ZN vw	5.74 (1.32)
ZN rw	3.32 (1.06)
BZR	9.68 (1.96)
Corsi block tapping Test (visuell-räumliches AG)	
Spannenlänge vw	4.32 (.71)
Spannenlänge rw	3.58 (.78)
Go/No-go (Inhibition)	
RT (ms)	5017.83 (809.66)
FR (misses)	.55 (.94)
FR (false)	2.30 (2.27)

Anmerkungen: Die Maximalwerte der erhobenen Variablen sind: M-ABC 2 Gesamtwert (19), M-ABC HG (19), M-ABC BF (19), M-ABC BAL (19), Indexwert AG (150), ZN vw + rw (19), BZR (19), Corsi Spannenlänge vw + rw (7)

Korrelationsanalysen

Die Bonferroni korrigierten Ergebnisse der ersten Korrelationsanalyse, welche die Variablen *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw + rw*, *Go/No-go RT* und *Go/No-go FR* enthielt, zeigten drei hochsignifikante, positive Korrelationen zwischen dem *M-ABC Gesamtwert* und 1) dem *Indexwert AG* ($r = 0.486^{**}$, $p = .000$), 2) der *Corsi Spannenlänge vw* ($r = 0.486^{**}$, $p = .000$) und 3) der *Corsi Spannenlänge rw* ($r = 0.458^{**}$, $p = .001$). Die Analyse brachte keinerlei

Zusammenhänge zwischen der motorischen Leistung und den Variablen des Go/No-go Tests (Inhibitionsleistung) hervor (vgl. Tab. 2).

Anhand der zweiten, detaillierteren Korrelationsanalyse konnten positive Korrelationen zwischen dem *Indexwert AG* und 1) der Variable *M-ABC HG* ($r = 0.455^{**}$, $p = .001$), 2) der Variable *M-ABC BF* ($r = 0.473^{**}$, $p = .001$) und 3) der Variable *M-ABC BAL* ($r = 0.380^*$, $p = .007$) festgehalten werden. Ebenso zeigte die Analyse positive Zusammenhänge zwischen der *Corsi Spannenlänge rw* und der Variable *M-ABC HG* ($r = 0.520^{**}$, $p = .000$) sowie der *Corsi Spannenlänge vw* und der Variable *M-ABC BF* ($r = 0.378^*$, $p = .007$) (vgl. Tab. 3).

Tab. 2: Ergebnisse der Korrelationsanalyse mit den Variablen *M-ABC Gesamtwert*, *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw + rw*, *Go/No-go RT*, *Go/No-go FR (false)*, *Go/No-go FR (misses)*, Bonferroni korrigiertes Signifikanzniveau $** p \leq .0014$, $* p \leq .007$

	1	2	3	4	5	6	7
1. M-ABC Gesamtwert	-						
2. Indexwert AG	.529**	-					
3. Corsi Spannenlänge vw	.486**	.224	-				
4. Corsi Spannenlänge rw	.458**	.356	.355	-			
5. Go/No-go RT	.315	.066	-.003	-.171	-		
6. Go/No-go FR (false)	-.066	-.167	-.320	-.115	-.081	-	
7. Go/No-go FR (misses)	-.206	-.183	-.012	-.197	.307	.076	-

** $p \leq .0014$, * $p \leq .007$

Tab. 3: Ergebnisse der Korrelationsanalyse mit den Variablen *Indexwert AG*, *Corsi Spannenlänge vw + rw*, *M-ABC HG*, *M-ABC BF* und *M-ABC BAL*, Bonferroni korrigiertes Signifikanzniveau $**p \leq .0016$, $*p \leq .008$

	1	2	3	4	5	6
1. Indexwert AG	-					
2. Corsi Spannenlänge vw	.224	-				
3. Corsi Spannenlänge rw	.356	.355	-			
4. M-ABC HG	.455**	.342	.520**	-		
5. M-ABC BF	.473**	.378*	.182	.397*	-	
6. M-ABC BAL	.380*	.322	.333	.432*	.506**	-

** $p \leq .0016$, * $p \leq .008$

Regressionsanalysen

Die drei separat durchgeführten Regressionsanalysen, für welche jeweils die Prädiktoren *M-ABC HG*, *M-ABC BF* und *M-ABC BAL* herangezogen wurden, lieferten folgende Ergebnisse:

1) Bei der Variable *Indexwert AG* als Kriterium zeigt sich, dass 27,9 % der Varianz ($R^2 = .308$) durch die Prädiktoren *M-ABC BF* und *M-ABC HG* aufgeklärt werden können ($F(2,49) = 10.46$, $p = .001$) (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable *Indexwert AG*

Prädiktor	β	T	p
M-ABC HG	.347	2.623	.012
M-ABC BF	.347	2.623	.012
M-ABC BAL	.189	1.291	.203

2) Bei der Variable *Corsi Spannenlänge rw* als Kriterium zeigt sich, dass 25,5 % der Varianz ($R^2 = .271$) durch den Prädiktor *M-ABC HG* aufgeklärt werden können ($F(1,49) = 17.807$, $p = .000$) (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable *Corsi Spannenlänge rw*

Prädiktor	β	T	p
M-ABC HG	.520	4.220	.000
M-ABC BF	-.029	-.213	.832
M-ABC BAL	.133	.973	.335

3) Bei der Variable Corsi Spannenlänge vw als Kriterium zeigt sich, dass 12,5 % der Varianz ($R^2 = .143$) von dem Prädiktor *M-ABC BF* aufgeklärt werden können ($F(1,49) = 8.012$, $p = .007$) (vgl. Tab. 6).

Tab. 6: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable *Corsi Spannenlänge rw*

Prädiktor	β	T	p
M-ABC HG	.228	1.592	.118
M-ABC BF	.378	2.830	.007
M-ABC BAL	.176	1.138	.261

4.3 Diskussion

Das Ziel der Untersuchung war es, die motorischen Fähigkeiten und die EF von 50 ADHS-Kindern auf einen Zusammenhang hin zu prüfen. Nachdem mit den erhobenen Daten entsprechende Korrelationsanalysen durchgeführt wurden, konnten als Ergebnis mehrere signifikante, positive Zusammenhänge festgehalten werden. So ergab eine erste Korrelationsanalyse, dass die motorische Gesamtleistung (*M-ABC Gesamtwert*) sehr hoch in positiver Richtung mit der verbal-phonologischen AG-Leistung korreliert. Des Weiteren zeigt die Analyse, dass auch die visuell-räumliche AG-Leistung (*Corsi Spannenlänge vw + rw*) mit dem motorischen Allgemeinzustand der Kinder in einem positiven Zusammenhang steht. Die Resultate lassen schlussfolgern, dass motorisch schwache ADHS-Kinder schlechte verbal-phonologische wie auch visuell-räumliche AG-Leistungen aufweisen, wohingegen bei

motorisch starken Kindern verhältnismäßig bessere AG-Leistungen erwartet werden können. Diese Erkenntnisse decken sich mit den Ergebnissen bisheriger Studien von Piek et al. (2004) und Wassenberg et al. (2005), die jeweils gesunde Kinder untersuchten und dabei einen Zusammenhang zwischen motorischen Leistungen und den Leistungen des verbal-phonologischen (Wassenberg et al., 2005) sowie visuell-räumlichen (Piek et al., 2004) AGs feststellen konnten. Ebenso sind sie teilweise konform mit den Ergebnissen einer Studie von Rigoli, Piek, Kane und Oosterlaan (2012), welche den Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und EF bei gesunden Jugendlichen untersuchten. So fanden die Autoren damals eine signifikante Verbindung zwischen der Motorik und dem visuell-räumlichen AG, nicht jedoch zwischen der Motorik und dem verbal-phonologischen AG. Sie vermuteten daraufhin, dass motorische Fähigkeiten in einem engeren Zusammenhang mit visuell-räumlichen AG-Leistungen als mit verbal-phonologischen AG-Leistungen stehen und unterstreichen diese Vermutung mit analogen Ergebnissen von Alloway und Temple (2007).

Da es bislang nur eine geringe Anzahl vergleichbarer Untersuchungen mit ADHS-Populationen gibt, ist ein entsprechender Vergleich mit Ergebnissen von Kindern mit ADHS nur sehr begrenzt bzw. nicht möglich. So lassen die Studienergebnisse von Davis et al. (2009) zwar auf einen Zusammenhang zwischen der Sensomotorik und der kognitiven Leistungsfähigkeit bei Kindern mit ADHS schließen, aufgrund der mangelnden, spezifischen Erfassung einzelner EF sind Aussagen über mögliche Korrelationen zwischen den EF und der sensomotorischen Leistungsfähigkeit nicht möglich. Nichts desto trotz unterstreichen die vorliegenden Ergebnisse die derzeitigen Erkenntnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeit und den Leistungen des AGs.

Im Rahmen der durchgeführten Korrelationsanalyse konnte kein Zusammenhang zwischen dem motorischen Leistungszustand und der Fähigkeit zur Inhibition bei den getesteten ADHS-Kindern festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist deckungsgleich mit dem Ergebnis von Wassenberg et al. (2005), die nach der Untersuchung von gesunden 5-6-Jährigen ebenfalls keinen Zusammenhang aufzeigen konnten. Das vorliegende Ergebnis sowie das Ergebnis von Wassenberg et al. (2005) stehen jedoch im Widerspruch zu den Ergebnissen von Piek et al. (2004), Livesey et al. (2006) und Rigoli et al. (2012), die durchaus einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Motorik- und der Inhibitionsleistung feststellen konnten. In deren Studien wurden gesunde Kinder (Piek et al., 2004), Jugendliche mit DCD (Rigoli et al., 2012) sowie 5-6-jährige Kinder mit ADHS (Livesey et al., 2006) als Probanden herangezogen.

Eventuelle Spekulationen über den Grund der fehlenden Korrelationen in der vorliegenden Untersuchung, welche das Alter bzw. die ADHS-Erkrankung der Probanden beinhalten, müssen somit verworfen werden. Zu einer Klärung der bislang widersprüchlichen Sachlage hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen der Motorik und der Inhibition bei Kindern mit ADHS kann die aktuell durchgeführte Studie daher nicht beitragen.

Nachdem die erste Korrelationsanalyse starke Zusammenhänge zwischen den Leistungen der beiden AG-Bereiche und der allgemeinen Motorikleistung aufzeigen konnte, diene eine zweite, detailliertere Korrelationsanalyse zur Klärung der Frage, inwiefern einzelne motorische Fähigkeiten mit der verbal-phonologischen bzw. visuell-räumlichen AG-Leistung zusammenhängen. Aufgrund der Tatsache, dass in der eingangs durchgeführten Analyse keine signifikante Korrelation zwischen der Motorik und der Inhibition festgestellt werden konnte, beinhaltete diese Korrelationsprüfung keinerlei Variablen des Go/No-go Tests.

Die Analyse ergab, dass neben der HG und der BF auch die motorische Fähigkeit Balance in starkem Zusammenhang mit der verbal-phonologischen AG-Leistung steht. Dies ist in der Form jedoch nicht auf die visuell-räumliche AG-Leistung übertragbar. So stehen visuell-räumliche AG-Leistungen, welche bei vorwärts gerichteten Aufgaben erbracht werden in Zusammenhang mit der BF, entsprechende Leistungen aus rückwärts gerichteten Aufgaben (vgl. Variable *Corsi Spannenlänge rw*) in Zusammenhang mit der HG.

Um Aussagen darüber machen zu können, welche motorische Fähigkeit(en) die Leistungen des verbal-phonologischen bzw. visuell-räumlichen AG aufklärt bzw. aufklären, folgten den Korrelationsanalysen drei separat durchgeführte Regressionsanalysen. Dabei konnte aufgezeigt werden, dass die verbal-phonologische AG-Leistung zu 27,9 % von den motorischen Fähigkeiten HG und BF aufgeklärt wird. Die Leistungen des visuell-räumlichen AGs scheinen ebenso von diesen beiden Fähigkeiten bedingt zu werden. Hierbei ist es jedoch alleine die HG, welche zu 25,5 % die rückwärts gerichteten visuell-räumlichen AG-Leistungen sowie alleine die BF, welche zu 12,5 % die vorwärts gerichteten visuell-räumlichen AG-Leistungen aufklärt. Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit Ergebnissen bisheriger Untersuchungen ist nur sehr begrenzt möglich, da die hierfür notwendige Differenzierung der Motorik in BF, HG und BAL in nahezu allen Fällen der ohnehin geringen Anzahl an Studien fehlt. So kann für diesen Zweck lediglich die Untersuchung Jugendlicher mit DCD von Rigoli et al. (2012) herangezogen werden. Die Ergebnisse der Studie beinhalten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der BF und der visuell-räumlichen sowie verbal-phonologische AG-

Leistung, jedoch keine statistisch relevanten Zusammenhänge zwischen den AG-Leistungen und der HG bzw. der BAL. Somit unterstreichen unsere Ergebnisse die bisherigen Erkenntnisse von Rigoli et al. (2012) hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen beiden AG-Bereichen und der BF sowie eines nicht vorhandenen Zusammenhangs zwischen den beiden AG-Bereichen und der BAL. Da der in der vorliegenden Studie gefundene Zusammenhang zwischen visuell-räumlichen sowie verbal-phonologische AG-Leistungen und der HG von Rigoli et al. (2012) nicht festgestellt wurde, liegen für diesen Bereich widersprüchliche Ergebnisse vor. Für eine endgültige Bestätigung bzw. Verwerfung der aktuellen Ergebnisse und/oder die Ergebnisse von Rigoli et al. (2012) sind weitere Arbeiten in diesem Forschungsbereich zwingend notwendig.

Es scheint, als stünde die Planung und Durchführung vor allem feinmotorischer Bewegungen mit dem visuell-räumlichen sowie dem verbal-phonologischen AG in Zusammenhang. Für eine Erklärung bzw. Interpretation dieser Ergebnisse ist es notwendig, zunächst auf die neuroanatomischen Grundlagen der Motorik sowie des AGs einzugehen. So wird der präfrontale Cortex allgemein als Sitz der Arbeitsgedächtnis- als auch der exekutiven Funktionen gesehen. Dabei werden verbale Informationen im Linken, visuelle Informationen im rechten Parietallappen verarbeitet (Diamond, 2000; Gathercole et al., 2004). Das Cerebellum hingegen wird unter anderem von Marr (1969), Stein (1986) und Diamond (2000) mit den motorischen Fähigkeiten bzw. dem motorischen Lernen in Verbindung gebracht. So wird von Diamond (2000) im Rahmen einer Übersichtsarbeit vermutet, dass das Cerebellum nicht nur für motorische Abläufe sondern auch für kognitive Funktionen wichtig ist. Dabei soll es sich um dieselben kognitiven Funktionen handeln, die auch mit dem präfrontalen Cortex in Verbindung gebracht werden können. Die Ansicht geteilter Prozesse im Cerebellum führen auch Rigoli et al. (2012) als möglichen Grund für die von ihnen festgestellten Zusammenhänge zwischen der BF und den AG-Leistungen an. Die Autoren zitieren dabei zum einen Carlson (2010), welcher dem lateralen Bereich des Cerebellums die schnellen, zielgerichteten Fang- und Wurfbewegungen zuschreibt, zum anderen Ravizza, McCormick, Schlerf, Justus, und Ivry (2006), welche das Cerebellum auch bei Anforderungen des AGs involviert sehen. Diamond (2000) hält zusammenfassend fest, dass bei kognitiven Anforderungen eine gleichzeitige Aktivierung des präfrontalen Cortex und des Cerebellums feststellbar ist. Ebenso scheint der präfrontale Cortex eine Rolle bei motorischen Funktionen

zu spielen, welche sich über Verbindungen mit den für die Bewegungskontrolle wichtigen kortikalen bzw. subkortikalen Zentren erklären lässt (Diamond, 2000).

Es gelang in der vorliegenden Studie aufzuzeigen, dass es, wie für gesunde Kinder bereits belegt (Piek et al., 2004; Wassenberg et al., 2005), auch bei Kindern mit ADHS einen signifikanten Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und EF gibt. Die Ergebnisse beschränken sich jedoch auf die kognitiven Leistungen des AGs und werden dabei lediglich von den motorischen Fähigkeiten Ballfertigkeit und Handgeschicklichkeit aufgeklärt. Dies bedeutet, dass ADHS-Kinder mit einer guten Ballfertigkeit und Handgeschicklichkeit durchschnittlich bessere AG-Leistungen erbringen müssten als Kinder, deren Ballfertigkeit und Handgeschicklichkeit schlechter ausgeprägt ist. Des Weiteren müsste eine Steigerung der beiden motorischen Fähigkeiten unmittelbar mit einer Steigerung der AG-Leistung einhergehen. Für den therapeutischen Bereich bzw. die Behandlung der beschriebenen kognitiven Defizite bei Kindern mit ADHS könnte eine Übertragung dieses theoretischen Wissens in die Praxis von großer Bedeutung sein. So liegt die Vermutung nahe, dass ein gezieltes sportmotorisches Training therapeutische Erfolge im kognitiven Bereich mit sich bringt. Zudem würde man mit einer derartigen Therapiemethode dem Wunsch der Eltern nach Alternativen zur medikamentösen Behandlung, gerecht.

Der geschilderten Vermutung wurde in einer zweiten Studie, die im weiteren Teil der Arbeit ausführlich beschrieben wird, nachgegangen. Zunächst werden jedoch im folgenden Kapitel vor dem Hintergrund bisheriger Untersuchungen die hierfür nötigen Fragestellungen und Hypothesen formuliert.

5. Überleitung und Hypothesen

Greift man vor dem Hintergrund der Planung einer Interventionsstudie, bisherige Forschungsarbeiten noch einmal auf, welche den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und EF untersuchten, so müssen an dieser Stelle die sehr aktuellen Studien von Padilla et al. (2013, 2014) genannt werden. Die Autoren konnten dabei positive Korrelationen zwischen körperlicher Aktivität und der AG-Leistung sowie zwischen körperlicher Aktivität und der Inhibitionsleistung feststellen. Wie in Kapitel 2.4 bereits erwähnt wurde, herrscht ein Mangel an entsprechenden Untersuchungen mit ADHS-Kindern. In diesem Zusammenhang konnte lediglich die Arbeit von Gapin und Etnier (2010) die Tendenz zu einer positiven Korrelation zwischen dem Ausmaß körperlicher Bewegung und der EF-Leistung feststellen. Sie stellen abschließend in den Raum, dass körperliche Aktivität vermutlich positive Effekte auf die EF-Leistung bei Kindern mit ADHS mit sich bringt, dieser Vermutung in zukünftigen Studien jedoch noch nachgegangen werden muss.

Arbeiten, die den Einfluss eines körperlichen Trainings auf die EF gesunder Kinder bisher untersuchten, wurden von Best (2010) und von Guiney und Machado (2013) zusammengefasst. Positive Effekte konnten von Best (2010) für alle EF, von Guiney und Machado (2013) lediglich für die AG-Leistung herausgearbeitet werden. Die Übersichtsarbeit von Gapin et al. (2011), die veröffentlichte sowie unveröffentlichte Untersuchungen zum Einfluss körperlicher Aktivität auf die Kognition von ADHS-Kindern beinhaltet, kann entsprechende Effekte nur sehr begrenzt bestätigen. Dies liegt zum einen an der mangelnden statistischen Aussagekraft vieler, in der Übersichtsarbeit herangezogener Studien, zum anderen an der fehlenden Differenzierung der kognitiven Leistungsfähigkeit in einzelne EF. Ergebnisse aktuellerer Untersuchungen tragen jedoch dazu bei, diese Wissenslücke teilweise zu schließen. So untersuchten Verret et al. (2012) die Effekte eines zehnwöchigen Trainings auf die Inhibitionsleistung und die Aufmerksamkeit bei Kindern mit ADHS, konnten dabei aber lediglich signifikante Verbesserungen im Bereich der Aufmerksamkeit feststellen. Im Widerspruch dazu gelang es Chang et al. (2014) zu zeigen, dass ein achtwöchiges Training im Wasser durchaus positive Effekte auf die Inhibitionsleistung bei Kindern mit ADHS haben kann.

Fasst man die geschilderten Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen zusammen, so bekräftigen diese die Vermutung, dass ein körperliches Training positive Effekte auf die EF-

Leistung bei Kindern mit ADHS mit sich bringt. Das Defizit aussagekräftiger, bisheriger Forschungsarbeiten in diesem Bereich stellt die Grundlage der zweiten Studie der vorliegenden Promotionsarbeit dar. Dabei wird der Forderung von Gapin et al. (2011) nach weiteren Untersuchungen der Kurz- sowie der Langzeiteffekte nachgegangen. Ebenso wird in der Studienplanung der Wunsch von Best (2010) aufgegriffen, der eine nähere Untersuchung der Art und Weise der sportlichen Intervention fordert. Für die Erstellung der entsprechenden Interventions- bzw. Trainingspläne werden unter anderem die Ergebnisse der vorab durchgeführten Korrelationsstudie herangezogen und genutzt.

Aufbauend auf dem bisherigen Forschungsstand und den Ergebnissen der Korrelationsstudie ergeben sich die folgenden Fragestellungen:

- 1) Kann durch eine mehrwöchige Sportintervention die AG-Leistung von Kindern mit ADHS positiv beeinflusst werden?
- 2) Lassen sich durch ein spezifisches, sportmotorisches Trainingsprogramm, welches auf eine Verbesserung der Handgeschicklichkeit, der Ballfertigkeit sowie der Balance abzielt (EG 1), größere Effekte erzielen als durch ein sportliches Training, welches diese Ziele nicht verfolgt (EG 2)?
- 3) Stellen sich bereits nach einer ersten Trainingseinheit positive Kurzzeiteffekte ein?
- 4) Werden sich die EGN-Ergebnisse signifikant von Ergebnissen einer entsprechenden Warte-KG unterscheiden?

Da in der ersten Studie hochsignifikante Korrelationen zwischen den AG-Leistungen und den motorischen Fähigkeiten HG, BF und BAL aufgezeigt wurden, werden stärkere Effekte durch das spezifische Training der sportmotorischen Fähigkeiten erwartet als durch die bloße körperliche Aktivität im Rahmen eines allgemeinen, sportlichen Trainings. Diese Annahme wird gestützt durch Erkenntnisse, welche aus Budde et al.'s (2008) Untersuchung gesunder Jugendlicher hervorgingen. Die Autoren stellen darin abschließend das große Potential, das von koordinativ anspruchsvollen Trainingseinheiten ausgeht, heraus. Für die folgende Interventionsstudie ergaben sich daraufhin die nachstehenden Arbeitshypothesen:

H₁: Die AG-Leistung kann bei Kindern mit ADHS durch ein mehrwöchiges, sportmotorisches Trainingsprogramm, welches gezielt zur Verbesserung der Handgeschicklichkeit, der Ballfertigkeit sowie der Balance beitragen soll, sowie durch ein sportliches Training identischen Zeitraums, in welchem die Schulung dieser motorischen Fähigkeiten vermieden wird, verbessert werden.

H₂: Ein mehrwöchiges, sportmotorisches Trainingsprogramm, welches gezielt zur Verbesserung der Handgeschicklichkeit, der Ballfertigkeit sowie der Balance beitragen soll, hat größere positive Effekte auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS als ein sportliches Training identischen Zeitraums, in welchem die Schulung dieser motorischen Fähigkeiten vermieden wird.

6. Studie II

Die Effekte unterschiedlicher sportmotorischer Interventionen auf die Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern mit ADHS

Nachdem in einer ersten Studie der Zusammenhang von Motorik und EF bei Kindern mit ADHS untersucht und dabei signifikante Korrelationen zwischen Variablen, welche den motorischen Zustand sowie die AG-Leistung der Kinder erfassten, festgestellt wurden, befasst sich die hier beschriebene, nachfolgende Untersuchung mit den Effekten unterschiedlicher sportmotorischer Interventionen auf die AG-Leistung dieser Kinder. Forschungsarbeiten, die die Effekte körperlicher Aktivität auf die EF bei gesunden Kindern untersuchten, existieren bereits – es herrscht jedoch ein Mangel an entsprechend aussagekräftigen Untersuchungen mit ADHS-Kindern (Best, 2010; Gapin et al., 2011). Gapin et al. (2011) und Best (2010) stellen dabei heraus, dass vor allem die Wissenschaftslage bezüglich möglicher Kurz- sowie Langzeiteffekte sowie bezüglich der Art und Weise der körperlichen Aktivität, weiterer Klärung bedarf. Das Ziel der vorliegenden Studie besteht daher darin, die Effekte zweier unterschiedlicher Sportinterventionen auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS zu erfassen. Die Fokussierung auf die Erfassung der AG-Leistung geht mit dem Wegfall der Erfassung der Inhibitionsleistung einher und ist auf die Ergebnisse der Korrelationsstudie zurückzuführen. Ebenso wurden diese Ergebnisse als Grundlage für die Ausarbeitung der beiden Interventionsprogramme verwendet. So steht in einem Programm die Schulung und Verbesserung der motorischen Fähigkeiten HG, BF und BAL im Vordergrund, wohingegen im Rahmen der körperlichen Aktivität eines zweiten Programmes der Gebrauch dieser Fähigkeiten möglichst vermieden werden sollte. Um den Forderungen Gapin et al.'s (2011) nachzugehen, beinhaltet die folgende Studie Testzeitpunkte zur Erfassung möglicher Kurzzeiteffekte sowie Testzeitpunkte zur Erfassung möglicher Langzeiteffekte.

6.1 Studiendesign

Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt 43 Kinder mit ADHS zwischen sieben und zwölf Jahren ($M = 9,45$, $SD = 1.43$) teil. Dabei handelte es sich um 32 Jungen und 11 Mädchen. Die Familien der Kinder erhielten die Einladung zur Studienteilnahme über ihren Kinder- und

Jugendpsychotherapeuten oder wurden über eine lokale kinder- und jugendpsychiatrische Praxis angeworben. Etwa die Hälfte dieser Kinder nahm bereits an der ersten Studie teil. Bei allen neu hinzu gekommenen Kindern stellte, wie bereits im Rahmen der Korrelationsanalyse, ein ansässiger Kinder- und Jugendpsychotherapeut gemäß den Kriterien der ICD-10 die ADHS-Diagnose (Dilling et al., 1991). Als Diagnosemethoden zog man erneut Gespräche mit den Kinder, den Eltern und den Lehrern sowie Beurteilungsskalen wie den „Fremdbeurteilungsbogen für Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen“ (FBB-ADHS) (Döpfner et al., 2006), den „Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen“ (TRF/6-18) (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1993) bzw. die „Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder“ (KITAP) (Zimmermann et al., 2002) heran. Eine Differenzierung in den vorwiegend unaufmerksamen Typus, den vorwiegend hyperaktiv-impulsiven Typus und den kombinierten Typus erfolgte zwar im Rahmen der Diagnostik, wurde in der Studie jedoch nicht weiter berücksichtigt. Eine Unterscheidung in Kinder mit bzw. ohne medikamentöse Therapie wurde ebenso nicht vorgenommen, da dessen Wirkung zum Zeitpunkt der jeweiligen Interventionseinheiten bzw. Testzeitpunkten nicht mehr nachweisbar war. Zu den Ausschlusskriterien, welche bei neu hinzu gekommenen Kindern von einem Kinderarzt geprüft wurden, zählten erneut ein zu geringer IQ-Wert (< 85 Punkte), sensorische bzw. motorische Auffälligkeiten, eine psychomotorische Entwicklungsverzögerung, Autismus, Schizophrenie, Epilepsie bzw. sonstige neurologische Auffälligkeiten. Nachdem eine Einverständniserklärung zur Studienteilnahme von allen Eltern vorlag, wurden 27 der 43 Kinder einer der beiden EGn (EG 1 n = 13; EG 2 n = 14) zugeteilt. Die KG (n = 16) bestand hingegen aus Kindern, welche aufgrund Zeitmangels nicht an einer Intervention teilnehmen konnten.

Versuchsaufbau und -durchführung

Die vorliegende Studie verfolgte die Absicht, eine Sportintervention über einen Zeitraum von zwölf Wochen durchzuführen, wobei mit zwei EGn (EG1 und EG 2) sowie einer KG gearbeitet wurde. Die nachstehende Abbildung zeigt eine Übersicht des darin verwendeten Versuchsaufbaus (sh. Abb. 16).

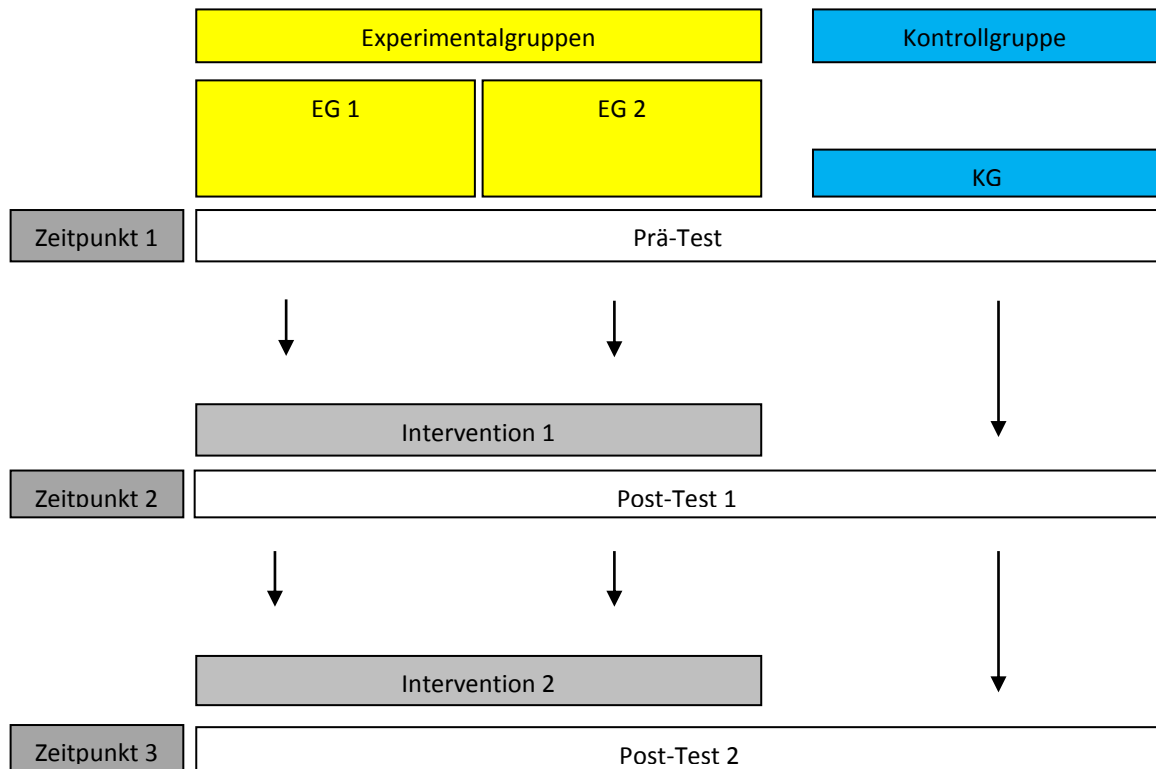


Abb. 16: Übersicht des Versuchsaufbaus der Studie II

Im Folgenden werden einzelne Bereiche dieses Versuchsaufbaus herausgegriffen und der Reihe nach erläutert:

Wie eingangs bereits aufgeführt wurde, beinhaltete die Untersuchung insgesamt drei Gruppen (EG1, EG 2 und KG). Dabei nahmen die Kinder beider EGN einmal wöchentlich für 60 Minuten an einer Sporteinheit teil, wohingegen KG-Kinder während den zwölf Wochen keinerlei Intervention erhielten. Entscheidend dabei war, dass sich die Interventionsprogramme der beiden EGN voneinander unterschieden. Die Grundlage für die Ausarbeitung der Programminhalte der EG 1 bildeten hierbei die Ergebnisse der Korrelationsstudie (vgl. Kapitel 4.2). So verfolgte man in den Trainingseinheiten der EG 1 das Ziel, explizit die motorischen Fähigkeiten HG, BF und BAL zu schulen und zu verbessern. Entsprechende Fachliteratur wurde dabei für die Gestaltung der jeweiligen Trainingseinheiten sowie des gesamten Programmes herangezogen (u. A. Lange, Duttler, Kreiselmeyer, Kurth, & Obinger, 2013; Moosmann, Afflerbach, Grözinger, Rettich, & Stephan, 2012; Junga, 2011). Schwerpunkte der Einheiten stellten demnach

- das Fangen, Werfen und Prellen mit unterschiedlichen Bällen,
- die Schulung der Auge-Hand-Koordination,
- das Gleichgewichtstraining,
- die Feinmotorikschulung sowie
- die allgemeine Koordinationsschulung

dar. Mit Ausnahme der Feinmotorik- und der allgemeinen Koordinationsschulung, welche in jeder Stunde Inhalt waren, wurde der Fokus in den einzelnen Einheiten jeweils auf einen bestimmten Schwerpunkt gelegt. Der generelle Stundenaufbau unterschied sich dabei jedoch nicht voneinander und enthielt neben einer Erwärmungsphase (ca. 10 Minuten), einen Hauptteil (ca. 40 Minuten) sowie einen Stundenausklang (ca. 10 Minuten). Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Trainingsplan der EG 1 (sh. Abb. 17).

Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4
Elterninformation Prä-Test	Fangen, Werfen und Prellen Post-Test 1	Balancetraining	Bewegungskünste
Woche 5	Woche 6	Woche 7	Woche 8
Gezielt werfen	Tennis	Slackline	Jonglage
Woche 9	Woche 10	Woche 11	Woche 12
Beachvolleyball und -handball	Jonglage	Slackline	Koordinationsschulung
Woche 13	Woche 14		
Fangen und Werfen	Post-Test 2		

Abb. 17: Trainingsplan der EG 1

Exemplarisch folgt die ausführlichere Beschreibung der ersten Einheit dieses Programmes:

Stundenkonzept - Fangen, Werfen und Prellen

Erwärmung

Zur Erwärmung wurde mit den Kindern das Spiel „Feuer, Wasser, Sturm, Insel“ aus *Kleine Ballspielschule für Grundschulkinder* (Stephan, 2012) gespielt, wobei dessen Form etwas abgeändert wurde. Dabei läuft jedes Kind zu Musik frei in der Halle umher und hat dabei die

Aufgabe, einen Volleyball am Fuß zu führen. Sobald der Übungsleiter die Musik stoppt und eines der folgenden Signale in die Halle ruft, müssen die Kinder ihren Ball in die Hand nehmen und wie folgt reagieren:

„Feuer“: Der Ball muss in der Hand geprellt werden als wäre er heiß

„Wasser“: Den Ball in die Luft werfen und wieder fangen

„Sturm“: In Seitwärtsschritten mit dem Rücken zur Wand gehen und eng am Körper prellen

„Insel“: Auf eine umgedrehte Langbank steigen und den Ball auf den Boden prellen

Hauptteil

Im Hauptteil der Stunde wurden zunächst verschiedene Einzelübungen mit einem Gymnastikball durchgeführt (Stephan, 2012). Die Kinder sollten darin im Gehen bzw. im Laufen den Ball prellen und

- dabei andere mit Handschlag begrüßen,
- sich von Zeit zu Zeit hinknien und wieder aufstehen,
- dabei den Ball mit anderen (diagonal) tauschen bzw.
- eine Umdrehung machen und weiterprellen.

Ebenso wurden die Kinder angehalten, den Ball im Stehen von einer zur anderen Hand, um den Körper herum, in unterschiedlichen Höhen bzw. auf einem Bein stehend zu prellen. Die Übungsleiter demonstrierten die Übungen und achteten darauf, dass diese von jedem Kind verstanden wurden. Bei Bedarf erhielten die Kinder Verbesserungsvorschläge sowie entsprechende Hilfestellung.

Im Anschluss an die Einzelübungen wurden zwei Laufstaffeln durchgeführt. Diese beinhalteten zum einen Pass- und Fangübungen (mit einem Tennisball), zum anderen Übungen zum Feinmotoriktraining (mit Wäscheklammern).

Stundenausklang

Der Stundenausklang beinhaltete das Spiel „Eimerball“, das neben dem Wurfgeschick auch die Feinmotorik der Kinder fordert. Hierfür wurden die Kinder in zwei Gruppen eingeteilt. Ziel des Spiels ist es, mit kleinen Bällen aus Zeitungspapier in einen zwei Meter entfernten Eimer zu treffen. Jedes Kind hat dabei drei Bälle zur Verfügung und kann sich diese zu Beginn eigens „herstellen“. Die Gruppe mit den meisten Treffern gewinnt das Spiel.

Um einen möglichst hohen Kontrast zwischen den beiden Programmen zu erreichen, wurden im Programm der EG 2 lediglich Sportarten geschult, in welchen die HG, die BF und die BAL nicht bzw. nur in geringem Maße gefordert waren. Dabei wurden die einzelnen Einheiten, identisch zu den Stunden der EG 1, in eine Erwärmungsphase, einen Hauptteil sowie einen Stundenausklang gegliedert. Die hierfür ausgewählten Sportarten bzw. Schwerpunkte der Stunden können dem folgenden Trainingsplan entnommen werden (sh. Abb. 18).

Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4
Elterninformation Prä-Test	Sprint- und Laufstaffeln Post-Test 1	Schwimmen	Schwimmen
Woche 5	Woche 6	Woche 7	Woche 8
Rangeln und Raufen	Klettern	Klettern	Orientierungslauf
Woche 9	Woche 10	Woche 11	Woche 12
Sprint- und Laufstaffeln	Turnen	Turnen mit Trampolin	Leichtathletik Weitsprung
Woche 13	Woche 14		
Leichtathletik Sprint und Hürdenlauf	Post-Test 2		

Abb. 18: Trainingsplan der EG 2

Auch für diesen Trainingsplan erfolgt eine exemplarische Beschreibung der ersten Stunde:

Stundenkonzept – Sprint- und Laufstaffeln

Erwärmung

Zu Beginn der ersten Stunde wurde mit den Kindern der EG 2 ebenfalls „Feuer, Wasser, Sturm, Insel“ aus *Kleine Ballspielschule für Grundschul Kinder* (Stephan, 2012) gespielt - jedoch ohne die Verwendung von Bällen. Die Kinder liefen frei in der Halle umher und hatten auf Kommando folgende Aufgaben zu erfüllen:

„Feuer“: Auf beiden Beinen durch die Halle hüpfen

„Wasser“: Sich im Krebsgang (ohne dass das Gesäß den Boden berührt) fortbewegen

„Sturm“: Sich flach auf den Boden legen

„Insel“: Auf eine Sprossenleiter klettern

Hauptteil

Der Hauptteil der Stunde bestand aus verschiedenen Sprint- und Laufstaffeln, wofür die Kinder meist in zwei Gruppen aufgeteilt wurden. Der Schwerpunkt der Staffeln lag neben dem Konditions- und dem Schnelligkeitstraining in der Kräftigung unterschiedlicher Muskelgruppen. So hatten die Kinder die Laufstrecke ab und an beispielsweise hüpfend auf einem Bein, mit einem Partner auf dem Rücken bzw. sitzend auf einem Rollbrett zu absolvieren. Mit dem Slalomlaufen durch entsprechende Stangen, das Über- bzw. Unterqueren verschiedener Hindernisse sowie dem Überkreuzen der Beine während des Laufens sollten zudem auch die Reaktionsschnelligkeit sowie die Anpassungsfähigkeit geschult werden.

Stundenausklang

Für den Stundenausklang dieser Stunde wurde das Spiel „Gordischer Knoten“ gewählt. Darin stellen sich alle Kinder in einem Stirnkreis auf, schließen die Augen und strecken ihre Hände in die Mitte des Kreises. Jedes Kind greift nun nach einer beliebigen Hand und öffnet im Anschluss daran die Augen. Ziel des Spiels ist es, den dadurch entstandenen „Knoten“ durch geschicktes Übersteigen etc. zu lösen.

Trotz der unterschiedlichen Inhalte der beiden Trainingspläne wurde darauf geachtet, dass der Grad der körperlichen Anstrengung während der Einheiten in beiden Gruppen vergleichbar war. Sofern es möglich war, beinhalteten die Stunden daher dieselben Spiele, lediglich in unterschiedlichen Ausführungen (vgl. „Feuer, Wasser, Sturm, Insel“). Dabei fanden die Stunden beider Gruppen unter der Woche, nachmittags zwischen 15 und 17 Uhr, in den Sporthallen und auf dem Freigelände des Sportzentrums der Universität Regensburg statt. Hierfür wurden die EGN jeweils in drei Kleingruppen à vier/fünf Kinder – Jungen und Mädchen gemischt - aufgeteilt. Die Umsetzung der entsprechenden Stundeninhalte in den Kleingruppen erfolgte durch je zwei Fachübungsleiter, die vorab eingehend geschult wurden. Nachdem in der vorliegenden Studie neben potentiellen Langzeiteffekten einer entsprechenden Intervention auch potentielle Kurzzeiteffekte ermittelt werden sollten, enthielt die Untersuchung insgesamt drei Testzeitpunkte (Prä-Test, Post-Test 1 und Post-Test 2). Zum Zeitpunkt 1, welcher eine Woche vor Beginn der Intervention lag, wurden die Eltern der Kinder ausführlich über die Durchführung der Studie informiert und nach deren Einverständnis gefragt. Darauf folgend wurde bei allen Kindern (EG 1, EG 2 und KG) ein

individueller Prä-Test von ca. 1 ¼ Stunden Dauer durchgeführt. Dieser beinhaltete neben Tests zur Erfassung der verbal-phonologischen (HAWIK-IV: ZN vw/rw, BZF) und visuell-räumlichen (Corsi-block-tapping Test) AG-Leistung auch die Testbatterie des M-ABC 2, mit welcher die Motorik-Leistung der Kinder erfasst werden konnte. Dabei entspricht die aufgelistete Reihenfolge auch der durchgeführten Reihenfolge der Tests. Von einer erneuten Erläuterung der verwendeten Testverfahren wird an dieser Stelle abgesehen (vgl. Kapitel 4.1).

Ein erster Post-Test (Post-Test 1) erfolgte für die Kinder der EG zum Zeitpunkt 2, unmittelbar nach der ersten Interventionseinheit (Intervention 1). Das bedeutet, dass die Kinder von den Übungsleitern umgehend zu den Testräumlichkeiten gebracht und von entsprechenden Testleitern individuell getestet wurden. Dabei handelte es sich um die Tests, welche die Kinder bereits im Rahmen des Prä-Tests zu absolvieren hatten. Im Anschluss an den Zeitpunkt 2 wurde das Interventionsprogramm über weitere elf Wochen durchgeführt (Intervention 2). Eine Woche nach der letzten Trainingseinheit (Zeitpunkt 3) fand für die Kinder der beiden EG ein erneuter Post-Test (Post-Test 2) statt, in dem wiederum die Tests des Prä- bzw. Post-Tests 1 enthalten waren. Die Kinder der KG wurden zum Zeitpunkt 3 - zwölf Wochen nach dem Prä-Test – ebenfalls einem Post-Test unterzogen. Die Dauer der gesamten Untersuchung umfasste 14 Wochen und fand zwischen April und Juli 2013 statt.

Design und statistische Analyse

Es handelt sich bei der vorliegenden Untersuchung um einen zweifaktoriellen Versuchsplan mit dem Faktor 1 „Gruppe“ (EG 1, EG 2, KG) sowie dem Faktor 2 „Zeitpunkt“ (ZP 1, ZP 2, ZP 3). Die abhängigen Variablen sind:

- Verbal-phonologisches AG (HAWIK-IV)
 - *Indexwert AG*, errechnet aus
 - *Wertpunktsumme BZF*
 - *Wertpunktsumme ZN vw*
 - *Wertpunktsumme ZN rw*

- Visuell-räumliches AG (Corsi-block-tapping Test)
 - *Corsi Blockspanne vw*
 - *Corsi Blockspanne rw*

- Motorikleistung (Movement ABC-2)
 - *M-ABC Gesamtwert*, errechnet aus
 - Wert *M-ABC HG*
 - Wert *M-ABC BF*
 - Wert *M-ABC BAL*

Zunächst wurde in einer ersten einfaktoriellen ANOVA die Vergleichbarkeit der anthropometrischen Daten sowie der Daten zum Freizeit- und Vereinssportverhalten der drei Gruppen sichergestellt. Der Vergleich der Prä-Testwerte aller Gruppen erfolgte in einer weiteren einfaktoriellen ANOVA. Dabei ergab die Analyse, dass sich die Prä-Test-Werte der Variable *Corsi Blockspanne vw* signifikant voneinander unterschieden. Um α -Fehler zu vermeiden erfolgte in beiden Tests eine Bonferroni-Korrektur.

Im Anschluss daran wurden die Prä-Test- und Post-Test 1-Werte der angeführten Variablen beider EGn in mehreren zweifaktoriellen ANOVAs auf potentielle Unterschiede hin untersucht. Dabei umfassten beide Faktoren zwei Ausprägungsgrade („Gruppe“: EG 1, EG 2; „Zeitpunkt“: ZP 1 – Prä-Test, ZP 2 – Post-Test 1). Wurden dabei signifikante Ergebnisse ermittelt, folgte eine weitere Prüfung dieser Effekte mittels entsprechender post-hoc Tukey-Tests. Weitere zweifaktorielle ANOVAs dienten der Analyse möglicher Langzeiteffekte. Hierfür wurden die Variablenwerte des Prä-Tests und des Post-Tests 2 (Faktor 1) der beiden EG sowie der KG herangezogen (Faktor 2). Dem signifikanten Gruppenunterschied in den Prä-Test-Werten der Variable *Corsi Blockspanne vw* ($F(2;42) = 5.255, p = .009$) wurde man hierbei gerecht, indem man diese als Kovariate in die Analysen mit aufnahm. Signifikante Effekte wurden im Anschluss daran nochmals mit Hilfe entsprechender post-hoc Tukey-Tests geprüft. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = .05$.

6.2 Ergebnisse

Der folgenden Tabelle können die anthropometrischen Daten sowie die Daten zum Freizeit- und Vereinssportverhalten der drei Gruppen entnommen werden (sh. Tab. 7):

Tab. 7: Deskriptive Statistik der anthropometrischen Daten sowie der Daten zum Freizeit- und Vereinssportverhalten

Variable	Gruppe						<i>F</i> (1,43)	<i>p</i>
	Experimental- gruppe 1 (<i>n</i> =13)		Experimental- gruppe 2 (<i>n</i> =14)		Kontroll-gruppe (<i>n</i> =16)			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Alter (Jahren)	9.2	1.3	9.6	1.6	9.5	1.4	.302	.741
Body mass index (BMI) (Perzentile)	63.9	23.5	65.9	32.7	64.6	38.8	.023	.977
Vereinssport (h/Woche)	1.3	1.7	0.9	1.5	1.1	1.2	.277	.759
Freizeitsport (h/Woche)	4.8	5.2	4.2	2.8	4.5	2.5	.092	.913

Kurzeiteffekte einer einzelnen Interventionseinheit auf die AG- bzw. Motorik-Leistungen

Die Datenanalyse des Prä-Tests und des Post-Tests 1 beider EG ergab einen Haupteffekt der Zeit in der Variable *M-ABC BF* ($F(1,25) = 7.540$, $p = .011$, $\eta^2 = .23$). Weitere signifikante Effekte wurden dabei nicht gefunden.

Langzeiteffekte einer zwölfwöchigen Intervention auf die AG- bzw. Motorik-Leistungen

Die Datenanalyse der Prä-Test- und Post-Test 2-Messungen brachte mehrere signifikante Ergebnisse hervor. Betrachtet man zunächst die AG-Leistung, so können hierfür signifikante Haupteffekte der Zeit für die folgenden drei Variablen festgehalten werden: 1) *Indexwert AG*, $F(1,33) = 17.800$, $p < .001$, $\eta^2 = .35$; 2) *ZN vw*, $F(1,33) = 24.261$, $p = .001$, $\eta^2 = .43$; 3) *BZF*, $F(1,33) = 6.128$, $p = .019$, $\eta^2 = .15$ (vgl. Abb. 19, 20 und 22). Des Weiteren ergab die Analyse

Interaktionseffekte zwischen Gruppe (EG1, EG 2 und KG) und Zeit (Prä-Test und Post-Test 2) für die Variablen: 1) *Indexwert AG*, $F(2,33) = 10.075$, $p < .001$, $\eta^2 = .38$; 2) *ZN rw*, $F(2,33) = 3.438$, $p < .05$, $\eta^2 = .17$; 3) *BZF*, $F(2,33) = 5.851$, $p = .007$, $\eta^2 = .26$ (vgl. Abb. 19, 21 und 22). Die darauf folgenden Prüfungen der Interaktionseffekte mit entsprechend Bonferroni korrigierten post-hoc Tukey-Tests ergaben jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG, hervor. Wurden die beiden EGN bei der Datenanalyse zusammengefasst, ließen sich folgende Interaktionseffekte zwischen Gruppe (EG 1 + EG 2 vs. KG) und Zeit finden: 1) *Indexwert AG*, $F(1,34) = 18.294$, $p < .001$, $\eta^2 = .35$; 2) *ZN rw*, $F(1,34) = 7.073$, $p = .012$, $\eta^2 = .17$; 3) *BZF*, $F(1,34) = 7.818$, $p = .008$, $\eta^2 = .19$.

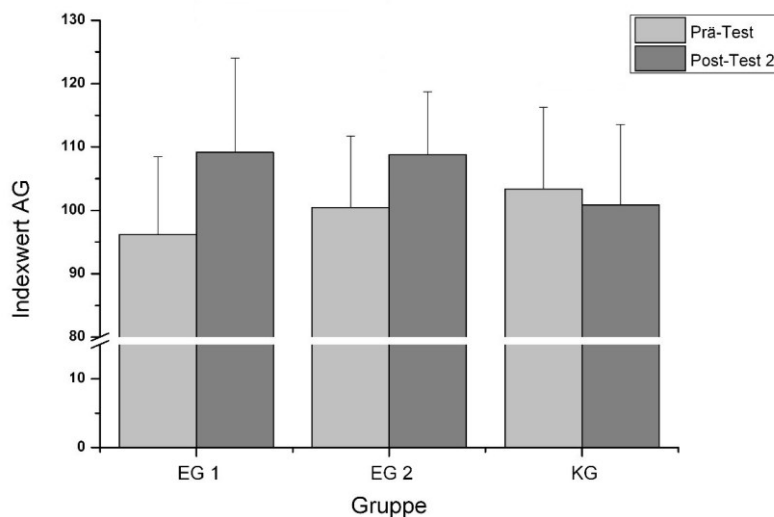


Abb. 19: Ergebnisse der Variable *Indexwert AG* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

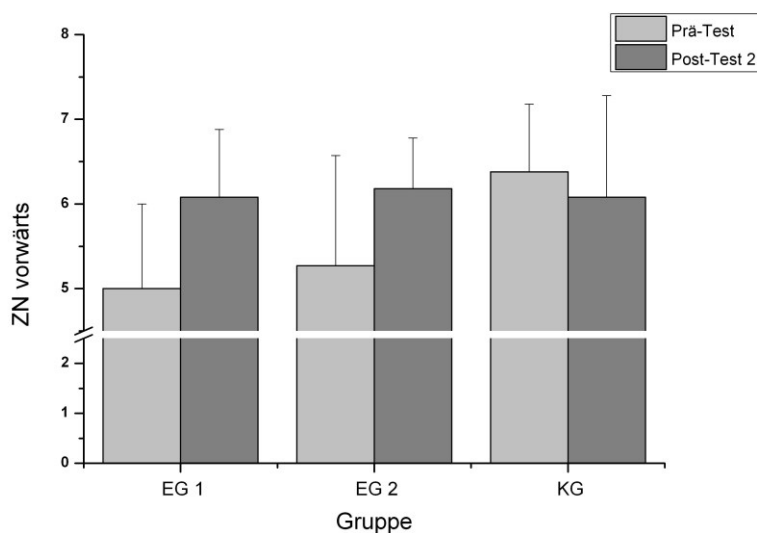


Abb. 20: Ergebnisse der Variable *ZN vw* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

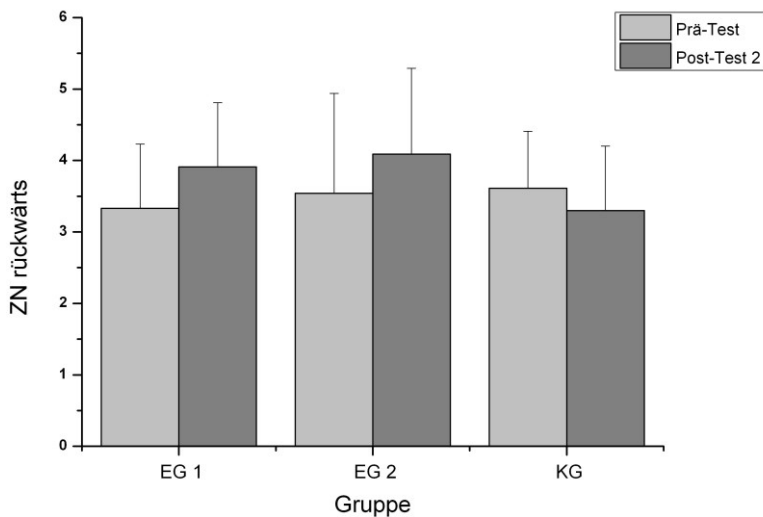


Abb. 21: Ergebnisse der Variable *ZN rückwärts* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

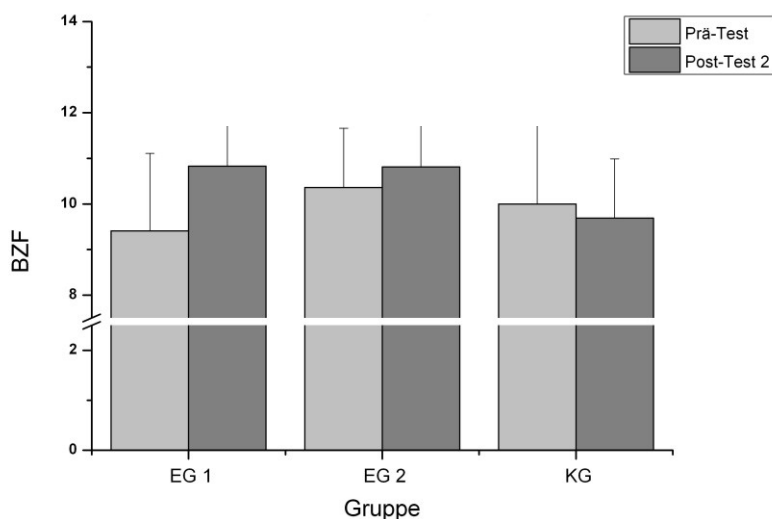


Abb. 22: Ergebnisse der Variable *BZF* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

Im Bereich der motorischen Leistung brachte die Analyse signifikante Interaktionseffekte zwischen Gruppe (EG 1, EG 2 und KG) und Zeit (Prä-Test und Post-Test2) für die Variable *BF*, $F(2,33) = 8.197$, $p = .001$, $\eta^2 = .33$ (vgl. Abb. 23) und die Variable *M-ABC Gesamtwert*, $F(2,33) = 9.925$, $p < .001$, $\eta^2 = .38$ (vgl. Abb. 24) hervor. Die anschließende Prüfung der Interaktionen ergab jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG. Fasste man bei der Analyse die Daten der beiden EGN zusammen, ergaben sich folgende Interaktionseffekte zwischen Gruppe (EG 1 + EG 2 vs. KG) und Zeit: 1) *BF*, $F(1,34) = 12.207$, $p = .001$, $\eta^2 = .26$; 2) *M-ABC Gesamtwert*, $F(1,34) = 18.826$, $p < .001$, $\eta^2 = .36$.

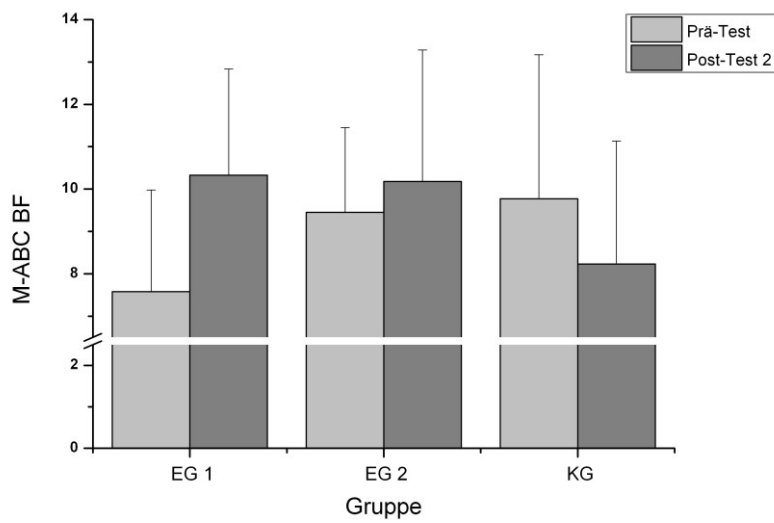


Abb. 23: Ergebnisse der Variable *M-ABC BF* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

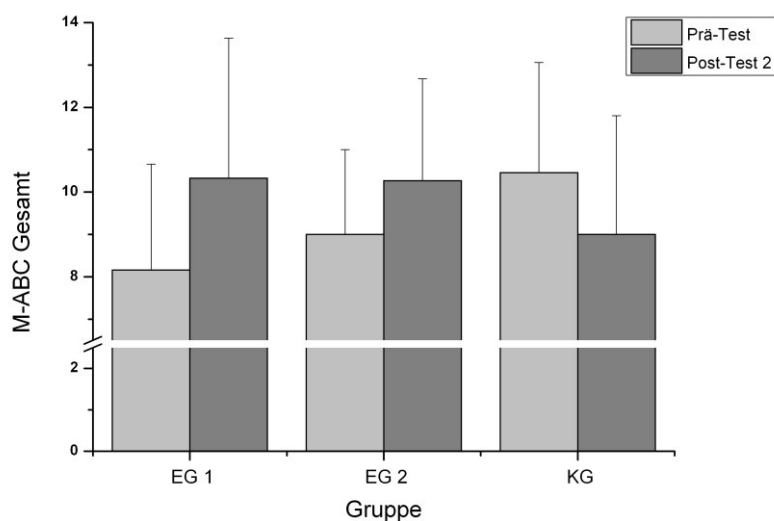


Abb. 24: Ergebnisse der *M-ABC Gesamtwert* des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG

6.3 Diskussion

Das Ziel der zweiten Studie der vorliegenden Promotionsarbeit war es, die Kurz- sowie Langzeiteffekte sportmotorischer Aktivität auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS zu untersuchen. Über einen Zeitraum von 12 Wochen erhielten dabei insgesamt 27 Kinder – aufgeteilt in zwei Gruppen - ein sportliches Training. Basierend auf den Ergebnissen der ersten Studie war speziell die Schulung der HG, der BF und der BAL Inhalt des Trainingsprogrammes der EG 1. Das Programm der EG 2 beinhaltete hingegen Sportarten, in denen diese Fähigkeiten nicht bzw. kaum gefordert waren. Die erfassten Daten des Prä-

sowie der Post-Tests der beiden EGN und der KG lieferten mehrere signifikante Ergebnisse. Da Verbesserungen auf motorischer Ebene nach entsprechenden Trainingseinheiten aus trainingswissenschaftlicher Sicht auf der Hand liegen, werden signifikante Effekte in entsprechenden Variablen eingangs lediglich kurz diskutiert. Im Anschluss daran erfolgt dies in ausführlicherer Weise für Effekte, welche im Bereich der AG-Leistung gefunden wurden. Dabei beinhaltet die Diskussion vor der Interpretation der Langzeiteffekte die Interpretation der entsprechenden Kurzeiteffekte.

Die Daten, welche nach einer ersten Interventionseinheit bei beiden EGN erhoben wurden, zeigen einen signifikanten Haupteffekt der Zeit in der Variable *M-ABC BF*. Dieses Ergebnis beinhaltet eine signifikante Leistungsänderung im Bereich der BF von Prä-Test zu Post-Test 1. Beim Betrachten der entsprechenden Mittelwerte beider Gruppen wird ersichtlich, dass es sich dabei um eine Leistungssteigerung handelt. Weitere Kurzeiteffekte wurden nach einer ersten Interventionseinheit nicht gefunden. Der Haupteffekt der Zeit in der Variable BF lässt vermuten, dass bereits mit einer ersten Trainingseinheit in der EG 1 eine Leistungsverbesserung hervorgerufen werden konnte. Dies wäre aufgrund der Trainingsinhalte dieser Einheit durchaus vorstellbar. Da ein Interaktionseffekt in dieser Variable jedoch ausblieb, muss ebenso von einer Steigerung der BF-Leistung in der EG 2 ausgegangen werden. Die Inhalte der Trainingseinheit der EG 2 können hierfür jedoch kaum verantwortlich gemacht werden, da diese ausschließlich Sprint- und Laufstaffeln umfassten. Es wäre allerdings möglich, dass dies auf die, ebenfalls intensive, Betreuung der EG 2-Kinder zurückzuführen ist. Dem beschriebenen Effekt darf folglich an dieser Stelle nicht allzu große Bedeutung beigemessen werden. Unterstrichen wird dies indirekt durch das Ausbleiben weiterer signifikanter Haupt- bzw. Interaktionseffekte in motorischen sowie kognitiven Variablen. Die Schlussfolgerung, dass nach einer einzelnen Interventionseinheit keinerlei Verbesserungen in der kognitiven Leistungsfähigkeit bzw. der AG-Leistung festgestellt werden konnten, steht damit im Widerspruch zu Ergebnissen bisheriger Studien. So konnten Ellemberg und St-Louis-Deschenês (2009) beispielsweise im Anschluss an eine einzelne Sportstunde signifikante Verbesserung einzelner kognitiver Funktionen gesunder Kinder im Vergleich zu einer KG aufzeigen. Ebenso fanden Medina et al. (2009) im Rahmen ihrer Forschungsarbeit, die die Effekte einer einzelnen Trainingseinheit auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Jungen mit ADHS untersuchte, signifikante Verbesserungen im Bereich der anhaltenden Aufmerksamkeit.

Gründe für das Fehlen entsprechender Kurzzeiteffekte können in dem zu kurzen Belastungsintervall und bzw. oder in der Überforderung der Kinder vermutet werden. Bei einer Vielzahl der Kinder konnte beobachtet werden, dass sie bei einer 60-minütigen Sporteinheit und einer darauf folgenden Testeinheit mit der Dauer von ca. 1 ¼ Stunden an ihre körperlichen und vor allem kognitiven Grenzen stießen. So hatten die Versuchsleiter den subjektiven Eindruck, die Kinder während der Durchführung des Post-Tests 1 wesentlich häufiger dazu auffordern und motivieren zu müssen, die Aufmerksamkeit aufrecht zu halten als bei den Prä-Test-Messungen. Da eine längere Pause zwischen der Belastungs- und der Testeinheit nicht im Sinne der Erfassung potentieller Kurzzeiteffekte wäre, sollte in künftigen Untersuchungen darauf geachtet werden, den zeitlichen Rahmen der Post-Test-Messungen so gering wie möglich zu halten. In diesem Zusammenhang muss jedoch eine Erweiterung des Belastungsintervalls, dessen zu kurze Dauer als weiterer möglicher Grund für das Fehlen entsprechender Kurzzeiteffekte angeführt wurde, kritisch betrachtet werden. Folge einer direkten Extensivierung der Belastung von 60 auf beispielsweise 90 Minuten wäre eine Steigerung des Erschöpfungszustands der Kinder. Dies könnte jedoch wiederum die Messgenauigkeit im Post-Test negativ beeinflussen. Vielmehr könnte es ein möglicher Ansatz für zukünftige Untersuchungen sein, die Gesamtdauer der körperlichen Belastung an diesem Tag zu erhöhen (z.B. auf 90 Minuten), diese jedoch auf zwei Trainingseinheiten (à 45 Minuten mit 1-2 Stunden Pause) aufzuteilen und die Erhebungen im Anschluss an die zweite Einheit durchzuführen. Des Weiteren sollte in künftigen Arbeiten der Grad der Anstrengung einzelner Sporteinheiten bzw. gesamter Sportprogramme mit entsprechenden Messmethoden festgehalten werden, um genauere Aussagen hierzu machen zu können und einen Vergleich mit anderen Untersuchungen zu ermöglichen.

Die Datenanalyse, welche potentiellen Langzeiteffekten der 12-wöchigen Intervention nachging, ergab zunächst auf motorischer Ebene einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Zeit in der Variable *M-ABC BF* sowie in der Variable *M-ABC Gesamtwert*. Es kann folglich von einer Leistungsänderung in den beiden Variablen von Prä-Test zu Post-Test 2 ausgegangen werden, wobei sich diese zwischen den drei Gruppen wiederum signifikant unterscheidet. Die weiteren Prüfungen dieser Effekte lieferten in beiden Fällen jedoch keine signifikanten Ergebnisse, d.h. es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG sowie der EG 2 und der KG festgestellt werden. Ein Grund für das Fehlen einzelner Gruppenunterschiede kann in den

zu geringen Stichprobengrößen und der daraus resultierenden, geringen statistischen Aussagekraft vermutet werden. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Mittelwerte der jeweiligen Gruppen zum Zeitpunkt 1 (Prä-Test) sowie zum Zeitpunkt 3 (Post-Test 2), so kann daraufhin eine Leistungssteigerung der beiden EGn sowie eine –verschlechterung der KG vermutet werden. Die daraus folgende Annahme, dass es einen Unterschied zwischen den beiden EGn und der KG geben könnte, wurde daraufhin geprüft und konnte bestätigt werden. Obwohl es den Anschein hat, als ob die Leistungssteigerungen bei der EG 1 größer sind als bei der EG 2, gibt es keinerlei statistischen Belege hierfür. Als Erklärung für die Verbesserung der BF-Leistung sowie der gesamten Motorik-Leistung der EG 1 könnten die Inhalte des Trainingsprogrammes der Gruppe herangezogen werden. Da im Rahmen dieses Trainings neben der BF auch die HG sowie die BAL geschult wurden, hätte man ähnliche Effekte auch bei diesen motorischen Fähigkeiten erwartet. Das Ausbleiben entsprechender Effekte in der HG- sowie der BAL-Leistung der Kinder könnte zum einen auf die Schwierigkeit, die HG in einer Sportstunde trainieren zu können, zum anderen auf die prozentuale Aufteilung der Trainingsanteile, wofür die Ergebnisse der Korrelationsstudie die Grundlage bildeten, zurückgeführt werden. Da darin signifikante Zusammenhänge lediglich zwischen der AG-Leistung und der BF bzw. der HG gefunden wurden, setzte sich der Trainingsplan aus 50 % BF-, 30 % HG- und 20 % BAL-Training zusammen. Obwohl das Trainingsprogramm der EG 2 kein spezielles Training der genannten Fähigkeiten enthielt, kann vermutet werden, dass die Leistungssteigerungen im Bereich der BF sowie der Gesamtmotorik ebenso mit dem wöchentlichen, körperlichen Training in Zusammenhang stehen. Eine ausführlichere Interpretation der Leistungssteigerungen wird an dieser Stelle nicht vorgenommen, da der Schwerpunkt der Diskussion auf den kognitiven Effekten liegt. Wie aus den Mittelwerten ersichtlich wird, kann eine Verschlechterung der KG in der BF und den Motorik-Leistungen angenommen werden. Obwohl diese Verschlechterungen keine Signifikanz erreichen, dürfen sie in der Diskussion der beschriebenen Effekte nicht übergangen werden. So müssen abschließend die gefundenen Langzeit-Interaktionseffekte in den Variablen *M-ABC BF* und *M-ABC Gesamtwert* kritisch gesehen werden, da fraglich ist, ob diese auch bei stagnierenden KG-Leistungen bestehen würden.

Im weiteren Verlauf der Diskussion werden nun die Langzeiteffekte auf die verbal-phonologische und visuell-räumliche AG-Leistung der Kinder interpretiert. Im verbal-phonologischen Bereich fallen darunter die signifikanten Haupteffekte der Zeit in den

Variablen *Indexwert AG*, *ZN vw* und *BZF*, sowie die Interaktionseffekte (Gruppe x Zeit) in den Variablen *Indexwert AG*, *ZN rw* und *BZF*. Es wurden keine Effekte auf die visuell-räumliche AG-Leistung gefunden. Da an dieser Stelle zunächst auf die genannten signifikanten Ergebnisse eingegangen wird, wird das Ausbleiben entsprechender Effekte in den visuell-räumlichen AG-Leistungen erst im Abschluss daran diskutiert. Die Reihenfolge, in der die genannten Effekte dabei näher betrachtet werden, orientiert sich an der Stellung der Variablen zueinander bzw. an der Reihenfolge ihrer Erfassung. Daher folgen zunächst die Effekte, welche in den beiden Untertests ZN und BZF gefunden wurden, bevor anschließend den Effekten in der Variable *Indexwert AG* (welche sich aus den Variablen ZN vw/rw und BZF zusammensetzt) weitere Beachtung geschenkt wird.

Der signifikante Haupteffekt der Zeit in der Variable *ZN vw* lässt darauf schließen, dass sich die Aufmerksamkeits- bzw. Gedächtnisleistungen der Gruppen in diesem Untertest merklich verändert haben. Betrachtet man die Mittelwerte der jeweiligen Gruppen, könnte man in diesem Zusammenhang eine Verbesserung der EG 1 und der EG 2 sowie eine Verschlechterung der KG vermuten. Aufgrund des fehlenden Interaktionseffekts zwischen Gruppe und Zeit in dieser Variable kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich diese Leistungsänderungen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Auch wenn aufgrund der deskriptiven Statistik die Vermutung nahe liegt, dass die Leistungssteigerungen der beiden EGN auf die sportmotorischen Trainingseinheiten zurückzuführen sind, fehlen letztendlich die statistischen Belege hierfür.

Die Datenanalyse des zweiten Teils der ZN-Aufgabe, dem *ZN rw*, ergab einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen den beiden Faktoren Gruppe und Zeit. Die Leistungsänderungen von Prä-Test zu Post-Test 2, die darunter verstanden werden können, unterscheiden sich in den drei Gruppen signifikant voneinander. Dabei handelt es sich in den EGN um eine Verbesserung der AG-Leistung in etwa gleichem Ausmaß, bei der KG hingegen um eine minimale Verschlechterung der Leistung. Eine weitere Prüfung dieses Effekts brachte allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG hervor. Zu geringe Stichprobengrößen können in diesem Zusammenhang als wahrscheinlichster Grund für das Ausbleiben signifikanter Ergebnisse herangezogen werden. Die deskriptiven Ergebnisse lassen jedoch vermuten, dass sich die EGN, fasst man diese zusammen, von der KG unterscheiden. Diese Vermutung konnte in einer weiteren statistischen Berechnung bestätigt werden. Schlussfolgernd hieße das, dass

die Interventionsprogramme der beiden EGN für die Leistungssteigerung verantwortlich gemacht werden können und daher körperliche Aktivität jeglicher Art die AG-Leistung positiv beeinflusst.

Ähnlich verhält es sich bei der Interpretation des Haupteffekts der Zeit sowie dem Interaktionseffekt zwischen Gruppe und Zeit in der Variable *BZF*, welche die Aufmerksamkeitsspanne der Kinder erfasste. Obwohl anhand der deskriptiven Ergebnisse auf eine Leistungssteigerung bei den EGN-Teilnehmern bzw. eine geringe Verschlechterung bei den KG-Teilnehmern geschlossen werden kann und der Interaktionseffekt auch für einen signifikanten Unterschied in den Leistungsänderungen steht, ergab eine weitere Prüfung des Effekts keine signifikanten Unterschiede zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG. So stellte sich im Rahmen einer weiteren Berechnung jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen allen EGN-Kindern und den KG-Kindern vom Prä-Test zum Post-Test 2 heraus, der mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auf die Interventionsprogramme zurückgeführt werden kann.

Die Effekte, welche an dieser Stelle als letztes diskutiert und interpretiert werden, beziehen sich auf die Variable *Indexwert AG*. Dabei dient der *Indexwert AG* als Messwert für die verbal-phonologische AG- und Aufmerksamkeitsleistung und setzt sich aus den Ergebnissen der Variablen *ZN vw/rw* und *BZF* zusammen. Es verwundert daher kaum, dass auch in dieser Variable ein Haupteffekt der Zeit sowie ein Interaktionseffekt zwischen den beiden Faktoren Gruppe und Zeit gefunden wurden. Auf den ersten Blick scheint es, als bestünde ein signifikanter Unterschied in den, ebenfalls signifikanten, Leistungsänderungen von Prä-Test zu Post-Test 2. Bei diesen Änderungen handelt es sich um deutliche Verbesserungen der EG 1 und der EG 2 sowie um eine geringfügige Leistungsver schlechterung der KG. Die Prüfung, welche einzelnen Gruppenunterschieden nachging, brachte allerdings keinerlei signifikante Ergebnisse hervor. Es kann folglich nicht davon gesprochen werden, dass sich die Leistungsänderungen zwischen der EG 1 und der EG 2, der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG signifikant voneinander unterscheiden. Rational betrachtet bedeutet dieses Ergebnis, dass ein spezielles Training der BF, der HG und der BAL bzw. ein sportliches Training im Allgemeinen zwar mit einer Veränderung bzw. Verbesserung der AG-Leistung verbunden ist, dafür aber, aufgrund der fehlenden Unterschiede zur KG, nicht eindeutig die Interventionen verantwortlich gemacht werden können. Da die Tatsache, dass für diese Variable ein Interaktionseffekt gefunden wurde, in der Diskussion nicht übergangen werden

darf, werden für dessen weitere Interpretation auch in diesem Fall die deskriptiven Ergebnisse mit hinzugezogen. Diese lassen vermuten, dass sich die beiden EGN verbesserten, wohingegen die Werte der KG stagnierten. Es wurde daraufhin geprüft, ob es einen Unterschied zwischen den (zusammengefassten) EGN und der KG gab. Da dabei ein solcher Unterschied bestätigt wurde, kann geschlussfolgert werden, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die AG-Leistung hat. Die Art und Weise der Aktivität scheint in diesem Zusammenhang jedoch keine Rolle zu spielen. Dieses Ergebnis bestärkt die Vermutungen von Sibley und Etnier (2003), die in einem körperlichen Training jeglicher Art positive Effekte auf die AG-Leistung annehmen. Aus statistischer Sicht kann schlussfolgernd zwar davon gesprochen werden, dass sich die verbal-phonologischen AG-Leistungen der beiden EGN im Vergleich zur KG, nach der Teilnahme an den Interventionsprogrammen signifikant verbesserten, ein Unterschied zwischen den AG-Leistungen der beiden EGN war jedoch nicht beobachtbar. Des Weiteren konnte kein Effekt auf die visuell-räumlichen AG-Leistungen der EGN-Kinder festgestellt werden. Die eingangs aufgestellten Arbeitshypothesen können daher nur teilweise bestätigt (H_1) bzw. verworfen (H_2) werden.

Der Vergleich dieser Ergebnisse mit Ergebnissen bisheriger Studien, welche ebenfalls Langzeiteffekte einer sportlichen Intervention auf die EF von Kindern mit ADHS untersuchten, liefert unterschiedliche Resultate. So decken sie sich beispielsweise mit den Ergebnissen von Verret et al. (2012), welche ein sportliches Training über zehn Wochen durchführten. Obwohl die Aussagekraft der Ergebnisse aufgrund der geringen Stichprobengrößen (EG, $n = 10$; KG, $n = 11$) kritisch betrachtet werden muss, konnten darin signifikante Verbesserungen der visuellen sowie verbalen Aufmerksamkeitsleistungen in der EG, verglichen zu einer KG, festgestellt werden. Dabei verwendete die Arbeitsgruppe zur Erfassung der Aufmerksamkeit den „Test of Everyday Attention for Children“ (TEA-Ch), der aus insgesamt neun Subtests besteht und neben der selektiven Aufmerksamkeit und der Daueraufmerksamkeit auch die Aufmerksamkeitskontrolle erfasst (Manly, Robertson, Anderson, & Nimmo-Smith, 1999). Die Ergebnisse widersprechen jedoch den Ergebnissen von Smith et al. (2013). So konnte die Autorengruppe, selbst nach einem ca. halbstündlichen, täglichen Trainings über den Zeitraum von acht Wochen, keine positiven Effekte auf die verbal-phonologische bzw. visuell-räumliche AG-Leistung bei Kindern mit ADHS finden. Mögliche Gründe für das Fehlen entsprechender Effekte könnten in der geringen statistischen Aussagekraft ($n = 17$, keine KG) sowie der kürzeren Interventionsdauer

gesehen werden. Weitere Untersuchungen mit größerer Aussagekraft, die für einen Vergleich herangezogen werden könnten, gibt es bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

Fasst man die einzelnen Aspekte der Diskussion nochmals kurz zusammen, so kann Folgendes festgehalten werden:

Die verbal-phonologischen und visuell-räumlichen AG-Leistungen der ADHS-Kinder konnten kurzzeitig weder durch eine Trainingseinheit, in welcher die BF, die HG bzw. die BAL geschult wurde, noch durch eine allgemeine, sportliche Trainingseinheit verbessert werden. Ein Einfluss konnte lediglich auf die motorischen Leistungen, genauer gesagt auf die BF der Kinder festgestellt werden, welcher sich in einer signifikanten Veränderung über die Zeit äußerte. Nach zwölf Wochen Training hingegen traten neben Effekten im motorischen Bereich, die an dieser Stelle außen vor gelassen werden, ebenso Effekte im Bereich der verbal-phonologischen AG-Leistung der Kinder auf. Auch wenn aus statistischer Sicht einzelne Gruppenunterschiede nicht eindeutig belegt werden konnten, lässt die deskriptive Statistik bei einer größeren Stichprobe Leistungssteigerungen in den beiden EGN sowie eine Leistungsstagnation in der KG vermuten. In diesem Zusammenhang konnte auch aufgezeigt werden, dass sich die EGN-Kinder nach der Teilnahme an dem sportlichen Interventionsprogramm in ihren AG-Leistungen im Vergleich zu einer KG signifikant verbesserten. Da die Leistungssteigerungen nach dem speziellen Training annähernd identisch mit den Leistungssteigerungen nach dem allgemeinen sportlichen Training sind, muss davon ausgegangen werden, dass der Einfluss der beiden Interventionen auf die verbal-phonologische AG-Leistung vergleichbar ist.

An dieser Stelle wird die Tatsache, dass im Rahmen der Untersuchung keinerlei Effekte sportmotorischer Interventionen auf die visuell-räumlichen AG-Leistungen gefunden wurden, nochmals aufgegriffen werden. Ein möglicher Grund für das Ausbleiben entsprechender Effekte könnte in dem verwendeten Test, dem Corsi-block-tapping Test, gesehen werden. Da es sich dabei um eine einzige Testaufgabe handelt und nicht wie der Indexwert AG des HAWIK-IV (verbal-phonologisches AG) aus mehreren Testaufgaben besteht, ist das Spektrum der Erfassung in diesem Fall deutlich begrenzt. In zukünftigen Arbeiten sollte daher mindestens ein weiteres Erfassungsinstrument, z.B. aus dem „AWMA“ (Automated Working Memory Assessment) Verwendung finden (Alloway et al., 2008). Dieser Empfehlung anschließend wird im Folgenden auf weitere kritische Punkte der Untersuchung sowie den daraus resultierenden Empfehlungen für fortführende Untersuchungen

eingegangen. Zunächst muss angeführt werden, dass die Arbeit zwar über eine KG verfügte, diese jedoch an keinem alternativen Interventionsprogramm teilnahm. Um jedoch den Einfluss der individuellen Betreuung sowie der sozialen Integration in einer Gruppe auf die erhaltenen Ergebnisse einschätzen zu können, wäre dies notwendig gewesen. In entsprechenden Folgestudien sollte daher darauf geachtet werden, dass die KG ebenfalls an einer Intervention, wie z. B. einem Entspannungstraining, teilnimmt. Zudem muss an dieser Stelle die zu geringe Häufigkeit der Interventionseinheiten genannt werden, welche als eine mögliche Ursache für das Fehlen eindeutiger Gruppenunterschiede angeführt werden kann. Aus diesem Grund sollten in zukünftigen Untersuchungen mindestens zwei bis drei Einheiten pro Woche à 60 Minuten durchgeführt werden. Bei der Erfassung potentieller Kurzzeiteffekte sollte die erste Einheit in ihrer Gesamtdauer eventuell etwas länger sein (90 Minuten) und in zwei Kurzeinheiten (à 45 Minuten) mit 1-2 Stunden Pause geteilt werden. Somit wird die Intensität zwar erhöht, die Belastung unmittelbar vor dem Testzeitpunkt jedoch verringert. Die kleine Stichprobengröße der vorliegenden Untersuchung wird in der Diskussion als weiterer Grund für das Ausbleiben eindeutiger Gruppenunterschiede angeführt. Um eine höhere Aussagekraft zu erreichen, sollte daher in künftigen Arbeiten mit deutlich größeren Stichproben gearbeitet werden. Da in bisherigen Studien dieser Art nicht zwischen den jeweiligen ADHS-Subtypen unterschieden wurde, wäre es in diesem Zusammenhang zudem interessant, diese zu Beginn mit zu erfassen und im Anschluss an die Intervention in die statistische Analyse mit einfließen zu lassen.

Betrachtet man abschließend den bisherigen Forschungsstand, die Ergebnisse der aktuellen Studie sowie die Empfehlungen für künftige Studien im Gesamten, können daraus mehrere Schlussfolgerungen gezogen werden. So kann der von Gapin et al. (2011) erwähnte Mangel an aussagekräftigen Arbeiten, die den kurz- sowie langfristigen Einfluss körperlicher Aktivität auf die EF von Kindern mit ADHS untersuchten, uneingeschränkt bestätigt werden. Die Autoren sprechen in derselben Arbeit jedoch die Vermutung aus, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die EF hat und daher eine sinnvolle Ergänzung zur medikamentösen Therapie darstellen könnte (Gapin et al., 2011). Dass von körperlicher Aktivität in einer gesunden Population positive Effekte auf die EF zu erwarten sind, konnte in diesem Zusammenhang bereits die Übersichtsarbeit von Best (2010) zeigen. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung können nun auch für Kinder mit ADHS bestätigen, dass eine sportliche Intervention mit positiven Effekten auf die verbal-phonologische AG-Leistung

verbunden ist. So gelang es im Rahmen der vorliegenden Arbeit, neue Erkenntnisse zur bislang dünnen und uneinheitlichen Forschungslage beizusteuern. Eine Reihe weiterer Forschungsarbeiten, die mit Hilfe des entsprechenden Studiendesigns eine höhere statistische Aussagekraft erreichen und eindeutige bzw. spezifische Ergebnisse liefern, werden daher benötigt. Erst wenn diese vorliegen, sind gesicherte Aussagen, die den Sinn körperlicher Aktivität als alternative bzw. ergänzende Therapieform bei Kindern mit ADHS bejahen bzw. verneinen, möglich.

7. Abschließende Diskussion und Zusammenfassung

Das letzte Kapitel der Promotionsarbeit beinhaltet die abschließende Diskussion der Ergebnisse der beiden Studien sowie die Zusammenfassung der hieraus entstandenen Erkenntnisse. Dabei werden eingangs die EF und die motorischen Fähigkeiten bei Kindern mit ADHS nochmals aufgegriffen und die Ergebnisse des ersten Experiments in den bisherigen Forschungsstand eingebettet. Im Anschluss daran wird auf die Ursachen sowie auf die Bedeutung dieser Ergebnisse eingegangen, wobei dies bereits mit einem Ausblick auf die zweite Studie der Promotionsarbeit verbunden ist. In einem weiteren Teil des Kapitels wird die Durchführung des zweiten Experiments begründet und die Ergebnisse der Untersuchung zusammen mit denen des ersten Experiments diskutiert. Der abschließende Teil des Kapitels fasst die Erkenntnisse der gesamten Arbeit zusammen und erörtert schlussfolgernd die Bedeutung körperlicher Aktivität im therapeutischen Kontext sowie die Übertragung der Erkenntnisse in die Praxis.

7.1 EF und motorische Fähigkeiten bei Kindern mit ADHS

Das Ziel des ersten Experiments dieser Promotionsarbeit war es, die EF sowie die motorischen Fähigkeiten von Kindern mit ADHS auf einen Zusammenhang hin zu prüfen und anhand der Ergebnisse zur Klärung der in diesem Zusammenhang noch nicht eindeutig belegten Sachlage, beizutragen. Nachdem bisherige Ergebnisse bereits vermuten ließen, dass es eine Verbindung zwischen den eingeschränkten EF und den defizitären motorischen Fähigkeiten, wie sie bei Kindern mit ADHS meist vorzufinden sind, gibt, konnte dies im Rahmen des Experiments auch bestätigt werden.

Die Fragestellung, ob zwischen EF und motorischen Fähigkeiten ein Zusammenhang besteht, wurde in bisherigen Forschungsarbeiten bereits ausführlich behandelt und konnte dabei für eine gesunde Population auch bestätigt werden (Piek et al., 2004; Rigoli et al., 2012; Wassenberg et al., 2005). Untersuchungen, die dies für Kinder mit der Diagnose ADHS belegten, gibt es bislang nur in sehr begrenzter Anzahl. Eindeutige Aussagen zum Zusammenhang der EF und der Motorik bei Kindern mit ADHS sind folglich noch nicht möglich. Betrachtet man unabhängig davon die EF und die motorischen Leistungen bei diesen Kindern, sind meist deutliche Defizite in beiden Bereichen festzustellen (Brown, 2008; Fliers et al., 2008; Sonuga-Barke et al., 2008). Dabei fand man in diversen Arbeiten vor allem

Einschränkungen in den AG- und Inhibitionsleistungen (Alloway, 2011; Brocki et al., 2008; Biedermann et al., 2008; Shoemaker et al., 2012; Willcut et al., 2005) sowie in der Fein- und der Grobmotorik der Kinder (Fliers et al., 2008; Kramann, 2008; Pitcher et al., 2003; Willcut et al., 2005). Spekulationen, ob darin ein Zusammenhang bestehen könnte, liegen daher nicht fern und werden durch die Ergebnisse von gesunden Probanden geschürt. Nachdem bislang lediglich Livesey et al. (2006) aussagekräftige Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen EF und motorischen Leistungen bei Kindern mit ADHS lieferten, stand die Klärung dieser Forschungsfrage noch aus. Die Erkenntnisse, die man sich aus dem ersten Experiment erhoffte, sollten hierzu beitragen.

Dabei beinhaltete das Studiendesign Testverfahren zur Erfassung der Inhibitionsleistung, der visuell-räumlichen und verbal-phonologischen AG-Leistung sowie zur Erfassung der motorischen Fähigkeiten. Wie in Kapitel 4.2 bereits aufgeführt, ergab die Analyse der erhobenen Daten deutliche Zusammenhänge positiver Art zwischen der verbal-phonologischen AG-Leistung und der HG, der BF bzw. der BAL sowie zwischen der visuell-räumlichen AG-Leistung und der HG bzw. der BF. Des Weiteren konnte aufgezeigt werden, dass die verbal-phonologischen AG-Leistungen der Kinder zu annähernd einem Drittel (27,9 %) von der BF und der HG aufgeklärt werden. Auf visuell-räumlicher Ebene geschieht dies zu 25,5 % durch die HG und zu 12,5 % durch die BF. So erlauben es die Ergebnisse des Experiments, von einer Verbindung zwischen der Motorik und den AG-Leistungen bei Kindern mit ADHS zu sprechen. Da speziell diese Verbindung bisher bei Kindern mit ADHS noch nicht untersucht wurde, wird das Ergebnis in den aktuellen Forschungsstand gesunder Probanden eingebettet. Wie eingangs bereits erwähnt, gibt es einige Untersuchungen, die den Zusammenhang für eine gesunde Population ebenfalls bestätigen können. Greift man Einzelne heraus, so lässt sich beispielsweise eine Übereinstimmung der Ergebnisse dieses Experiments mit den Ergebnissen von Wassenberg et al. (2005) finden. Die Autoren konnten darin ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem verbal-phonologischen AG und den motorischen Leistungen finden. Da visuell-räumliche AG-Leistungen darin jedoch nicht erfasst wurden, sind Aussagen hierzu nicht möglich. Dass der bei ADHS-Kindern aufgezeigte Zusammenhang zwischen dem visuell-räumlichen AG und der Motorik auch bei gesunden Kindern wahrnehmbar ist und man daher an dieser Stelle ebenfalls von einer Übereinstimmung sprechen kann, belegen die Ergebnisse von Piek et al. (2004).

So konnten die Autoren darin neben der Verbindung zwischen visuell-räumlichen AG-Leistungen und der Motorik bei gesunden Kindern ebenfalls eine Verbindung zwischen der Inhibitionsleistung und der Motorik belegen. Wie in Kapitel 4.2 bereits aufgeführt und in Kapitel 4.3 erläutert wurde, gelang dies im vorliegenden Experiment nicht. Dieses Ergebnis steht somit im Widerspruch mit den Ergebnissen bisheriger Untersuchungen gesunder Kinder sowie den Ergebnissen von Livesey et al. (2006), die bereits auch bei Kindern mit ADHS einen Zusammenhang zwischen der Motorik und der Inhibitionsleistung feststellen konnten. Aufgrund dieses Widerspruches sind eindeutige Aussagen bezüglich einer Verbindung zwischen der Inhibition und der Motorik bei Kindern mit ADHS zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das Ziel des Experiments, weitere, hilfreiche Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen der EF und der Motorik bei Kindern mit ADHS zu erlangen, erreicht werden konnte. So kann aufgrund der Ergebnisse geschlossen werden, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen dem AG und der Motorik (speziell HG und BF), allerdings nicht zwischen der Inhibitionsleistung und der Motorik gibt. Übertragen in die Praxis bedeutet das, dass ADHS-Kinder mit guten motorischen Fähigkeiten eine bessere Gedächtnisleistung aufweisen als Kinder mit schlechten motorischen Fähigkeiten. Da es sich hierbei jedoch um die ersten Ergebnisse dieser Art handelt bzw. um Ergebnisse, die im Widerspruch zu bisherigen Ergebnissen stehen, sind weitere Untersuchungen zu dieser Fragestellung dringend erforderlich. Abschließend kann an dieser Stelle jedoch festgehalten werden, dass sich die gewonnenen Erkenntnisse mit Ergebnissen aus Arbeiten anderer Forschungsgebiete decken. So konnten bisherige Untersuchungen beispielsweise auch einen Zusammenhang zwischen der mentalen Rotationsleistung, in welcher visuell-räumliche AG-Fähigkeiten gefordert sind, und der Motorik belegen (Jansen & Heil, 2010; Lehmann & Jansen, 2012).

7.2 Ursachen und Bedeutung der Ergebnisse für Kinder mit ADHS

Die Ergebnisse des ersten Experiments lassen darauf schließen, dass zwischen den AG-Leistungen und der Motorik bei Kindern mit ADHS ein Zusammenhang besteht. Da ein Zusammenhang zwischen der Motorik und der Kognition in der bisherigen Forschung bei gesunden Populationen bereits häufig festgestellt werden konnte, gibt es bereits auch mehrere Arbeiten, die sich mit den zu Grunde liegenden Ursachen befassten. Gründe, die für

einen Zusammenhang zwischen dem AG und der Motorik, aber auch für einen möglichen Zusammenhang zwischen der Inhibition und der Motorik, verantwortlich sein könnten, werden im folgenden Abschnitt aufgeführt.

So wurde beispielsweise festgestellt, dass kognitive Prozesse bei der motorischen Kontrolle eine Rolle spielen. Dies ist beobachtbar bei der Inhibition oft verwendeter Bewegungen, beim Vorausahnen und Aktualisieren bestimmter Aufgabenstellungen zum Zweck einer Vorausplanung, sowie bei der Kontrolle und der Korrektur falscher Bewegungen (Roebbers & Kauer, 2009). Dies lässt vermuten, dass kognitive Prozesse im Allgemeinen bzw. exekutive Funktionen im Speziellen die motorische Leistungsfähigkeit beeinflussen können. Die Richtung des Zusammenhangs wäre dabei klar vorgegeben.

Diamond führt den Zusammenhang motorischer und kognitiver Fähigkeiten auf die simultane Aktivierung des Cerebellums und des präfrontalen Cortex zurück (Diamond, 2000). Dabei schreibt sie dem dorsolateralen präfrontalen Cortex die komplexen kognitiven Fähigkeiten, dem Cerebellum hingegen die motorischen Fähigkeiten zu. Abschließend hält die Autorin fest, dass bei steigender präfrontalen Aktivierung durch eine entsprechende Aufgabe auch die Aktivität im Kleinhirn (Cerebellum) steigt. Ebenso verhält es sich bei einer Abnahme der Aktivität. So macht es den Anschein, als ob das Cerebellum nicht nur für motorische Funktionen zuständig ist, sondern auch bei kognitiven Prozessen eine Rolle spielt. In umgekehrter Weise scheint dies für den präfrontalen Cortex zuzutreffen. Diese simultane Aktivierung wird in besonderer Form bei der BF vermutet. So führen Rigoli et al. (2012) in ihrer Diskussion an, dass die Komplexität der BF möglicherweise eine stärkere Aktivierung des präfrontalen Cortex mit sich bringt als HG- bzw. BAL-Aufgaben.

Eine weitere Vorstellung beinhaltet die Voraussage der Leistung der kognitiven Fähigkeiten (inklusive die des AG) anhand der motorischen Entwicklung (Piek, Dawson, Smith, & Gasson, 2008). Forschungsarbeiten, in denen deutlich gemacht werden konnte, dass sensorische und motorische Hirnareale als erstes reifen, untermauern diese Vorstellung (Casey, Tottenham, Liston, & Durston, 2005).

Im zweiten Abschnitt dieses Unterpunktes wird auf die Bedeutung des Zusammenhangs für Kinder mit ADHS genauer eingegangen. Wie bereits in den Kapiteln 2.1.2 und 2.1.3 erläutert, sind bei den meisten ADHS-Kindern gravierende Einschränkungen im Bereich der EF sowie der Motorik feststellbar (Brown, 2008; Fliers et al., 2008; Sonuga-Barke et al., 2008). Im

Rahmen der therapeutischen Versorgung der Kinder finden jedoch meist nur die kognitiven Defizite Beachtung, da diese häufig mit schulischen Problemen verbunden sind. So wird mittels Pharmakotherapie bzw. speziellen kognitiven Trainingseinheiten versucht, die Aufmerksamkeitsspanne und somit die Gedächtnisleistung zu steigern (vgl. Kapitel 2.1.2.2 und 2.2). Der Anreiz, den ein entsprechendes Training dabei bietet, ist jedoch oftmals sehr gering. Unglücklicherweise werden die Einschränkungen, die die Kinder durch motorische Defizite erfahren, im Rahmen einer ADHS-Therapie hingegen nicht bzw. nur sehr selten behandelt. Ein möglicher Grund hierfür kann in der von Therapeuten und Eltern als gering eingeschätzten Brisanz gesehen werden. Die Erkenntnis des ersten Experiments, dass zwischen den Leistungen des AG und den motorischen Leistungen der Kinder ein Zusammenhang besteht, könnte an dieser Sichtweise etwas ändern. Davis et al. (2009) führen in diesem Zusammenhang beispielsweise an, dass es anhand der engen Verbindung und einer frühzeitigen Erfassung motorischer Fähigkeiten möglich wäre, spätere Defizite in schulischen Leistungen zu erkennen und diesen in einem frühen Stadium entgegenzuwirken. Betrachtet man hingegen den therapeutischen Prozess an sich, kann in dem Zusammenhang zwischen dem AG und der Motorik noch eine weitere Bedeutung gesehen werden. Da für die beiden Bereiche eine positive Korrelation gefunden wurde, ist eine Leistungssteigerung in einem der beiden Bereiche mit einer Leistungssteigerung in dem anderen Bereich verbunden. Überträgt man dies in die Praxis, müsste eine Verbesserung der motorischen Fähigkeiten mit einer Steigerung der AG-Leistung einhergehen. Würde das in dieser Art zutreffen, könnte in motorischen Trainingseinheiten ein größeres therapeutisches Potential gesehen werden, als dies bislang der Fall war. Ebenso könnten bereits von vermehrter körperlicher Aktivität, die meist mit einer Verbesserung der motorischen Fähigkeiten verbunden ist, positive Effekte ausgehen. Eine Vielzahl an Untersuchungen konnte dies für gesunde Populationen bereits belegen (Best, 2010; Guiney, & Machado, 2013). Untersuchungen, die die Effekte sportmotorischer Trainingseinheiten auf die EF bei Kindern mit ADHS untersuchten, gibt es bislang nur sehr wenige (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5). Dabei konnte von Gapin und Etnier (2010) bereits gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß körperlicher Aktivität und den EF bei Kindern mit ADHS besteht. In der darauf folgenden Übersichtsarbeit, in der veröffentlichte und unveröffentlichte Arbeiten zum Einfluss körperlicher Aktivität auf kognitive Leistungen bei Kindern mit ADHS zusammengefasst werden, betonen Gapin et al. (2011) abschließend jedoch die

Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeiten in diesem Bereich. So gingen einzelne Arbeiten diesem Einfluss zwar in der Zwischenzeit nach, die Ergebnisse der Untersuchungen widersprechen sich jedoch teilweise und müssen aufgrund der geringen statistischen Aussagekraft kritisch betrachtet werden (Chang et al., 2014; Smith et al., 2013; Verret et al., 2012). Würde ein positiver Einfluss körperlicher Aktivität auf die EF bei Kindern mit ADHS allerdings belegt werden, könnte der Zusammenhang zwischen EF und motorischen Fähigkeiten für entsprechende Kinder eine größere Bedeutung haben als bisher vermutet. So wären beispielsweise sportmotorische Trainingseinheiten als ergänzende Therapiemaßnahme zur Verbesserung der EF einsetzbar. Die Tatsache, dass bei Kindern mit ADHS von einem Zusammenhang des AG und der Motorik ausgegangen werden kann in Verbindung mit der Tatsache, dass bislang nicht vollständig geklärt werden konnte, ob körperliche Aktivität positive Effekte auf die EF dieser Kinder hat, stellte schlussfolgernd die Forschungsgrundlage des zweiten Experiments dar. In Verbindung mit den Ergebnissen des ersten Experiments wird dies im folgenden Unterpunkt nochmals in kurzer Form dargestellt und dessen Ergebnisse zusammenfassend erläutert.

7.3 Körperliche Aktivität und dessen Einfluss auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS

Wie dem vorangegangenen Unterpunkt entnommen werden kann, gilt der positive Einfluss körperlicher Aktivität auf die EF bei gesunden Kindern als bestätigt, bei Kindern mit ADHS hingegen als bislang nicht eindeutig geklärt. Die Ergebnisse des ersten Experiments lassen positive Effekte jedoch auch bei ADHS-Kindern vermuten. Bei der Planung des zweiten Experiments wurde daher unter anderem auf die Ergebnisse der Korrelationsstudie zurückgegriffen. Da darin ein Zusammenhang zwischen den AG-Leistungen und den motorischen Fähigkeiten, jedoch nicht zwischen der Inhibition und den motorischen Fähigkeiten festgestellt werden konnte, lag der Fokus der Interventionsstudie auf der Erfassung potentieller Effekte körperlicher Aktivität auf die AG-Leistung der Kinder. Aussagen, die vergleichbare Effekte auf die Inhibitionsleistung betreffen, waren aus diesem Grund im Anschluss an die Untersuchung nicht möglich. Da jedoch Smith et al. (2013) und Chang et al. (2014) positive Effekte unterschiedlicher sportlicher Trainingseinheiten auf die Inhibitionsleistung bei Kindern mit ADHS feststellen konnten, sollte dies in zukünftigen Arbeiten weiter untersucht werden.

Die Ergebnisse des ersten Experiments, die speziell Zusammenhänge zwischen der HG, der BF und der BAL und dem AG beinhalteten, flossen zudem in die Gestaltung des Studiendesign mit ein. Die explizite Schulung der genannten motorischen Fähigkeiten war daher Schwerpunkt im Trainingsplan der EG 1. Um festzustellen, ob jedoch auch allgemeine, sportliche Trainingseinheiten einen Einfluss auf die EF bei Kindern mit ADHS haben, umfasste das Untersuchungsdesign eine weitere EG. Damit konnte das Design auch dem von Best (2010) geäußerten Wunsch nach einer näheren Untersuchung der Art und Weise der sportlichen Interventionen gerecht werden. Neben der Art und Weise körperlicher Aktivität wäre für eine eventuelle Übertragung in die Praxis ebenso von großem Interesse, ob mit Kurzzeit- und/oder Langzeiteffekten gerechnet werden kann. Wie von Gapin et al. (2011) aufgrund der hierbei bestehenden Forschungslücke gefordert wurde, fand im Rahmen der Untersuchung eine Erfassung der Leistungen nach einer Interventionseinheit sowie nach 12 Einheiten statt.

Nach Durchführung der Untersuchung konnte in beiden EGn kein Effekt einer einzelnen Trainingseinheit auf die AG-Leistung festgestellt werden. Das Fehlen entsprechender Kurzzeiteffekte könnte auf das zu kurze Belastungsintervall bzw. auf die Überforderung der Kinder zurückgeführt werden (vgl. Kapitel 6.3). Obwohl die Analyse der Daten, welche nach 12 Wochen Training von beiden EGn sowie der KG erhoben wurden, in Verbindung mit den Prä-Test-Daten eingangs signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in den verbal-phonologischen AG-Variablen andeutete, konnte dies in den darauf folgenden Einzelprüfungen dieser Effekte nicht bestätigt werden. Als Grund für das Ausbleiben entsprechender signifikanter Ergebnisse kann die geringe Stichprobengröße angenommen werden. Dies lässt vermuten, dass bei einer größeren Stichprobenanzahl durchaus signifikante Gruppenunterschiede zwischen der EG 1 und der KG bzw. der EG 2 und der KG zu erwarten sind. Im Rahmen der Untersuchung konnten keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den beiden Trainingsprogrammen festgestellt werden. Wie aus den deskriptiven Ergebnissen ersichtlich wird, sind die Verbesserungen der beiden EGn in etwa miteinander vergleichbar. Daher kann mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass sich - auch bei einer größeren Stichprobe - an dieser Stelle ein Unterschied einstellen würde. Da ein Unterschied zwischen den (zusammengefassten) EGn und der KG jedoch sehr wohl zu beobachten war, kann folglich festgehalten werden, dass körperliche Aktivität jeglicher Art einen positiven Einfluss auf die verbal-phonologische AG-Leistung der Kinder hat. Diese

Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen von Smith et al. (2013), welche nach einem achtwöchigen Stationen-Training keine positiven Effekt auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS finden konnten. Mögliche Gründe für die differierenden Ergebnisse könnten in den heterogenen Trainingsinhalten bzw. aber in der kürzeren Dauer liegen. So stimmen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hingegen mit dem bisherigen Forschungsstand bei gesunden Probanden überein. Schlussfolgernd kann festgehalten werden, dass es bei Kindern mit ADHS positive Effekte körperlicher Aktivität auf die AG-Leistung gibt, wobei die Art und Weise der Intervention dabei keine Rolle zu spielen scheint. Um dies zu bestätigen, sind weitere Arbeiten in diesem Bereich mit größeren Stichproben und der daraus folgenden, höheren statistischen Aussagekraft, notwendig.

7.4 Praxisrelevanz

Auch wenn es im zweiten Experiment der vorliegenden Promotionsarbeit nicht gelang, Unterschiede zwischen den verschiedenen Trainingsprogrammen aufzuzeigen, konnten darin jedoch positive Effekte körperlicher Aktivität auf die verbal-phonologische AG-Leistung bei Kindern mit ADHS bestätigt werden. Überträgt man diese Erkenntnisse in die Praxis, könnte dies für Kinder mit ADHS mit einem hohen Profit verbunden sein. Ergänzend zu gängigen Therapiemaßnahmen wie der Psychoedukation, der Pharmako- bzw. der Verhaltenstherapie (vgl. Kapitel 2.2) brächte ein zusätzliches Angebot vermehrter körperlicher Aktivität bzw. gezielter sportmotorischer Trainingseinheiten ebenfalls therapeutisches Potential mit sich. Dadurch wären nicht nur Defizite auf motorischer Ebene, sondern auch auf kognitiver Ebene positiv beeinflussbar.

Die Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis könnte dabei durchaus im Rahmen der therapeutischen Versorgung der Kinder stattfinden. Das teilweise bereits bestehende Angebot an ergotherapeutischen Sitzungen, welche u. A. die Verbesserung der Fein- und Grobmotorik zum Ziel haben, müsste daraufhin erweitert und intensiviert werden. Eine weitere Möglichkeit wäre, gezielt bewegungstherapeutische Maßnahmen in den Therapieplan mit aufzunehmen. Da entsprechende Maßnahmen oftmals kostenintensiv und mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden sind und noch immer Zweifel an deren Effektivität bestehen, werden sie im aktuellen Praxisalltag bislang jedoch noch kaum bzw. zu wenig beachtet. Eindeutige Belege, die die Wirkung sportmotorischer Therapieeinheiten in

weiteren Forschungsarbeiten bestätigen, könnten an dieser Sichtweise etwas ändern und sind daher dringend notwendig.

Das familiäre und soziale Umfeld kann einen weiteren möglichen Rahmen für eine vermehrte körperliche Aktivität sowie eine Schulung der sportmotorischen Fähigkeiten darstellen. So wäre es dabei Aufgabe der Eltern bzw. Betreuer, den Kindern, falls dies noch nicht der Fall sein sollte, zunächst Spaß und Freude an körperlicher Aktivität zu vermitteln. Es scheint, als hätte eine Vielzahl der Kinder dies in der heutigen Zeit durch den übermäßigen Konsum von TV, Internet und Videospiele „verlernt“. Ein weiterer Schritt wäre, die Kinder bei diesen Aktivitäten gezielt anzuleiten und zu fördern. Dies ist auf privater Ebene ebenso gut möglich wie in einem Sportverein. Da es von Seiten der Eltern oftmals an der notwendigen Unterstützung mangelt, wird diese Aufgabe in einigen Fällen erfolgreich an einen Sportverein abgegeben. Neben der Tatsache, dass sich manche Familien die Vereinsmitgliedschaft nicht leisten können wird auch häufig berichtet, dass viele Vereine die Aufgabe, mit ADHS-Kindern zu arbeiten, nicht übernehmen wollen. Meist trifft dies auf leistungssportorientierte Vereine zu, in welchen es an einer Akzeptanz verhaltensauffälligen Kindern gegenüber mangelt. Die Eltern der Kinder, die an der Interventionsstudie teilnahmen, konnten dies bestätigen und zeigten daher großes Interesse an speziellen Sportangeboten für ADHS-Kinder. Solche Angebote sind auf Freizeit- und Breitensportebene jedoch bisher äußerst selten bzw. in kleineren Städten nicht vorhanden. Die Einführung entsprechender Kleingruppen, in denen ausschließlich Kinder mit ADHS zusammen sportlich aktiv sind und motorisch geschult werden, müsste daher vielerorts stattfinden bzw. ausgebaut werden.

Um eine Teilnahme an speziellen Bewegungs- bzw. Trainingseinheiten für jedes Kind mit ADHS sicherzustellen, müsste die Umsetzung entsprechender Programme an den Schulen der Kinder erfolgen. So wäre garantiert, dass, unabhängig von der sozialen Schicht, jedes Kind mit ADHS davon profitieren könnte. Selbst Kinder mit mangelnder Motivation könnten durch eine Verpflichtung zur Teilnahme erreicht werden. Dabei müsste man kritisch abwägen, ob ein entsprechendes Angebot nur für Kinder mit ADHS bzw. auch für die gleichaltrigen Mitschüler geschaffen werden sollte. Blicke man bei reinen ADHS-Gruppen, so wäre einerseits der organisatorische Aufwand für die Schulen geringer, die Gruppe in sich homogener und der Betreuungsfaktor „Übungsleiter pro Kind“ größer. Andererseits könnten

jedoch auch Kinder ohne ADHS-Diagnose von einem gezielten Bewegungsprogramm im Bereich Unterricht und Schule profitieren.

Dabei gibt es bereits einige Modelle, die für mehr Bewegung im Schulalltag aller Kinder sorgen sollen und in der Praxis Anwendung finden. Darunter fallen beispielsweise Modelle wie die „Bewegte Schule“ und die „Bewegte Pause“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV). Die „Bewegte Schule“ hat dabei das Ziel, den Bewegungsmangel der Kinder durch Bewegungspausen im Unterricht, bewegungsunterstütztes Lernen sowie dynamisches Sitzen auszugleichen (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2011). Das etwas später entwickelte Modell der „Bewegten Pause“ beinhaltet unter anderem, dass das Schulgelände und der Pausenhof in einer Form gestaltet werden, welche vielfältige Möglichkeiten zur Bewegung bietet. Zudem soll es den Kindern ermöglicht werden, sich in den Pausen Spiel- und Sportmaterialien auszuleihen sowie die Sporthalle zu nutzen (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2012). Ein weiteres Modell, das an dieser Stelle genannt werden kann, ist das aus Finnland stammende und dort seit 2000 eingesetzte Programm „Muuvit“. Ziel des Modells ist es, Bewegung systematisch in den Schulunterricht zu integrieren und den Kindern auf spielerische Art beizubringen, sich mehr zu bewegen. Dabei steht den Lehrern umfangreiches digitales Unterrichtsmaterial zur Verfügung (Matter, 2013). Unabhängig von der Tatsache, dass Kinder im Rahmen dieser Modelle zu vermehrter körperlicher Aktivität angeregt werden, muss die Effektivität der Programme hinsichtlich eines Einflusses auf kognitive Leistungen aufgrund der mangelnden Dichte des Trainings und der geringen motorischen Anforderungen kritisch gesehen werden. So ist äußerst ungewiss, ob Kinder mit bzw. ohne ADHS von entsprechenden Modellen auf kognitiver Ebene profitieren würden.

Es existierte jedoch auch bereits ein Modellprojekt, in dem die kognitive Aktivierung durch Bewegung im schulischen Rahmen angestrebt wurde. Das von Voll und Buuck (2011) entwickelte Programm „Bewegung zur kognitiven Aktivierung“ (BekoAkt) griff dabei bisherige, wissenschaftliche Erkenntnisse auf und sollte ein Bewegungspausenprogramm mit komplexen koordinativen Übungen beinhalten, das im schulischen Kontext effektiv angewendet werden kann (Voll & Buuck, 2011). Es knüpft dabei an die Grundidee des Konzepts der „Bewegten Schule“ an, hebt sich allerdings durch die Fokussierung auf eine Verbesserung geistiger Fähigkeiten und die daraus folgende, erweiterte Zielsetzung von diesem ab. Eine Durchführung des Programms wäre in der ganzen Klasse wie auch in

Kleingruppen, welche nur aus ADHS-Kindern bestehen, möglich. In dem Modell kann folglich ein weit größeres Potential als in den anfangs geschilderten Modellen vermutet werden. Unglücklicherweise konnten bislang keine Informationen über eine Umsetzung des Projekts in die Praxis gefunden werden. Aufgrund der Annahme, dass in diesem Ansatz ein hohes Potential steckt und es bislang an der praktischen Umsetzung mangelt, kann in der Planung und vor allem auch in der praktischen Durchführung und Evaluation weiterer, vergleichbarer Modelle ein großer Bedarf gesehen werden. Sollte dabei ein effektives Bewegungsprogramm zur Verbesserung kognitiver Fähigkeiten entstehen, könnte dies für Kinder mit ADHS eine schöne und abwechslungsreiche Möglichkeit zum Abbau ihrer kognitiven Defizite darstellen. Es kann vermutet werden, dass neben ADHS-Kindern auch gesunde Kinder bzw. Kinder mit anderen Krankheitsbildern, die mit Defiziten auf kognitiver Ebene verbunden sind, von einem entsprechenden Programm profitieren würden.

7.5 Zusammenfassung

Fasst man abschließend die Erkenntnisse aus der vorliegenden Promotionsarbeit zusammen, so kann zunächst von einem positiven Zusammenhang zwischen der Motorik und den Leistungen des AGs bei Kindern mit ADHS gesprochen werden. Aufgrund dieses Zusammenhangs können folglich positive Effekte von einer sportmotorischen Aktivität auf das AG dieser Kinder vermutet werden. Da ein entsprechender Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und weiteren EF (wie z.B. der Inhibition) dabei nicht festgestellt wurde, sind vergleichbare Effekte in diesen Bereichen nicht zu erwarten. Untersuchungen, die sich gezielt mit dem Zusammenhang zwischen der Motorik und der Inhibition bzw. der kognitiven Flexibilität befassen, sind jedoch nötig um diese Annahme zu bestätigen bzw. zu widerlegen.

Die im Rahmen der Arbeit durchgeführte Interventionsstudie hatte daher das Ziel, die Effekte sportmotorischer Bewegungseinheiten auf die AG-Leistung bei Kindern mit ADHS zu untersuchen. Dabei wurde die Art und Weise der sportmotorischen Aktivität genauer betrachtet, weswegen die Studie zwei EGN mit unterschiedlichen Interventionsprogrammen enthielt. Zudem wurden Daten erhoben, welche auf potentielle Kurz- sowie auf mögliche Langzeiteffekte schließen lassen. In diesem Zusammenhang gelang es nicht, entsprechende Kurzzeiteffekte körperlicher Aktivität auf das AG zu belegen. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen jedoch signifikante Langzeiteffekte. So fand man heraus, dass sich die AG-Leistung von

Kindern, die an einer sportlichen Intervention teilnahmen, im Vergleich zu einer KG signifikant verbesserte. Dies deckt sich zum Teil mit den Hypothesen der vorliegenden Arbeit und ist vergleichbar mit Untersuchungsergebnissen bei gesunden Kindern. Da Unterschiede zwischen den beiden EGN weder statistisch belegt werden konnten, noch in den deskriptiven Ergebnissen zu beobachten waren, kann schlussfolgernd gemutmaßt werden, dass die Art und Weise der sportlichen Aktivität dabei keine Rolle spielt. Für eine endgültige Bestätigung dieser Vermutungen sind auch an dieser Stelle weiterführende Arbeiten mit höherer statistischer Aussagekraft notwendig.

Für die Therapie einer ADHS und deren komorbider Erscheinungsbilder kann die Erkenntnis, dass mittels körperlicher Aktivität neben den motorischen Fähigkeiten auch die kognitiven Fähigkeiten von Kindern mit ADHS in positiver Weise beeinflussbar sind, von großer Bedeutung sein. Mit zusätzlichen Ergo- bzw. Bewegungstherapie-Sitzungen, die auf eine Verbesserung der motorischen Fähigkeiten abzielen, wäre vermutlich auch ein Abbau der kognitiven Defizite dieser Kinder möglich. Ebenso könnte eine Umsetzung entsprechender Sportprogramme in Unterricht und Schule eine geeignete Möglichkeit sein und somit eine Ergänzung zum normalen Therapieplan der Kinder darstellen. Die Entwicklung adäquater Modelle, die in der Praxis angewendet werden und das therapeutische Potential körperlicher Bewegung bestätigen, steht zu diesem Zeitpunkt noch aus und könnte Forschungsgrundlage zukünftiger Arbeiten sein.

8. Literatur

- Alloway, T. P., & Temple, K. J. (2007). A comparison of working memory skills and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology, 21*, 473-487.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology, 28*(7), 725-734.
- Alloway, T. P. (2011). A comparison of working memory profiles in children with ADHD and DCD. *Child Neuropsychology, 17*, 483-494.
- Angold, A., Costello, E. J., & Erkanli, A. (1999). Comorbidity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 40*, 57-88.
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (1993). *Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen; deutsche Bearbeitung der Teacher's Report Form der Child Behavior Checklist (TRF). Einführung und Anleitung zur Handauswertung, bearbeitet von M. Döpfner & P. Melchers*. Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Archer, T., & Kostrzewa, R. (2012). Physical Exercise Alleviates ADHD Symptoms: Regional Deficits and Development Trajectory. *Neurotoxicity Research, 21*, 195-209.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). London: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science, New Series, 255* (5044), 556-559.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The Multi-Component Model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.) *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp.28-61). New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*(11).
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 829-839.
- Barkley, R. A. (1977). A review of stimulant drug research with hyperactive children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 18*, 137-165.
- Barkley, R.A. (1998). Attention-deficit hyperactivity disorder. *Scientific American, 279*(3), 66-71.

- Barkley, R. A., Edwards, G., Laneri, M., Fletcher, K., & Metevia, L. (2001). Executive functioning, temporal discounting, and sense of time in adolescence attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and oppositional defiant disorder (ODD). *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29, 541-556.
- Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self-regulation: An evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review*, 11, 1-29.
- Barkley, R. A. (2011). *Das große ADHS-Handbuch für Eltern - Verantwortung übernehmen für Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit und Hyperaktivität*. Bern: Huber.
- Barkley, R. A. (2005). *ADHD and the Nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. A Handbook for Diagnosis and Treatment*. New York: The Guilford Press.
- Barnett, R., Maruff, P., Vance, A., Luk, E., Costin, J., Wood, C., & Pantelis, C. (2001). Abnormal executive function in attention deficit hyperactivity disorder: the effect of stimulant medication and age on spatial working memory. *Psychological Medicine*, 31, 1107-1115.
- Bart, O., Podoly, T., & Bar-Haim, Y. (2010). A preliminary study on the effect of methylphenidate on motor performance of children with comorbid DCD and ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1443-1447.
- Baschta, M. (2008). *Spielend zum Großen Spiel. 113 Kleine Spiele und Übungen für Fußball, Basketball, Volleyball, Handball, Softball, Flag-Football und Unihockey*. Wiebelsheim: Limpert Verlag.
- Beck, S., Hanson, C., & Puffenberger, S. (2010). A Controlled Trail of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 36, 825-836.
- Bedard, A., Martinussen, R., Ickowicz, A., & Tannock, R. (2004). Methylphenidate improves visual-spatial memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43, 260-308.
- Bedard, A., & Tannock, R. (2007). Anxiety, Methylphenidate Response, and Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 11, 546-557.
- Bedard, A., Jain, U., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2007). Effects of methylphenidate on working memory components: influence of measurement. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 872-880.
- Benton, A. (1991). Prefrontal injury and behavior in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 275-282.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30, 331-351.

- Biederman, J., Newcorn, J., & Sprich, S. (1991). Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. *American Journal of Psychiatry*, *148*, 564-577.
- Biedermann, J., Petty, C., Doyle, A., Spencer, T., Henderson, C., Marion, B., & Fried, R. (2008). Stability of Executive Function Deficits in Girls with ADHD: A Prospective Longitudinal Followup Study into Adolescence. *Developmental Neuropsychology*, *33*, 44-61.
- Biedermann, J., Petty, C., Ball, S., Fried, R., Doyle, A., Cohen, D., Henderson, C., & Faraone, S. (2009). Are cognitive deficits in attention deficit/hyperactivity disorder related to the course of the disorder? A prospective controlled follow-up study of grown up boys with persistent and remitting course. *Psychiatry Research*, *170*, 177-182.
- Bor, D., Cumming, N., Scott, C. E., & Owen, A. M. (2004). Prefrontal cortical involvement in verbal encoding strategies. *European Journal of Neuroscience*, *19*(12), 3365-3370.
- Bouwien, C., Henderson, S., & Michels, C. (1998). The assessment of children with Developmental Coordination Disorders in the Netherlands: The relationship between the Movement Assessment Battery for Children and the Körperkoordinations Test für Kinder. *Human Movement Science*, *17*, 699-709.
- Bouwien, C., Fiers, M., Henderson, S., & Henderson, L. (2008). Interrater Reliability of the Movement Assessment Battery for Children. *Physical Therapy*, *88*, 286-294.
- Bradley, C. (1937). The behavior of children receiving Benzedrine. *American Journal of Psychiatry*, *94*, 577-585.
- Brocki, K., Randall, K., Bohlin, G., & Kerns, K. (2008). Working memory in school-aged children with attention-deficit/ hyperactivity disorder combined type: are deficits modality specific and are they independent of impaired inhibitory control? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*, 749-759.
- Brown, J. W. (1995). Frontal lobe syndromes. In P. J. Vinken, G. W. Bruyn, H. L. Klawans, J. A. M. Frederiks (Eds.). *Handbook of Clinical Neurology*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Brown, T. E. (2008). ADD/ADHD and Impaired Executive Function in Clinical Practice. *Current Psychiatry Reports*, *10*(5), 407-411.
- Brown, T., & Lalor, A. (2009). The Movement Assessment Battery for Children – Second Edition (MABC-2): A Review and Critique. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, *29*, 86-103.
- Brühl, B., Döpfner, M., & Lehmkuhl, G. (2000). Der Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen (FBB-HKS) – Prävalenz hyperkinetischer Störungen im Elternurteil und psychometrischer Kriterien. *Kindheit und Entwicklung*, *9*, 116-126.

- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, *441*, 219-223.
- Carlson, N. R. (2010). *Physiology of behavior* (10.edn). Boston: Allyn & Bacon.
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 104-110.
- Chang, Y. K., Hung, C. L., Huang, C. J., Hatfield, B. D., & Hung, T. M. (2014). Effects of an Aquatic Exercise Program on Inhibitory Control in Children with ADHD: A Preliminary Study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *30*, 217-223.
- Corce, R., Horvat, M., & McCarthy, E. (2001). Reliability and concurrent Validity of the Movement Assessment Battery for Children. *Perceptual & Motor Skills*, *93*, 275-280.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2011). DGUV Lernen und Gesundheit, Bewegte Schule – Mein Körper, Juni 2011. Wiesbaden: Universum Verlag GmbH.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2012). DGUV Lernen und Gesundheit, Bewegte Pause, März 2012. Wiesbaden: Universum Verlag GmbH.
- Döpfner, M., Fröhlich, J., & Lehmkuhl, G. (2000). Hyperkinetische Störungen. *Leitfaden Kinder und Jugendpsychotherapie, Band 1*. Göttingen: Hogrefe.
- Döpfner, M., Lehmkuhl, G., & Steinhausen, H.-C. (2006). *KIDS 1. Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS)*. Göttingen: Hogrefe.
- Döpfner, M., Schürmann, S. & Frölich, J. (2007). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten (THOP)*, (4. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Diamond, A. (2000). Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Development*, *71*(1), 44-56.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135-168.
- Dilling, H., Mambour, W., & Schmidt, M. (Hrsg.). (1991). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD10 V (F) Klinisch-diagnostische Leitlinien*. Bern: Huber.
- Drewe, E.A. (1975). Go-Nogo learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex*, *11*, 8-16.
- Elia, J., Borcharding, B. G., Rapoport, J. L., & Keysor, C. S. (1991). Methylphenidate and dextroamphetamine treatments of hyperactivity: are there true nonresponders? *Psychiatry Research*, *36*(2), 141-155.

- Flapper, B., Houwen, S., & Schoemaker, M. (2006). Fine motor skills and effects of methylphenidate in children with attention-deficit/hyperactivity disorder and developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 165-169.
- Fliers, E., Rommelse, N., Vermeulen, S., Altink, M., Buschgens, C., Faraone, S., Sergeant, J., Franke, B., & Buitelaar, J. (2008). Motor coordination problems in children and adolescents with ADHD rated by parents and teachers: effect of gender and age. *Journal of Neural Transmission*, 115, 211-220.
- Fliers, E., Franke, B., De Hoog, M., Lambregts-Rommelse, N., Altink, M., Buschgens, C., Nijhuis-van der Sanden, M., Sergeant, J., Faraone, S., & Buitelaar, J. (2009). Undertreatment of Motor Problems in Children with ADHD. *Child and Adolescent Mental Health*, 15, 85-90.
- Fliers, E., De Hoog, M., Franke, B., Faraone, S., Rommelse, N., Buitelaar, J., & Nijhuis-van der Sanden, M. (2010). Actual Motor Performance and Self-Perceived Motor Competence in Children With Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Compared With Healthy Siblings and Peers. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 31, 35-40.
- Fox, D. J., Tharp, D. F., & Fox, L. C. (2005). Neurofeedback: An Alternative and Efficacious Treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(4), 365-373.
- Frazier, T., Demaree, H. A., & Youngstrom, E. A. (2004). Meta-analysis of intellectual and neuropsychological test performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 18, 543-555.
- Fuster, J. (1997). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press.
- Gapin, J., & Etnier, J. (2010). The Relationship Between Physical Activity and Executive Function Performance in Children With Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32, 753-763.
- Gapin, J., Labban, J., & Etnier, J. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: The evidence. *Preventive Medicine*, 52, 70-74.
- Gathercole, S.E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190.
- Gilger, J. W., Pennington, B. F., & DeFries, J. C. (1992). A twin study of the etiology of comorbidity: Attention-deficit hyperactivity disorder and dyslexia. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 31, 343-348.
- Goldberg, M., Mostofsky, S., Cutting, L., Mahone, E., Astor, B., Denckla M., & Landa, R. (2005). Subtle impairment in children with autism and children with ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35, 279-293.

- Goswami, U. (2008). *Cognitive Development: The Learning Brain*. East Sussex: Psychology Press.
- Grosse, K. P., & Skrodzki, K. (2007). Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft ADHS der Kinder- und Jugendärzte e.V. . ADHS bei Kindern und Jugendlichen (Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung) (aktualisierte Fassung). Abgerufen unter <http://www.agadhs.de/uploads/Leitlinie2009.pdf>
- Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(1), 73-86.
- Gunkel, J., & Hebestreit, H. (2002). *Auswirkungen von Training im Kindes- und Jugendalter*. In H. Hebestreit, R. Ferrari, J. Meyer-Holz, W. Lawrenz & B. K. Jüngst (Hrsg.). *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie*. Stuttgart: Thieme.
- Harvey, J., Reid, G., Grizenko, N., Mbekou, V., Ter-Stepanian, M., & Joober, R. (2007). Fundamental Movement Skills and Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: Peer Comparisons and Stimulant Effects. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35, 871-882.
- Heilman, K. M., Voeller, K. K. S., & Nadeau, S. E. (1991). A possible pathophysiological substrate of attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology*, 6, 74-79.
- Holmes, J., Gathercole, S., Place, M., Dunning, D., Hilton, K., & Elliott, J. (2010). Working Memory Deficits can be Overcome: Impacts of Training and Medication on Working Memory in Children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 827-836.
- Jacobsen, A., & Kikas, E. (2007). Cognitive Functioning in Children With and Without Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder With and Without Comorbid Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 40, 194-202.
- Jansen, P. & Heil, M. (2010). The relation between motor development and mental rotation ability in 5-6 years old children. *European Journal of Developmental Science*, 4, 66-74.
- Jensen, P. S., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Greenhill, L. L., Conners, C. K., Arnold, L. E., Abikoff, H. B., Elliott, G., Hechtman, L., Hoza, B., March, J. S., Newcorn, J. H., Severe, J. B., Vitiello, B., Wells, K., & Wigal, T. (2001). Findings from the NIMH Multimodal Treatment Study of ADHD (MTA): Implications and Applications for Primary Care Providers. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 22(1), 60-73.
- Junga, M. (2011). *Feinmotorik stärken – Schwungübungen, beidseitiges Zeichnen und optische Erfassung*. Kerpen: Kohl-Verlag.
- Kaiser, N., Hoza, B., & Hurt, E. (2008). Multimodal treatment for childhood attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Expert Reviews Neurother*, 8(10), 1573-1583.

- Kaiser, S., Aschenbrenner, S., Pfüller, U., Roesch-Ely, D., & Weisbrod, M. (2012). *Wiener Testsystem, Manual Respose Inhibition – Kurzbezeichnung INHIB* (22. Version). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Keller, H. (2006). Motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*, 82(10), 456-466.
- Kempton, S. Vance, A., Maruff, P., Luk, E., Costin, J., & Pantelis, C. (1999). Executive function and attention deficit hyperactivity disorder: stimulant medication and better executive function performance in children. *Psychological Medicine*, 29, 527-538.
- Kessels, R., Zandvoort, M., Postman, A., Kappelle, L., & Haan, E. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and Normative Data. *Applied Neuropsychology*, 7, 252-258.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781-791.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD – A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44.
- Kramann, T. (2008). *ADHS-Kinder im Sportunterricht*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Kramer, F., & Pollnow, H. (1932). Über eine hyperkinetische Erkrankung im Kindesalter. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, 82, 1-40.
- Kroes, M., Kessels, A., Kalff, A., Feron, F., Vissers, Y., Jolles, J., & Vles, J. (2002). Quality of movement as predictor of ADHD: results from a prospective population study in 5- and 6-year-old children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44, 753-760.
- Krowatschek, D., Albrecht, S., & Krowatschek, G. (2004). *Marburger Konzentrationstraining für Schulkinder (MTK)*. 6. Auflage. Dortmund: verlag modernes lernen.
- Lange, A., & Sinnig, S. (2011). *Neue und bewährte Ballspiele für Schule und Verein* (3. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Lange, H., Duttler, G., Kreiselmeier, K., Kurth, T., & Obinger, M. (Hrsg.). (2013). *Spielend Bälle spielen. 144 praxiserprobte Übungen und Spiele zur Koordinationsschulung im Ballsport*. Wiebelsheim: Limpert Verlag.
- Lauth, G. W., & Schlotzke, P. F. (2002). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern*. 5. Auflage. Weinheim: Beltz.

- Lavasani, N., & Stagnitti, K. (2011). A study on fine motor skills of Iranian children with attention deficit/hyperactivity disorder aged from 6 to 11 years. *Occupational Therapy International*, 18, 106-114.
- Lehmann, J., & Jansen, P. (2012). The influence of juggling on mental rotation performance in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, 80, 223-229.
- Linnet, K. M., & Dalsgaard, S., Obel, C., Wisborg, K., Henriksen, T. B., Rodriguez, A., ... Jarvelin, M. R. (2003). Maternal lifestyle factors in pregnancy risk of attention deficit hyperactivity disorder and associated behaviors: review of the current evidence. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1028-1040.
- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J., & White, F. (2006). The relationship between measures of executive functions, motor performance and externalizing behavior in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25(1), 50-64.
- Lutz, H. (2012). *Life Kinetik. Gehirntraining durch Bewegung* (3. Aufl.). München: BLV Buchverlag.
- Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (1999). *TEA-Ch: The test of everyday attention*. Bury St-Edmunds, England: Thames Valley Test Company Limited.
- Marr, D. (1969). A theory of cerebellar cortex. *The Journal of Physiology*, 202(2), 437-470.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 377-384.
- Medina, J., Netto, T., & Muszkat, M. (2009). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, 2, 49-58.
- Medina, J., Netto, T., Muszkat, M., Medina, A., Botter, D., Orbetelli, R., Scaramuzza, L., Sinnes, E., Vilela, M., & Miranda, M. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2, 49-58.
- Messina, Lde F., Tiedemann, K., de Andrade, E., & Primi, R. (2006). Assessment of working memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Attention Disorders*, 10, 28-35.
- Meyer, A., & Sagvolden, T. (2006). Fine motor skills in South African children with symptoms of ADHD: influence of subtype, gender, age, and hand dominance. *Behavioral and Brain Functions*, 2(33).
- Moosmann, K., Afflerbach, H., Grözinger, S., Rettich, D., & Stephan, M. (2009). *Ballorientierte Koordination. Übungs- und Spielformen zur Schulung und Verbesserung der koordinativen Fähigkeiten in Verbindung mit grundlegenden Ballfertigkeiten* (2. Aufl.). Stuttgart: wfv Buch- und Formularvertrieb.

- Matter, B. (2013). Generation M – Programm Muuvit. *Migros-Magazin*, 22, 8-9.
- Neuhaus, C. (2012). *ADHS bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen* (3.Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer
- Neureuther, F. (2009). *Mein Training mit Life Kinetik*. München: Nymphenburger.
- Niederer, I., Kriemler, S., Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., & Puder, J. (2011). Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in preschoolers (Ballabeina): A cross-sectional and longitudinal study. *BMC Pediatrics*, 11(34). doi: 10.1186/1471-2431-11-34
- O'Malley, K. D., & Nanson, J. (2002). Clinical implications of a link between fetal alcohol spectrum disorder and attention-deficit hyperactivity disorder. *Canadian Journal of Psychiatry*, 47(4), 349-354.
- Oosterlaan, J., Logan, G., & Sergeant, A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD + CD, anxious, and control children: a meta-analysis of studies with the stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 411-425.
- Oosterlaan, J., Scheres, A., & Sergeant, A. (2005). Which Executive Functioning Deficits Are Associated With AD/HD, ODD/CD and Comorbid AD/HD + ODD/CD? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 69-85.
- Padilla, C., Pérez, L., & André, P. (2013). Exercise improves cognitive control: evidence from the stop signal task. *Applied Cognitive Psychology*, 27(49), 505-511.
- Padilla, C., Pérez, L., & André, P. (2014). Chronic exercise keeps working memory and inhibitory capacities fit. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(49), 1-10.
- Pagulayan, K., Busch, R., Medina, K., Bartok, J., & Krikorian, R. (2006). Developmental Normative Data for the Corsi Block-Tapping Task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(6), 1043-1052.
- Pan, C., Tsai, C., & Chu, C. (2009). Fundamental Movement Skills in Children Diagnosed with Autism Spectrum Disorders and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39, 1694-1705.
- Pelham, W. E., Bender, M. E., Caddell, J., Booth, S., & Moorner, S. H. (1985). Methylphenidate and children with attention deficit disorder. *Archives of General Psychiatry*, 42, 948-952.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of child psychology and psychiatry*, 37(1), 51-87.
- Petermann, F. (2008). *Movement Assessment Battery for Children – Second Edition*. London: Pearson PLC.
- Petermann, F., & Petermann, U. (2010). *HAWIK-IV. Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder – IV. Manual*. 3., ergänzte Auflage. Bern: Huber.

- Piek, J. P., Pitcher, T. M., & Hay, D. A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *41*, 159-165.
- Piek, J. P., Dyck, M., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L., McCoy, M., & Hallmayer, J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*, 1063-1076.
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, *27*, 668-681.
- Pitcher, T., Piek, J., & Hay, D. (2003). Fine and gross motor ability in males with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *45*, 525-535.
- Pliszka, S. R. (2007). Pharmacologic treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: efficacy, safety and mechanisms of action. *Neuropsychology Review*, *17*, 61-72.
- Ploughman, M. (2008). Exercise is brain food: The effects of physical activity on cognitive function. *Developmental Neurorehabilitation*, *11*, 236-240.
- Polanczyk, G., De Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The Worldwide Prevalence of ADHD: A Systematic Review and Metaregression Analysis. *American Journal of Psychiatry*, *164*(6), 942-948.
- Polderman, T., Dongen van, J., & Boomsma, D. (2011). The Relation Between ADHD Symptoms and Fine Motor Control: A Genetic Study. *Child Neuropsychology*, *17*, 138-150.
- Rapport, M., Alderson, R., Kofler, M., Sarver, D., Bolden, J., & Sims, V. (2008). Working Memory Deficits in Boys with Attention-deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): The Contribution of Central Executive and Subsystem Processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*, 825-837.
- Ravizza, S. M., McCormick, C. A., Schlerf, J. E., Justus, T., & Ivry, R. B. (2006). *Cerebellar damage produces selective deficits in verbal working memory*. *Brain*, *129*, 306-320.
- Reiersen, A., Constantino, J., & Todd, R. (2008). Co-occurrence of motor problems and autistic symptoms in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *47*, 662-672.
- Rhee, S. H., Waldman, I. D., Hay, D. A., & Levy, F. (1999). Sex differences in genetic and environmental influences on DSM-III-R attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Abnormal Psychology*, *108*, 24-41.

- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R., & Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54, 1025-1031.
- Roebers, C. M., & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds. *Developmental Science*, 12, 175-181.
- Röhrenbach, C., & Markowitsch, H. J. (1997). Störungen im Bereich exekutiver und überwachender Funktionen – der Präfrontalbereich. In N. Birbauer (Ed.). *Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Rösler, M., Von Gontard, A., Retz, W., & Freitag, C. (2010). *Diagnose und Therapie der ADHS. Kinder – Jugendliche – Erwachsene*. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Rommelse, N., Altink, M., Oosterlaan, J., Buschgens, C., Buitelaar, J., De Sonneville, L., & Sergeant, J. (2007). Motor control in children with ADHD and non-affected siblings: deficits most pronounced using the left hand. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 1071-1079.
- Roth, K., & Kröger, C. (2011). Ballschule. Ein ABC für Spielanfänger. In H. Haag, C. Kröger & K. Roth (Hrsg.), *Praxis Ideen. Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport* (4. Aufl., Bd. 1). Schorndorf: Hofmann.
- Rusch, H., & Weineck, J. (2007). Sportförderunterricht. Lehr- und Übungsbuch zur Förderung der Gesundheit durch Bewegung. In *Schriftenreihe zur Praxis der Leibeserziehung und des Sports* (6. Aufl., Bd. 137). Schorndorf: Hofmann.
- Scahill, L., Schwab-Stone, M., Merikangas, K. R., Leckman, J. F., Zhang, H., & Kasl, S. (1999). Psychosocial and clinical correlates of ADHD in a community sample of school-age children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 976-984.
- Schaefer, S., Lövdén, M., Wieckhorst, B., & Lindenberger, U. (2010). Cognitive performance is improved while walking: Differences in cognitive-sensorimotor couplings between children and young adults. *European Journal of Developmental Psychology*, 7, 371-389.
- Schelling, D. (1997). *Block-Tapping-Test*. Frankfurt: Swets Test Service GmbH.
- Scherer, H. (2005). Aufwärmen mit dem Ball. In H. Haag, C. Kröger, & K. Roth (Hrsg.), *Praxis Ideen. Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport* (Bd. 18). Schorndorf: Hofmann.
- Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., Vlasveld, L., & Sergeant, J. (2004). Executive functioning in boys with ADHD: primarily an inhibition deficit? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 569-594.

- Semrud-Clikeman, M., Biederman, J., Sprich-Buchminster, S., Krifcher-Lehman, B., Faraone, S. V., & Norman, D. (1992). Co-morbidity between ADHD and learning disability: a review and report in a clinically referred sample. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 31*, 439-448.
- Senderecka, M., Grabowska, A., Szewczyk, J., Gerc, K., & Chmylak, R. (2012). Response inhibition of children with ADHD in the stop-signal task: An event-related potential study. *International Journal of Psychophysiology, 85*, 93-105.
- Shoemaker, K., Bunte, T., Wiebe, S., Espy, K., Dekovic, M., & Matthys, W. (2012). Executive function deficits in preschool children with ADHD and BD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 53*(2), 111-119.
- Sibley, B., & Etnier, J. (2003). The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science, 15*, 243-256.
- Smith, A. L., Hoza, B., Linnea, K., McQuade, J. D., Tomb, M., Vaughn, A. J., Shoulberg, E. K., & Hook, H. (2013). Pilot Physical Activity Intervention Reduces Severity of ADHD Symptoms in Young Children. *Journal of Attention Disorders, 17*(1), 70-82.
- Solanto, M. V. (1998). Neuropsychopharmacological mechanism of stimulant drug action in attention-deficit hyperactivity disorder: a review and integration. *Behavioural Brain Research, 94*, 127-152.
- Sonuga-Barke, E. J., Sergeant, J. A., Nigg, J., & Willcutt, E. (2008). Executive dysfunction and delay aversion in attention deficit hyperactivity disorder: nosologic and diagnostic implications. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America, 17*(2), 367-384.
- Sowerby, P., Seal, S., & Tripp, G. (2010). Working Memory Deficits in ADHD: The Contribution of Age, Learning/Language Difficulties, and Task Parameters. *Journal of Attention Disorders, 15*, 461-472.
- Spencer, T. J., Biederman, J., & Mick, E. (2007). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Diagnosis, Lifespan, Comorbidities, and Neurobiology. *Journal of Pediatric Psychology, 32*(6), 631-642.
- Sprich, S., Biederman, J., Crawford, M. H., Mundy, E., & Faraone, S. V. (2000). Adoptive and biological families of children and adolescents with ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 39*(11), 1432-1437.
- Stephan, M. (2012). *Kleine Ballspielschule für Grundschul Kinder*. Wiebelsheim: Limpert Verlag.
- Stein, J. F. (1986). Role of the cerebellum in the visual guidance of movement. *Nature, 323*(6085), 217-221.
- Steinhausen, H.-C., Rothenberger, A., & Döpfner, M. (2010). *Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung*. Stuttgart: W. Kohlhammer.

- Stray, L., Stray, T., Iversen, S., Ruud, A., Ellertsen, B., & Tonnessen, E. (2009). The Motor Function Assessment (MFNU) as an indicator of motor function problems in boys with ADHD. *Behavioral and Brain Functions*, 5(22). doi: 10.1186/1744-9081-5-22
- Stray, L., Ellertsen, B., & Stray, T. (2010). Motor function and methylphenidate effect in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Acta Paediatrica*, 99, 1199-1204.
- Taylor, E., Döpfner, M., Sergeant, J., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Danckaerts, M., Rothenberger, A., Sonuga-Barke, E., Steinhausen, H. C., & Zuddas, A. (2004). European clinical guidelines for hyperkinetic disorder – first upgrade. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 13(1), 7-30.
- Tillmann, C., Eninger, L., Forssman, L., & Bohlin, G. (2011). The Relation Between Working Memory Components and ADHD Symptoms From a Developmental Perspective. *Developmental Neuropsychology*, 36, 181-198.
- Trunk, E. (2013). *Die große Limpert-Ballschule. Zielschusspiele erfolgreich lernen in Schule und Verein*. Wiebelsheim: Limpert Verlag.
- Tsushima, Y., Sanada, S., Yanagihara, M., Ohno, S., Hirasawa, T., Oka, M., Ogino, T., & Ohtsuka, Y. (2011). Children with attention deficit/hyperactivity disorder and pervasive developmental disorder: attention and response inhibition in the kiddie continuous performance test. *No To Hattatsu*, 43, 367-371.
- Verret, C., Guay, M.-C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Béliveau, L. (2012). A Physical Activity Program Improves Behavior and Cognitive Functions in Children With ADHD: An Exploratory Study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71-80.
- Voll, S., & Buuck, S. (2011). Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit durch Bewegung. Modellprojekt Bewegung zur kognitiven Aktivierung (BekoAkt) an bayerischen Schulen. In Wutz/Vorleuter (Hrsg.). *Schulsport: Vorschriften, Empfehlungen und Unterrichtshilfen für den Sportunterricht und außerunterrichtlichen Schulsport*. Neuwied: Wolters Kluwer GmbH.
- Waelvelde van, H., Peersman, W., Lenoir, M., & Bouwien, C. (2007). The reliability of the Movement Assessment Battery for Children for preschool children with mild to moderate motor impairment. *Clinical Rehabilitation*, 21, 465-470.
- Wang, H., Huang, T., & Lo, S. (2011). Motor ability and adaptive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Kaohsiung Journal of Medicine Sciences*, 27, 446-452.
- Wassenberg, R., Kessels, A., Kalff, A., Hurks, P., Jolles, J., Feron, F., Hendriksen, J., Kroes, M., Beeren, M., & Vles, J. (2005). Relation Between Cognitive and Motor Performance in 5- to 6- Year-Old Children: Results From a Large-Scale Cross-Sectional Study. *Child Development*, 76, 1092-1103.

- Wechsler, D. (2003). *WISC – IV Australian Administration and Scoring Manual*. Harcourt Assessment.
- Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forsberg, H., & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working memory span: a sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 10, 155-161.
- Wohnhas-Baggerd, U. (2008). ADHS und Psychomotorik. Systemische Entwicklungsbegleitung als therapeutische Intervention. *Schorndorf: Hofmann*.
- Wu, K., Anderson, V., & Castiello, U. (2006). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Working Memory: A Task Switching Paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 1288-1306.
- Wilens, T. E., Biederman, J., Brown, S., Tanguay, S., Monuteaux, M. C., Blake, C., & Spencer T. J. (2002). Psychiatric comorbidity and functioning in clinically-referred preschool children and school-age youth with ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 262-268.
- Willcutt, E., Doyle, A., Nigg, J., Faraone, S., & Pennington, B. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Yang, B., Chan, R., Gracia, N., Cao, X., Zou, X., Jing, J., Mai, J., Li, J., & Shum, D. (2011). Cool and hot executive functions in medication-naive attention deficit hyperactivity disorder children. *Psychological Medicine*, 41, 2593-2602.
- Zimmermann, P., Gondan, M., & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (KiTAP)*. Herzogenrath: Psytest.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der motorischen und EF Messungen aller Kinder, n = 50.....	42
Tabelle 2: Ergebnisse der Korrelationsanalyse mit den Variablen <i>M-ABC Gesamtwert</i> , <i>Indexwert AG</i> , <i>Corsi Spannenlänge vw + rw</i> , <i>Go/No-go RT</i> , <i>Go/No-go FR (false)</i> , <i>Go/No-go FR (misses)</i> , Bonferroni korrigiertes Signifikanzniveau ** $p \leq .0014$, * $p \leq .007$	43
Tabelle 3: Ergebnisse der Korrelationsanalyse mit den Variablen <i>Indexwert AG</i> , <i>Corsi Spannenlänge vw + rw</i> , <i>M-ABC HG</i> , <i>M-ABC BF</i> und <i>M-ABC BAL</i> (Bonferroni korrigiertes Signifikanzniveau ** $p \leq .0016$, * $p \leq .008$).....	44
Tabelle 4: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable <i>Indexwert AG</i>	44
Tabelle 5: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable <i>Corsi Spannenlänge rw</i>	45
Tabelle 6: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Variable <i>Corsi Spannenlänge rw</i>	45
Tabelle 7: Deskriptive Statistik der anthropometrischen Daten sowie der Daten zum Freizeit- und Vereinssportverhalten.....	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kriterien für die Diagnose einer hyperkinetischen Störung nach ICD-10 und einer ADHS nach DSM-IV (Döpfner et al., 2000).....	7
Abbildung 2: Symptomkriterien der hyperkinetischen Störung nach ICD-10 und der ADHS nach DSM-IV (Döpfner et al., 2000).....	7
Abbildung 3: Symptome der ADHS im Jugendalter (Steinhausen et al., 2010).....	11
Abbildung 4: Symptome der ADHS im Erwachsenenalter (Steinhausen et al., 2010).....	11
Abbildung 5: AG-Modell nach Baddeley (Baddeley, 2003).....	12
Abbildung 6: Zahlenreihen des Zahlen Nachsprechens (Petermann & Petermann, 2010).....	34
Abbildung 7: Beispiel einer vorgelesenen BZF.....	34
Abbildung 8: Korrekte Antwort des BZF-Beispiels.....	34
Abbildung 9: Erfassungsinstrument des Corsi-block-tapping Tests (Pagulayan et al., 2006)...	35
Abbildung 10: Symbole des „Go-“, des neutralen sowie des „No-go-Stimulus“.....	36
Abbildung 11: Aufgabe <i>Spur nachzeichnen</i> (Petermann, 2008).....	37
Abbildung 12: Aufgabe <i>Laufen Ferse-an-Zeh vorwärts</i> (Petermann, 2008).....	37
Abbildung 13: Aufgabe <i>Stecker wenden</i> (Petermann, 2008).....	38
Abbildung 14: Aufgabe <i>Einhändiges Fangen</i> (Petermann, 2008).....	38
Abbildung 15: Aufgabe <i>Zickzack-Hüpfen</i> (Petermann, 2008).....	39
Abbildung 16: Übersicht des Versuchsaufbaus der Studie II.....	55
Abbildung 17: Trainingsplan der EG 1.....	56
Abbildung 18: Trainingsplan der EG 2.....	58
Abbildung 19: Ergebnisse der Variable <i>Indexwert AG</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	63
Abbildung 20: Ergebnisse der Variable <i>ZN vw</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	63

Abbildung 21: Ergebnisse der Variable <i>ZN rückwärts</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	64
Abbildung 22: Ergebnisse der Variable <i>BZF</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	64
Abbildung 23: Ergebnisse der Variable <i>M-ABC BF</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	65
Abbildung 24: Ergebnisse der <i>M-ABC Gesamtwert</i> des Prä-Tests und des Post-Tests 2 beider EG sowie der KG.....	65