

**Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung:
Eine neuropsychologische Perspektive mit neuen Ansätzen
für Diagnostik und Therapie**

**Kumulative Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde durch den
Promotionsausschuss Dr. phil. der Universität Bremen**

**vorgelegt von
Dipl.-Psych. Anne Toussaint**

Bremen, im Oktober 2010

- 1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Ulrike Petermann**
- 2. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Ute Koglin**

Datum des Promotionskolloquiums: 24.06.2011

Dankeschön

Ein besonderes Dankeschön gilt an dieser Stelle all denen, die mich bei der Durchführung und Fertigstellung meiner Arbeit tatkräftig unterstützt haben:

Herrn Prof. Dr. Franz Petermann für die Betreuung der Arbeit, die Bereitstellung des Themas sowie die konstruktiven Anregungen und die Unterstützung während der letzten drei Jahre.

Frau Prof. Dr. Ulrike Petermann und Frau Dr. Ute Koglin für die Begutachtung der Arbeit.

Ein großes Dankeschön geht an die beteiligten Schulen, Lehrer, Eltern, Kinder und Testleiter, deren Engagement und Einsatz es zu verdanken ist, dass diese Arbeit überhaupt gelingen konnte.

Vielen Dank meinen Kollegen und Kolleginnen aus der Psychologischen Kinderambulanz und der Hochschulambulanz für Forschung und Lehre, vor allem Sören und Steffi, für die große Hilfe beim Stichprobenrekrutieren und den Zugang zu den Daten aus dem Summercamp.

Allen ehemaligen und aktuellen Mitgliedern der Arbeitsgruppe, vor allem Julia, Maike und Monika, ein großes Dankeschön für Eure tolle, professionelle und akribische Arbeit und Eure fachlich wertvollen Hinweise und Verbesserungsvorschläge, aber auch dafür, dass man mit Euch über jeden Blödsinn lachen kann.

Der Mensatruppe, stellvertretend Ina, Tanja, Laura, Andrea und Lina, für die Stunde Erholung, Ablenkung und gute Unterhaltung am Tag.

Danke meiner Leidensgenossin Ilva für die richtige Portion Drama im alltäglichen Wahnsinn.

Franzi, Du hast diese Arbeit von Anfang an begleitet und alle Höhen und Tiefen mit mir zusammen durchlebt. Dafür und dass Du auch freundschaftlich immer für mich da bist, danke ich Dir - und Alex natürlich auch - sehr. Jetzt werden wir Deine Arbeit auch noch zu Ende bringen!

Maike, danke für die Büro-Rundum-Versorgung mit guter Laune, langer ZKPR-Erfahrung und fachlichem Wissen (vor allem bei computerbasierten Fragen), aber auch für die tägliche Vitaminzufuhr und die sonstigen Leckereien. Man kann sich keine bessere Büromitbewohnerin und Freundin wünschen!

Danke meiner Schwester Denise. Obwohl wir uns nur noch selten sehen, habe ich das Gefühl, mit Dir tief verbunden zu sein. Ich würde keine Entscheidung jemals ohne Deinen Segen treffen. Es ist vor allen Dingen Deine Freundschaft, für die ich Dir danke.

Vielen Dank meinen Eltern Judith und Gregor. Von Euch habe ich gelernt, an das zu glauben, was ich tue. Vielen Dank, dass Ihr meinen Weg nie in Frage gestellt habt.

Euch allen ist diese Arbeit gewidmet!

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Liste der Veröffentlichungen	V
1 Einleitung	7
2 Das Störungsbild der ADHS	10
2.1 Prävalenz.....	10
2.2 Symptomatik, Verlauf und Komorbidität	10
2.3 Klassifikation	11
2.4 Ätiologie	14
3 Neuropsychologische Grundlagen der ADHS (Publikation I, Teil 1).....	18
3.1 Exekutive Defizite als möglicher Endophänotyp	18
3.1.1 Exekutive und nicht-exekutive Funktionen.....	19
3.1.2 Exekutive Funktionen und Intelligenz.....	20
3.1.3 Empirische Befunde zu exekutiven Defiziten bei ADHS	21
3.2 Neuropsychologische Erklärungsmodelle	23
3.2.1 Modell der mangelnden Reaktionsinhibition	23
3.2.2 Kognitiv-energetisches Modell.....	26
3.2.3 Modell der Störung in der zeitbezogenen Verarbeitung.....	27
3.2.4 Modell der Verzögerungsaversion.....	27
3.2.5 Multiple-Wege-Modell.....	29
3.2.6 Drei-Wege-Modell.....	29
3.3 Aufmerksamkeitsdefizite	30
4 Diagnostik der ADHS (Publikation I, Teil 2).....	32
4.1 Basisdiagnostik	32
4.2 Testpsychologische Untersuchungen.....	33
4.2.1 Diagnostik exekutiver Funktionen	35
4.2.2 Aufmerksamkeitsdiagnostik.....	38
4.3 Die K-CAB als neuer diagnostischer Zugang.....	42
4.3.1 Theoretische Fundierung.....	42
4.3.2 Untertests und Gütekriterien	45
4.4 Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS (Publikation II).....	48
4.4.1 Hintergrund	48
4.4.2 Fragestellung	49

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>II</u>
4.4.3 Studiendesign und Stichprobe	49
4.4.4 Ergebnisse und Diskussion.....	50
5 Therapie bei der ADHS	55
5.1 Pharmakotherapie	55
5.2 Verhaltenstherapeutische Interventionen.....	57
5.3 Multimodale Behandlung	59
5.4 Spezielle Therapien bei exekutiven Dysfunktionen	61
5.5 Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS (Publikation III)	62
5.5.1 Hintergrund	62
5.5.2 Fragestellung	62
5.5.3 Studiendesign und Stichprobe.....	63
5.5.4 Ergebnisse und Diskussion.....	66
6 Diskussion	71
6.1 Neue Forschungsschwerpunkte	71
6.2 Neue diagnostische Ansätze	72
6.3 Neue therapeutische Ansätze	74
6.4 Ausblick	76
7 Eigenständiger Anteil an den Veröffentlichungen	79
Literatur	80
Erklärung	102
Anhang	103

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufmerksamkeitskomponenten nach Sturm.....	30
Tabelle 2: Klassifikationsraten aufgrund der Aufmerksamkeitsparameter	54
Tabelle 3: Vergleich der Parameterwerte aus Prä- und Post-Testung im TMT	67
Tabelle 4: Vergleich der Parameterwerte aus Prä- und Post-Testung in der TAP	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Klassifikation der ADHS nach DSM-IV	12
Abbildung 2. Klassifikation der ADHS nach ICD 10: Symptomatik	13
Abbildung 3. Klassifikation der ADHS nach ICD 10: Diagnose	13
Abbildung 4. Multifaktorielles Modell zur Entstehung von ADHS.....	16
Abbildung 5. Modell der mangelnden Reaktionsinhibition	23
Abbildung 6. Duales Modell inhibitorischer und motivationaler Dysfunktionen.	29
Abbildung 7. Theorie der Basisfunktionen des Gehirns nach Luria	43
Abbildung 8. K-CAB Testleistungen der ADHS-Kinder und der Kontrollgruppe	51
Abbildung 9. Involvierte Neurotransmittersysteme bei der ADHS	56

Liste der Veröffentlichungen

Die vorliegende Dissertation basiert auf folgenden Veröffentlichungen, welche in der nachfolgenden Arbeit durch die römischen Ziffern I-III gekennzeichnet werden.

- I. Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83-94.
(Anhang A)
- II. Toussaint, A. & Petermann, F. (2010). Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 133-141.
(Anhang B)
Toussaint, A. & Petermann, F. (2010). Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS. Poster präsentiert auf dem „47. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie“, Bremen, 26.-30. September 2010, Abstractband, S.190.
- III. Toussaint, A., Petermann, F., Schmidt, S., Petermann, U., Gerber-von Müller, G., Sinatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2011). Wirksamkeit verhaltenstheapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 59, 25-36.
(Anhang C)

Alle vorgelegten Manuskripte haben ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen.

1 Einleitung

Diagnostiziert nach ICD-10 (WHO, 1995) leiden aktuell 1,7 % aller Schulkinder unter einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). Werden die DSM-IV-Kriterien (APA, 2000) zugrunde gelegt, lassen sich sogar Prävalenzraten von 4-5 % ermitteln (vgl. Petermann, 2005). Aufgrund der hohen Inzidenz- und Prävalenzraten wurde die ADHS in den letzten Jahrzehnten zu einem zentralen Thema in der klinischen Forschung und Praxis. Die Symptome, die sich hauptsächlich in impulsivem, unaufmerksamem und hyperaktivem Verhalten äußern, treten bei den betroffenen Kindern und Jugendlichen - und vermehrt auch bei Erwachsenen - in vielen Lebensbereichen offen zutage. Untersuchungen zu den direkten und indirekten Kosten der Störung belegen, dass neben direkten Medikamentenkosten vor allem nachfolgende wirtschaftliche Auswirkungen durch die Behandlung von Begleit- und Folgeproblemen (Depressionen, Sucht, Schmerzerkrankungen), durch den Ausfall von Arbeitstagen oder dauernde Arbeitsunfähigkeit entstehen. Erhöhte Unfallgefährdung, vermehrte Krankenhauskosten bzw. ein erhöhtes Risiko für Suchtmittel (Nikotin, Alkohol, Drogen, Essstörungen) gehen mit schweren Beeinträchtigungen der Lebensqualität einher. Bei Erwachsenen mit ADHS betrifft dies hauptsächlich die Bereiche Ausbildung und Beruf, Familie und Freundeskreis bzw. Selbstorganisation und Selbstwert. Kinder haben vor allem Schwierigkeiten in der Schule und innerhalb ihrer Peer-Gruppen, aber auch das Zusammenleben in den betroffenen Familien wird durch die Störung schwer belastet.

Alle diese Charakteristika rücken das Thema ADHS vermehrt in das Bewusstsein der Öffentlichkeit. Eine vorschnelle Pathologisierung kindlicher Verhaltensweisen mit zu schneller Medikamentengabe wird seit Jahren sozial- und gesellschaftskritisch diskutiert, wobei vor allem die Gefahren der schnelllebigen Kultur, der „Beschleunigungswahn“ der Gesellschaft sowie die ständige Zunahme von Sinnesreizen als ursächlich für das veränderte Verhalten der Kinder angenommen werden (vgl. z. B. DeGrandpre, 2010).

Auch die psychologische Forschung beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit den möglichen Ursachen einer ADHS, wobei es neben vielen gesicherten Erkenntnissen noch immer zahlreiche Ungereimtheiten und widersprüchliche Ergebnisse gibt. Diese betreffen nicht nur die Erklärungsmodelle zur Genese der Störung, sondern vor allem auch das geeignete diagnostische Vorgehen und die daraus abzuleitenden Behandlungsstrategien. Derzeit wird der ADHS ein biopsychosoziales Entstehungsmodell zugrunde gelegt. Die biologische Basis der Störung gilt als gesichert, wobei die biologischen Ursa-

chen und die neuropsychologischen Beeinträchtigungen sowie in logischer Konsequenz auch die „Lösung“ für das Problem ADHS immer noch kontrovers diskutiert werden (vgl. z. B. Goldstein & Naglieri, 2008).

In der vorliegenden Arbeit interessiert vor allem die Frage nach den kognitiven und neuropsychologischen Prozessen, die der mit einer ADHS einhergehenden Verhaltensproblematik zugrunde liegen. Entsprechende Befunde können in der Folge wichtige Informationen bezüglich des diagnostischen Prozesses und geeigneter therapeutischer Maßnahmen liefern. Entsprechend basiert die Arbeit in ihrem strukturellen Aufbau auf drei Publikationen, die sich mit den neuropsychologischen Grundlagen, neuen diagnostischen Ansätzen sowie geeigneten therapeutischen Interventionen bei der ADHS beschäftigen.

Im ersten Abschnitt wird zunächst Bezug auf Publikation I genommen. Er beleuchtet die neuropsychologischen Grundlagen der ADHS, indem aktuelle Befunde zur Ätiopathogenese der ADHS dargestellt und diskutiert werden. Die entsprechenden Modelle postulieren vor allem Defizite in den exekutiven Funktionen sowie motivationale Störungen als zentrale Komponenten bei den betroffenen Patienten. Diese Befunde werden dann in Bezug zum diagnostischen Prozess bei der ADHS gesetzt, wobei auch ausgewählte Testverfahren vorgestellt werden. Um die kognitiven und exekutiven Defizite der ADHS zu erfassen, werden derzeit vor allem im englischen Sprachraum Tests angewendet, die auf der sogenannten PASS-Theorie basieren. Indem sie dynamische kognitive Prozesse wie Planungsfähigkeit, Aufmerksamkeit sowie sequentielle und simultane Informationsverarbeitung zu erfassen vermag, zeigt sich die Theorie auch entsprechend sensibel bezüglich der spezifischen kognitiven Probleme und exekutiven Defizite von Kindern, die unter einer ADHS leiden. Die Rolle der entsprechenden Testverfahren im diagnostischen Prozess sowie die daraus resultierenden Implikationen für den klinischen Alltag werden diskutiert.

Studie II überprüft mit Hilfe einer klinischen ADHS-Gruppe die Eignung der K-CAB als innovativem Zugang in der ADHS-Diagnostik. Kapitel vier dieser Arbeit beschäftigt sich daher zunächst allgemein mit dem diagnostischen Prozess und der Differentialdiagnostik beim Störungsbild ADHS. Im Anschluss wird die PASS-Theorie auf ihren Informationsgewinn bezüglich der Diagnostik von ADHS überprüft. Explizit wurden dabei die K-CAB-Testprofile von 28 Grundschulkindern mit ADHS mit den Profilen einer nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollgruppe verglichen. Es zeigte sich, dass die ADHS-Kinder lediglich auf der Aufmerksamkeits-Skala signifikant schlechter ab-

schnitten, in den Bereichen Planungsfähigkeit, Simultane und Sequentielle Verarbeitung und Wortschatz hingegen durchschnittlich gute Ergebnisse erzielten. Bei der Untersuchung der diskriminanten Validität des Tests zeigte sich, dass 80,4 % der Kinder beider Gruppen durch den Untertest Aufmerksamkeit richtig klassifiziert (ADHS-Gruppe versus Kontrollgruppe) werden konnten.

In Kapitel fünf dieser Arbeit wird schließlich dargestellt, inwieweit sich die gefundenen neuropsychologischen Defizite durch verhaltenstherapeutische Maßnahmen in einem multimodalen Setting verbessern lassen. Entsprechend beschäftigt sich Studie III mit der Frage, ob und inwieweit lernpsychologische Techniken die Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS günstig beeinflussen können. 45 Kinder und Jugendliche mit ADHS nahmen an einem zweiwöchigen ADHS-Summercamp teil. Während der gesamten Trainingszeit wurde neben einem stringenten Response-Cost-Token-Vorgehen (RCT) unter anderem auch ein gezieltes Aufmerksamkeitstraining durchgeführt. In einem Prä-Post-Design wurden die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen der Kinder mit Hilfe der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP; Zimmermann & Fimm, 1993) und des Trail-Making-Tests (TMT; Reitan, 1956; vgl. auch Tischler & Petermann, 2010) erfasst. Bei der Posttestung, sechs Wochen nach dem Training, ließen sich signifikante Leistungsverbesserungen in den Bereichen Aufmerksamkeitsregulation und Inhibitionskontrolle feststellen. Da jegliche Medikation vor Beginn der Maßnahme und somit auch zu den Testzeitpunkten abgesetzt wurde, ließen sich die Effekte vorwiegend auf das Aufmerksamkeitstraining und das Response-Cost-Token-Vorgehen zurückführen. Die Studie konnte somit zeigen, dass der Einsatz fundierter lernpsychologischer Techniken die neuropsychologischen Funktionen von Kindern mit ADHS auch unabhängig von Medikamenten verbessern kann.

Im folgenden Kapitel wird das Störungsbild der ADHS zunächst überblicksartig vorgestellt.

2 Das Störungsbild der ADHS

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) gilt neben der Störung des Sozialverhaltens weltweit als eine der häufigsten Verhaltensstörungen im Kindes- und Jugendalter (AACAP, 2007; DGKJP, 2007; Faraone, Sergeant, Gillberg & Biederman, 2003).

2.1 Prävalenz

Die Prävalenzangaben schwanken je nach eingesetztem diagnostischen Klassifikationssystem (DSM-IV-TR; APA, 2000 oder ICD-10; WHO, 1994), durchgeführten Diagnoseverfahren, spezifischen Stichprobenmerkmalen und eventuell wirksamen psychosozialen Moderatoren zwischen 1,7 % und 26 % (Pelham, Evans, Gnagy & Greenslade, 1992; Newcorn et al., 1994). Das deutsche Bundesministerium für Gesundheit und Soziales berichtet 2008 eine Gesamtprävalenz von 3,9 % (Huss, 2008), während sich in einer aktuellen und repräsentativen Studie des Robert-Koch-Instituts Berlin bei 4,8 % aller Kinder eine ADHS-Diagnose fand, wobei Jungen 4,3-mal häufiger betroffen waren als Mädchen (Schlack, Hölling, Kurth & Huss, 2007). Eine Meta-Analyse, die internationale Studien mit unterschiedlichsten Kriterien über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten zusammenfasst, berichtet für das Kindes- und Jugendalter von einer weltweiten mittleren Prävalenzrate von 5,3 % (Polanczyk, de Lima, Horta, Biederman & Rohde, 2007). Prävalenzraten bei erwachsenen Betroffenen wurden erst in jüngster Zeit veröffentlicht. In einer nationalen Komorbiditätsstudie aus den USA mit mehr als 3.000 Teilnehmern ergab sich eine Prävalenz von 4,4 %. Eine Vielzahl der Teilnehmer war dabei im Laufe ihres Lebens bereits wegen anderer Störungen, aber nicht explizit wegen ADHS behandelt worden (Kessler et al. 2006). Eine Studie mit ca. 11.000 Teilnehmern, die in Nord- und Südamerika, Europa und dem Mittleren Osten durchgeführt wurde, ermittelte eine Prävalenz von 3,4 % (Fayyad et al. 2007).

2.2 Symptomatik, Verlauf und Komorbidität

Die Klassifikationssysteme beschreiben das Störungsbild auf Verhaltensebene durch eine Symptomtrias aus Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit (Aufmerksamkeitsstörung, Ablenkbarkeit), der Impulskontrolle (Impulsivität) und der Aktivität (Hyperaktivität). Die Symptome treten dabei meist in mehreren Lebensbereichen wie im schulischen, familiären oder im Freizeitbereich auf, wobei den jeweiligen situativen Anforderungen eine entscheidende Bedeutung bei der Ausprägung der Symptomatik zukommt. Die Symptome treten vor dem Alter von sieben Jahren auf und sind zeitlich relativ sta-

bil (Biederman et al., 2006), wodurch die Störung in prognostischer Hinsicht oftmals einen ungünstigen Verlauf nimmt. Viele Betroffene leiden auch noch als Erwachsene an Symptomen der Störung, die dann aber eine andere Qualität annehmen (Schmidt & Petermann, 2009). Für die betroffenen Kinder bringt die Störung oft verschiedene sekundäre Probleme mit sich, die ihre Entwicklung gefährden und entsprechend auch das psychosoziale Funktionsniveau beeinträchtigen können (Tischler, Schmidt, Petermann & Koglin, 2010). Entwicklungsaufgaben und normative Anforderungen sind für diese Kinder ungleich schwerer zu bewältigen und auch zentrale entwicklungsrelevante Kompetenzen können weniger gut und schnell erlernt werden. Die ADHS tritt in den seltensten Fällen als isolierte Störung auf. Viele Betroffenen entwickeln komorbide psychische Störungen wie Ängste, Depressionen, Tics, Lern- oder Zwangsstörungen (Kain, Landerl & Kaufmann, 2008; Schmidt, Brücher & Petermann, 2006). Oft treten zusätzlich auch Probleme im Sozialverhalten auf (Nijmeijer et al., 2008; Schmidt & Petermann, 2008; Watkins & Wentzel, 2008), die einen starken Leidensdruck bei allen Beteiligten mit sich bringen und in der Folge zu mangelndem Selbstbewusstsein und geringer Selbstwirksamkeitserwartung aber auch zu delinquenten Verhaltensweisen oder antisozialen Persönlichkeitszügen führen können (Mannuzza, Klein & Moulton, 2008).

2.3 Klassifikation

Im DSM-IV-TR werden die Kernbereiche der Hyperaktivität und Impulsivität zusammengefasst und entsprechend drei Subtypen unterschieden: der vorwiegend unaufmerksame Typus (ADHS-I; 20-30 % aller Fälle), der vorwiegend hyperaktive Subtyp (ADHS-H/I; weniger als 15 % aller Fälle) sowie ein Mischtypus (ADHS-C; 50 bis 75 % aller Fälle), bei dem Symptome aus beiden Bereichen gleichermaßen auftreten (vgl. Abb. 1). Alle drei Subtypen gehören aber zur gleichen diagnostischen Entität. Die Validität dieser Subtypen ist eine wiederkehrende Debatte in der Diagnostik der ADHS (Desman & Petermann, 2005; Milich, Ballentine & Lynam, 2001; Rowland et al., 2008). Vor allem der unaufmerksame Typus wird vermehrt als eigenständig zu diagnostizierendes Störungsbild – und nicht als Subtyp der ADHS – betrachtet (Barkley, DuPaul & McMurray, 1990). Laut einem aktuellen Überblicksartikel von Milich und Kollegen (2001) weist er nur wenige Gemeinsamkeiten mit den ADHS-H/I- und ADHS-C-Subtypen auf. Obwohl alle Subtypen Schwierigkeiten im Bereich Aufmerksamkeit aufweisen, lassen sie sich beispielsweise bezüglich verschiedener Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden (Carlson, Shin & Booth, 1999). Hinsichtlich der Komorbiditäten finden sich beim unaufmerksamen Typus vermehrt internalisierende komorbide Störun-

gen wie Depressionen, wohingegen der hyperaktive Subtyp häufig mit Schwierigkeiten aus dem externalisierenden Spektrum wie z. B. Störungen des Sozialverhaltens einhergeht. Angststörungen treten bei allen Subtypen gleichermaßen auf. Der Mischtypus weist die meisten komorbiden Symptome auf, wobei hier sowohl internalisierende als auch externalisierende Störungen auftreten können. Der unaufmerksame Subtyp wird zudem vermehrt bei Mädchen und Frauen diagnostiziert, während von der Hyperaktivität vor allem Jungen betroffen sind. Auch beim Altersdurchschnitt finden sich Unterschiede. Störungen der Hyperaktivität und Impulsivität treten häufig früher in Erscheinung bzw. werden früher diagnostiziert als Störungen der Unaufmerksamkeit. Ein zentraler Unterschied besteht auch in der Reaktion auf Stimulanzien, wobei hier widersprüchliche Studienergebnisse berichtet werden. In der Mehrzahl der Studien erwiesen sich die Kinder vom Mischtypus oder vom hyperaktiven Typus als die besseren Responder für Methylphenidat (Grizenko, Paci & Joobar, 2010). Kopecky, Chang, Klorman, Thatcher und Borgstedt (2005) berichten bei der Durchführung des *Turms von Hanoi* (Simon, 1975) allerdings von größeren medikamentenbedingten Erfolgen beim unaufmerksamen Typus. Dennoch bleibt die Klarheit der Unterschiede zwischen den Subtypen vor allem in Bezug auf neuropsychologische Leistungsmaße umstritten; bislang lassen sich in diesem Bereich keine eindeutig zuordenbaren Profile definieren (Dinn, Robbins & Harris, 2001; Tucha et al., 2008).

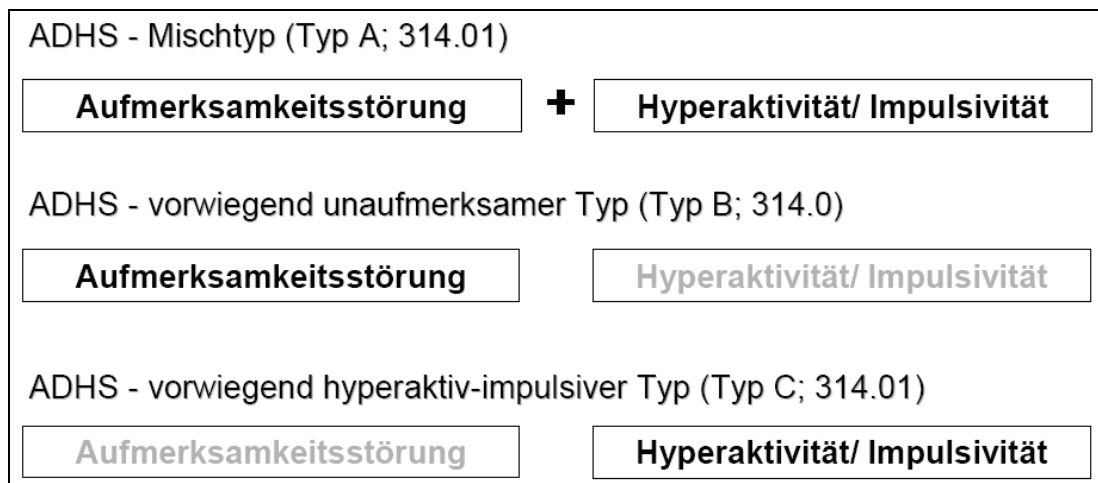


Abbildung 1. Klassifikation der ADHS nach DSM-IV

Die im klinischen Alltag in Deutschland gebräuchliche ICD-10 geht von den gleichen Kernsymptomen wie das DSM-IV aus, es finden sich allerdings Unterschiede in den Bezeichnungen der Störung, in einzelnen Symptomen und in der Kombination dieser Symptome zu spezifischen Subtypen (vgl. Abbildung 2 und 3).

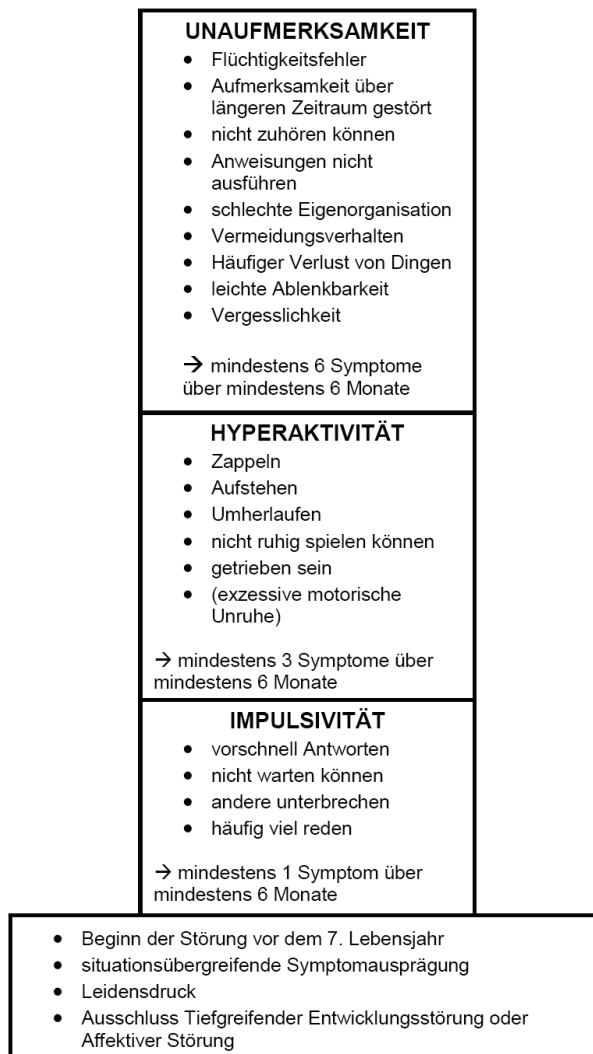


Abbildung 2. Klassifikation der ADHS nach ICD 10: Symptomatik

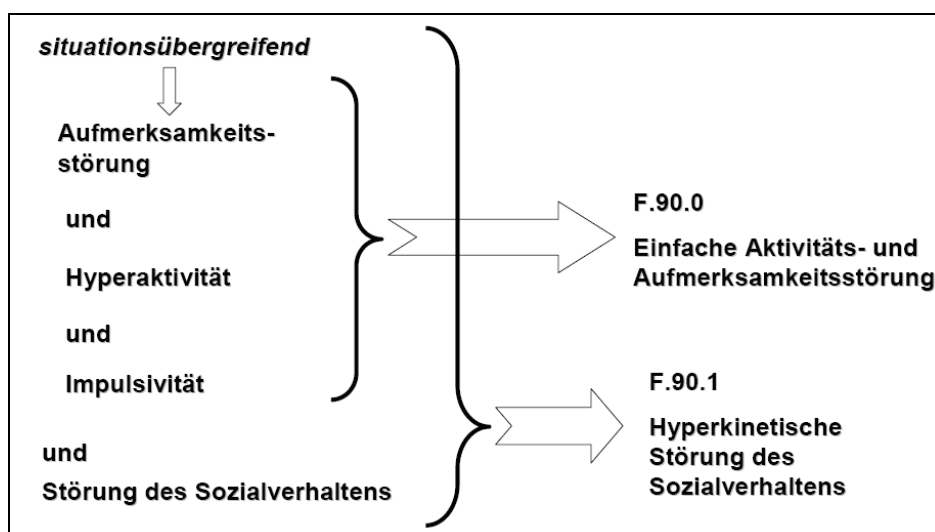


Abbildung 3. Klassifikation der ADHS nach ICD 10: Diagnose

Insgesamt beziehen sich die deskriptiven Kriterien beider Diagnosesysteme bislang hauptsächlich auf Verhaltensaspekte. Bei einer ADHS manifestieren sich neben Verhaltensproblemen aber fast immer auch neuropsychologische Defizite beziehungsweise Schwächen in der kognitiven Verarbeitung (Naglieri & Goldstein, 2006; Petermann & Lehmkuhl, 2009), die in der Folge auch zu schulischen Schwierigkeiten und Misserfolgen führen können.

Aufgrund der vielfältigen symptomatischen Facetten der ADHS wurde in den letzten Jahren vermehrt nach einfachen Risikomarkern gesucht, die Hinweise über die Ursachen der Störung liefern sollten. Diese Marker werden als Endophänotypen bezeichnet und können aus biologischen, kognitiven oder verhaltensbezogenen Maßen bestehen (Nigg, 2010). Um mögliche Endophänotypen für die ADHS zu identifizieren, werden neben Persönlichkeitsmaßen vor allem Verfahren eingesetzt, die zugrunde liegende kognitive Probleme aufdecken sollen. Die Marker eignen sich möglicherweise besser als die Kernsymptome, um genetische oder umweltbedingte Ursachen der ADHS zu erkennen. Auf jeden Fall können sie aber über die verhaltensbezogenen Symptome hinaus wichtige Zusatzinformationen für die klinische Charakterisierung der ADHS liefern. Die Suche nach Risikomarkern wird dabei durch die Heterogenität des Störungsbildes erschwert. Die Ursachen der ADHS können sich einerseits von Person zu Person unterscheiden, andererseits liegen auch den verschiedenen Komponenten der ADHS (Unaufmerksamkeit oder Hyperaktivität) vermutlich unterschiedliche Ursachen zugrunde (Nigg, 2010).

2.4 Ätiologie

Es gab in den letzten Jahrzehnten viele Bemühungen, die Ursachen der ADHS zu erforschen, mittlerweile gilt ein integratives biopsychosoziales Ätiologiemodell als bestätigt (Döpfner, Banaschewski & Sonuga-Barke, 2008). Die Genese der beschriebenen Kernsymptome wird im Sinne eines Vulnerabilitäts-Stress-Modells durch multiple Faktoren beeinflusst, wobei den Genen bei der Entwicklung der Störung die größte Bedeutung zukommt. Für die Kernsymptome Impulsivität und Hyperaktivität wird ein im Durchschnitt gefundener genetischer Einfluss von 76 % berichtet (Faraone et al., 2005; Brookes et al., 2006). Es konnten Veränderungen bei dopaminergen Genen (DRD4, DRD5, Dopamin-Transporter-Gen, Dopamin- β -Hydroxylase Gen) aber auch bei serotonergen und noradrenergen Transportergenen ermittelt werden, die eng mit der Entstehung des Syndroms verbunden sind. Vermutlich sind mehrere Gene gleichzeitig involviert, wobei

der resultierende Genotyp dem Phänotyp nicht immer entsprechen muss (Faraone & Khan, 2006).

Neben den genetischen Faktoren können auch Umwelteinflüsse wie prä-, peri- oder postnatal erworbene Schädigungen des Zentralnervensystems symptomauslösende Wirkung haben, sofern bei einer Person eine neurobiologische Vulnerabilität vorliegt. Vor allem Kinder, die während der Schwangerschaft Nikotin- oder Alkoholeinflüssen ausgesetzt sind, mit einem geringen Gewicht oder erheblichen Komplikationen geboren werden oder an Epilepsie oder einer Hirnschädigung leiden, tragen ein erhöhtes Risiko an einer ADHS zu erkranken (Karabekiroglu, 2008; Strang-Karlsson et al., 2008). Andererseits können aber auch psychosoziale Einflüsse als Schutzfaktoren wirksam werden. Variablen wie ein hoher sozioökonomischer Status oder eine intakte, unterstützende und psychisch gesunde Familie, können eine Manifestation oder zumindest eine Verschlechterung der Symptomatik manchmal verhindern.

Die beschriebenen primären Ursachen wirken sich in der Folge auf biochemische, neurophysiologische und -psychologische Prozesse aus (Döpfner, Frölich & Lehmkuhl, 2000; vgl. Abb. 4). Bei Patienten mit ADHS scheint eine grundlegende Dysfunktion im kortikal-striatalen Netzwerk vorzuliegen (Max et al., 2002), denn die meisten Befunde sprechen dafür, dass die Symptome durch einen polygenetisch bedingten Dopaminmangel im synaptischen Spalt hervorgerufen werden. Dieser kann durch die Gabe von stimulierenden Medikamenten wie Methylphenidat bei einigen Patienten ausgeglichen werden (Castle, Aubert, Verbrugge, Khalid & Epstein, 2007; Williams, 2008).

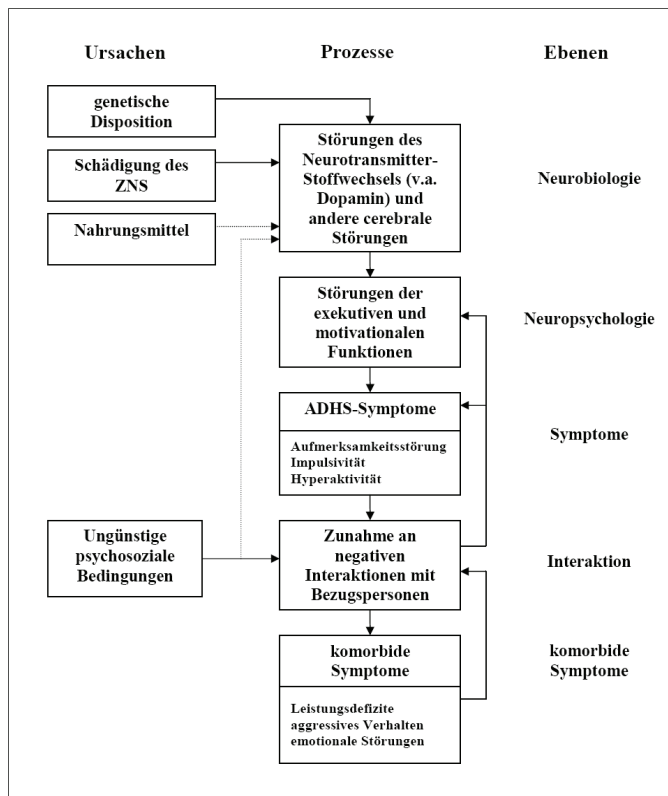


Abbildung 4. Multifaktorielles Modell zur Entstehung von ADHS (Döpfner et al., 2008, S. 261)

Erste Schlüsse auf morphologische Veränderungen im präfrontalen Kortex bei ADHS-Patienten wurden aufgrund der Ähnlichkeit der Symptomatik bei Menschen mit Verletzungen oder Läsionen in diesem Gehirnbereich getroffen. In den letzten Jahren konnte dabei vor allem durch bildgebende Verfahren eine Verminderung der grauen und weißen Substanz sowie ein geringeres Gehirnvolumen im Bereich des dorsolateralen präfrontalen Kortex bei ADHS-Patienten festgestellt werden (Seidman, Valera & Makris, 2005). Der dorsolaterale Teil des präfrontalen Kortex steht mit Funktionen der Aufmerksamkeit, Vigilanz und Handlungsplanung, der exekutiven Kontrolle und dem Arbeitsgedächtnis in Zusammenhang. Hingegen führen Läsionen im orbitofrontalen Bereich vermehrt zu sozialer Disinhibition und mangelnder Impulskontrolle (Spencer et al., 2007). Bei der Bearbeitung von Inhibitionsaufgaben, die die Hemmung einer bestimmten motorischen Reaktion vorschreiben, fanden sich bei Kindern mit ADHS veränderte Hirnaktivitäten im Frontalhirn, im Nucleus Caudatus und dem anterioren Cingulum (Bush et al., 1999). Mittels EEG konnte in diesen Hirnbereichen entsprechend auch eine veränderte hirnelektrische Aktivität nachgewiesen werden (Banaschewski & Brandeis, 2007). Allerdings konnte auch bei anderen Patientengruppen ein solches dysfunktionales System des präfrontalen Kortex gefunden werden, dabei handelt es sich vor allem um die psychischen Störungen Autismus, Depression und Schizophrenie (Bradshaw & Sheppard, 2000).

Aufgrund der phänotypisch verschiedenen ADHS-Subtypen und der zum Teil widersprüchlichen Forschungsergebnisse (vgl. Hampel, Petermann, Mohr, Bonkowski, & Mönter, 2004), stellt sich die Frage, inwiefern überhaupt eine gleichartige Verursachung der Störung angenommen werden kann. Es finden sich bislang keine ausschließenden Entwicklungskriterien und keine eindeutigen, positiven, entwicklungsbasierten und neuropsychologisch fundierten Marker für eine Diagnose der ADHS (Goldstein & Naglieri, 2008). Als gesichert gilt aber, dass die ADHS die extreme Ausprägung einer Verhaltensdimension darstellt, die originär genetisch determiniert ist. Das genetische Risiko liegt dabei nicht in einem einzelnen Gen, sondern im Zusammenwirken mehrerer Gene, die – indem sie komplexe Neurotransmitter kontrollieren - letztlich zu verschiedenen Phänotypen der Störung führen (Banaschewski et al., 2004). Ein einzelnes zugrunde liegendes Kerndefizit kann sicherlich keine kausale Erklärung für die vielen verhaltensbezogenen Symptome liefern, die mit der ADHS einhergehen. Im Folgenden soll eine Übersicht über die aktuellen neuropsychologischen Modelle gegeben werden, wobei auch deren Unzulänglichkeiten sowie Weiterentwicklungen und erste Ansätze multipler Pfadmodelle vorgestellt werden. Die Übersicht soll einen Einstieg in die komplexe Thematik der ADHS ermöglichen und einen Ausblick auf zukünftig mögliche Weichenstellungen bezüglich der ADHS-Forschung bieten.

3 Neuropsychologische Grundlagen der ADHS (Publikation I, Teil 1)

Erst innerhalb der letzten zehn Jahre wurden vermehrt kognitive, motivationale und neuropsychologische Prozesse als Erklärungsfaktoren für den Zustand der ADHS und ähnlicher Beeinträchtigungen herangezogen. Letztere wurden vor allem im Zusammenhang mit den Entwicklungen im Bereich der Pharmaforschung als mögliche Ursachen postuliert; stimulierende amphetaminähnliche Wirkstoffe stellen in den meisten Fällen die erste Behandlungsmaßnahme bei einer ADHS dar, werden derzeit aber vermehrt im Vergleich zu verhaltenstherapeutischen oder Kombinationstherapien diskutiert (Castle et al., 2007).

In neuropsychologischer Hinsicht liegen die beiden zentralen Problembereiche der ADHS zum einen in der Beeinträchtigung von exekutiven Funktionen und Gedächtnisprozessen (Barkley, 2006). Der andere große Bereich betrifft die Aufmerksamkeitsfähigkeiten, die Defizite in Vigilanz, selektiver und geteilter Aufmerksamkeit, Ablenkbarkeit und Flexibilität des Aufmerksamkeitsfokus umfassen (Epstein, Johnson, Varia & Conners, 2001).

Seit den 1970er Jahren rücken die sogenannten Exekutivfunktionen vermehrt in den Fokus der ADHS-Forschung (Douglas & Peters, 1979; Barkley, 2006). Vor allem bei der Betrachtung der ADHS über die Lebensspanne finden sich Defizite in der Selbstregulation und den exekutiven Funktionen in Verbindung mit impulsiven Verhaltensweisen als Erklärungsmodelle (Barkley & Murphy, 2006).

Das bis zu diesem Zeitpunkt als zentral angesehene Symptom der Unaufmerksamkeit wird derzeit vor allem für eine bestimmte Subgruppe der ADHS, nämlich den unaufmerksamen Typus, als ursächlich diskutiert, wobei die Unaufmerksamkeit vor allem in wenig abwechslungsreichen, anstrengenden Situationen auftritt, in denen Inhibitions- und Planungsfähigkeiten sowie ein gut funktionierendes Arbeitsgedächtnis erforderlich sind. Die entsprechenden Defizite zeigen sich in Laborstudien, aber auch in physiologischen Messungen und mit Hilfe von bildgebenden Verfahren (Harrier & deOrnellas, 2005; Wellington, Semrud-Clikeman, Gregory, Murphy & Lancaster, 2006).

3.1 Exekutive Defizite als möglicher Endophänotyp

Ein viel versprechender Endophänotyp sind die exekutiven Dysfunktionen, die häufig mit einer ADHS einhergehen (Gau & Shang, 2010; Lambek et al., 2010). Nahezu alle theoretischen multiplen Entstehungsmodelle postulieren diese Defizite als Kernbestandteil der ADHS (vgl. Gomez, 2003; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005).

Dennoch finden sich in diesem Bereich viele kontroverse Befunde und Meinungen. Bereits die konkrete Definition erweist sich als schwierig, da dem Begriff der exekutiven Funktionen (EF) ein sehr heterogenes Konzept zugrunde liegt. Aus dem Englischen entliehen, wird er zumeist mit *Steuerungs-* oder *Leitungsfunktionen* übersetzt. Er beinhaltet eine Vielzahl von komplexen neurokognitiven Prozessen, die in einer gegenseitigen Abhängigkeit entscheidend für ein zweckmäßiges, zielgerichtetes und selbstreguliertes Verhalten sind (Drechsler, 2007), dessen zahlreiche Subkomponenten aber noch nicht einheitlich bestimmt sind (Echterhoff, Golzarandi, Morsch, Lehmkuhl & Sinzig, 2009). Beispielhaft werden oft Planungsprozesse, kognitive Flexibilität, Antizipation, Entscheidungsfindung, Inhibitionsprozesse und kognitives Monitoring angeführt (vgl. Seiferth, Thienel & Kircher, 2007). Eine Untergliederung des weiten Begriffs kann auf unterschiedlichen Differenzierungsniveaus geschehen. Müller, Hildebrandt und Münte (2004) bevorzugen die Einteilung exekutiver Funktionen in drei kognitive Komponenten, nämlich Arbeitsgedächtnis und Monitoring, kognitive Flexibilität sowie planerisches und problemlösendes Denken (vgl. auch Miyake, Friedman, Emerson, Witzki & Howerter, 2000). Lezak, Howieson, Loring und Hannay (2004) betonen vor allem die Funktionen zur Handlungskontrolle. Als kognitive Metakomponenten sind die Exekutivfunktionen an der Lösung neuartiger Probleme und an der Verhaltensmodifikation sowie an der Sequenzierung komplexen Verhaltens und der Entwicklung von zielorientierten Strategien beteiligt (Lezak et al., 2004). In einer Metaanalyse von Willcutt und Kollegen (2005) fanden sich bei Kindern mit ADHS vor allem Defizite in den Möglichkeiten innezuhalten, nachzudenken, Handlungen ausreichend zu planen und zu überdenken bzw. Pläne gegebenenfalls zu modifizieren.

3.1.1 Exekutive und nicht-exekutive Funktionen

Eine eindeutige begriffliche Definition der exekutiven Funktionen erweist sich vor allem in Abgrenzung zu den Aufmerksamkeits- und Gedächtnisbegriffen als schwierig. Exekutive Leistungen erfordern immer auch einen Zustand erhöhter Aufmerksamkeit bzw. Konzentration. Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen sind daher zwar eng verbunden, der Aufmerksamkeitsbegriff wird jedoch nicht unter den Begriff exekutive Funktionen subsumiert, sondern stellt eine eigene funktionale Einheit dar (Rebollo & Montiel, 2006). Diagnostische Verfahren zur Messung der Exekutivfunktionen erfassen aber fast immer auch nicht-exekutive Funktionen wie Wahrnehmung, Gedächtnis oder Aufmerksamkeit. Andererseits setzen auch die Nichtexekutivfunktionen teilweise spezifische exekutive Leistungen voraus - eine genaue Trennung und kausale Einordnung

beider Bereiche scheint deshalb schwierig, wenn nicht unmöglich (Echterhoff et al., 2009).

3.1.2 Exekutive Funktionen und Intelligenz

Eine zweite Unterscheidung muss zwischen dem EF-Begriff und dem Intelligenzbegriff getroffen werden. Komplexe kognitive Prozesse wie Planungs- und Problemlösefähigkeit hängen augenscheinlich auch mit dem IQ zusammen. Zwischen Intelligenztests und Verfahren, die höhere exekutive Funktionen erfassen, finden sich dennoch kaum signifikante Korrelationen (Donders & Kirsch, 1991; Johnstone, Holland & Larimore, 2000). Einige spezifische exekutive Funktionen zeigen aber einen höheren Zusammenhang mit dem IQ als andere. Sprachflüssigkeit, Problemlösefähigkeiten und Arbeitsgedächtnis haben eine engere Verbindung zum IQ, teilweise sind sie sogar explizit Bestandteile aktueller Intelligenztests (vgl. z. B. HAWIK-IV; Petermann & Petermann, 2008). Sie alle setzen auch eine gute Daueraufmerksamkeit voraus. Inhibitionsaufgaben oder Aufgaben zur kognitiven Flexibilität korrelieren hingegen lediglich gering mit dem IQ (Friedman et al., 2006; Seidenberg, Giordani, Berent & Boll, 1983).

Der Zusammenhang zwischen Intelligenz und exekutiven Funktionen scheint dabei direkt vom Intelligenzniveau abzuhängen; bei Erwachsenen finden sich vor allem im oberen IQ-Bereich höhere Korrelationen (Arffa, Lovell, Podell & Goldberg, 1998). Bei Studien mit sechs bis 12-jährigen Kindern fanden sich keine korrelativen Zusammenhänge zwischen dem IQ (erfasst durch die WISC-III, Wechsler, 1991) und den exekutiven Funktionen, wobei letztere mit Hilfe des Wisconsin Card Sorting Tests (Heaton, Chelune, Talley, Kay & Curtiss, 1993), des Trail-Making-Tests (Reitan & Davidson, 1974) oder des Stroop-Tests (Golden, 1978) erhoben wurden (Ardila, Pineda & Rosselli, 2000; Boone, Ghaffarian, Lesser & Hill-Gutierrez, 1993). Der Index Unablenkbarkeit (entspricht dem Arbeitsgedächtnis) der WISC-III trug am meisten zur Varianzaufklärung bei. Auch bei Kindern scheint aber die Höhe des IQ einen moderierenden Einfluss zu haben (Arffa, 2007; Baron, 2003; Mahone et al., 2002). Lambek und Kollegen (2010) verglichen ADHS-Kinder mit und ohne Beeinträchtigungen in den EF und konnten einen signifikant niedrigeren IQ bei den Kindern mit ADHS, die gleichzeitig auch Defizite in den EF zeigten, nachweisen.

In der Studie von Arffa (2007) fanden sich sogar Zusammenhänge zwischen dem IQ und einigen nicht-exekutiven Funktionen (Rey Auditory Verbal Learning Test (Wiens, McMinn & Crossen, 1988), Rey Complex Figures (Knight & Kaplan, 2003), Underlining Test (Rourke & Orr, 1977)); die Korrelationen waren jedoch insgesamt geringer.

Kinder mit hohem IQ zeigten dabei auch überdurchschnittliche Leistungen in den EF-Tests, bezüglich der non-exekutiven Funktionen lagen ihre Leistungen jedoch im Durchschnittsbereich.

Einschränkend ist hierbei anzumerken, dass viele der eingesetzten Testverfahren Deckeneffekte aufweisen und sich für Messungen im oberen Fähigkeitsbereich tatsächlich gar nicht eignen. Es lässt sich trotzdem schlussfolgern, dass der moderierende Einfluss des IQ aufgrund der unklaren Befundlage bezüglich der Validität des EF-Ansatzes bei der ADHS immer zusätzlich überprüft werden sollte. In vielen Studien, die für die Intelligenz kontrollierten, fanden sich keine positiven Zusammenhänge zwischen EF und ADHS mehr (Jonsdottir, Bouma, Sergeant & Scherder, 2006; Scheres et al., 2004; Sergeant, Geurts & Oosterlaan, 2003; Riccio, Homack, Jarratt & Wolfe, 2006; Roodenrys, 2006). Sollen verschiedene Subgruppen der ADHS hinsichtlich exekutiver Defizite verglichen werden, ist zu beachten, dass Messungen des Arbeitsgedächtnisses die Hauptquelle der gemeinsamen Varianz zwischen IQ und EF darstellen. Da der Intelligenzbereich ähnlich heterogen und weit gefasst ist wie der Begriff der exekutiven Funktionen, sich beide Konstrukte nicht eindeutig definieren lassen und deutliche begriffliche Überlappungen aufweisen, ergeben sich daraus diverse Schwierigkeiten für entsprechende Operationalisierungen in Forschungsdesigns, deren zukünftige Lösung dringend angestrebt werden sollte.

3.1.3 Empirische Befunde zu exekutiven Defiziten bei ADHS

Experten sind sich bezüglich der Heterogenität des EF-Konstrukts einig. Verschiedene Leistungsmaße exekutiver Funktionen korrelieren typischerweise nur moderat (Pennington, 1997) und Ergebnisse aus bildgebenden Verfahren weisen spezifische neuronale Aktivationsmuster für Einzelkomponenten wie die willentliche Unterdrückung von Antworten oder das Aufdecken von Antwortkonflikten nach (Cabeza & Nyberg, 1997).

Die Defizite scheinen außerdem subtypenspezifisch bzw. sogar uneinheitlich innerhalb der einzelnen Subtypengruppen der ADHS zu sein. Zum Beispiel zeigen laut einer Schätzung von Nigg und Kollegen (2005) nur etwa 35-50 % der Kinder mit ADHS vom hyperaktiven/impulsiven Subtyp Defizite im Bereich der Antwortinhibition (als einem Aspekt der EF).

In einer Studie von Biedermann und Kollegen (2004) zeigten 32 % der ADHS-Kinder exekutive Beeinträchtigungen, aber nur 12 % der Kontrollgruppe (n = 257 ADHS-Kinder, n = 222 Kontrollgruppenkinder). Die Kinder, die zwar eine ADHS-

Symptomatik, aber keine Beeinträchtigungen im exekutiven Bereich zeigten, erbrachten bessere Schulleistungen als die Kinder mit EF-Defiziten, auch wenn für die Variablen sozioökonomischer Status, Lernstörung und IQ kontrolliert wurde. Defizite zeigten sich vor allem bezüglich der Lesefertigkeit und der Sprachflüssigkeit (Loo et al., 2007).

Sonuga-Barke, Dalen und Remington (2003) fanden bei 15 % der diagnostizierten ADHS-Kinder Defizite in den EF, 27 % der Kinder zeigten eine Verzögerungsaversion, 29 % zeigten Defizite in beiden und 29 % in keinem der Bereiche.

Bezüglich genetischer Befunde führten Swanson und Kollegen (2000) eine interessante Studie durch, die ADHS-Kinder vom hyperaktiven/impulsiven Subtypus bezüglich des Merkmals „Träger des Risikoallels des Dopamin D4 Rezeptorgens“ trennten. Die Gruppe, die das Risikoallel trägt, zeigte durchschnittliche Leistungen in neuropsychologischen Messungen während die Gruppe ohne das Risikoallel beeinträchtigte Reaktionen und langsamere Reaktionszeiten zeigte.

Entsprechend finden sich auch familiäre Häufungen bezüglich defizitärer EF. Bei Stopp-Signal-Aufgaben und bezüglich der Antwortvariabilität zeigten sich auch bei Familienangehörigen von ADHS-Kindern schwächere Leistungen als bei Verwandten von nicht beeinträchtigten Kindern und als bei einer Kontrollgruppe von gesunden Kindern (Nigg, Blaskey, Stawicki & Sachek, 2004).

Die genannten empirischen Studien deuten auf ein multiples Pfadmodell bezüglich der Entwicklung von ADHS hin, das auch entsprechende Implikationen für die klinische Praxis und die Forschungsmethodik mit sich bringt. Aufgrund der begrifflichen Unklarheiten und teilweise widersprüchlichen Studienergebnisse versucht die vorliegende Arbeit die Rolle der gestörten Exekutivfunktionen als zentralem Aspekt in der Entstehung der ADHS näher zu beleuchten. Es liegen viele umfangreiche Forschungsergebnisse zu dieser Thematik vor, die eine Beteiligung defizitärer exekutiver Funktionen bei der ADHS außer Frage stellen (Nigg, Hinshaw, Carte & Treuting, 1998; Rucklidge & Tanock, 2002; Seidman, Biederman, Monuteaux, Doyle & Faraone, 2001; Willcutt et al., 2005), auch wenn die Abgrenzung zu symptomatisch ähnlichen Störungsbildern wie Störungen des Sozialverhaltens oder Lernstörungen schwierig ist und sich auch innerhalb der Gruppe der ADHS-Patienten viele phänotypische Unterschiede finden. Letztlich ist keinem der aktuellen neuropsychologischen kausalen Pfadmodelle, die im Folgenden vorgestellt werden sollen, ein spezieller Vorzug zu geben; sie alle haben ihre Berechtigung in der Erklärung einzelner Aspekte des Phänomens ADHS (Boonstra, Oosterlaan, Sergeant & Buitelaar, 2005). Keines der Modelle kann aber bislang die neu-

ropsychologischen Grundlagen der Störung vollständig und zufriedenstellend erklären. Die uneinheitlichen Befunde bezüglich des Kerndefizits in den exekutiven Funktionen bei ADHS-Kindern sollten daher in Zukunft weiter überprüft werden. Sie werden entsprechend auch im Verlauf dieser Arbeit vertiefend diskutiert.

3.2 Neuropsychologische Erklärungsmodelle

Die aktuellen neuropsychologischen Erklärungsmodelle zur ADHS sowie entsprechende empirische Begleitstudien werden in Publikation I (Petermann & Toussaint, 2009) ausführlich beschrieben. Im Folgenden werden die wichtigsten Modelle überblicksartig dargestellt.

3.2.1 Modell der mangelnden Reaktionsinhibition

Eines der ersten Modelle, das die exekutiven Funktionen im Fokus der ADHS sieht, wurde 1997 von Barkley formuliert (vgl. Abb. 5). Sein Anliegen war es, eine zusammenfassende Theorie für die ADHS zu konstruieren, die die Konstrukte Verhaltensinhibition, Daueraufmerksamkeit und exekutive Funktionen (EF) gleichermaßen beachtet. Barkley beschreibt einen exekutiven Steuerungsprozess, den er als Verhaltensinhibition bezeichnet und der die drei Aspekte *Hemmung eines dominanten Handlungsimpulses auf einen Reiz*, *Unterbrechung einer laufenden Handlung* und *Hemmung interferierender Handlungstendenzen* beinhaltet. Die inhibitorischen Prozesse sind zudem Grundlage für vier weitere exekutive Funktionen, die der Ausführung von Handlungen unmittelbar vorangehen oder sie begleiten. Neben dem verbalen und nonverbalen Arbeitsgedächtnis zählen dazu die Selbstregulation von Affekten, Motivation und Aufmerksamkeit, die Internalisierung und Automatisierung von Sprache sowie die Analyse und Entwicklung von Handlungssequenzen (Rekonstruktion, Barkley, 2006).

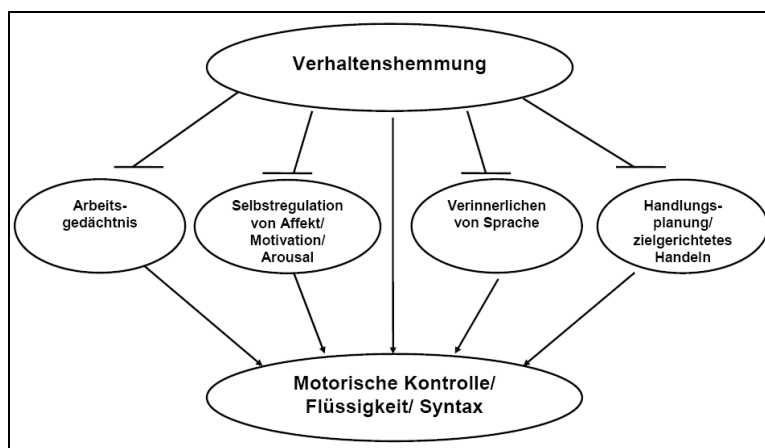


Abbildung 5. Modell der mangelnden Reaktionsinhibition (modifiziert nach Barkley, 1997)

3.2.1.1 Empirische Befunde zum Modell der mangelnden Reaktionsinhibition

Laut Modell leiden nur die Kinder des ADHS-H/I- und ADHS-C-Subtyps unter EF-Beeinträchtigungen. Diverse Studien bestätigen diese theoretischen Annahmen, indem sie beim ADHS-H/I-Subtypen keine defizitären EF nachweisen konnten. Klorman und Kollegen (1999) fanden bei der ADHS-C-Gruppe Defizite in der Planungsfähigkeit und der kognitiven Flexibilität. Erstere ließen sich von Nigg, Blaskey, Huang-Pollack und Rappley (2002) nicht nachweisen, trotzdem fanden sie bei Jungen mit ADHS-C schlechtere Fähigkeiten bezüglich der Antwortinhibition als bei Jungen mit ADHS-I. Bei Mädchen fand sich dieser Unterschied nicht, was zukünftig auch geschlechtsspezifische Auswertungen rechtfertigen sollte. Lockwood, Marcotte und Stern (2001) fanden Defizite im Bereich der verbalen Flüssigkeit für die ADHS-C-Gruppe, aber nicht für die ADHS-I-Gruppe. Im Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe zeigten sich bei Houghton und Kollegen (1999) Defizite in der kognitiven Flexibilität und Planungsfähigkeit bei Kindern aus der Gruppe mit ADHS-C; im direkten Vergleich mit der ADHS-I-Gruppe ergaben sich aber keine signifikanten Unterschiede.

Es bleibt unklar, ob die EF-Defizite nur Kinder vom ADHS-C-Typus betreffen, oder ob auch Kinder mit ADHS-I davon betroffen sind, denn es finden sich auch zahlreiche Studien, in denen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den ADHS-Subgruppen nachweisen ließen (z. B. Faraone, Biederman, Weber & Russell, 1998; Murphy, Barkley & Bush, 2001).

Chhabildas, Pennington und Willcutt (2001) führten eine Studie zur Antwortinhibition durch und konnten zeigen, dass die gefundenen Unterschiede auf die unaufmerksame Symptomatik und nicht auf hyperaktive oder impulsive Merkmale zurückführbar waren. Dieser Befund widerspricht eindeutig dem Modell von Barkley (1997). Die uneinheitlichen Befunde lassen sich sicherlich zum Teil durch methodische Unterschiede und Unsauberkeiten erklären. Nicht alle Studien kontrollierten beispielsweise für komorbide Störungen wie Tourette Syndrom, Störungen des Sozialverhaltens, Zwangsstörungen oder Störungen aus dem autistischen Spektrum, mit denen zum Teil ähnliche Beeinträchtigungen einhergehen (Pennington & Ozonoff, 1996; Sergeant et al., 2002).

Ein weiteres – bereits benanntes - Problem ist, dass Verfahren zur Erfassung der exekutiven Defizite gleichzeitig fast immer nicht-exekutive Funktionen (Wahrnehmung, Gedächtnis, motorische Aktivierung) mit erheben. Guerts, Verté, Oosterlaan, Roeyers und Sergeant (2005) kontrollierten für diese Variablen und konnten keine spezifischen Defizite in den Komponenten Arbeitsgedächtnis, Planungsfähigkeit, kognitive Flexibilität

und Sprachflüssigkeit bei den Kindern mit ADHS-C finden. Die ADHS-I-Gruppe zeigte hingegen Schwierigkeiten bei der Inhibition vorherrschender Reaktionen, dafür aber erstaunlich gute Resultate bezüglich der Interferenzkontrolle. Alleine aufgrund der Ergebnisse aus Messungen in exekutiven und nicht-exekutiven Funktionen lassen sich die beiden ADHS-Subgruppen in dieser Studie nicht signifikant differenzieren. Diese Ergebnisse fordern Barkleys Theorie dahingehend heraus, dass bei der Gruppe der Kinder mit ADHS-C nicht in allen EF-Komponenten Defizite gefunden werden konnten, dass auch in der Gruppe des ADHS-I-Subtyps EF-Defizite gefunden wurden, und dass Jungen mit ADHS-C vor allem auch in nicht-exekutiven Bereichen Schwächen aufwiesen.

3.2.1.2 Kritik am Modell der mangelnden Reaktionsinhibition

Ein genereller Kritikpunkt ist, dass der EF-Ansatz die nicht-exekutiven Funktionen außer Acht lässt. Basale funktionale Defizite finden sich bei der ADHS für die Bereiche Enkodierung, Wahrnehmung und Sprache, für die visuell-motorische Integration, motorische Funktionen, die Bereiche Lernen, Gedächtnis und zeitliche Verarbeitung sowie bei den konkreten Aufgaben Wörter lesen, Farben benennen und Muster wiedererkennen (Carte, Nigg & Hinshaw, 1996; Dowson et al., 2004; Tannock, Banaschewski & Gold, 2006). Guerts und Kollegen (2005) fanden bei einer Gruppe von Kindern mit ADHS-C Defizite in den non-exekutiven Bereichen visuell-motorische Integration und visuelles Kurzzeitgedächtnis, die sich vermutlich auf generelle motorische Probleme zurückführen lassen (vgl. auch Harvey & Reid, 2003). Auch die häufige Komorbidität von ADHS und entwicklungsbedingten Koordinationsstörungen untermauert diesen Befund (Pitcher, Piek & Barrett, 2002). In skandinavischen Ländern existiert die entsprechende Diagnose DAMP (Defizite in Aufmerksamkeit, Motorischer Kontrolle und Perzeption; vgl. Gillberg, 2003). Tervo, Azuma, Fogas und Fiechtner (2002) entdeckten vor allem bei Kindern der Gruppe ADHS-C motorische Defizite. Mit Hilfe bildgebender Verfahren fanden sich strukturelle und funktionale Abnormitäten wie reduzierte Volumen des Nucleus Caudatus, des Corpus Callosum und des Cerebellum sowie vereinzelt auch in parietalen, temporalen und occipitalen Gehirnregionen bei ADHS-Patienten (Castellanos et al., 1994, 2002; Filipek et al., 1997; Semrud-Clikeman et al., 2000).

Aus diesen Befunden ergibt sich die Frage nach der hierarchischen Beziehung zwischen exekutiven und nicht-exekutiven Funktionen. Beeinträchtigungen der exekutiven Funktionen können theoretisch nicht nur aus direkten Defiziten in komplexen kognitiven Prozessen, sondern auch indirekt über Defizite in untergeordneten basalen kognitiven

Funktionen entstehen. Studien, die beide Konzepte erfassten, konnten einen engen Zusammenhang feststellen: schwache motorische Leistungen gingen beispielsweise auch mit schwachen exekutiven Leistungen einher (Livesey, Keen, Rouse & White, 2006; Piek et al., 2004). Einige Autoren nehmen daher an, dass eine Trennung beider Konzepte künstlich erscheint und ein separates Konzept exekutiver Funktionen empirisch nicht bestehen kann. Allerdings fanden sich auch gegenteilige Ergebnisse. Um zwischen ADHS-Kindern und einer gesunden Kontrollgruppe zu diskriminieren, eigneten sich Aufgaben zur Erfassung exekutiver Funktionen besser als Aufgaben zur motorischen Leistungsfähigkeit und auch im Lehrerurteil korrelierten die exekutiven Komponenten höher mit der ADHS-Diagnose als die motorischen Komponenten (Rommelse & Buitelaar, 2008).

Es bleibt daher die Frage, ob die ADHS sich eher durch eine eingeschränkte Top-down-Kontrolle charakterisieren lässt (in diesem Fall wären die exekutiven Defizite das zentrale Problem) oder ob es sich um beeinträchtigte Bottom-up-Prozesse handelt (in diesem Fall wären die exekutiven Defizite lediglich zweitrangig). Leider gibt es derzeit kein statistisches Modell, das diesen kausalen Zusammenhang zu erfassen vermag. Es gestaltet sich bereits als schwierig, geeignete Testaufgaben zu finden, die beide Konzepte in *Reinform* erfassen. In Studien von Marks und Kollegen (2005) sowie von Rhodes, Coghill und Matthews (2005) fanden sich keine defizienten exekutiven Funktionen, wenn bei deren Erfassung zusätzlich nicht-EF-Aufgaben (Reaktionsvorbereitung, Reaktionsgeschwindigkeit) zur Kontrolle eingesetzt wurden. Existente EF-Defizite scheinen nicht notwendig oder hinreichend, um eine ADHS-Symptomatik hervorzurufen bzw. sie scheinen allenfalls mit der Unaufmerksamkeit assoziiert (Willcutt et al., 2005). Da aktuelle Studien feststellen, dass lediglich 30-50 % aller von ADHS betroffenen Kinder und Erwachsenen tatsächlich exekutive Defizite aufweisen (Lambek et al., 2010), müssen auch andere mögliche Endophänotypen diskutiert werden. Alternative Modelle beinhalten daher motivationale Prozesse oder energetische Mechanismen (Sergeant, 2005; Sonuga-Barke, 2002).

3.2.2 Kognitiv-energetisches Modell

Bei ADHS-Patienten liegt möglicherweise ein zu niedriges Niveau an Basiserregung, Aktivierung und Kontrolle bei der Lenkung kognitiver Ressourcen vor, was sich einerseits in Reaktionszeitvariabilitäten, andererseits aber auch darin zeigt, dass die seltene Präsentation von Stimuli (niedrige Eventrate) bei Kindern mit ADHS zu schlechteren

Leistungen führt. Bei der langsamen Vorgabe von Signalen scheint bei Kindern mit ADHS ein Unterarousal vorzuliegen (Konrad & Gilsbach, 2007).

Das kognitiv-energetische Modell von Sergeant (2000) geht entsprechend davon aus, dass ADHS-Patienten nicht in der Lage sind, ihr Energielevel an die jeweiligen Anforderungen der Umgebung anzupassen. Das Modell versucht die Effizienz der Informationsverarbeitungsprozesse durch das Zusammenspiel von Feedbackschleifen auf drei Komplexitätsebenen zu beschreiben (Sergeant, Oosterlaan & Van der Meere, 1999). Die oberste Ebene besteht aus Management- und Kontrollsystemen, die unter anderem exekutive Funktionen wie Handlungsplanung, -überwachung und Fehlerkorrektur umfassen. Auf der zweiten Ebene finden sich „energetische Pools“ zur Aktivierung sensorischer Systeme (Arousal), motorischer Systeme (Aktivation) und zur willentlichen Anstrengung (Effort). Die dritte Ebene beinhaltet die basalen Stufen der Informationsverarbeitung: neben der sensorischen Entschlüsselung (Encodierung), sind dies die zentrale Verarbeitung und die Antwortorganisation (Sergeant, 2000). Laut diesem Modell haben die ADHS-spezifischen Defizite Auswirkungen auf jede einzelne dieser Ebenen: auf die Antwortproduktion, als kognitivem Mechanismus, auf die Aktivierung und Anstrengung, als energetische Mechanismen sowie auf die Kontrollsysteme der exekutiven Funktionen.

3.2.3 Modell der Störung in der zeitbezogenen Verarbeitung

Smith, Taylor, Rogers, Newman und Rubia (2002) konnten bei Kindern mit ADHS Auffälligkeiten in der Zeitwahrnehmung, Zeitreproduktion und -diskrimination feststellen. Störungen in der zeitbezogenen Verarbeitung und den exekutiven Funktionen können in der Folge auch zu Störungen der motorischen und der Verhaltenskontrolle führen (Barkley, Edwards, Laneri, Fletcher & Metevia, 2001). Defizite im Bereich der Koordination und feinmotorischen Abläufe wurden bei Kindern mit ADHS mehrfach belegt (Fliers et al., 2008). Die Störung in der Zeitverarbeitung wird auch als Ursache für die starke zeitliche und kontextbezogene Variabilität der Symptomausprägungen diskutiert (Toplak & Tannock, 2005).

3.2.4 Modell der Verzögerungsaversion

Sonuga-Barke (2002) definiert in seiner Theorie zur Verzögerungsaversion neben exekutiven Defiziten auch motivationale Störungen als Entstehungsmechanismen der ADHS (vgl. Abb. 6). Das Modell geht davon aus, dass einige ADHS-Kinder sich durch exekutive und allgemeine kognitive Probleme charakterisieren lassen, während bei an-

deren eher motivationale Aspekte zu Schwierigkeiten führen. Es wird eine *kognitive Dysregulation* beschrieben, die aufgrund einer Störung der meso-kortikalen Kontrollkreisläufe des dopaminergen Systems zu einer verringerten Inhibitionsfähigkeit führt. Diese kann als ursächlich für die kontextunabhängige Dysregulation von Handeln und Denken gelten und die typischen ADHS-Symptome nach sich ziehen. Daneben beschreibt das Modell die ADHS aber auch als *motivationalen Stil*, der stärker kontextabhängig ist und sich durch eine Ablehnung gegenüber Belohnungsaufschub kennzeichnet. ADHS-Patienten benötigen, wenn sie ein bestimmtes Verhalten erlernen sollen, häufige, starke und zeitlich unmittelbar dargebotene Verstärker. Sie bevorzugen dabei kleine, aber sofortige Belohnungen gegenüber wesentlich wertvolleren, aber zeitlich späteren Belohnungen. Als ursächlich gilt auch hierbei eine Störung des dopaminergen Systems des meso-limbischen Belohnungskreislaufs, aber auch kulturelle Normen und Werte spielen eine Rolle. Laut diesem Modell stehen die exekutiven Funktionen eher mit dem Symptomkomplex der Unaufmerksamkeit im Zusammenhang, während die Abneigung gegen Belohnungsverzögerung mit Hyperaktivität und Impulsivität einhergeht. Die motivationalen bzw. Verstärkungsdefizite sind von den EF dissoziierbar und korrelieren für sich alleine jeweils nur gering mit der ADHS, erklären gemeinsam aber 90 % der Varianz (Solanto et al., 2001). Die Veränderungen in der Verstärkungssensitivität werden auch durch Befunde belegt, die zeigen, dass ADHS-Patienten einen reduzierten tonischen Dopamin-Level im Meso-cortico-limbischen-System (MCL) haben (aufgrund einer Überaktivität des MCL-Systems und den D1/D5-Rezeptoren und DRT; Madras, Miller & Fischman, 2002; Madras et al., 2006; Volkow et al., 2007). Patienten mit erniedrigter DAT-Dichte sprechen zum Beispiel schlecht bis gar nicht auf die Behandlung mit Methylphenidat an (Volkow, Wang, Fowler & Ding, 2005). Außerdem ist bei ADHS-Patienten für eine effiziente Verstärkung eine größere phasische Erhöhung der Dopamin-Freisetzung als bei Gesunden notwendig, wohingegen für eine effiziente Extinktion eine entsprechende Verringerung nötig ist. Auf Verhaltensebene äußern sich diese Befunde in Hyperaktivität, defizienter Daueraufmerksamkeit, motorischer und kognitiver Impulsivität und einer Notwendigkeit für möglichst saliente Stimuli (die Kinder können z. B. gut ihren Lieblingsbeschäftigungen nachgehen, bereits bekannte Dinge aber schlecht wiederholen).

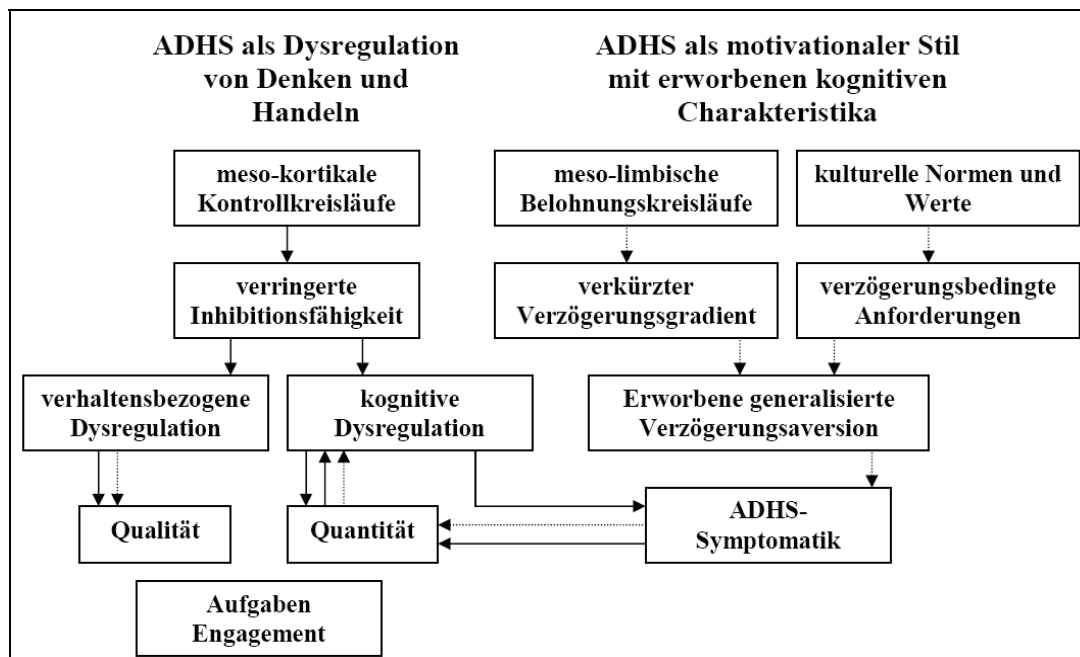


Abbildung 6. Duales Modell inhibitorischer und motivationaler Dysfunktionen (modifiziert nach Sonuga-Barke, 2002).

3.2.5 Multiple-Wege-Modell

In einem aktuellen Multiplen-Wege-Modell unterscheiden Zelazo und Müller (2002) zwischen *heißen* und *kalten* exekutiven Funktionen, wobei letztere von relativ abstrakten, dekontextualisierten Problemen hervorgerufen werden und bei einer Störung zu Unaufmerksamkeit führen. Erstere werden bei Problemen benötigt, die eine hohe affektive Involviertheit mit sich bringen oder bei denen die affektive Signifikanz des Stimulus flexibel bewertet werden muss. Sie hängen mit der so genannten Verzögerungsaversion zusammen und führen in der Folge zu Hyperaktivität und Impulsivität. ADHS wurde bislang hauptsächlich als Störung in den *kalten Funktionen* angesehen, die Meinungen sind hier allerdings uneinheitlich (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham & Tanock, 2006).

3.2.6 Drei-Wege-Modell

In einem Drei-Wege-Modell beschreiben Sonuga-Barke, Bitsakou und Thompson (2010) Störungen in drei kortikalen Schleifen als ursächlich für die Symptomatik der ADHS. Die Störung in der cortico-ventral striatalen Schleife führt zur Verzögerungsaversion, defizitäre exekutive Funktionen und eine gestörte Reaktionsinhibition werden durch Störungen in der cortico-dorsal striatalen Schleife verursacht und eine gestörte temporo-sensorisch-motorische Integration hängt mit einer Störung der cortico-cerebellaren-Schleife zusammen.

Da keines der dargestellten Modelle die neuropsychologischen Grundlagen der ADHS vollständig erklären kann, bietet es sich für zukünftige Studien an, mehrere funktionale Bereiche wie exekutive Funktionen, motivationale Prozesse, sensorisch-perzeptuelle und motorische Prozesse gleichzeitig zu untersuchen, um zu fundierteren Erkenntnissen bezüglich der Verursachung der ADHS zu gelangen (z. B. Castellanos et al., 2006).

3.3 Aufmerksamkeitsdefizite

Auch der andere zentrale Bereich, der zumindest bei einem Großteil der ADHS-Patienten betroffen ist, stellt kein homogenes Konzept dar und lässt sich nicht einfach von den EF abgrenzen: Aufmerksamkeit wird durch verschiedene inhaltlich unterscheidbare Facetten definiert (Sturm, 2005), die sich sowohl neuroanatomisch als auch in klinischen, bildgebenden und neuropsychologisch fundierten Studien nachweisen lassen. Unterschieden werden Merkmale der Intensität und Selektivität, die ihrerseits wiederum verschiedene Komponenten umfassen. Die *Intensität* beinhaltet die Aufmerksamkeitsaktivierung (auch: Alertness) sowie Vigilanz und Daueraufmerksamkeit, während die *Selektivität* sich auf die fokussierte und geteilte Aufmerksamkeit sowie auf die räumliche Aufmerksamkeitsausrichtung bezieht (Tab. 1). Außerdem wird ein übergeordnetes System der Aufmerksamkeitskontrolle unterschieden, das den oben beschriebenen Exekutivfunktionen zugeordnet wird. Demnach besteht Aufmerksamkeit nicht einfach in der Fokussierung auf einzelne Reize, sondern aus einem Zusammenspiel komplexer kognitiver Verarbeitungsprozesse.

Tabelle 1: Aufmerksamkeitskomponenten nach Sturm (2005)

Dimension	Aufmerksamkeitskomponente	Neuronales Netzwerk
Intensität	<u>Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness):</u> Allgemeine Wachheit wird beeinflusst durch tonische und phasische Aktivierung	Formatio reticularis, v.a. noradrenerge Kerngebiete, präfrontaler und parietaler Kortex der rechten Hemisphäre
	<u>Daueraufmerksamkeit:</u> Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei hoher Reizfrequenz	Thalamuskern, Gyrus cinguli
	<u>Vigilanz:</u> Längerfristige Aufrechterhaltung bei einer sehr geringen Reizfrequenz	

Selektivität	<u>Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit:</u> Zuwendung zu relevanten Merkmalen einer Situation und Ausblendung der irrelevanten Reize	Frontaler Kortex der linken Hemisphäre, fronto-thalamische Verbindungen zum Nucleus reticularis (Thalamus)
	<u>Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus:</u> Wechsel des räumlichen Aufmerksamkeitsfokus	Parietaler Kortex, Colliculi superiores, Teile des Thalamus
	<u>Geteilte Aufmerksamkeit:</u> Beschatten von mehr als einer Reizquelle	Bilateraler frontaler Kortex, vorderes Cingulum

Nach Posner und Fan (2005) lassen sich drei Aufmerksamkeitsnetzwerke nach den Parametern *Funktionen*, *beteiligte Gehirnstrukturen* und *beteiligte Transmittersysteme* unterscheiden: Die Orientierung zu einer Reizquelle (Orienting) mit den beteiligten Strukturen des oberen Parietallappens und des temporalen Kortex sowie das sogenannte *Alerting* (Alertness) als anhaltende Bereitschaft zur Verarbeitung besonders verhaltensrelevanter Signale (Posner & Petersen, 1990), bei dem vor allem der rechtshemisphärische frontale und parietale Kortex und der Hirnstamm beteiligt sind. Die *exekutive Aufmerksamkeit* ist beim Erkennen von widersprüchlichen Informationen und Fehlern beteiligt und wird im vorderen Teil des Gyrus Cinguli, aber auch in Teilen des dorsolateralen präfrontalen Kortex und der Basalganglien lokalisiert. Letztere sind auch Ziel des ventralen tegmental dopaminergen Systems (Beutel et al., 2006). Die Begriffe *Alertness* und *Arousal* sind dabei nicht eindeutig voneinander abgrenzbar. Letzterer versteht sich als der Reaktivitätszustand eines Lebewesens auf physiologischer Ebene (Sarter, Givens & Bruno, 2001). Alle diese spezifischen Funktionen, die unter den Begriff Aufmerksamkeit subsumiert werden, können folglich auch selektiv beeinträchtigt sein. Unbeeinträchtigt funktionierende Aufmerksamkeitsprozesse setzen das Funktionieren und die Interaktion von kortikalen Strukturen voraus, die sowohl frontale und parietale Regionen umfassen, aber auch subkortikale Strukturen wie das limbische System oder die Basalganglien, die auch in andere Gehirnregionen wie den Thalamus projizieren (Van Zomeren & Brouwer, 1994). Daher können sowohl Anomalien posteriorer oder subkortikaler Strukturen die Aufmerksamkeitsleistungen von ADHS-Patienten beeinträchtigen, genauso können aber auch Veränderungen in frontalen Gehirnregionen verantwortlich sein (Hynd et al., 1993).

4 Diagnostik der ADHS (Publikation I, Teil 2)

Die Zunahme der ärztlichen Überweisungen und die Komplexität des ätiologisch und phänotypisch heterogenen Störungsbilds stellen hohe diagnostische Anforderungen (vgl. Desman & Petermann, 2005). Es gibt bislang kein kritisches diagnostisches Verfahren, durch welches sich eine ADHS eindeutig feststellen ließe (Goldstein & Naglieri, 2006). Problematisch ist außerdem, dass es sich bei dem Störungsbild nicht um eine klar von der Normvariation abgrenzbare Einheit handelt, sondern vielmehr um ein Merkmalskontinuum mit geringeren oder stärkeren Ausprägungen. Es ist daher wichtig, immer auch Aussagen zum Schweregrad der Symptomatik und zu den psychosozialen Beeinträchtigungen zu machen. Bei der Diagnostik sollten vier essentielle Elemente beachtet werden: die Anamnese mit der Entwicklungsgeschichte des Kindes, die Erfassung der DSM-IV- bzw. ICD-10-Kriterien mittels eines Interview-Verfahrens oder Fragebogens, Beeinträchtigungen im schulischen und sozialen Bereich sowie die Erfassung exekutiver Defizite und Aufmerksamkeitsfunktionen (Goldstein & Naglieri, 2008). Nur so können die spezifischen Defizite der Kinder (z. B. Aufmerksamkeitsproblematik oder Planungsdefizit oder beides) aufgedeckt und entsprechend „maßgeschneiderte“ Interventionen veranlasst werden. Derzeit stützt sich die empfohlene Eingangsdiagnostik auf eine ausführliche klinische Exploration sowohl des Patienten selbst als auch seiner Bezugspersonen. Dabei werden Fragebogenverfahren für Eltern, Erzieher, Lehrer oder den Betroffenen selber sowie strukturierte Interviews und Diagnose-Checklisten eingesetzt (DGKJP, 2007; Döpfner et al., 2008). Im Folgenden werden diese diagnostischen Elemente kurz beschrieben, der Fokus liegt dabei auf den testpsychologischen Untersuchungen (Kapitel 4.2).

4.1 Basisdiagnostik

Bei der klinischen Exploration und Anamnese werden hochstrukturierte Interviews wie das Diagnostische Interview bei psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter (DIPS; Unnewehr, Schneider & Margraf, 1995) oder Checklisten wie die Diagnose-Checkliste für Hyperkinetische Störungen (DCL-HKS; Döpfner & Lehmkuhl, 1998) eingesetzt. Sie beziehen sich hauptsächlich auf das Auftreten der Leitsymptome der Störung, auf die Häufigkeit, Intensität und situative Variabilität. Erfragt werden aber auch komorbide Symptomatiken und Begleitprobleme sowie die störungsspezifische Entwicklungsgeschichte und die psychosozialen Lebensbedingungen.

Zur Erfassung der ADHS-Symptomatik eignen sich standardisierte Fragebögen für die Kinder, die Eltern oder die Lehrer. Mit dem Fremdbeurteilungsbogen für Hyperkineti-

sche Störungen (FBB-HKS) als einem Bestandteil des Diagnostik-Systems für Psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV (DISYPS-II; Döpfner & Görtz-Dorten, 2008) liegt ein solches psychometrisch geprüftes und normiertes Verfahren vor. Ab einem Alter von elf Jahren kann er auch als Selbstbeurteilungsbogen eingesetzt werden. Ein Breitbandverfahren, das auch bei der differenzialdiagnostischen Abgrenzung hilfreich sein kann, sind die Conners-Fragebögen, von denen international verschiedene Langformen (Huss, Iseler & Lehmkuhl, 2001; Huss et al., 2002), aber auch eine 10-Item-Kurzform vorliegt (Steinhausen, 2000). Das Fragebogensystem von Achenbach besteht aus dem Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (CBCL/4-18; Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998a), dem Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (TRF; Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1993) und dem Fragebogen für Jugendliche (YSR; Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998b). Für den deutschen Sprachraum ebenfalls überprüft und für die Elternversion normiert ist der Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ; Goodman, 2001).

Es existieren keine spezifischen körperlichen Merkmale einer ADHS, internistische oder neurologische Untersuchungen (bildgebende Verfahren oder EEG) können aber auf jeden Fall sinnvoll sein, um begleitende körperliche Erkrankungen festzustellen.

Teilweise werden auch Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Sie sind meist im natürlichen Umfeld am effektivsten, dort jedoch auch immer schwer zu realisieren (Videoaufnahmen). Auch in der Untersuchungssituation können sich aber einzelne Symptome beobachten lassen (z. B. in der Spielsituation oder während der Testdiagnostik).

4.2 Testpsychologische Untersuchungen

Eine Intelligenz-, Leistungs- und Entwicklungsdiagnostik wird meist standardmäßig mit durchgeführt, weil die ADHS gehäuft mit Leistungs- und Entwicklungsdefiziten einhergeht, die Symptomatik andererseits aber auch Ausdruck einer schulischen Überforderung darstellen kann. Zur differenzialdiagnostischen Abklärung und Aufdeckung komorbider Störungen werden oft zusätzlich neuropsychologische Tests zur Erfassung der Aufmerksamkeit, der Impulsivität oder der exekutiven Funktionen eingesetzt (vgl. Übersicht 1). Traditionelle Intelligenztests eignen sich nur eingeschränkt, um die kognitiven Defizite der ADHS-Subtypen zuverlässig aufzudecken (Barkley, 1997), da dieselben Skalen und Untertests oft gleichermaßen in der Diagnostik bei Lernstörungen, emotionalen Störungen, bei Problemen mit dem Arbeitsgedächtnis oder der Verarbeitungsgeschwindigkeit eingesetzt werden.

Übersicht 1. Internationale neuropsychologische Verfahren

- Continuous Performance Tests (vgl. Rosvold et al., 1956): messen Aufmerksamkeitschwächen bei der Daueraufmerksamkeit, der selektiven Aufmerksamkeit und der Impulsivität. Es gibt eine Vielzahl von CPTs, die bekanntesten sind der Test of Variables of Attention (T.O.V.A.; Greenberg & Waldman, 1993), der Conner's CPT-II (Conners et al., 1995) oder die TAP (Zimmermann & Fimm, 2002). Durch sogenannte Go/NoGo-Aufgaben wird die Fähigkeit einer Person erfasst, ihre Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten und ihre Antworten zu kontrollieren. Sie muss auf einen bestimmten vorgegebenen Reiz reagieren, bei allen anderen Reizen diese Reaktion jedoch unterdrücken. In Stopp-Signal-Aufgaben zur Impulskontrolle sind die Personen mit einer visuellen Diskriminationsaufgabe beschäftigt. Nach einem akustischen Stopp-Signal soll die Person ihre Handlung stoppen, das heißt nicht mehr die primäre Aufgabe bearbeiten.
- Controlled Oral Word Association (COWA oder FAS-Test; Spreen & Benton, 1977; Benton, Hamsher, Ray & Sivan, 1994): erfasst die Wortflüssigkeit im Sinne der spontanen Produktion von Wörtern, die mit dem gleichen Buchstaben beginnen oder derselben Klasse angehören und zwar innerhalb einer festgelegten Zeitspanne.
- Corsi Blocks (Milner, 1971): ursprünglich zur Prüfung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis bei Patienten mit Lobektomie; liegt in einer Vorwärts- und Rückwärts-Bedingung vor; gibt Hinweise über die Merkspanne bei unmittelbarem Gedächtnisabruf.
- Design Fluency (Jones-Gotman, 1991) oder auch Five-Point-Test: nonverbale Versionen des COWA (siehe oben): messen die Produktion von neuen, abstrakten Formen innerhalb einer festgesetzten Zeitspanne.
- Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J.R. Stroop (Bäumler, 1985): Wortbenennung: bestehend aus den drei Subtests Farbwörter lesen (FWL), Farbstriche benennen (FSB) und Interferenzversuch (INT); zur Erfassung exekutiver Funktionen. Personen müssen bei der Bearbeitung der geforderten Aufgabe den automatisch ablaufenden Prozess des Lesens unter Inanspruchnahme von Aufmerksamkeitsressourcen bewusst unterdrücken. Die für die Benennung der Farbe benötigte Zeit wird erfasst.
- Finger-Tapping-Test (Reitan & Wolfson, 1985): untersucht die Geschwindigkeit und Regelmäßigkeit einfacher Fingerbewegungen; erlaubt Rückschlüsse auf motorische Fähigkeiten.
- Labyrinthaufgaben (vgl. Gallhofer, 1999): zur Untersuchung von Prozessen visuell-räumlicher Informationsverarbeitung; bei Labyrinthaufgaben mit vollständig sichtbarem Wegesystem wird eine Koordination zwischen perzeptiven und motorischen Subprozessen als entscheidend für eine erfolgreiche Aufgabenlösung angesehen.
- Rey's Auditory-Verbal Learning Test (RAVLT; Rey, 1964): erfasst das verbale Arbeitsgedächtnis und die verbale Lernfähigkeit. Die Interferenz beim freien Abruf zuvor gelernter Begriffe wird abgeschätzt. Es handelt sich dabei auch um eine Aufmerksamkeitsleistung. Neben dem expliziten Kurzzeitgedächtnis und dem Lernzuwachs werden in verschiedenen Durchläufen auch die freie Reproduktion als Funktion des Langzeitgedächtnisses sowie die Behaltensleistung des semantischen Gedächtnisses (Rekognitionsleistung) getestet.
- Tower of London (deutsche Version: Turm von London; Tucha & Lange, 2004): Transformationsaufgabe zur Erfassung des konvergenten problemlösenden Denkens. Der Test erfasst komplexe Planungsprozesse, bei denen eine Vielzahl möglicher Handlungsoptionen erkannt und in der Vorstellung auf Brauchbarkeit hinsichtlich des erwünschten Zielzustandes überprüft werden müssen.

- Trail Making Test (z.B. aus Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery; Reitan & Wolfson, 1985): erfasst Arousal, mentale Flexibilität, Abstraktionsfähigkeit sowie die visuelle Auffassungsgabe und motorische Fähigkeiten.
- Wisconsin Card Sorting Test (WCST: Grant & Berg, 1993): zur Bearbeitung dieses Tests ist der Einsatz verschiedener exekutiver Funktionen notwendig wie problemlösendes Denken und Planen, Eigenüberwachung zur Verhaltenssteuerung, Konzeptentwicklung und -revidierung sowie die Verfolgung eines übergeordneten Ziels. Der Test soll die Fähigkeit zur Konzeptbildung erfassen.
- Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts (HAWIK-IV: Petermann & Petermann, 2008): Der Digit-Span-Test erfasst Komponenten des Kurzzeitgedächtnisses, der Aufmerksamkeit und Konzentration; im Rückwärtsteil werden auch Arbeitsgedächtnisfunktionen erfasst (Goldman-Rakic, 1994).
- Zoo Map Test (deutsche Version: Zoo-Spiel; Fritz & Hussy, 2000): erfasst die Planungsfähigkeit; misst Planungstiefe, Plankorrektur, Regelkontrolle und Umwegkontrolle und somit vier quantitative Aspekte der Planungsfähigkeit. Ist ein Bestandteil der neuropsychologischen Testbatterie BADS, die alltägliche Probleme, die mit exekutiven Defiziten einhergehen, vorhersagen soll.

4.2.1 Diagnostik exekutiver Funktionen

Entsprechend der dargestellten Heterogenität der exekutiven Defizite können immer nur Teilleistungen durch verschiedene Tests und experimentelle Paradigmen erfasst werden. Da die verschiedenen Teilaspekte der EF bei ADHS-Patienten außerdem unterschiedlich beeinträchtigt sein können, resultiert ein breites und heterogenes kognitives Störungsmuster, das den Einsatz mehrerer neuropsychologischer Testverfahren notwendig macht. Dabei sollte möglichst je ein Verfahren zum Arbeitsgedächtnis, zum Monitoring, zur kognitiven Flüssigkeit sowie zum planerischen und problemlösenden Denken eingesetzt werden (Müller et al., 2010).

Die *kognitive Flexibilität* als „Fähigkeit zur Variation in Denken und Handeln zur Adaption an veränderte Umweltbedingungen“ (zit. nach Seiferth et al., 2007, S. 266) kann durch lexikalische oder semantische Wortflüssigkeitsaufgaben überprüft werden, bei denen sich im fMRT eine vermehrte Aktivierung im linken Gyros frontalis inferior und im anterioren Cingulum zeigt, was für eine starke Beteiligung nicht-sprachlicher Komponenten bei der Lösung dieser Art von Aufgaben spricht. Auch Set-Shifting-Aufgaben wie der Wisconsin-Card-Sorting-Test (vgl. Übersicht) erfassen die kognitive Flexibilität. Auch hier erwiesen sich der mediale und dorsolaterale präfrontale Cortex sowie der posteriore Teil des Sulcus frontalis inferior als relevante Areale (Konishi et al., 1999; Volz et al., 1997).

Auch *Planungsprozesse* gehören zu den operationalisierbaren exekutiven Funktionen. Sie beschreiben einen hierarchisch übergeordneten kognitiven Prozess, bei dem konvergentes, problemlösendes Denken und einfache oder komplexe Planungsprozesse im

Vordergrund stehen. Neben der Entwicklung und dem Transfer von effizienten Strategien kann eine Vielzahl möglicher Handlungsoptionen erkannt und durch mentale Vorstellung auf ihre Brauchbarkeit hinsichtlich eines erwünschten Zielzustandes überprüft werden. Oftmals sind dazu weitere kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit oder simultane und sequentielle Kodierung notwendig. Planungsfähigkeit ist außerdem notwendig, um Impulse zu kontrollieren und gelerntes Wissen anzuwenden. Für diese komplexen Planungs- und Problemlöseprozesse ist vor allem der frontopolare präfrontale Kortex von besonderer Bedeutung (Köchlin, Basso, Pietrini, Panzer & Grafman, 1999), wobei die Aktivierung dabei von der Schwierigkeit der zu bearbeitenden Aufgabe abhängt. Zur Untersuchung der Planungsfähigkeit eignet sich der Turm von London (Tucha & Lange, 2004; vgl. Übersicht), der auch Anforderungen an das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis stellt.

Als *kognitive Inhibition* oder *Reaktionsunterdrückung* werden Prozesse bezeichnet, die bestimmte Handlungsimpulse unterdrücken sollen, damit eine genaue und korrekte Lösung erbracht werden kann. Die eingeschränkte Inhibitionsfähigkeit wurde bei Kindern mit ADHS in Aufgaben zur motorischen Hemmung belegt. Die gängigsten Operationalisierungen sind sogenannte Go/NoGo-Paradigmen oder der Stroop-Test. Go/NoGo-Aufgaben prüfen Inhibitionsprozesse im Sinne der spezifischen Fähigkeit, eine nicht erwünschten Reaktion zu unterdrücken, indem auf bestimmte Zielreize möglichst schnell reagiert werden soll, bei entsprechenden Distraktoren die Reaktion jedoch unterdrückt werden muss (selektive Reaktion). Im Stroop-Test wird kognitive Interferenz erzeugt und der automatisch ablaufende Prozess des Farben-Lesens muss unter Inanspruchnahme von Aufmerksamkeitsressourcen und willentlicher Kontrolle bewusst unterdrückt werden. Bei der Inhibition einer Reaktion ist der rechte Sulcus frontalis superior sowie der präfrontale Kortex beteiligt (Konishi et al., 1999; Liddle, Kiehl & Smith, 2001). Kommt es zu falschen Reaktionen, bei denen die Reaktionsinhibition misslingt, sind eher der anteriore Cingulus und der präsupplementär-motorische Kortex aktiviert. Kinder mit ADHS zeigen im MRT bei der Bearbeitung verschiedener Inhibitionsparadigmen eine verminderte Leistungsfähigkeit mit strukturellen Auffälligkeiten in rechts-hemisphärischen frontostriatalen Schleifen (Casey et al., 1997).

Beim *Monitoring* wird das eigene Verhalten bewertet und situativ an die jeweiligen Umweltbedingungen angepasst. Die dafür notwendige Fähigkeit zur Fehlerdetektion wird in sogenannten Fehlerdetektionsaufgaben abgeprüft. Liegt eine Störung der inter-

nen Überwachungsfunktion vor, geht diese laut fMRT-Ergebnissen mit einer Dysfunktion des anterioren Cingulums hervor (z. B. Carter, MacDonald, Ross & Stenger, 2001).

Dem *Arbeitsgedächtnis* kommt die Funktionen der strategischen Informationsverarbeitung, der aufgabenangepassten kontrollierten Steuerung und der flexiblen Kontrolle kognitiver Prozesse zu. In seiner Bedeutung als zeitbezogenem Speicher von Informationen, die im Rahmen kognitiver Aufgaben wie der Selbstregulation, Planung und Organisation von Handlungsabläufen erforderlich sind, lässt sich das Arbeitsgedächtnis unter den Begriff der exekutiven Funktionen subsumieren und scheint bei ADHS-Patienten beeinträchtigt zu sein (Niederberger, 2007). Die Patienten haben Schwierigkeiten beim kurzfristigen Behalten und Manipulieren von Informationen. Zentral sind dabei die beiden modalitätsspezifischen Subsysteme *Phonologische Schleife* und *visuell-räumlicher Skizzenblock* (Rommelse et al., 2008; Tiffin-Richards, Hasselhorn, Woerner, Rothenberger & Banaschewski, 2008). Die phonologische Schleife umfasst das Verarbeiten und temporäre Speichern sprachlicher Informationen (Müller, 2003), während der visuell-räumliche Skizzenblock dieselben Aufgaben erfüllt, allerdings bezogen auf visuell-räumliche Informationen. Beide werden bei der Bearbeitung kognitiver Anforderungen durch die übergeordnete zentrale Exekutive kontrolliert und gesteuert (Schweizer, 2006). Die zentrale Exekutive des Arbeitsgedächtnisses wird meistens mit Hilfe von Dual-Task-Aufgaben untersucht, bei denen gleichzeitig mehrere Aufgaben zu bearbeiten und mehr als eine Reizquelle zu beachten sind (task switching). Bei dem Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben erhöhen mediale und dorsolaterale Teile des Präfrontalkortex ihre Aktivität (Sylvester et al., 2003). Es gibt aber auch fMRT-Ergebnisse, die eine Aktivierung parietaler Kortexareale nachweisen (Gurd et al., 2002). Bislang wurde angenommen, dass der parietale Kortex hauptsächlich bei der Allokation von Aufmerksamkeit von Bedeutung ist (vgl. Seiferth et al., 2007). Exekutive Funktionen dürfen also nicht nur mit frontalen Funktionen gleichgesetzt werden, obwohl vor allem orbitofrontale Läsionen zu Enthemmung und Verlust der Verhaltenskontrolle führen und es bei einer Schädigung des dorsolateralen präfrontalen Kortex zu einem Verlust von Planungsfähigkeit und Initiative kommen kann (Mesulam, 2000).

Ein zentrales Problem besteht darin, dass die prädiktive Power der Tests, die die EF erfassen sollen, oftmals unzureichend ist. Die Tests zeigen sich zwar sensitiv, das heißt, die Wahrscheinlichkeit, eine tatsächlich an ADHS erkrankte Person mit Hilfe des Testverfahrens richtig zu identifizieren, ist hoch. Die Spezifität lässt allerdings oft zu wünschen übrig, das Verfahren erkennt gesunde Person also nicht zuverlässig auch als ge-

sund (Doyle, Biederman & Seidman, 2000; Hinshaw, Carte, Sami, Treuting & Zupan, 2002). Personen mit unterdurchschnittlichen Testergebnissen leiden höchstwahrscheinlich an ADHS, aber nur eine geringe Zahl von ADHS-Patienten zeigt überhaupt Defizite in einem spezifischen Testverfahren. Daher kann die Abwesenheit einer spezifischen neurokognitiven Schwäche auch nicht herangezogen werden, um eine ADHS zuverlässig auszuschließen (Grodzinsky & Barkley, 1999). Die Trefferquote wird zwar durch die Kombination verschiedener neuropsychologischer Tests verbessert, bleibt aber weiterhin begrenzt. Bei neuropsychologischen Auffälligkeiten ist generell immer darauf zu achten, ob gleichzeitig auch klinische Korrelate einer ADHS vorliegen.

4.2.2 Aufmerksamkeitsdiagnostik

Es finden sich zahlreiche diagnostische Verfahren, die explizit das Konstrukt Aufmerksamkeit erfassen sollen. Da sie neben Parametern wie Auslassungs- und Falschen-Alarm-Fehlern vor allem auch die mittleren Reaktionszeiten und deren Standardabweichungen erfassen, liegen sie meist als computerbasiertes Format (sogenannte Continuous-Performance-Tests (CPT)) vor. Sie funktionieren alle nach einem ähnlichen Prinzip und messen Schwächen in der Daueraufmerksamkeit, der selektiven Aufmerksamkeit und der Impulsivität. Es gibt eine Vielzahl von CPT, die gebräuchlichsten sind der Test of Variables of Attention (T.O.V.A.; Greenberg & Waldman, 1993) und der Conner's CPT-II (Conners & Multi-Health Systems Staff, 1995). Auch diese Verfahren orientieren sich an einer Mehrkomponententheorie, welche die entwicklungspsychologisch gut belegte frühe Differenzierung des Aufmerksamkeitssystems beachtet (Ruff & Rotbarth, 1996).

Die bekannteste Testbatterie zur Evaluation von Aufmerksamkeitsfunktionen, die im deutschen Sprachraum routinemäßig auch in der ADHS-Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen eingesetzt wird, ist die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP; Zimmermann & Fimm, 2002). Ursprünglich zur neuropsychologischen Diagnostik von Erwachsenen mit Gehirnverletzungen entwickelt, erfasst sie mit Hilfe von 13 Untertests die verschiedensten Aufmerksamkeitskomponenten wie zum Beispiel die Bereiche Reaktionswechsel, Inhibition oder Daueraufmerksamkeit. Leider liegen nicht für alle Untertests Normen für Kinder und Jugendliche im Alter von 6 bis 19 Jahren vor (Földényi, Imhof & Steinhausen, 2000). Zwei der bekanntesten Aufgabenparadigmen in der ADHS-Diagnostik, die auch Bestandteil der TAP sind, sind die Go/NoGo-Aufgaben und die Stopp-Signal-Aufgaben. Erstere erfassen die Fähigkeit einer Person, ihre Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten und ihre Antworten zu kontrollieren. Sie muss auf ei-

nen bestimmten vorgegebenen Reiz reagieren, bei allen anderen Reizen diese Reaktion jedoch unterdrücken. In Stopp-Signal-Aufgaben zur Impulskontrolle sind die Patienten mit einer visuellen Diskriminationsaufgabe beschäftigt. Nach einem akustischen Stopp-Signal soll eine Handlung gestoppt, das heißt, nicht mehr die primäre Aufgabe bearbeitet werden. Die extra für Kinder entwickelte, ansprechender gestaltete KITAP (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) zeigt Schwächen in der Validität und eignet sich daher nicht besonders für die Diagnostik einer ADHS.

Es muss beachtet werden, dass nur ein Teil der Kinder mit ADHS klinisch relevante Auffälligkeiten in Tests zur Aufmerksamkeit zeigt (Nigg, Willcutt, Doyle & Sonuga-Barke, 2005). Vor allem Kinder des unaufmerksamen Subtyps zeigen laut Barkley (1997) vermehrt Störungen in der Verarbeitungsgeschwindigkeit (langsamere Reaktionszeiten) und der selektiven Aufmerksamkeit. Ihre Symptomatik ist weniger disruptiv und wird daher oft als „milder“ wahrgenommen. Die Kinder werden durch Adjektive wie tagträumerisch, unteraktiviert, passiv, apathisch, schwerfällig und sozial zurückgezogen charakterisiert und es wird – neben einer eigenen Störungskategorie - ein Unterschied im Schweregrad der Störung im Vergleich zum Mischtypus oder dem vorwiegend hyperaktiven Typus diskutiert.

Beim unaufmerksamen Typ wird das Gehirn vermutlich nicht mit dem angemessenen kortikalen Tonus versorgt, der für die gerichtete und selektive Aufmerksamkeit zuständig ist. Die Ressourcen sind aber vor allem dann notwendig, wenn einer Person mehrdimensionale Stimuli präsentiert werden, bei denen aber lediglich eine Dimension beachtet werden soll, während die Antwort auf andere (oft salientere) Stimuli unterdrückt werden muss. Ein optimales Erregungsniveau (Arousal) ist auch notwendig, um komplexere Aufmerksamkeitsformen (selektive Aufmerksamkeit und Inhibition) zuzulassen. Inhibition bedeutet in diesem Fall auf relevante Stimuli zu fokussieren und Distraktoren aus der Umgebung auszublenden.

Beim so genannten Mischtypus werden eine diffuse, umfassendere kognitive Beeinträchtigung und Schwierigkeiten, die Anstrengungsbereitschaft aufrechtzuerhalten, angenommen. Kinder dieses Typs zeigen ein geringeres Durchhaltevermögen, eine schlechtere Inhibitionskontrolle und eine hohe Ablenkbarkeit (vgl. Desman & Petermann, 2005). Auch der impulsive Typus scheint mit Defiziten im Bereich der Verhaltenshemmung einherzugehen (Barkley, 1997). Dem Begriff Inhibition kommt in diesem Fall eher die Bedeutung der Impulskontrolle zu. Kinder des hyperaktiven Subtyps kön-

nen sich oft ohne größere Schwierigkeiten auf ihr liebstes Computerspiel konzentrieren, während sie dem Schulunterricht nur schwer aufmerksam folgen können. Dieses Beispiel beschreibt die zentrale Schwäche in der Verhaltenskontrolle bei diesen Kindern. In diesem Zusammenhang scheint das Label **ADHS** für Kinder vom hyperaktiven Typus nicht ganz zutreffend, denn bei ihnen steht vor allem das Defizit in der Verhaltensregulation im Vordergrund (vgl. Goldstein & Naglieri, 2006).

Insgesamt betrachtet gibt es auch bezüglich der Aufmerksamkeitsleistungen bei ADHS-Patienten sowohl Studien, die belegen, dass sich die verschiedenen ADHS-Subtypen in ihren Aufmerksamkeitsleistungen unterscheiden (Dinn et al., 2001; Gansler et al., 1998; Taylor & Miller, 1997), als auch Studien, in denen sich diese Unterschiede nicht bestätigen lassen (Murphy et al., 2001). Tucha und Kollegen (2008) verglichen in einer Studie mit der TAP erwachsene ADHS-Patienten entsprechend der drei DSM-IV-Subtypen mit einer gesunden Kontrollgruppe und stellten fest, dass alle drei Patientengruppen Beeinträchtigungen in der Vigilanz, der selektiven Aufmerksamkeit, der geteilten Aufmerksamkeit und der Flexibilität zeigten und zwar vor allem, wenn die Reaktionszeit als Leistungsparameter herangezogen wurde. Unterschiede zwischen den drei Patientengruppen fanden sich bezüglich der geteilten Aufmerksamkeit, der selektiven Aufmerksamkeit und der Flexibilität und zwar für den Parameter Fehlerfreiheit der Aufgabenbeantwortung. Die Effekte der Unterschiede zwischen der gesunden Kontrollgruppe und der gesamten Patientengruppe waren dabei wesentlich größer als die Unterschiede zwischen den einzelnen Subtypengruppen. Patienten des hyperaktiven/impulsiven Subtyps zeigten im Untertest *Flexibilität* signifikant mehr Falsche-Alarm-Fehler und langsamere Reaktionszeiten, während sie im Untertest *Go/NoGo*, der die Inhibitionsfähigkeit erfasst, sehr viele Auslassungsfehler machten. Patienten vom unaufmerksamen Typ machten im Untertest *Geteilte Aufmerksamkeit* die meisten Falschen-Alarm-Fehler. Bezüglich *Alertness* und *Vigilanz* fanden sich keine Gruppenunterschiede.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es vor allem aufgrund der komplexen Interaktionen der ADHS-Symptome mit diversen Umgebungsfaktoren und der zahlreichen Komorbiditäten kein ausreichend sensitives und spezifisches diagnostisches Verfahren gibt, das eine ADHS eindeutig feststellen könnte (Goldstein & Naglieri, 2008; Schmidt, Brücher & Petermann, 2006). Laut einer Metaanalyse von Rapport, Chung, Shore, Denney und Isaacs (2000) ist die Anzahl der Testverfahren, die sich zur Differenzierung zwischen Kindern mit ADHS und gesunden Kindern eignen, begrenzt. Es gibt zunächst einmal nicht ausreichend viele konsistente empirische Befunde, beispielsweise finden

sich nicht bei allen ADHS-Kindern exekutive Defizite, und selbst wenn sich diese Defizite in einer Gruppe von ADHS-Patienten zeigen, beinhalten sie unterschiedliche Schweregrade. Aus diesen Ergebnissen lässt sich daher lediglich ableiten, dass abnorme Leistungen in den exekutiven Funktionen zwar auf eine ADHS hindeuten, normale oder überdurchschnittliche Leistungen in einigen exekutiven Funktionsbereichen andererseits aber kein Beweis für die Abwesenheit von ADHS sind. Nicht alle Kinder mit ADHS zeigen entsprechende neuropsychologische Auffälligkeiten in den einschlägigen Testverfahren. Wenn die neuropsychologischen Verfahren allerdings auch nicht zur Verifikation einer Diagnose tauglich sind, so können sie doch nützliche Hinweise über Aufmerksamkeits- und neuropsychologische Defizite geben, die häufig auch therapierelevant sind.

Auch bei vielen anderen kinder- und jugendpsychiatrischen Verhaltensstörungen (Lernstörungen, Angst, Depression oder Autismus) kann es zu Problemen im Bereich der Aufmerksamkeitsfunktionen kommen (Oh, 2000). Aus dieser Problematik können leicht falsch positive ADHS-Diagnosen entstehen, die aber dringend zu vermeiden sind (Kernner & Goldstein, 2005). Desgranges, Desgranges und Karsky (1995) sichteten 119 Akten von Patienten, bei denen eine ADHS-Diagnostik durchgeführt wurde und fanden lediglich in 45 Fällen eine bestätigte Diagnose. In den anderen Fällen waren vielmehr Probleme wie Angststörungen, Substanzmissbrauch oder Tic-Störungen vorherrschend.

Bei der Beschreibung von Studiendesigns sollte bei Gruppenunterscheidungen bestenfalls immer mit angegeben werden, wie viel Prozent der Kinder tatsächlich EF-Beeinträchtigungen zeigten bzw. wie sensibel und spezifisch die eingesetzten Testverfahren für die ADHS-Diagnose sind. Für die diagnostisch eingesetzten Verfahren müssen repräsentative Normen vorliegen, die auch angeben, wie wahrscheinlich es ist, dass gesunde Kinder, ohne klinische Auffälligkeiten, trotzdem ein auffälliges Testergebnis erzielen. Außerdem sollten dringend neuropsychologische Subtypen der ADHS definiert und an Außenkriterien oder bezüglich des entsprechenden Therapieerfolgs validiert werden.

Aufgrund der Auswirkungen, die eine ADHS-Diagnose auf den Alltag der Betroffenen hat, ist es dringend notwendig, gut standardisierte, reliable und valide Testverfahren zu entwickeln und einzusetzen, um die ADHS zuverlässig zu diagnostizieren. Naglieri und Das (1997) fanden beispielsweise heraus, dass beim Tower of Hanoi (aktuelle deutsche Version: Turm von London) neben Planungsfähigkeiten auch Sequentielle Verarbei-

tungsfähigkeiten erfasst werden. Letztere sind vor allem bei Kindern mit Lesestörungen beeinträchtigt, während Kinder mit ADHS vom hyperaktiven Typus Schwierigkeiten in der Planungsfähigkeit aufweisen, was eine Diagnose mit Hilfe dieses Instruments bereits deutlich erschwert.

4.3 Die K-CAB als neuer diagnostischer Zugang

Ein neuer diagnostischer Ansatz, der in fünf Untertests neben der Aufmerksamkeitsleistung auch kognitive und insbesondere exekutive Funktionen erfasst, ist die Kaufman Computerized Assessment Battery (K-CAB; Petermann, 2010). Der Test wird im Folgenden ausführlich dargestellt, da er im Rahmen dieser Arbeit an der Universität Bremen normiert und mit Hilfe einer ADHS-Stichprobe klinisch validiert wurde (vgl. Publikation II).

4.3.1 Theoretische Fundierung

Als computergestützter Test für Kinder zwischen 6;5 und 10;11 Jahren basiert die K-CAB sowohl auf der neuropsychologischen PASS-Theorie (Naglieri & Das, 2005) als auch auf dem CHC-Modell (McGrew, 2005) und zeigt sich entsprechend sensibel gegenüber den spezifischen kognitiven Problemen und exekutiven Defiziten von Kindern mit Lernstörungen und Störungen der Aufmerksamkeit, Konzentration oder Impulskontrolle. Ein vergleichbares und vor allem aktuell normiertes Verfahren lag für den deutschen Sprachraum bislang nicht vor.

Obwohl die K-CAB eigentlich auf Grundlage der neuropsychologischen Theorie Lurias entwickelt wurde, lassen sich die vier kognitiven Untertests (ohne Aufmerksamkeit) auch unter Zuhilfenahme anderer theoretischer Modelle interpretieren. Horns Modell der fluiden und kristallinen Intelligenz (1989) bildet die theoretische Grundlage vieler Intelligenz- und Kognitiver Fähigkeitstests. Das Modell, das acht kognitive Fähigkeiten identifiziert, ist, aktuell erweitert, als Cattell-Horn-Carroll-Theorie (CHC; McGrew, 2005) bekannt. Entsprechend der Grundlage des CHC-Modells erfassen die K-CAB-Untertests die visuelle Verarbeitung, das Kurzzeitgedächtnis sowie die fluide und kristalline Intelligenz.

Im Fokus dieser Arbeit steht allerdings die neuropsychologische Basierung und Interpretation des Testverfahrens. Im englischen Sprachraum sind Testverfahren, die auf der PASS-Theorie basieren (z. B. Cognitive Assessment System (CAS), Naglieri & Das, 1997) seit längerem in der ADHS-Diagnostik in Gebrauch. Durch den kognitionspsychologisch ausgerichteten hierarchischen Ansatz mit neuropsychologischer Fundierung

schaft die PASS-Theorie eine Verbindung zwischen dem Störungsmodell der ADHS und der Konzeptualisierung beteiligter kognitiver Prozesse (vgl. Publikation I; Petermann & Toussaint, 2009). Sie steht in der Forschungstradition der neuropsychologischen Theorie der zerebralen Spezialisierung nach Luria (1970). Er erstellte eine Lokalisation derjenigen Systeme und Funktionen des Gehirns, die für komplexe Verhaltensprozesse und psychische Vorgänge höherer Ordnung, die mit dem Problemlösen assoziiert sind, verantwortlich sind. Dabei identifizierte er die so genannten Basisfunktionen des Gehirns, die durch drei funktionale Systeme bzw. drei fundamentale Einheiten (Blöcke) darstellbar sind. Sie sind verantwortlich für:

- Wachsamkeit und Aufmerksamkeit (Block 1),
- die Fähigkeit, Informationen durch einzelheitliche (sequentielle) und ganzheitliche (simultane) Verarbeitungsprozesse zu analysieren, zu codieren und zu speichern (Block 2) sowie
- die Anwendung exekutiver Funktionen zur Handlungssteuerung und -kontrolle, zur Verhaltensvorhersage und zur Konzeptbildung (Block 3).

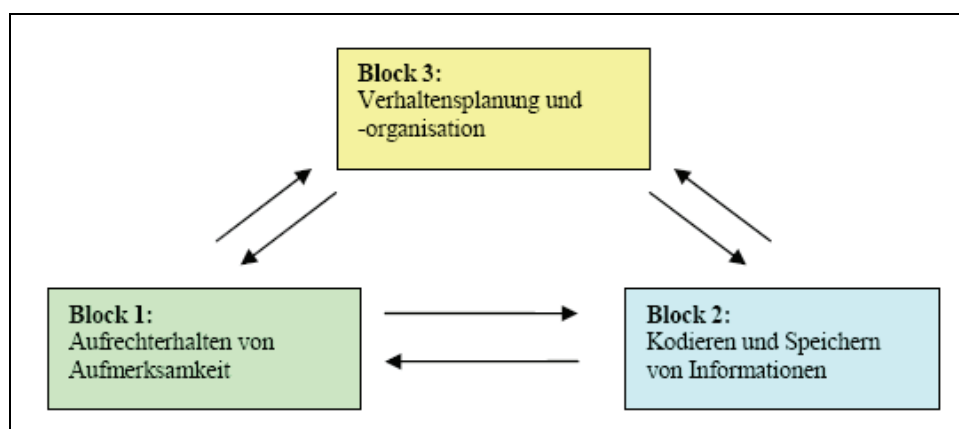


Abbildung 7. Theorie der Basisfunktionen des Gehirns nach Luria

Abbildung 7 fasst die beteiligten Funktionen für die drei Blöcke zusammen. Zahlreiche empirische Studien (Das, Kirby & Jarman, 1979; Das, Naglieri & Kirby, 1994; Naglieri, 1999; Naglieri & Das, 1997) stützen die klinischen Argumente Lurias über die drei funktionalen Einheiten (1966, 1970, 1973, 1980). Die Funktionen von Block 1 entsprechen der Aktivierung des retikulären Systems. Die Funktionen des Blocks 3 sind mit der anterioren Region der Frontallappen verbunden. Block 3 ist sehr eng mit Block 1 verbunden; beide Blöcke stehen in Beziehung zur globalen Leistungsfähigkeit des Gehirns (Reitan, 1988). Nach Annahme Lurias sind die Aufnahme von Informationen und deren

Speicherung im Gedächtnis – verbunden mit den Funktionen des Blocks 2 – spezifisch für die jeweils beteiligten Sinne (zum Beispiel Sehen oder Hören) und dementsprechend im Okzipitallappen bzw. den Parietal- und Temporallappen, hinter der Zentralfurche (Rolando-Fissur), lokalisiert. Innerhalb von Block 2 unterscheidet Luria (1966) zwischen zwei basalen Formen der integrativen Aktivität des zerebralen Kortex, die er als sequentiell und simultan bezeichnet.

Auf Lurias Theorie der zerebralen Spezialisierung basiert auch die PASS-Theorie (Das et al., 1994; Naglieri, Conway & Goldstein, 2009). Innerhalb der PASS-Theorie werden entsprechend die Aufmerksamkeitsleistung (Block 1), simultane und sequentielle kognitive Prozesse (Block 2) sowie die Planungsfähigkeit (Block 3) als Basiskomponenten der kognitiven Fähigkeiten verstanden. Die vier Prozesse bilden ein zusammenhängendes Funktionssystem, das mit dem Wissen und dem Bildungsstand einer Person interagiert und sind wie folgt definiert:

- **Planungsfähigkeit**, als Komponente der exekutiven Funktionen, beschreibt einen hierarchisch übergeordneten kognitiven Prozess, der vor allem konvergentes, problemlösendes Denken und einfache oder komplexe Planungsprozesse beinhaltet. Eine Person mit guten Planungsfähigkeiten kann neben der Entwicklung und dem Transfer von effizienten Strategien auch mehrere mögliche Handlungsoptionen erkennen und durch mentale Repräsentation auf ihre Brauchbarkeit hinsichtlich eines erwünschten Zielzustandes überprüfen. Dazu sind meist auch weitere kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit oder simultane und sequentielle Kodierung notwendig. Planungsfähigkeit hilft außerdem dabei, Impulse angemessen zu kontrollieren und gelerntes Wissen anzuwenden.
- **Aufmerksamkeit** beschreibt eine Fähigkeit, mit deren Hilfe eine Person auf spezifische Reize fokussieren kann, während sie gleichzeitig andere, weniger relevante Distraktoren ausblendet. Ein hoher Wert in einem Aufmerksamkeits-test bedeutet, je nach Aufgabeninhalt, dass die Aufmerksamkeit der Person distributiv (= auf eine Reizgruppe gerichtet), selektiv (= auf bestimmte Reize gerichtet) oder dauerhaft gut (= bei monotoner Tätigkeit) ist. Bei wechselnder Aufgabenart ist außerdem eine gewisse kognitive Flexibilität notwendig. Bei Aufgaben zur Aufmerksamkeitsprüfung geht immer die Entscheidung voraus, auf einen spezifischen Reiz in einer komplexen Umgebung zu reagieren oder eben nicht zu reagieren. Die Person muss ihre Impulse dafür gut kontrollieren können.

- Simultanität stellt eine kognitive Aktivität dar, bei der Reize zu zusammenhängenden Gruppen integriert werden müssen. Dabei wird das Kurzzeitgedächtnis einer Person über die ganzheitliche Informationsverarbeitung überprüft.
- Sequentialität steht für eine kognitive Aktivität, bei der Reize nach einer spezifischen seriellen Ordnung integriert werden sollen, indem eine schrittweise Abfolge gebildet wird. Eine auditive Information muss hier mit einer motorischen, nonverbalen Antwort verknüpft werden.

Die vier PASS-Prozesse können nicht als isolierte, unabhängige Fähigkeiten betrachtet werden. An den meisten komplexen Handlungen sind alle vier Prozesse beteiligt, allerdings nicht immer in gleichem Ausmaß; verschiedene Aufgaben mit unterschiedlichen Anforderungen (wie z. B. Schreiben- oder Lesenlernen) machen eine unterschiedliche Gewichtung notwendig. PASS-Prozesse sind beim Lösen von Schul- und Hausaufgaben involviert. PASS-Testwerte können daher auch als hervorragende Prädiktoren für schulische und akademische Leistungen gelten, obwohl sie explizit keine verbalen oder bildungsabhängigen Inhalte umfassen (vgl. Naglieri & Rojahn, 2004). Testverfahren, die auf der PASS-Theorie basieren, gelten daher auch als kulturfair (Naglieri, 2003).

4.3.2 Untertests und Gütekriterien

Auch die K-CAB erfasst mit ihren Untertests explizit die Prozesse der PASS-Theorie. Sie beinhaltet einen Aufmerksamkeitstest (**A** bzw. Block 1), Untertests zum sequentiellen und simultanen Verarbeiten (**S, S** bzw. Block 2) sowie einen Untertest zur Begriffsbildung (**P** bzw. Block 3). Die K-CAB schließt außerdem einen Wortschatztest ein, der das gelernte Wissen erfasst und als eine Art Synthese der drei Blöcke betrachtet werden kann; die Interaktion zwischen den drei Blöcken gilt dabei als Voraussetzung für Lernprozesse und den Erwerb von Wissen aus der Umwelt.

Der Untertest *Aufmerksamkeit* besteht aus zwei Teilen und ist gemäß eines Go/NoGo-Paradigmas aufgebaut. Als Stimuli werden menschliche Gesichter mit unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken (fröhlich, traurig, überrascht, usw.) verwendet. Im zweiten Teil muss der Fokus der Aufmerksamkeit flexibel gewechselt werden. Die Zielreize aus Teil eins werden zu Distraktoren und neue Zielreize werden eingeführt. In beiden Teilen werden die Bilder insgesamt jeweils für einen Zeitraum von drei Minuten dargeboten. Der Untertest erfasst die Fähigkeit des Kindes, seine Aufmerksamkeit zu fokussieren und aufrecht zu erhalten ohne sich dabei von Störreizen ablenken zu lassen oder impulsiv zu handeln. Beide Teile des Aufmerksamkeitstests setzen sowohl eine fokussierte als auch eine selektive Aufmerksamkeit voraus. Dies beinhaltet auch die

Fähigkeit zur längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung, indem nämlich relativ viel Anstrengung erforderlich ist, um die verschiedenen Stimuli und deren kontinuierliche Variation in der Präsentationsreihenfolge zu beachten.

Der Untertest *Wortschatz* erfasst die Sprachentwicklung des Kindes durch Erfragen seiner lexikalischen Kenntnisse und seines Allgemeinwissens (Themen aus dem Sachunterricht u.ä.). Das Kind muss dabei aus einer Reihe von sechs Bildern dasjenige Bild identifizieren, das einem zuvor gehörten Wort am besten entspricht. Nach dem CHC-Modell interpretiert erfasst der Wortschatz-Test die *kristalline Intelligenz*, bei der gespeichertes Wissen und bisherige Lernprozesse in den Vordergrund treten. Allgemein misst der Untertest Wortschatz die Fähigkeit eines Kindes, eine Fülle von Kenntnissen zu erwerben und anschließend wissentlich anzuwenden. Diese Fähigkeit hängt von zahlreichen Zweitvariablen wie der Motivation, der Stimulation aus der Umwelt oder der im Elternhaus gesprochenen Sprache ab. Da auch Faktoren wie die Qualität der Schule, die Bedeutung, die schulischem Erfolg in der entsprechenden Kultur zugemessen wird, die Anzahl der außerhalb der Schule gelesenen Bücher, die Erwartungen der Eltern oder der Ehrgeiz des Kindes selbst eine Rolle spielen, ist es immer notwendig, festzustellen, inwiefern die Leitung in diesem Untertest auch von den Zweit- oder Umweltvariablen beeinflusst sein könnte.

Im Untertest *Sequentielle Verarbeitung* klickt das Kind unter Beachtung einer mündlich vorgegebenen Reihenfolge auf eine Reihe von Bildern bekannter Objekte. Die Reihen beinhalten zwei bis zehn Bilder. Um die Aufgaben mit Hilfe einer „Schritt-für-Schritt“-Strategie optimal zu lösen, sind gute Fähigkeiten des auditiven Kurzzeitgedächtnisses (Interpretation laut CHC-Modell) nötig. Der Schwerpunkt bei der Problemlösung liegt hier auf der einheitlichen Ordnung der Reize, bei der jeder Schritt in linearer oder zeitlicher Beziehung zu dem vorhergehenden steht. Voraussetzung ist auch bei diesem Untertest eine gute Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung. Die Testwerte zeigen sich außerdem sensibel gegenüber Ablenkbarkeit und Ängstlichkeit.

Der Untertest *Begriffsbildung (Planungsfähigkeit)* (P) untersucht die Fähigkeit eines Kindes, komplexe Klassifikationsprobleme zu lösen, indem nach einer zuvor gelernten Regel Bilder von alltäglichen Gegenständen oder von abstrakteren Objekten ein- oder ausgeschlossen werden sollen. Die konzeptuellen Fähigkeiten, die für eine Lösung der Aufgaben notwendig sind, hängen mit übergeordneten exekutiven Funktionen zur Entscheidungsfindung zusammen. Um erfolgreich zu sein, müssen die Kinder Hypothesen entwickeln, die besten auswählen, überprüfen und ihr Verhalten entsprechend darauf ein-

stellen. Laut CHC-Modell erfasst der Untertest die fluiden Fähigkeiten und somit die Fähigkeit, neue Probleme zu lösen, indem schlussfolgerndes Denken durch Induktion und Deduktion angewendet wird. Der Untertest setzt die längerfristige Aufmerksamkeitszuwendung sowie eine richtige Kodierung und Speicherung der einzelnen Stimuli voraus.

Im Untertest *Simultane Verarbeitung* wird die Fähigkeit des Kindes, die räumliche Lokalisation von zufällig angeordneten Bildern abzurufen, erfasst. Eines oder mehrere Bilder werden für einige Sekunden auf dem Bildschirm gezeigt. Dann erscheint ein leeres Gitternetz auf dem Bildschirm. Das Kind muss dann auf diejenige bzw. diejenigen Zellen des Gitters klicken, in denen sich die zuvor gezeigten Bilder befunden hatten. Die Aufgaben müssen unter Bezug auf das visuelle Kurzzeitgedächtnis auf integrative und ganzheitliche Weise gelöst werden, wobei auch das räumliche Vorstellungsvermögen gefordert wird. Nach der CHC-Theorie misst der Untertest die visuellen Prozesse Informationen wahrzunehmen, zu speichern und zu manipulieren. Die Leistung kann sich bei einer Aufmerksamkeitsproblematik oder durch Ablenkbarkeit und Ängstlichkeit verschlechtern.

Die deutsche Version der K-CAB wurde vom Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation der Universität Bremen im Jahr 2009 anhand einer Stichprobe von 908 Grundschulkindern an fünf deutschen Teststandorten normiert. Für alle Untertests liegen dem Alter angepasste Standardwerte (6;5-10;11 Jahre) vor. Außerdem kann ein Index der Sequentiellen und Simultanen Verarbeitung (ISSV) aus den beiden Untertests Sequentielle und Simultane Verarbeitung berechnet werden. Aus den vier kognitiven Untertests lässt sich ein Allgemeiner Kognitiver Index (AKI) als Gesamtwert ermitteln. Bei jeder kognitiven Aufgabe sind die Funktionen von Aufmerksamkeit und Konzentration die zentralen Aspekte für eine erfolgreiche Testdurchführung. Das Ergebnis im Untertest Aufmerksamkeit geht jedoch nicht in den Gesamtwert ein, sondern wird als unabhängiger Standardwert ausgegeben. Die interne Konsistenz der Gesamtskala liegt zwischen .91 und .95 für die verschiedenen Altersgruppen. Die durchschnittlichen Koeffizienten für die einzelnen Untertests liegen zwischen $\alpha = .80$ (Sequentielle Verarbeitung), .89 (Simultane Verarbeitung), .92 (Wortschatz) und .95 (Begriffsbildung). Die Retest-Reliabilität beim Untertest Aufmerksamkeit liegt bei .78. Nähere Informationen zu dem Testverfahren K-CAB finden sich im Testmanual (Petermann, 2010).

4.4 Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS

(Publikation II)

4.4.1 Hintergrund

Studien aus den USA und den Niederlanden beschäftigen sich bereits seit längerem mit der Thematik, ob aus einem schwachen Leistungsprofil in einem auf der PASS-Theorie basierenden Verfahren zuverlässig auf eine ADHS geschlossen werden kann (Naglieri, Goldstein, Iseman & Schwebach, 2003; Paolitto, 2000; van Luit, Kroesbergen & Naglieri, 2005). Paolitto (2000) verglich Kinder mit und ohne ADHS hinsichtlich ihrer PASS-Profile und konnte feststellen, dass die ADHS-Kinder signifikant niedrigere Werte auf der CAS-Skala *Planungsfähigkeit* erzielten als Kinder der parallelisierten Kontrollgruppe. Naglieri und Kollegen (2003) fanden den gleichen signifikanten Gruppenunterschied. Diese Ergebnisse stützen die These Barkleys (1997, 2006), dass bei einer ADHS die Verhaltenskontrolle eingeschränkt beziehungsweise nicht optimal reguliert ist, was mit Defiziten in den exekutiven Funktionen verbunden ist. Für die PASS-Skalen *Sequentielle und Simultane Verarbeitung* konnte keine der Studien signifikante Gruppenunterschiede nachweisen (van Luit et al., 2005). ADHS-Kinder scheinen demnach keine Schwierigkeiten beim kurzfristigen Behalten und Manipulieren von Informationen in den beiden Subsystemen *phonologische Schleife* (Verarbeitung verbaler Informationen) und *visuell-räumlicher Skizzenblock* (Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen) zu haben (vgl. Baddeley, 2003). Auf der Skala *Aufmerksamkeit* erzielte die ADHS-Gruppe wesentlich schwächere Ergebnisse als die Kontrollgruppe (van Luit et al., 2005), was bei einer angenommenen Kernproblematik deutlicher Unaufmerksamkeit erwartungskonform ist.

Da der Aufmerksamkeitsbereich keine einheitliche Funktion dargestellt, überprüften Földényi und Kollegen (2000) sowie Drechsler, Rizzo und Steinhausen (2009) mit Hilfe von TAP und KITAP, ob die nachgewiesenen Aufmerksamkeitsprobleme lediglich spezifische Aspekte der Aufmerksamkeit betreffen. Das Profil der ADHS-Kinder zeigte insgesamt bedeutend mehr Fehler und Auslassungen in den Untertests der TAP als das Profil der Kinder der Kontrollgruppe. In mehreren Untertests (Alertness, Inkompatibilität, Go/NoGo, Geteilte Aufmerksamkeit, Reaktionswechsel und Vigilanz akustisch) zeigten sie außerdem höhere Reaktionszeitschwankungen, während sich bezüglich der mittleren Reaktionszeiten keine Gruppenunterschiede fanden (vgl. Földényi et al., 2000). Diese Ergebnisse werden durch zahlreiche aktuelle Studien bestätigt, in denen die intraindividuelle Reaktionszeitschwankung als einer der konsistentesten Befunde in

der neuropsychologischen Forschung mit ADHS-Kindern berichtet wird (Castellanos et al., 2005, 2006; de Zeeuw et al., 2008; Johnson et al., 2007; Koschack, Kunert, Derichs, Weniger & Irle, 2003). Diese speziellen Funktionsstörungen lassen sich durch die State-Regulationshypothese (Sergeant, 2000, 2005; Sergeant et al., 1999) erklären. Die Theorie nimmt an, dass bei der ADHS die Fähigkeit, den Aktivierungslevel bei einer Aufgabe zu kontrollieren, beeinträchtigt ist. Die notwendige Allokation der Aufmerksamkeit gelingt in Leistungssituationen mit Stressoren nicht ausreichend. Nach dem kognitiv-energetischen Modell von Sanders (1983, 1998) hängt der Aktivierungslevel von der Darbietungsrate der Stimuli ab. Er steigt bei zunehmender Darbietungsrate, während ein langes Interstimulusintervall zu einer Unteraktivierung führt. Die ADHS-spezifischen Defizite haben dabei sowohl Auswirkungen auf kognitive Mechanismen wie die Aufmerksamkeitsproduktion als auch auf energetische Mechanismen wie Aktivierung und Anstrengung sowie auf die Kontrollsysteme der exekutiven Funktionen (Johnson et al., 2007; Lijffijt, Kenemans, Verbaten & van Engeland, 2005).

Ein differentialdiagnostischer Vorteil der PASS-Theorie liegt darin, dass sie zwischen den Profilen von Kindern mit ADHS (und dabei hauptsächlich Subtypus-C bzw. -H/I) und anderen Störungen zu unterscheiden vermag. Kinder mit Lesestörungen schneiden schlechter auf der Skala Sequentielle Verarbeitung ab, während Kinder mit Angststörungen keine Auffälligkeiten bezüglich der PASS-Prozesse zeigen (Naglieri et al., 2003).

4.4.2 Fragestellung

Auch für die auf der PASS-Theorie basierende K-CAB sollte die klinische Validität für eine Stichprobe mit deutschen ADHS-Kindern nachgewiesen werden. In Publikation II (Toussaint & Petermann, 2010) wurde daher untersucht, ob sich die K-CAB-Testprofile der ADHS-Kinder von denjenigen einer Kontrollgruppe unterscheiden und ob sie speziell in den Untertests *Aufmerksamkeit* und *Begriffsbildung* (erfasst Aspekte der Planungsfähigkeit) Defizite aufweisen. Zusätzlich wurde überprüft, ob die ADHS-Kinder aufgrund ihrer Testleistungen zuverlässig klassifiziert werden können und die K-CAB das Gütekriterium der prognostischen Validität erfüllt (Gordis, 2009).

4.4.3 Studiendesign und Stichprobe

Die Studie wurde in den Ambulanzen (Psychologische Kinderambulanz und Hochschulambulanz) des Zentrums für Klinische Psychologie und Rehabilitation der Universität Bremen durchgeführt. 28 Kinder mit ADHS (Experimentalgruppe) und 28 gesunde

Kinder (Kontrollgruppe) im Alter von 6;5 bis 11;0 Jahren führten die K-CAB durch. Die klinische Gruppe bestand aus 23 Jungen und 5 Mädchen im Alter zwischen 6;8 und 10;9 Jahren ($M=9.3$; $SD=1.3$), bei denen im Vorfeld eine ADHS-Diagnose entsprechend der diagnostischen Kriterien der ICD-10 (F90.- Hyperkinetische Störungen) gestellt wurde. Die Kinder zeigten dabei sowohl Anzeichen von Störungen der Aufmerksamkeit als auch hyperaktives und impulsives Verhalten. Sie wurden in der Psychotherapeutischen Ambulanz (Hochschulambulanz für Forschung und Lehre) der Universität Bremen im Rahmen des ASCT (ADHS-Summercamp, Gerber-von Müller, 2008) untersucht. Die Kontrollgruppe bestand aus einer nach Alter und Geschlecht parallelisierten Zufallsauswahl von 28 Kindern aus der Normstichprobe der K-CAB, bei denen laut Befragung der Eltern bislang keine ADHS diagnostiziert worden war. Alle Kinder besuchten die Klassen eins bis vier regulärer deutscher Grundschulen und führten die K-CAB in einer standardisierten Einzelsituation durch. Mit Hilfe nonparametrischer Mann-Whitney-U-Tests (SPSS for Windows 16.0) wurden die ADHS-Kinder und die Kinder der Kontrollgruppe in den einzelnen Untertests und Indizes der K-CAB verglichen. Zur Untersuchung der prädiktiven Validität der Kennwerte des Untertests *Aufmerksamkeit* wurden die Sensitivität (=Anteil der Kinder mit einer Störung, welche auch auffällige Testresultate aufweisen) und Spezifität (=Anteil der Kinder ohne Störung, welche auch unauffällige Testresultate aufweisen) mittels logistischer Regressionsanalysen geprüft. Da eine ADHS-Diagnose nicht einzig aufgrund der Testergebnisse in der K-CAB gestellt werden darf, kann der Test diesbezüglich lediglich als Screening angesehen werden, mit dessen Hilfe auffällige Kinder *herausgesiebt* werden können, die dann aber einer umfassenderen psychologischen Diagnostik unterzogen werden sollten. In der klinischen Praxis stellt sich das Problem umgekehrt, hier muss die diagnostische Zuordnung aufgrund der ermittelten Testergebnisse erfolgen.

4.4.4 Ergebnisse und Diskussion

Kinder ohne diagnostizierte Aufmerksamkeitsproblematik erzielten in allen Untertests unauffällige Werte im Durchschnittsbereich. Die Mittelwerte der alterskorrigierten Standardwerte lagen zwischen $M = 100.79$ für Wortschatz (WS) und $M = 102.50$ für Sequentielle Verarbeitung (SQV) und für den standardisierten Gesamtscore AKI ($M = 100$; $SD = 15$) bei $M = 102.29$. Beide Gruppen unterschieden sich lediglich im Untertest Aufmerksamkeit (A) signifikant. In den vier kognitiven Untertests sowie im Gesamtscore Allgemeiner Kognitiver Index (AKI) zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede (vgl. Abb. 8).

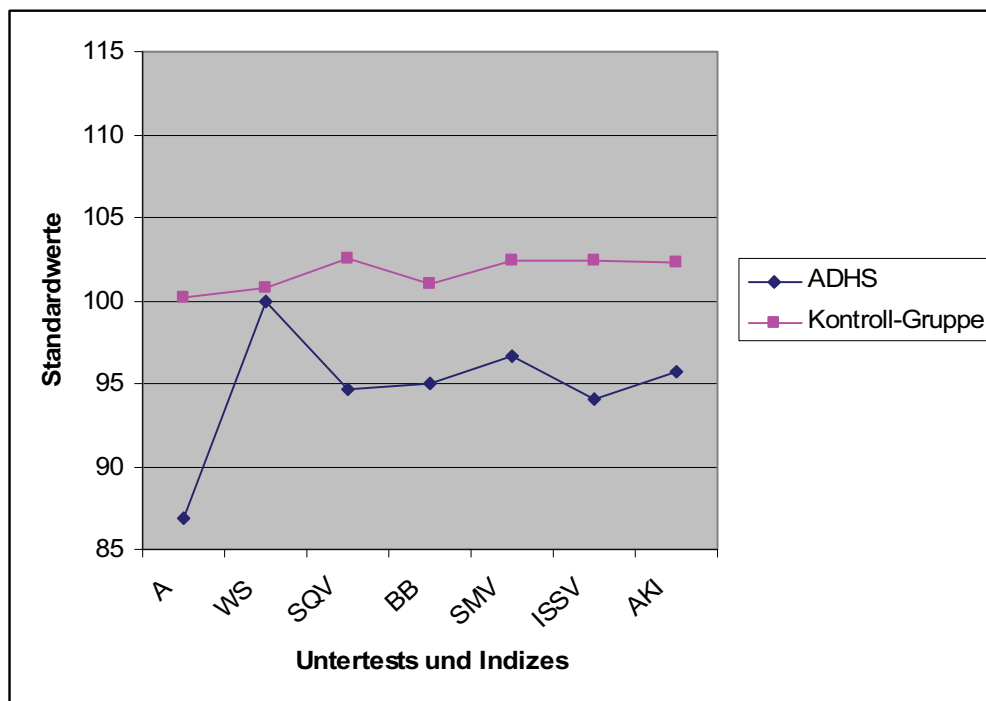


Abbildung 8. K-CAB Testleistungen der ADHS-Kinder und der Kontrollgruppe

Anmerkungen: A=Aufmerksamkeit; WS=Wortschatz; SQV=Sequentielle Verarbeitung; BB=Begriffsbildung; SMV=Simultane Verarbeitung; ISSV=Index der Sequentiellen und Simultanen Verarbeitung; AKI=Allgemeiner Kognitiver Index

Dies überrascht vor allem im Hinblick auf die Planungsfähigkeit, die im Untertest Begriffsbildung (BB) abgeprüft wird. Aufgrund theoretischer Überlegungen und der Ergebnisse aus Vorläuferstudien, in denen PASS-basierte Verfahren eingesetzt wurden, wurden bei den ADHS-Kindern auffällige Ergebnisse erwartet. Als Komponente der exekutiven Funktionen entwickelt sich die Planungsfähigkeit etwa ab dem Vorschulalter, wobei bei Kindern zwischen neun und zwölf Jahren größere Entwicklungsschübe festgestellt werden konnten als bei Kindern zwischen sechs und acht Jahren (Jurado & Rosselli, 2007). Da bislang nicht vollständig geklärt werden konnte, ob es sich um ein globales exekutives Defizit oder eher um eine Entwicklungsverzögerung handelt und da das Konzept der exekutiven Funktionen außerdem viele verschiedene Komponenten beinhaltet, sollten künftig die Alterseinflüsse auf die exekutiven Funktionen bei ADHS stärker beachtet werden (vgl. Hampel, Petermann & Desman, 2009; Röthisberger, Neuschwander, Michel & Roebbers, 2010). Sie könnten in diesem Fall für das nicht signifikante Ergebnis im Untertest Begriffsbildung verantwortlich sein. Die computergestützte Form der Darbietung der Testaufgaben und der damit verbundene Spielcharakter der K-CAB könnte für Kinder mit ADHS außerdem einen besonderen Anreiz bieten, der ihnen die exekutive Kontrolle erleichtert (Shaw, Grayson & Lewis, 2005). Außerdem zeigten auch die Kinder der Normstichprobe teilweise deutlich unterdurchschnittliche Leistungen im Untertest Begriffsbildung. Er ist, zeitlich gesehen, der vorletzte vor-

gegebene Test der Batterie und dauert zudem relativ lange, was auch Kindern ohne ADHS-Problematik eine große Anstrengungsbereitschaft abfordert. Ein Kind mit ADHS müsste dementsprechend sehr deutliche Schwächen aufweisen, um ein eindeutig unterdurchschnittliches Ergebnis zu erreichen.

Das einzige signifikante Ergebnis, das für den Untertest Aufmerksamkeit gefunden werden konnte, wurde bezüglich der spezifischeren Aufmerksamkeitskennwerte Fehler, Auslassungen, mittlere Reaktionszeiten und Schwankungen der Reaktionszeiten genauer untersucht. Die ADHS-Kinder zeigten hier bei drei von vier kritischen Parametern signifikant schlechtere Leistungen. Sie reagierten im Mittel langsamer als die gesunden Kinder ($M_{\text{Median}} = 688,43$ vs. $M_{\text{Median}} = 631,55$), wobei ihre Leistungen insgesamt auch stärkeren Schwankungen unterlagen ($M_{\text{Standardabweichung}} = 196,67$ vs. $M_{\text{Standardabweichung}} = 144,31$). Diese so genannten unspezifischen Aufmerksamkeitsdefizite finden sich auch in anderen Studien (Kuhlmann, 1998; McGee, Clark & Simonds, 2000; Schachar, 1991). Außerdem machten die ADHS-Kinder deutlich mehr Auslassungsfehler ($M_{\text{Auslassungen}} = 14,18$ vs. $M_{\text{Auslassungen}} = 4,39$), das heißt, sie verpassten die Zielreize deutlich häufiger als die Kinder der gesunden Gruppe. Die Anzahl der gemachten Fehler (Reaktion auf einen irrelevanten Reiz) kann als Zeichen impulsiver Reaktionen gewertet werden (Matier-Sharma, Perachio, Newcorn, Sharma & Halperin, 1995). In diesem Parameter unterschieden sich beide Gruppen jedoch nicht signifikant ($M_{\text{Fehler}} = 20,89$ vs. $M_{\text{Fehler}} = 20,57$), obwohl Impulsivität ein Kernsymptom der ADHS darstellt. Der Befund widerspricht damit der Theorie einer generellen Schwierigkeit der Reaktionshemmung bei ADHS-Kindern (Oosterlaan, Scheres & Sergeant, 2005). In Aufgaben, die kontrollierte Reaktionen und ein hohes Maß an Impulskontrolle verlangen (z. B. Go/NoGo oder Stopp-Signal-Aufgaben) machen Kinder mit ADHS oft deutlich mehr Falsche-Alarm-Fehler als unbeeinträchtigte Kinder (Johnson et al., 2007; Wodka et al., 2007). Allerdings fand sich auch in anderen Studien dieses Defizit nicht immer (Földényi et al., 2000, McGee et al., 2000). In diesen Fällen verweisen die Autoren auf einen möglichen Motivationsaspekt, demzufolge Kinder mit ADHS vor allem in Bezug auf Verstärkung (Erhalten von Belohnungen) mit erhöhter Impulsivität reagieren (Dinklage & Barkley, 1992). Dieser Aspekt spielt bei der Lösung der Testaufgaben keine Rolle, da hier höchstens intrinsische Motivationsaspekte eine Rolle spielen. Bei der Betrachtung beider möglicher Fehlertypen, zeigten sich allerdings bei beiden Gruppen prozentual mehr Falsche-Alarm-Fehler (ADHS: 29 %; Kontrollgruppe: 29 %) als Auslassungsfehler (ADHS: 13 %; Kontrollgruppe: 4 %).

Da der Untertest Aufmerksamkeit bei der K-CAB aus zwei Teilen besteht, wurden diese schließlich getrennt betrachtet, um den Verlauf der Leistungen über die Testzeit hinweg zu unterscheiden. Beide Gruppen reagierten im Verlauf der Testung signifikant schneller auf die Ziel-Items und auch die absolute Fehleranzahl nahm von Teil 1 zu Teil 2 in beiden Gruppen signifikant zu (ADHS: $M_{\text{Median}} = 732,03$ vs. $M_{\text{Median}} = 664,67$; $M_{\text{Fehler}} = .18$ vs. $M_{\text{Fehler}} = .60$; Kontrollgruppe: $M_{\text{Median}} = 675,56$ vs. $M_{\text{Median}} = 607,64$; $M_{\text{Fehler}} = .17$ vs. $M_{\text{Fehler}} = .61$). Damit können beide Gruppen im zweiten Teil der Aufgabe als so genannte *Fast Responder* bezeichnet werden, d. h. dass sie sich einer Bewältigungsstrategie bedienen, die sich durch schnelle Antworten und hohe Fehlerzahlen auszeichnet (vgl. Jacobs & Petermann, 2008). Beide Testteile dauern genau drei Minuten, im zweiten Teil ließ die Konzentrationsfähigkeit aber bei allen Kindern nach. Eine sechsminütige monotone Aufgabe scheint für diese Altersgruppe relativ anstrengend zu sein und zwar unabhängig davon, ob eine ADHS-Problematik vorliegt oder nicht. Es ist auch möglich, dass sich die Kinder schwer auf den Paradigmenwechsel zwischen den beiden Testteilen einlassen können. Sie können sich eventuell nicht schnell und flexibel genug auf die neue Aufgabenstellung einstellen und reagieren daher in Teil zwei vermehrt auf Distraktoren, die in Teil eins der Aufgabe zu den Ziel-Items gehörten. Eine überstimulierende Aufgabe kann außerdem vor allem bei jungen Kindern zu schnellen und unkontrollierten Reaktionen führen (Sergeant, 2005). Vor allem Kindern mit ADHS fällt es generell schwer, sich nach vorangegangenen Fehlern schnell wieder der eigentlichen Aufgabe zuzuwenden (Oh, Moosbrugger & Poustka, 2005). Ein computerbasierter Test mit Speed-Komponente setzt diese Fähigkeit aber voraus.

Insgesamt ist festzuhalten, dass auch die klinisch unauffälligen Kinder in der Aufmerksamkeitsaufgabe teilweise deutliche Minderleistungen, vor allem hinsichtlich der Falschen-Alarm-Fehler, zeigten und es auch bei ihnen ein breites Leistungsspektrum zu geben scheint. Vor allem die jüngeren Kinder weisen entwicklungsbedingt noch Schwächen in diesem Bereich auf. Zukünftig sollten daher altershomogenere Gruppen untersucht werden. Sehr junge Kinder sollten dabei von den Analysen ausgeschlossen bleiben. Es ist außerdem wichtig anzumerken, dass die Aufmerksamkeitsleitung natürlich nicht nur durch das Vorliegen einer ADHS beeinflusst wird, denkbar sind zahlreiche andere Einflussvariablen wie Tageszeit zum Testzeitpunkt, Müdigkeit eines Kindes oder Umgebungsfaktoren wie Lärm (vgl. z. B. Barkley, 2003), die in der Testsituation nicht immer vollständig ausgeschlossen werden können. Bezüglich der Testparameter Auslassungen und Reaktionszeitschwankungen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den beiden Testhälften.

Bei den Validitätsmaßen zeigten lediglich die Auslassungsfehler einen signifikanten Einfluss, wobei hier anzumerken ist, dass die einzelnen Maße natürlich positiv miteinander korrelieren. Durch alle vier Parameter zusammen konnten immerhin 80,4 % der Kinder richtig klassifiziert werden; 75 % der Kinder mit ADHS (= Sensitivität) und 85,7 % der gesunden Kinder (= Spezifität) wurden richtig zugeordnet, was für eine mittlere bis gute prädiktive Validität des Verfahrens spricht. Klinische Auffälligkeiten deuten folglich mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Diagnose einer ADHS hin. Allerdings würden auch ca. 25 % der Kinder mit ADHS nach diesem Kriterium nicht als solche erkannt (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Klassifikationsraten aufgrund der Aufmerksamkeitsparameter

	Test		Richtige Klassifikationen
	+	-	
Kinder mit ADHS (n=28)	21	7	75 % (=Sens.)
Kontrollgruppe (n=28)	4	24	85,7 % (=Spez.)
Insgesamt (n=56)			80,4 %

Anmerkungen: +: Anzahl der Kinder, die durch das Testverfahren der ADHS-Gruppe zugeordnet wurden; -: Anzahl der Kinder, die durch das Testverfahren der Kontrollgruppe zugeordnet wurden

Es lässt sich folgern, dass sich ein neuropsychologisches Testverfahren lediglich dafür eignet, globale Auffälligkeiten wie verlangsamte Reaktionszeiten, größere Reaktionszeitschwankungen und vermehrte Fehler- oder Auslassungszahlen aufzudecken. Daraufhin dürfen aber keine Rückschlüsse auf spezifische kognitive Fähigkeiten oder Verhaltensweisen wie Impulsivität oder Hyperaktivität gezogen werden (Rapport et al., 2000). Für eine detaillierte Übersicht zu den Ergebnissen bezüglich der Validität der K-CAB vergleiche Publikation II.

5 Therapie bei der ADHS

Die ADHS stellt sich insgesamt als Störung dar, die bewältigt, aber kaum geheilt werden kann. Als Störung über die Lebensspanne hinweg, beinhaltet sie viele „Nebenschauplätze“ (z. B. Selbstwertproblematiken), die zusätzlich zur Kernsymptomatik gezielt psychotherapeutisch behandelt werden sollten. Die Heterogenität in Symptomatik und Ätiologie beim Störungsbild ADHS wirkt sich auch auf Empfehlungen bezüglich des Behandlungsvorgehens aus. Der chronische Verlauf der Störung erfordert eine kontinuierliche Behandlung mit individualisierten Behandlungsplänen, die den spezifischen Symptomen des Patienten gerecht werden (AACAP, 2002). Als Grundlage aller therapeutischen Interventionen gilt die Beratung und Psychoedukation des Patienten und seiner Bezugspersonen (Döpfner et al., 2000). Im Rahmen der Kölner Studie zur Wirksamkeit multimodaler Behandlung von Kindern mit hyperkinetischen Störungen konnte eine Linderung der Symptomatik durch psychoedukative Maßnahmen festgestellt werden (Döpfner, Breuer & Lehmkuhl, 2002). Pharmakotherapie und verhaltenstherapeutische Interventionen, aber auch deren Kombination in multimodalen Settings sind die bislang best evaluierten Therapiemethoden. Andere weniger traditionelle Maßnahmen wie spezielle Diäten, Entspannungsverfahren, Mototherapie, Ergotherapie oder Biofeedback können Behandlungserfolge zeigen, sind aber noch unzureichend evaluiert (Rostain & Ramsey, 2006; Safren et al., 2005; Spieß, Lauth & Mutz, 2010).

5.1 Pharmakotherapie

In der Behandlung der ADHS stellen Medikamente noch immer die erste - wenn auch kontrovers diskutierte - Wahl dar. 1994 wurden in den USA ca. 80 % aller ADHS-Fälle mit Methylphenidat behandelt (Swanson, Lerner & Williams, 1995). Aber auch in Deutschland nahm das Verordnungsvolumen des Psychostimulans in den letzten Jahren drastisch zu (Fritze & Schmauß, 2002). Über die erfolgreiche Behandlung mit Psychostimulanzien existiert eine Fülle von Studien, die vor allem Verbesserungen bezüglich der ADHS-Kernsymptomatik belegen. Bezüglich schulischer Erfolge, produktivem und sorgfältigem Arbeiten, der Aufmerksamkeitsspanne, Leseverständnis, komplexem Problemlösen, inhibitorischer Fähigkeiten und in der Beziehung zu Gleichaltrigen und Familienmitgliedern zeigen sich positive Medikamenteneffekte (Balthazor, Wagner & Pelham, 1991; Douglas, Barr, O'Neill & Britton 1986; Whalen & Henker, 1991). Methylphenidat ist das wirksamste und am weitesten verbreitete Psychostimulans. Der Wirkstoff greift in das Dopamin-System des Gehirns ein. Dopamin spielt als Botenstoff im präfrontalen Kortex eine Rolle bei der Steuerung von Aufmerksamkeit und Kon-

zentration. Methylphenidat sorgt dafür, dass der Botenstoff Dopamin im synaptischen Spalt länger wirksam bleibt und ein Überschuss entsteht, der - auf bislang noch nicht vollständig erforschte Weise – das Konzentrationsvermögen steigert und die hypermotorische Symptomatik lindert (Birbaumer & Schmidt, 2006; vgl. Abb. 9).

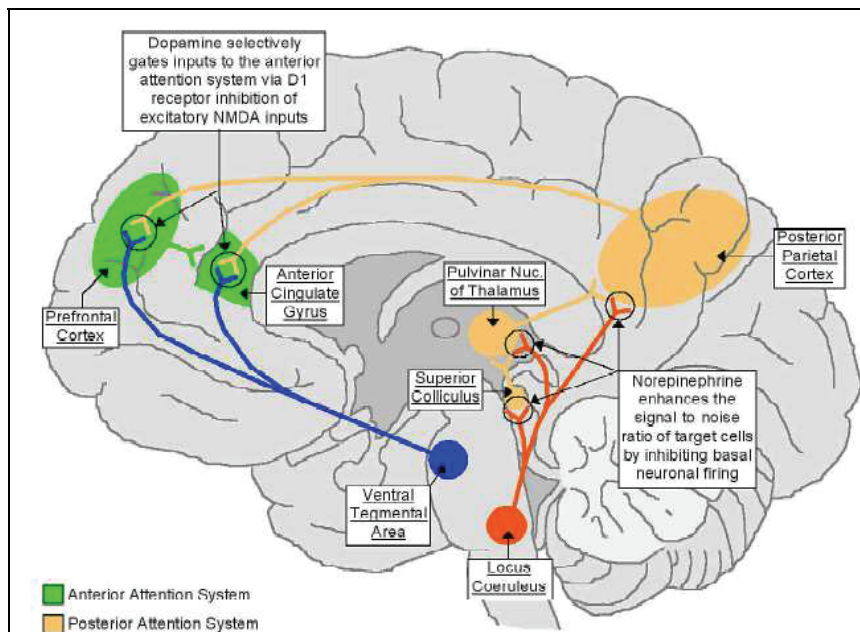


Abbildung 9. Involvierte Neurotransmittersysteme bei der ADHS (Himmelstein, Schulz, Newcorn & Halperin, 2000, S. 463)

Methylphenidat hat eine vergleichsweise schnell einsetzende, aber auch nur recht kurz anhaltende Wirkung (die beobachtbare Wirkung setzt in der Regel 30 bis 45 Minuten nach Einnahme ein und dauert etwa drei bis vier Stunden an, anschließend ist ein rasches Nachlassen des Effektes feststellbar), so dass die maximale Tagesdosis von 60 mg in mehreren Dosen über den Tag verteilt gegeben wird. Da es nicht selten zu Problemen bei der Einnahme kommt (vergessene oder verspätete Einnahme) ist in vielen Fällen der Einsatz von Retard-Produkten empfehlenswert. Diese geben den Wirkstoff über den Tag verteilt ab, so dass die zeitgebundene Einnahme der Medikamente entfällt. Auf die Wirkstoffe Methylphenidat, D-Amphetamin und Pemolin sprechen ca. 70 % bis 85 % der Patienten als sogenannte Responder an (MTA Cooperative Group, 2004). Vor allem bei jüngeren Kindern sind die symptomatischen Verbesserungen dabei allerdings geringer und die Nebenwirkungen etwas stärker ausgeprägt (Barkley, 2006; Greenhill et al., 2006). Die häufigsten Nebenwirkungen sind leichtere Durchschlafstörungen und eine Verminderung des Appetits. Einige Kinder reagieren anfangs mit Bauch- und Kopfschmerzen, die jedoch oft im Verlauf der Therapie verschwinden. In etwa 1 bis 2 % der Fälle treten motorische oder vokale Ticstörungen auf; wenn Ticstörungen be-

reits vor Beginn der Pharmakotherapie vorhanden sind, können sie sich durch die Medikamente verschlimmern. Die alternative Behandlung mit Amphetaminen unterliegt starken Zulassungsbeschränkungen, so dass es in Deutschland keine Handelspräparate auf dem Markt gibt (Kordon & Hofecker Fallahpour, 2006), sondern der Arzt *Racemate*–Gemische in Rohsubstanz verschreibt (Krause & Krause, 2005). Kritisch ist zu beachten, dass Amphetamine bei Erwachsenen häufig als Rauschmittel eingenommen werden (Speed) und daraus eine psychische Abhängigkeit resultieren kann (Wender, 2002). Pemolin gehört ebenfalls zu den Stimulanzien, unterliegt jedoch nicht dem Betäubungsmittelgesetz (BTM). Die Verordnung von Pemolin ist allerdings aufgrund der hohen Lebertoxizität nur möglich, wenn die Behandlung mit MPH und Amphetaminen erfolglos war, der Patient lebergesund ist und über normale Leberfunktionswerte verfügt und die Leberwerte GPT, GOT und Gamma-GT stetig kontrolliert werden. Bei einer klinisch bedeutsamen Erhöhung wird die Behandlung abgebrochen. Bei Atomoxetin handelt es sich um ein Nicht-Stimulans, welches in den USA seit 2002 und in Deutschland seit 2005 im Handel ist. Die Wirkweise erfolgt im Vergleich zu Methylphenidat indirekt auf das dopaminerge System, indem Atomoxetin eine selektive Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmung bewirkt. Die Planung einer psychopharmakologischen Behandlung obliegt immer der Einschätzung der behandelnden Kinderärzte und richtet sich primär an die Kinder, bei denen die Verhaltensprobleme so massiv ausgeprägt sind, dass eine allgemeine Aufnahme von Informationen (Schule/Therapie) nicht mehr richtig erfolgen kann. Da bei einem gewissen Anteil von ADHS-Kindern (ca. 25-30 %) eine Pharmakotherapie jedoch nicht die gewünschte Wirkung zeigt (Non-Responder), scheint die Frage nach der Wirksamkeit von Funktions- und Verhaltenstrainings zur Verbesserung der Symptomatik bei diesen Kindern essentiell (Sobanski & Alm, 2004). Generell liegt der Konsens in einem multimodalen Behandlungsansatz, indem bei medikamentös betreuten Kindern immer auch die zusätzliche Durchführung einer psychotherapeutischen Intervention angeraten wird.

5.2 Verhaltenstherapeutische Interventionen

Bei verhaltenstherapeutischen Therapieprogrammen liegt der Fokus auf dem Problemverhalten und der Vermittlung von Strategien zum Umgang mit den unerwünschten Verhaltensweisen. Entsprechende Maßnahmen wirken vor allem in Richtung auf die Verbesserung sozial erwünschten Verhaltens bei dem Betroffenen selber. Aber auch die Manipulation von Umgebungsvariablen (Aufgaben interessanter gestalten, Belohnungen einführen) kann das Problemverhalten vermindern. Es lassen sich entsprechend eltern-

bzw. familienzentrierte Interventionen, kindergarten- und schulzentrierte Interventionen sowie patientenzentrierte Verfahren unterscheiden. Dabei zeigen sich vor allem lernpsychologisch orientierte Basistechniken wie Response-Cost-Tokensysteme, Time-Out, Token-Economy und Kontingenzmanagement oder Modelllernen erfolgreich. In der *Multimodal Treatment Study of Children with ADHS* (MTA Cooperative Group, 2004), bei der über 500 Kinder mit ADHS untersucht wurden, zeigte sich die medikamentöse Therapie den eltern- und schulzentrierten verhaltenstherapeutischen Maßnahmen als überlegen bei der Reduzierung der hyperkinetischen Symptomatik. Bezüglich der Verbesserung der Eltern-Kind-Interaktion, der sozialen Beziehungen sowie des aggressiven und oppositionellen Verhaltens zeigten sich beide jedoch als gleichermaßen wirkungsvoll. Über stabile Langzeiteffekte finden sich hierzu allerdings bislang wenige Angaben. Auch innerhalb des *Therapieprogramms für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten* (THOP, Döpfner et al., 2007) finden familienzentrierte Interventionen statt. Laut Elternurteil zeigten sich in einer Gruppe mit 75 ADHS-Kindern bei 50 bis 60 % gute Erfolge durch das Training, auch wenn auf Medikation vollständig verzichtet wurde (Döpfner et al., 2000). Der Effekt war dabei allerdings speziell auf die Familiensituation beschränkt (Frölich, Döpfner, Berner & Lehmkuhl, 2002). Hinsichtlich des Schulunterrichts zeigte sich in der MTA-Studie die Stimulanzienbehandlung am wirkungsvollsten bezüglich der Aufmerksamkeitsproblematik. Die hyperkinetische und aggressive Symptomatik ließ sich hingegen durch die Verstärkung von ruhigem und ausdauerndem Verhalten mit Hilfe von Tokensystemen verbessern (MTA Cooperative Group, 2004). Auch im THOP zeigten sich laut Lehrerurteil gute Erfolge bei 35 bis 40 % der teilnehmenden Kinder, auch ohne medikamentöse Unterstützung (Döpfner et al., 2000). Therapieeffekte generalisieren dabei zum Teil auch auf Spielsituationen (Döpfner & Sattel, 1992). Die unmittelbare Wirksamkeit von Response-Cost-Methoden gilt dabei als gut gesichert und zeigt sich auch der positiven Token-Verstärkung als überlegen (Pfiffner & O'Leary, 1987).

Patientenzentrierte Interventionen bestehen zumeist aus Spieltrainings (bei Vorschulkindern) oder kognitiv-behavioralen Verfahren wie Selbstinstruktionstrainings oder Selbstmanagement-Verfahren (Döpfner et al., 2000). Beim Selbstinstruktionstraining lernt das Kind am Modell des Therapeuten. Er spricht die entscheidenden Schritte des Lösungsweges laut in der Ich-Form mit (kognitives Modellieren, lautes Denken). In einem zweiten Schritt wird das Kind aufgefordert, ebenfalls seine Lösungsschritte durch Selbstanweisungen zu verbalisieren. Diese Selbstanweisungen werden dann ausgeblendet (das Kind flüstert die Anweisung) und schließlich in eine verinnerlichte Selbstan-

weisung überführt (vgl. Lauth & Schlottke, 1995). Problematisch dabei ist, dass der generalisierende Transfer von erlernten Strategien und Verhaltensänderungen in das natürliche Umfeld des Kindes oftmals nicht gelingt. Als wirksamste Komponenten erwiesen sich vor allem Aspekte der Selbst- und Fremdverstärkung (Lauth, Naumann, Roggenkämper & Heine, 1996). Im Continuous Performance Test konnte Abikoff (1991) einen Rückgang der kognitiven Impulsivität nachweisen. Beim Selbstmanagement soll das Kind auf sein eigenes Verhalten in Alltagssituationen (Schule, Fußballplatz, Familie etc.) achten und seine Verhaltensprobleme selber registrieren (Selbstbeobachtung). In kritischen Situationen soll versucht werden, das unerwünschte Verhalten durch angemessene Verhaltensalternativen zu ersetzen. Gelingt es dem Kind, auf alternative Verhaltensweisen auszuweichen, soll es sich selbst positiv verstärken. Zur Wirksamkeit dieser Methode gibt es nur wenige Belege, da das Selbstmanagement meist kombiniert mit anderen Methoden wie Selbstinstruktion oder Tokensystemen durchgeführt wird. Auch hier erweist sich die Kombination mit Selbst- und Fremdverstärkung am wirkungsvollsten (Bowers, Clement, Fantuzzo & Soren, 1985; Hinshaw, Henker & Whalen, 1984; Varni & Henker 1979). Frölich und Kollegen (2000) konnten einen positiven Einfluss der Kombination von Selbstinstruktion und Selbstmanagement auf die hyperkinetische und aggressive Symptomatik im Eltern- und Lehrerurteil nachweisen.

5.3 Multimodale Behandlung

Ob sich die Therapiewirksamkeit aus einer Kombination von Stimulanzienbehandlungen mit verhaltenstherapeutischen Interventionen oder kognitiven Trainings verbessern lässt, bleibt umstritten (vgl. z. B. Jensen et al., 2007). Multimodale Therapiestrategien wurden in zahlreichen Studien angewendet (z.B. MTA; MTA Cooperative Group, 2004 oder Kölner Multimodale Therapiestudie; Döpfner et al., 2000) und bezüglich ihrer Wirksamkeit untersucht. Je nach Ansatzpunkt bestehen die verhaltenstherapeutischen und kognitionpsychologischen Aspekte dabei zumeist aus evidenzbasierten Verfahren wie Sozialen Kompetenztrainings (vgl. z. B. Bachmann, Lehmkuhl, Petermann & Scott, 2010; Döpfner, Schürmann & Frölich, 2007), Aufmerksamkeitstrainings oder neuropsychologischen Trainings (vgl. z. B. ATTENTIONER, Jacobs & Petermann, 2008). Auch Biofeedbackmethoden haben mittlerweile einen festen Platz bei der effektiven ADHS-Behandlung. Dabei werden Veränderungen von Zustandsgrößen biologischer Vorgänge, die der bewussten Sinneswahrnehmung eigentlich nicht zugänglich sind, mit elektroni-

schen Hilfsmitteln beobachtbar gemacht (Holtmann et al., 2009). Biofeedback wirkt sich in erster Linie positiv auf das ADHS-Kernmerkmal der Impulsivität aus.

Die Mehrzahl der Studien mit kombiniertem Behandlungsvorgehen weist auf eine gegenüber der rein medikamentösen Therapie geringfügig erhöhte Wirksamkeit bezüglich der Verminderung von Hyperaktivität und Impulsivität im Klassenzimmer, aggressiven Verhaltens und internaler Störungen hin (Gittelman et al., 1980; MTA Cooperative Group, 2004). Allerdings benötigten die Kinder, die multimodal behandelt wurden, oftmals eine geringere Dosis an Stimulanzien. Verhaltenstherapeutische Interventionen zeigen sich der rein medikamentösen Therapie im Prä-Post-Vergleich zwar nicht als überlegen, sind aber wirksamer als die alleinige Verhaltenstherapie oder die von Hausärzten durchgeführte Standardtherapie (Conners et al., 2001). Im Langzeitverlauf nach drei Jahren zeigte die reine Verhaltenstherapie sogar vergleichbare Effekte wie die medikamentöse und die Kombinationstherapie. In einer Studie von Horn und Kollegen (1991) verschwanden die Medikamenteneffekte in einer Nachuntersuchung neun Monate nach Beendigung der kombinierten Therapie. Die verhaltenstherapeutischen Interventionen erwiesen sich im Elternteil als überlegen, was aber durch Verhaltensbeobachtungen, Lehrerurteile und Konzentrationstests nicht bestätigt werden konnte. In der Kölner Studie (Döpfner et al., 2002) zeigte sich die Kombinationsbehandlung (Stimulanzien- und Verhaltenstherapie) bei der Verminderung der Verhaltensauffälligkeiten in der Schule der ausschließlichen Verhaltenstherapie überlegen. Vor allem bei Aufgaben, die eine hohe Impulskontrolle und Inhibitionsfähigkeit erfordern, wurden bislang hauptsächlich durch Medikamente positive Effekte nachgewiesen (Arnett, Fischer & Newby, 1996; Solanto, Wender & Bartell, 1997; Tripp & Alsop, 1999).

Es gibt aber auch unzählige Studien, in denen das störende Verhalten durch verhaltenstherapeutische Maßnahmen deutlich verbessert werden konnte (Evans et al., 2005; Pelham et al., 2005). Auch unabhängig von Medikamenten wie Methylphenidat, die oft vor allem kurzfristige Erfolge zeigen, scheint es möglich, die neuropsychologische Funktionsfähigkeit von ADHS-Kindern zu verbessern. Vor allem der Einsatz systematischer Verhaltenskontingenzen wie Verstärkung oder Time-Out bietet sich hier an (Northup et al., 1999; Tamm & Carlson, 2007). Welche Kombinationen dabei sinnvoll sind, hängt von diversen Faktoren wie dem ADHS-Subtypus, den Charakteristika der zu bearbeitenden Aufgaben, dem erwünschten Zielverhalten sowie den spezifischen verhaltenstherapeutischen Interventionen ab. Diese Aspekte sollten zukünftig unter Beachtung klinisch bedeutsamer Langzeiterfolge untersucht werden. Die Behandlungsstrategie bei der

ADHS sollte multidisziplinär, multimodal und vor allem langfristig sein (Goldstein & Ellison, 2002).

5.4 Spezielle Therapien bei exekutiven Dysfunktionen

Da sich exekutive Defizite in vielen verschiedenen, teilweise sogar gegensätzlichen Verhaltenstendenzen äußern können, muss die Art der Intervention immer durch das spezifische Symptom bestimmt sein. Forschungsbemühungen in diesem Bereich beziehen sich zumeist auf exekutive Dysfunktionen, die durch neurologische Erkrankungen wie Schädel-Hirn-Traumata, zerebrovaskuläre Schädigungen, extrapyramidale oder entzündliche Erkrankungen entstehen (Diehl, 2002; Foltynie, Brayne, Robbins & Barker, 2004; McDowell, Whyte & D'Esposito, 1998). Verhaltensmanagement (Selbstinstruktion, Self-Monitoring, Zielmanagement) bietet sich an, wenn die Verhaltensauffälligkeiten im Vordergrund stehen. Um stabile Effekte zu erzielen, sind eine ausreichende Dauer und hohe Frequenz der Maßnahme sowie eine gewisse Alltagsnähe notwendig. Sind die kognitiven Defizite zentral, bieten sich vor allem kognitiv übende Verfahren an. Dabei werden spezifische Fähigkeiten wie die Arbeitsgedächtnis- oder Aufmerksamkeitsleistung gezielt trainiert. Denkbar sind dabei sowohl Einzel- als auch Gruppensitzungen oder spezielle PC-Programme (Müller et al., 2010). Zu beachten ist, dass auch die möglichen kognitiven Störungsmuster sehr heterogen sind, entsprechend müssen Schwerpunkte auf die Verbesserung der Problemlösefähigkeit, der kognitiven Flüssigkeit und Flexibilität oder der Arbeitsgedächtnisleistung gesetzt werden (Harth, Münte & Müller, 2005). Modifikationen der Umwelt stehen meist nur bei schweren Dysfunktionen zur Debatte wie sie bei der ADHS nicht in dem Ausmaß vorkommen (Serino et al., 2007).

Es ist an dieser Stelle wichtig, auch auf die Stabilität der exekutiven Funktionsdefizite ins junge Erwachsenenalter hinein hinzuweisen. In einer aktuellen Studie von Biederman und Kollegen (2007), bei der 85 männliche ADHS-Patienten längsschnittlich begleitet wurden, zeigte sich, dass 69 % der Patienten, die zu Beginn der Erhebungen Defizite in den EF aufwiesen (Diskrepanzkriterium 1.5 SD in mindestens 2 aus 8 Tests) diese auch noch nach sieben Jahren zeigten. 75 % der Patienten, die von Beginn an keine Defizite in den EF hatten, hatten auch zum Zeitpunkt der Posttestung keine Defizite. Allerdings traten in dieser Gruppe auch bei 25 % der Teilnehmer die Defizite zum späteren Testzeitpunkt neu auf, was in der Studie auf situationale Veränderungen zurückgeführt wird. Es wird auf jeden Fall deutlich, dass frühe Interventionen bezüglich der defizienten EF absolut sinnvoll sind.

Es gibt die Überlegung, dass sich die exekutiven Defizite bei der ADHS eher als komorbide Erkrankung beschreiben lassen, die nicht in allen Fällen entsprechend auftritt. Sie müssten dann folglich auch gesondert therapeutisch behandelt werden. Möglicherweise gibt es Kinder innerhalb der ADHS-Gruppe, bei denen motivationale oder Arousal-Problematiken vorherrschen, wohingegen in anderen Fällen Probleme in exekutiven Defiziten wie der Inhibitionsfähigkeit zentral sind. Daneben finden sich auch ADHS-Kinder, die in keinem der beiden Bereiche klinisch auffällig sind. Ihnen allen sollte in jedem Fall eine spezielle und individualisierte Behandlung zukommen. Bislang liegen für die ADHS noch keine evidenzbasierten Interventionen für den spezifischen Bereich der exekutiven und kognitiven Defizite vor (Hinshaw, 2006).

5.5 Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS (Publikation III)

5.5.1 Hintergrund

Im Rahmen der MTA-Studie entwickelten sich massierte, stringent lernpsychologisch orientierte Gruppenprogramme, bei deren Evaluation sich eine signifikante Reduktion der hyperkinetischen Symptomatik nachweisen ließ (Gerber et al., 2011; Gerber-von Müller, 2008; Gerber-von Müller et al., 2009; Pelham & Waschbusch, 1999; Yamashita et al., 2010). Diese intensiven Programme bestehen meist aus hoch strukturierten Tagesplänen, die sportliche Aktivitäten, soziale Kompetenztrainings und ein Kontingenzmanagement beinhalten. Letzteres bedient sich operanter Methoden wie Response-Cost-Token-Techniken (RCT), um konkrete unerwünschte Verhaltensauffälligkeiten der Kinder zu vermindern. Erwünschte Verhaltensweisen werden dabei zeitlich unmittelbar durch Vergabe von Punkten oder Münzen (=Token) belohnt (=positiv verstärkt). Die Token fungieren dabei als sekundäre Verstärker; sie können erst später gegen eine konkrete Belohnung eingetauscht werden. Diesen lernpsychologisch fundierten Techniken wird in multimodalen Settings ein inkrementeller Beitrag bezüglich der Verbesserung der Funktions- und Verhaltensdefizite zugeschrieben und zwar über die Effekte der medikamentösen Behandlung hinaus (Carlson et al., 1999; Reitan & Wolfson, 2004).

5.5.2 Fragestellung

Bei der vorliegenden Studie interessierte vor allem der Effekt aus der Kombination von konkretem Funktionstraining (4 x täglich à 30 Minuten schul- bzw. hausaufgabenähnliche Testsituationen mit Rechen-, Deutsch- und Quizaufgaben, die das Ziel haben,

Konzentration, Aufmerksamkeit und Ausdauer zu fördern) und lernpsychologisch fundierten Inhalten (RCT: während der gesamten Maßnahme kontinuierlich eingesetzt) auf die neuropsychologischen Defizite. In einer ähnlichen, an der Universität Kiel durchgeführten Maßnahme (vgl. ASCT; Gerber-von Müller et al., 2009) zeigten sich dabei bereits deutliche Verbesserungen in den neuropsychologischen Funktionen, aber auch im Sommerferientraining von Pelham (Pelham, Hoza, Kipp, Gnagy & Trane, 1997) und im Gruppenprogramm ATTENTIONER (Jacobs & Petermann, 2007) ließen sich ähnlich gute Ergebnisse erzielen. Auch in einer Studie von Carlson, Mann und Alexander (2000) fand sich eine Leistungssteigerung durch stringentes Kontingenzmanagement.

5.5.3 Studiendesign und Stichprobe

Die Studie entstand im Rahmen eines groß angelegten Projekts, bei dem die Ambulanz für Verhaltensprävention in Familien (ViFa), das Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie sowie die Kinderklinik der Universität Kiel und das Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation der Universität Bremen zusammenarbeiteten (vgl. Gerber et al., 2011). Mit den teilnehmenden Kindern wurde über zwei Wochen hinweg jeden Tag ein hoch standardisiertes Programm durchgeführt (10 Tage, ca. 80 Stunden). Neben funktional ausgerichteten Trainingsinhalten wie der Förderung von Konzentration, Aufmerksamkeit und Ausdauer sollten dabei auch Lernziele wie eine verbesserte Impulskontrolle und Frustrationstoleranz sowie eine Stärkung des Selbstbewusstseins und Selbstwertgefühls der Kinder gefördert werden, um eine positive Veränderung des Problemverhaltens zu erreichen. Während der gesamten Dauer der Maßnahme wurde daher ein systematisches Response-Cost-Token-Programm (RCT) durchgeführt (für eine genaue Beschreibung der Trainingsinhalte vgl. Gerber-von Müller, 2008).

Zur Untersuchung der kurzfristigen Wirksamkeit der verhaltenstherapeutischen Maßnahmen bezüglich neuropsychologischer Funktionen wurden Prä-Post-Untersuchungen (vor Beginn des Trainings und sechs Wochen nach dessen Beendigung) durchgeführt, bei denen die Kinder mittels testpsychologischer Verfahren untersucht wurden. Es wurden verschiedene Komponenten der Aufmerksamkeit mit besonderem Schwerpunkt auf Aufmerksamkeitsintensität und -selektivität erhoben (vgl. Sturm, 2005) sowie einige exekutive Funktionsbereiche, wobei hier das Hauptaugenmerk auf die Arbeitsgeschwindigkeit und die Handlungsplanung gelegt wurde. Um die erwarteten Effekte ausschließlich auf die verhaltenstherapeutischen und lernpsychologischen Aspekte zurückführen zu können, wurde bei den Kindern, die normalerweise Medikamente zur ADHS-

Behandlung einnehmen, diese Medikation im Vorfeld abgesetzt, so dass die gesamte Maßnahme unter Ausschluss von Medikamenten durchgeführt werden konnte.

Es nahmen 45 Kinder zwischen sieben und 14 Jahren ($M = 10,18$; $SD = 1,79$) an dem Training teil (37 Jungen und 8 Mädchen). Bei allen teilnehmenden Kindern wurde im Vorfeld eine Diagnose nach der ICD-10 gestellt; bei 69 % der Kinder lag dabei eine *Einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung* (F90.0) vor, 13 % litten unter einer *Hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens* (F90.1) und 18 % der Kinder fielen unter die Diagnose *Sonstige näher bezeichnete Verhaltens- und emotionale Störung mit Beginn in der Kindheit und Jugend* (auch: Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität). Bei 16 Kindern lag außerdem eine komorbide Diagnose vor (z.B. Lese-Rechtschreibstörung oder Emotionale Störung des Kindesalters), jedoch keine Erkrankung, die eine Teilnahme an der Maßnahme hätte maßgeblich stören können. Ausschlusskriterien waren eine tiefgreifende Entwicklungsstörung, Psychose oder schwere Störung des Sozialverhaltens.

Zur Erfassung der durch die Maßnahme erzielten Veränderungen in der Aufmerksamkeitsleistung wurde die TAP (Zimmermann & Fimm, 2002) eingesetzt. Verbesserungen der exekutiven Kontrolle wurden über den Trail-Making-Test (TMT; Reitan, 1956; Tischer & Petermann, 2010) erhoben, der sich besonders eignet, weil er neben der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auch Aspekte der Handlungsplanung erfasst (vgl. Pennington & Ozonoff, 1996). Bei der TAP wurden die Untertests Alertness, Flexibilität, Geteilte Aufmerksamkeit, Go/NoGo und Inkompatibilität für die Untersuchung ausgewählt und zwar basierend auf Ergebnissen aus Vorgängerstudien, in denen signifikante Gruppenunterschiede bei genau dieser Art von Aufgaben gefunden wurden (Echterhoff et al., 2009; Földenyi et al., 1999, 2000; Koschak et al., 2003; Toussaint & Petermann, 2010). Neben der Anzahl der richtigen Reaktionen, werden die falschen Alarme (=Reaktionen auf einen Distraktor bzw. nicht erwünschte Reaktionen) als Zeichen für impulsive Reaktionen und die gestörte Selektivität der Aufmerksamkeit sowie die Zahl der Auslassungen (=Nicht-Reaktion auf einen Zielreiz) als Indikator für die Unaufmerksamkeit erfasst. Die mittleren Reaktionszeiten (da Reaktionszeiten häufig schief verteilt sind, wird hier der Median zugrunde gelegt) können bei deutlicher Erhöhung als Maß für eine allgemeine Reaktionsverlangsamung angesehen werden. Die Standardabweichungen der Reaktionszeiten gelten als Indikator für die Variabilität der Reaktionen und somit für die Schwankung der Aufmerksamkeit. Die in der Studie eingesetzten Untertests werden im Folgenden kurz beschrieben:

Unter *phasischer Alertness* (Sharpless & Jasper, 1956; Posner & Rafal, 1987) wird die plötzliche Zunahme der Aufmerksamkeit unmittelbar nach einem Warnreiz verstanden. Sie wird erfasst, indem ein Zielreiz entweder durch einen Hinweisreiz angekündigt wird oder die Reaktionszeit einfach, d. h. ohne einen solchen Hinweisreiz, gemessen wird. Der Verlauf der Einzelreaktionszeiten kann dabei zusätzlich Hinweise auf kurzzeitige (phasische) Ausfälle der Aufmerksamkeitszuwendung aufdecken ("lapses of attention": van Zomeren & Brouwer, 1987).

Der Untertest *Flexibilität* untersucht die Fähigkeit, sich von bestimmten Objekten abzuwenden, um sich wirksam mit anderen Reizen zu beschäftigen. Der Fokus der Aufmerksamkeit muss dabei meist zwischen dargebotenen Zahlen und Buchstaben flexibel gewechselt werden.

Die *Geteilte Aufmerksamkeit* bezeichnet die gleichzeitige Konzentration bzw. Reaktion auf mindestens zwei Reize. Bei der Bearbeitung mehrerer Aufgaben soll dabei mehr als eine Reizquelle beachtet werden. Es werden so genannte „dual-task“-Aufgaben dargeboten, die sowohl visuelle als auch auditive Reize nutzen.

Bei der *Go/NoGo*-Aufgabe muss eine während der Go-Bedingung geforderte motorische Antwort in einem zweiten Durchlauf (NoGo-Bedingung) inhibiert werden. Auf bestimmte Zielreize (x) soll also möglichst schnell reagiert werden, bei entsprechenden Distraktoren (+) muss die Reaktion jedoch unterdrückt werden (selektive Reaktion).

Der Untertest *Inkompatibilität* überprüft die Interferenzneigung in einer Konfliktsituation bei parallel zu bearbeitenden Reizen mit Hilfe einer Reiz-Reaktionsinkompatibilität. Dabei müssen unerwünschte Impulse gehemmt werden.

Die Exekutivfunktionen werden mit Hilfe des *Trail-Making-Tests* erfasst. Hier sollen Zahlen in aufsteigender Reihenfolge verbunden werden, wodurch neben der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung auch die kognitive Flexibilität erfasst wird. Im Sinne des Modells der Störungen exekutiver Funktionen nach Pennington und Ozonoff (1996) ist davon auszugehen, dass sich Defizite in den Exekutivfunktionen in diesem Test bemerkbar machen, da er Schwierigkeiten in der Handlungsplanung und Strategienentwicklung sowie deren zeitliche Umsetzung aufdecken kann. Als Leistungsparameter werden die benötigte Zeit und die Fehlerzahl erfasst.

Mit Hilfe von Varianzanalysen (Allgemeines Lineares Modell mit Messwiederholung) wurde überprüft, ob sich zwischen den Mittelwerten der zu den Zeitpunkten 1 und 2 erhobenen normalverteilten Variablen signifikante Unterschiede finden lassen. Für die

einzelnen Untertests der TAP wurden aufgrund der inhaltlichen Heterogenität getrennte Analysen durchgeführt. Es wurden jeweils die Parameter mittlere Reaktionszeit, Schwankung der Reaktionszeit, Anzahl der Richtigen sowie Anzahl der Fehler und Auslassungen untersucht. Aufgrund der durchgeführten Mehrfachvergleiche wurde jeweils eine statistische Adjustierung des Alphaniveaus nach Bonferroni durchgeführt.

5.5.4 Ergebnisse und Diskussion

Zu T1 (erster Testzeitpunkt) lagen die Ergebnisse der ADHS-Kinder in fast allen Parametern im Normbereich. Für einige Testmaße liegen noch keine Normwerte vor, so dass hier keine Angaben über Prozentrangwerte gemacht werden können (z.B. Untertest Flexibilität).

In der Bedingung *Go/NoGo Auslassungen* ($M = 15,40$) schnitten die Kinder unterdurchschnittlich ab. Sie machten überdurchschnittlich viele Auslassungsfehler, was als Indikator für eine vorhandene Unaufmerksamkeit bzw. als Schwierigkeit zwischen Zielreiz und Distraktor zu unterscheiden, angesehen werden kann. Oftmals sind die Kinder aber vor allem zu Beginn der Go/NoGo-Aufgabe durch die Geschwindigkeit der Reizpräsentation überfordert, so dass viele Auslassungsfehler einfach aufgrund dieser *Gewöhnungsphase* entstehen, in der die Kinder zunächst gar nicht reagieren. Vor allem ADHS-Patienten des hyperaktiven/impulsiven Subtyps neigen außerdem dazu, ihre Impulsivität zu überkompensieren, indem sie ihre Reaktionen in einem solchen Ausmaß kontrollieren, dass sie dann auch bei erwünschten Zielreizen nicht mehr reagieren (vgl. Tucha et al., 2008).

Bezüglich des Parameters *Fehler* fanden sich in allen Untertests Prozentrangwerte, die zwar noch im Durchschnittsbereich lagen, hier allerdings am unteren Ende (z. B. $M_{Go/NoGo\ Fehler} = 20,70$). Eine hohe Anzahl Falscher-Alarm-Fehler kann als Maß für Impulsivität bzw. mangelnde Inhibitionsfähigkeit interpretiert werden. Da die entsprechenden Prozentrangwerte der Mediane im direkten Vergleich deutlich höher lagen, entspricht das Antwortmuster der Kinder dem *Fast Responding* (Jacobs & Petermann, 2008).

Beim Prä-Post-Vergleich in den Parametern des Trail Making Tests, der, neben der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung auch die kognitive Flexibilität der Kinder erfasst, ergaben sich signifikante Verbesserungen für die Bearbeitungszeit (in Teil A und auch in Teil B) sowie für die Fehleranzahl, hier allerdings lediglich in Teil B (vgl. Tab. 3). Auch der Untertest *Flexibilität* der TAP erfasst die kognitive Flexibilität. Auch

hier zeigten sich im zweiten Testdurchlauf entsprechend signifikante Leistungsverbesserungen. Die Kinder reagierten öfter richtig auf die Zielreize und machten insgesamt weniger Fehler; außerdem reagierten sie signifikant schneller und weniger variabel (vgl. Tab. 4). Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Effekte bezüglich der kognitiven Flexibilität im TMT deutlicher zutage traten.

Der Untertest *Alertness* erfasst die allgemeine Aufmerksamkeitsaktivierung. In einer zweiten Bedingung kommt ein Warnsignal hinzu. Bedeutsame Effekte zeigten sich hier nur in der Bedingung mit Warnsignal und dabei lediglich für die Anzahl der richtigen Reaktionen (vgl. Tab. 4). Dies könnte ein Hinweis auf eine verbesserte Hemmung der Impulsivität sein, die bei der Lösung dieser Art von Aufgaben erforderlich ist.

Der Untertest *Geteilte Aufmerksamkeit* erfasst die Fähigkeit zur simultanen Verarbeitung verschiedener Reize. Die Kinder machten hier in der Posttestung insgesamt deutlich weniger Fehler (vgl. Tabelle 4).

Auch bei den Untertests *Go/NoGo* und *Inkompatibilität* (erfasst die Inhibitionskontrolle) zeigten sich nur bezüglich eines Parameteres, nämlich der Fehlerrate von der Prä- zur Posttestung, signifikante Verbesserungen (Tab. 4). Eine tabellarische Übersicht zu allen Prä-Postvergleichen der TAP-Parameter findet sich in Publikation III (Toussaint et al., 2011). Dort sind auch die nicht-signifikanten Ergebnisse mit aufgeführt.

Tabelle 3: Vergleich der Parameterwerte aus Prä- und Post-Testung im TMT

Trail-Making-Test	t1 (n=44)		t2 (n=44)		Paarweise Vergleiche			
	M	SD	M	SD	Diff. (t1-t2)	SE	p ^a	d ^b
TMT-A								
Bearbeitungszeit	20.35	7.78	15.80	4.38	4.56*	1.15	.000	.72
Fehleranzahl	0.05	0.21	0.07	0.26	-0.02	0.05	.660	
TMT-B								
Bearbeitungszeit	47.86	22.81	33.66	14.55	14.20*	2.91	.000	.74
Fehleranzahl	1.25	1.97	0.20	0.55	1.05*	0.29	.001	.73

Anmerkungen: Basiert auf den geschätzten Randmitteln; M=Mittelwert; SD=Standardabweichung; SE=Standardfehler; p=Signifikanzniveau, d=Effektstärke; a=Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni; b= berechnet nach Cohen (1988); *=Die mittlere Differenz (Diff.) ist auf dem .05-Niveau signifikant.

Tabelle 4: Vergleich der Parameterwerte aus Prä- und Post-Testung in der TAP

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung	t1 (n=44)		t2 (n=44)		Paarweise Vergleiche			
	M	SD	M	SD	Diff. (t1-t2)	SE	p ^a	d ^b
Alertness mit Warnsignal (R)	38.30	3.52	39.68	0.96	-1.39*	0.52	.010	-.53
Flexibilität Gesamt (R)	72.05	18.36	78.44	13.18	-6.40*	2.29	.008	-.40
Gesamt (F)	13.21	8.09	10.58	6.34	2.63*	1.00	.012	.36
Gesamt (MD)	1038.19	354.94	907.05	296.65	131.14*	59.16	.032	.40
Gesamt (SD)	438.35	232.13	363.91	182.39	74.44*	35.64	.043	.36
Geteilte Aufmerksamkeit Gesamt (F)	9.91	13.03	4.95	5.52	4.96*	1.92	.013	.50
Go/NoGo Fehler	7.36	4.45	5.39	4.43	1.98*	0.83	.021	.44
Inkompatibilität inkompatibel (F)	8.23	6.32	5.60	4.57	2.63*	1.20	.034	.48
inkompatibel (A)	0.26	0.90	0.37	0.79	-0.12	0.10	.229	
inkompatibel (MD)	553.63	132.18	559.65	140.35	-6.02	25.81	.817	
inkompatibel (SD)	149.77	76.22	132.44	82.86	17.33	17.68	.333	

Anmerkungen: Basiert auf den geschätzten Randmitteln; M=Mittelwert; SD=Standardabweichung; SE=Standardfehler; p=Signifikanzniveau, d=Effektstärke; a=Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni; b= berechnet nach Cohen (1988); *=Die mittlere Differenz (Diff.) ist auf dem .05-Niveau signifikant.

Bezogen auf Ergebnisse aus ähnlichen Studien wurden in den Untertests der TAP mehr signifikante Ergebnisse erwartet und zwar vor allem hinsichtlich der Variabilitätsparameter (vgl. z. B. Buzy, Medoff & Schweitzer, 2009). Zahlreiche Studien berichten erhöhte intraindividuelle Schwankungen in der Reaktionszeit als zentrales Leistungsmerkmal bei Patienten mit ADHS. Dabei korrelieren eigentlich auch impulsive Reaktionen, die sich in einer erhöhten Anzahl von Falschen-Alarm-Fehlern ausdrücken, signifikant mit dieser Variabilität im Antwortverhalten (Rommelse et al., 2008; Simmonds et al., 2007). ADHS-Patienten haben Schwierigkeiten, im Verlauf einer Aufgabe, die ein hohes Maß an dauerhafter Aufmerksamkeit abverlangt, mit konstanter Geschwindigkeit zu reagieren. In der vorliegenden Studie lassen sich zwar entsprechende Tendenzen erkennen (vgl. Untertests *Alertness*: $M_{T1} = 83,39$; $M_{T2} = 74,32$ und *Inkompatibilität*: $M_{T1} = 140,88$; $M_{T2} = 122,65$), nur im Untertest *Flexibilität* zeigt sich jedoch eine signifikante Verbesserung von der Prä- zur Posttestung für die Variabilität der Reaktionszeit (= Standardabweichung, vgl. Tab. 4). Von einigen Autoren wird die Aufgabenkomplexität im Sinne der Anforderung an die Inhibitionskontrolle und das Arbeitsgedächtnis als moderierender Faktor für die Variabilität aufgeführt (Hervey et al., 2006). In aktuel-

len Studien finden sich aber sowohl bei sehr einfachen als auch bei komplexen Go/NoGo-Paradigmen erhöhte Reaktionszeitschwankungen in der ADHS-Gruppe, die einerseits auf sogenannte *lapses of attention* (Leth-Steensen, Elbaz & Douglas, 2000), andererseits aber auch auf den allgemeinen Aktivierungslevel zurückgeführt werden konnten (Vaurio, Simmonds & Mostofsky, 2009). Die Go/NoGo-Aufgabe der TAP besteht aus einem sehr einfachen Paradigma (x versus +) und ein moderierender Einfluss der Aufgabenkomplexität kann daher nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Die eindeutigsten Ergebnisse zeigten sich in dieser Studie im Bereich der kognitiven Flexibilität (Tab. 3 und 4). Dass ADHS-Patienten Schwächen in diesem Bereich haben, ist auch aus anderen Studien bekannt. Vor allem im Alltag wechseln sie oft von einer unbeendeten Tätigkeit zur nächsten (Barkley, 2006), während sie in Situationen, in denen der flexible Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus explizit verlangt wird, große Schwierigkeiten haben (Epstein, Conners, Erhardt, March & Swanson, 1997). Sowohl im TMT als auch im Untertest *Flexibilität* zeigten sich in fast allen Parametern signifikante Verbesserungen. Der TAP-Untertest ist dabei kognitiv anspruchsvoller und zeitintensiver als der TMT. Beim Trail Making Test lassen sich auch Übungseffekte, die vor allem im 2. Testteil zum Tragen kommen, nicht vollständig ausschließen. Es lässt sich auf Grundlage dieser Ergebnisse aber schlussfolgern, dass sich die kurzfristigen Aufmerksamkeitsleistungen der Kinder deutlich verbessert haben, was sich vor allem in einer verringerten mittleren Bearbeitungszeit widerspiegelt (vgl. Tab. 3 und 4). Das Aufmerksamkeitstraining, bei dem die Kinder im Verlauf der Maßnahme mehrfach täglich über kurze festgelegte Zeiträume ausdauernd und aufmerksam arbeiten mussten, scheint positiv auf diese Funktionen zu wirken. Dabei lernten die Kinder, ihre Planungsfähigkeiten effektiver einzusetzen, weniger impulsiv zu reagieren und Aufgaben reflektierter zu bearbeiten (vgl. z. B. auch Naglieri & Johnson, 2000).

Bei der Betrachtung der Gesamtheit aller Testaufgaben, wird deutlich, dass sich die bedeutsamsten Verbesserungen bei den Parameter Richtige und Fehler (hier: Falsche Alarme) finden. Zu Testzeitpunkt 1 machten die Kinder, im Vergleich zur Normstichprobe, relativ viele Fehler bei schneller Reaktionsgeschwindigkeit (z.B. Go/NoGo PR_{Fehler T1} = 20,70; PR_{Median T1} = 63,88). Dieses Reaktionsmuster weist auf eine hohe Impulsivität bzw. mangelnde Inhibitionsfähigkeit hin. Beim zweiten Testzeitpunkt zeigte sich vor allem eine deutliche Verringerung der Falschen-Alarm-Fehler (z. B. Geteilte Aufmerksamkeit M_{T1} = 9,91; M_{T2} = 4,95). Die Kinder verbesserten sich also im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit. In Rahmen der verhaltenstherapeutischen Maßnahme konn-

ten sie kognitive kompensatorische Strategien lernen und Sozialisationseffekte erfahren, die es ihnen erleichterten, unangemessene Verhaltensweisen zu minimieren. Sie schafften es akkurater, weniger fehlerbehaftet und somit letztlich kontrollierter zu arbeiten. Ähnliche Trainingseffekte fanden sich auch in anderen Studien, die mit stringentem Kontingenzmanagement arbeiteten (vgl. z. B. Carlson et al., 2000; Jacobs & Petermann, 2007; Reitman, Hupp, O'Callaghan, Gulley & Nordhup, 2001). Es lässt sich zusammenfassen, dass die Kinder ihre selektiven Aufmerksamkeitsstrategien mit Hilfe der durchgeführten Maßnahme (Aufmerksamkeitstraining und Kontingenzmanagement) verbessern konnten. Ob diese Effekte lediglich kurzfristig sind oder auch über eine längere zeitliche Dauer stabil bleiben und in den Alltag der Kinder transferiert werden können, sollte zukünftig in Langzeitstudien mit Follow-up-Design untersucht werden.

6 Diskussion

Die Konzeptualisierung der ADHS hat in den letzten Jahren viele Änderungen erfahren. Erst im DSM-IV (APA, 1995) wurden die drei Subtypen der ADHS (unaufmerksamer Subtypus, hyperaktiver/impulsiver Subtypus und Mischtypus) formal anerkannt. Aktuelle Forschungsbemühungen unterstreichen die Zentralität subtypenspezifischer Auswertungen für alle Studien, die sich mit den Grundlagen, der Diagnostik und Therapie der ADHS auseinandersetzen (Toplak, Connors, Shuster, Knezevic & Parks, 2008). Die verschiedenen Subtypen gehören zwar zur gleichen Störungsentität, unterscheiden sich jedoch gravierend in ihren spezifischen kognitiven und exekutiven Stärken und Schwächen sowie in ihrem Problemverhalten.

6.1 Neue Forschungsschwerpunkte

Die Forschungsschwerpunkte der letzten zwanzig Jahre fokussieren vermehrt auf Beeinträchtigungen der exekutiven Defizite bei ADHS-Patienten, die sich beispielsweise in schwachen Leistungen in Tests zur Inhibitionskontrolle, dem Arbeitsgedächtnis oder sogenannten Set-Shifting-Aufgaben zeigen (Barkley, 2006). Hier werden vor allem den Patienten des unaufmerksamen Typus die größten Schwierigkeiten zugesprochen; generell sind die Studienergebnisse für diesen Bereich allerdings uneinheitlich und teilweise widersprüchlich. Auch in Tests zur Aufmerksamkeitsprüfung zeigt nur ein Teil der Kinder mit ADHS klinisch relevante Auffälligkeiten (Nigg et al., 2005). Vor allem Kinder des unaufmerksamen Subtyps kennzeichnen sich laut Barkley (1997) vermehrt durch Störungen in der Verarbeitungsgeschwindigkeit (langsamere Reaktionszeiten) und der selektiven Aufmerksamkeit. Beim so genannten Mischtypus werden eine diffuse, umfassendere kognitive Beeinträchtigung und Schwierigkeiten, die Anstrengungsbereitschaft aufrechtzuerhalten, angenommen. Kinder dieses Typs zeigen ein geringeres Durchhaltevermögen, eine schlechtere Inhibitionskontrolle und eine hohe Ablenkbarkeit (vgl. Desman & Petermann, 2005). Auch der impulsive Typus scheint mit Defiziten im Bereich der Verhaltenhemmung einherzugehen (Barkley, 1997).

Aktuelle theoretische Modelle zur ADHS, wie das Modell der Verzögerungsaversion von Sonuga-Barke (2002), schließen die exekutiven Defizite neben motivationalen Defiziten als zentrale Prädiktoren für die ADHS ein. Nahezu alle Modelle argumentieren dabei mit multiplen Ursachen (Nigg, 2006) oder unterschiedlichen Endophänotypen (Castellanos & Tannock, 2002), die die heterogenen klinischen Symptome der ADHS bedingen.

Die Kennzeichnung und Feststellung der Defizite in den kognitiven und exekutiven Funktionen von ADHS-Patienten gestaltet sich dabei insgesamt als schwierig und stellt vor allem für den diagnostischen Prozess eine Herausforderung dar. Obwohl es zahlreiche Theorien und klinische sowie experimentelle Studien zu diesem Thema gibt, ist es wichtig anzumerken, dass viele der gängigen Verfahren wenig sensibel und spezifisch für die umschriebenen ADHS-Defizite sind. Oft genügen sie lediglich der Augenscheinvalidität und sind nicht ausreichend normiert. Es gibt bislang kaum eindeutig zurechenbare Leistungsprofile der drei unterscheidbaren ADHS-Subtypen; insbesondere finden sich hierzu nur wenige Studien mit Kindern im Grundschulalter (Petermann & Lepach, 2006).

6.2 Neue diagnostische Ansätze

Ziel dieser Arbeit war es daher zum einen, ein aktuelles - auf der PASS-Theorie basierendes Testverfahren – bezüglich seiner Eignung für den diagnostischen Prozess bei der ADHS zu überprüfen. Computerbasierte Verfahren wie die K-CAB könnten in Zukunft vor allem durch die Erfassung der Dimension *Planungsfähigkeit* einen wertvollen Zugewinn in der Diagnostik erbringen, indem sie wichtige Zusatzinformationen auch über die deskriptiven Kriterien von DSM-IV-TR oder ICD-10 hinaus liefern. Diese Informationen lassen sich vor allem auch für den schulischen Kontext gewinnbringend nutzen, da sie Hinweise über die Lernstile der Kinder liefern und Schlüsse auf geeignete Interventionen zulassen, durch die sich schulische Leistungen und Erfolge verbessern können. Anleitungen zur Optimierung von Handlungsplanung und Vermittlung geeigneter Lernstrategien, die dem kognitiven Stil der Kinder angepasst sind, können den Schulalltag für die betroffenen Kinder deutlich erleichtern (Goldstein & Naglieri, 2008). Festgestellte Stärken können dann durch individuell angepasste Maßnahmen so gefördert werden, dass es den Schülern möglich wird, ihre Potentiale bestmöglich auszuschöpfen.

Das Ziel der Validierungsstudie (Publikation I) lag darin, die K-CAB-Leistungen einer Gruppe von ADHS-Kindern mit den Leistungen gesunder Kinder zu vergleichen. Dabei waren die Leistungen der ADHS-Kinder lediglich im Untertest Aufmerksamkeit signifikant schlechter, eine Schwäche im Bereich der Planungsfähigkeit bestätigte sich hingegen nicht (vgl. auch Naglieri et al., 2003; Paolitto, 2000; van Luit, Kroesbergen & Naglieri, 2005). Als Bestandteil der exekutiven Funktionen entwickelt sich die Planungsfähigkeit ab dem Vorschulalter, wobei bei Kindern zwischen neun und zwölf Jahren größere Entwicklungsschübe festgestellt werden konnten als bei jüngeren Kindern (Jurado & Rosselli, 2007). Da bislang nicht vollständig geklärt werden konnte, ob es

sich dabei um ein globales exekutives Defizit oder eher um eine Entwicklungsverzögerung handelt und da das Konzept der exekutiven Funktionen außerdem relativ viele Komponenten beinhaltet, sollten zukünftige Studien die Alterseinflüsse auf die exekutiven Funktionen bei ADHS stärker beachten und keine sehr jungen Kinder einschließen (vgl. Hampel, Petermann & Desman, 2009). Es sind zudem weitere Validierungsstudien zur K-CAB notwendig, welche die Ergebnisse aus dem Untertest Begriffsbildung mit anderen Tests zur Erfassung der Planungsfähigkeit vergleichen. Hier bieten sich Korrelationsstudien mit dem Turm von London (Tucha & Lange, 2004) oder dem Zoo-Spiel (Fritz & Hussy, 2000) an.

Die ADHS-Gruppe reagierte bei den Aufmerksamkeitsaufgaben der K-CAB im Mittel etwas langsamer als die Gruppe der gesunden Kinder, wobei ihre Reaktionszeiten intraindividuell auch stärker schwankten. Diese so genannten unspezifischen Aufmerksamkeitsdefizite fanden sich auch in anderen Studien (Kuhlmann, 1998; McGee et al., 2000; Schachar, 1991). Eine sechsminütige monotone Aufgabe scheint aber für alle Kinder dieser Altersgruppe relativ anstrengend zu sein. Die Kinder konnten sich schwer auf den Paradigmenwechsel von Testteil 1 zu Teil 2 einlassen. Dabei konnten sie sich nicht schnell und flexibel genug auf die neue Aufgabenstellung einstellen und reagierten daher vermehrt mit fehlerhaften und impulsiven Antworten. Es fällt Kindern mit ADHS generell schwer, sich nach vorangegangenen Fehlern schnell wieder der Aufgabe zuzuwenden (Oh, Moosbrugger & Poustka, 2005), ein computerbasierter Test mit *Speed*-Komponente setzt diese Fähigkeit aber voraus. Vor allem bei jungen Kindern kann eine überstimulierende Aufgabe zu schnellen und entwicklungsbedingt unkontrollierten Reaktionen führen.

Die Untersuchung der prädiktiven Validität der Parameter des Aufmerksamkeits-Untertests ergab insgesamt eine mittlere bis gute Vorhersagequote, wobei sich der Faktor *Auslassungen* als bedeutsamster Koeffizient erwies. Hierbei sollte allerdings beachtet werden, dass die einzelnen Maße positiv untereinander korrelieren. Mit Hilfe einer größeren Stichprobe könnte zukünftig auch der Anteil gemeinsam aufgeklärter Varianz nachgewiesen und die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Testmaßen genauer untersucht werden. Auffälligkeiten im Untertest Aufmerksamkeit der K-CAB sprechen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für die Diagnose ADHS, allerdings würde mit ca. 25 % aller Fälle auch ein Viertel der Kinder mit ADHS nach diesem Kriterium nicht als solche erkannt. Um dieses Ergebnis zu bestätigen, sollte zukünftig auch eine klinische Kontrollgruppe mit überprüft werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich ein neuropsychologisches Testverfahren zwar dazu eignet, globale Auffälligkeiten wie verlangsamte Reaktionszeiten, größere Reaktionszeitschwankungen, vermehrte Fehler- oder Auslassungszahlen bei ADHS-Kindern zu erfassen, aufgrund dieser Parameter dürfen aber keine Rückschlüsse auf spezifische kognitive Fähigkeiten oder Verhaltensweisen wie Impulsivität oder Hyperaktivität gezogen werden (Rapport et al., 2000). Zum einen zeigen nicht alle Kinder mit ADHS neuropsychologische Auffälligkeiten in den einschlägigen Testverfahren, zum anderen treten auch bei vielen anderen kinder- und jugendpsychiatrischen Verhaltensstörungen wie Lernstörungen, Angst, Depression oder Autismus, Probleme im Bereich der Aufmerksamkeitsfunktionen oder der exekutiven Defizite auf (Oh, 2000). Um exakte differentialdiagnostische Diagnosen zu stellen und Fehldiagnosen, die mit weit reichenden persönlichen Konsequenzen für den Betroffenen selber, aber auch für das Gesundheitssystem einhergehen, zu vermeiden, aber auch um geeignete Therapieformen für die Behandlung einer ADHS zu finden, sind sowohl im Bereich der Grundlagenforschung als auch in der anwendungsorientierten Forschung dringend weitere Bemühungen notwendig.

6.3 Neue therapeutische Ansätze

Dabei bedingen die im Forschungsprozess entstehenden konzeptuellen Weiterentwicklungen der ADHS auch eine konstante Evaluierung der Eignung der gängigen Behandlungsansätze. Bezüglich der angemessenen Therapieform bei ADHS bleibt die Bedeutung von stimulierenden Medikamenten unstrittig. Trotzdem sollten zukünftige Bemühungen vermehrt auf neuropsychologische Lernprinzipien wie operante Mechanismen (z. B. RCT) fokussieren, da zahlreiche ADHS-Patienten nur unzureichend von einer alleinigen medikamentösen Behandlung profitieren. Psychosoziale Behandlungsansätze werden zudem vor allem von Familienangehörigen, aber auch von den betroffenen Kindern selbst oft besser akzeptiert als Medikamente, die immer auch diverse Nebenwirkungen mit sich bringen (Krain, Kendall & Power, 2005). Vor allem in Bezug auf die exekutiven und kognitiven Defizite, die oft mit der ADHS einhergehen, liegen bislang keine spezifischen evidenzbasierten Interventionen vor.

In einem weiteren Schritt dieser Arbeit wurde daher die Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen von Kindern und Jugendlichen mit ADHS überprüft. Im Rahmen eines zweiwöchigen Summercamps wurden ein stringentes Response-Cost-Token-Vorgehen (RCT) sowie ein gezieltes Aufmerksamkeitstraining eingesetzt und die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen

der Kinder jeweils vor und sechs Wochen nach Beendigung der Maßnahme erfasst. Es ließen sich signifikante neuropsychologische Leistungsverbesserungen bezüglich der Aufmerksamkeitsregulation und der Inhibitionskontrolle feststellen. Die Effekte lassen sich dabei vorwiegend auf das RCT und das Aufmerksamkeitstraining zurückführen, da bei den Kindern zu keinem Zeitpunkt eine Medikation vorlag. Bei den durch die TAP und den TMT erhobenen Leistungsparametern zeigten sich dabei die eindeutigsten Ergebnisse im Bereich der kognitiven Flexibilität. Das Aufmerksamkeitstraining, bei dem die Kinder im Verlauf der Maßnahme mehrfach täglich über kurze festgelegte Zeiträume ausdauernd und aufmerksam arbeiten mussten, erwies sich hier als effektiv.

Über die Gesamtheit der Testaufgaben betrachtet, finden sich die deutlichsten Verbesserungen für die Parameter Richtige und Fehler (hier: Falsche Alarme). Bereits zu Testzeitpunkt 1 machten die Kinder, im Vergleich zur Norm, relativ viele Fehler bei schneller Reaktionsgeschwindigkeit (Fast Responder). Dieses Reaktionsmuster deutet auf eine hohe Impulsivität bzw. mangelnde Inhibitionsfähigkeit hin. Zum zweiten Testzeitpunkt verringerten sich die Falschen-Alarm-Fehler deutlich. Die Kinder verbesserten sich demnach vor allem im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit. Es ist davon auszugehen, dass die Kinder ihre selektiven Aufmerksamkeitsstrategien mit Hilfe der durchgeführten Maßnahme (Aufmerksamkeitstraining und Kontingenzmanagement) zumindest kurzfristig verbessern konnten.

Bei Aufgaben, die eine hohe Impulskontrolle und Inhibitionsfähigkeit erfordern, wurden in der Vergangenheit hauptsächlich Medikamenteneffekte festgestellt (Arnett, Fischer & Newby, 1996; Solanto, Wender & Bartell, 1997; Tripp & Alsop, 1999; Wilkison et al., 1995). Aber auch unabhängig von Medikamenten wie Methylphenidat scheint es möglich, die neuropsychologische Funktionsfähigkeit von ADHS-Kindern zu verbessern, und zwar durch gezielte verhaltenstherapeutische Maßnahmen. Inwieweit sich diese funktionalen Verbesserungen auch entsprechend positiv auf störende Verhaltensweisen der Kinder im Sozialverhalten auswirken können, sollte in zukünftigen Studien geklärt werden. Auch wenn die Bedeutung von Medikation im Rahmen der ADHS-Behandlung unstrittig ist, sollten sich künftige Bemühungen vermehrt auf neuropsychologische Lernprinzipien wie operante Mechanismen (z. B. RCT) fokussieren, da zahlreiche ADHS-Patienten unzureichend von einer alleinigen medikamentösen Behandlung profitieren oder gar nicht auf Medikamente ansprechen. Positive Verhaltensaspekte lassen sich zusätzlich zur MPH-Einnahme verbessern, wenn systematische Verhaltenskontingenzen wie Verstärkung oder Time-Out eingesetzt werden (Northup et al., 1999; Tamm

& Carlson, 2007). Welche Kombinationen dabei sinnvoll sind, hängt von diversen Faktoren wie dem ADHS-Subtypus, den Charakteristika der zu bearbeitenden Aufgaben, dem erwünschten Zielverhalten sowie den eingesetzten verhaltenstherapeutischen Methoden ab. Diese Aspekte sollten vor allem auch unter Beachtung klinisch bedeutsamer Langzeiterfolge untersucht werden. Dabei sollten – auch wenn dies in der Praxis immer schwierig umzusetzen ist - zusätzlich dringend Wartekontrollgruppen untersucht werden, bei denen im Untersuchungszeitraum keine entsprechenden Maßnahmen durchgeführt werden.

Trotz der genannten Limitationen belegt die Studie, dass ein massiertes lernpsychologisch fundiertes Programm zu nachweisbaren, klinisch bedeutsamen Kurzzeiteffekten führt. Auch wenn stringente und massiert eingesetzte Response-Cost-Tokensysteme in bestimmten sozialen Situationen wie im Schulunterricht oder im Sport nicht immer einfach einzusetzen sind, können sie in Gruppen über einen längeren Zeitraum - nach entsprechender Schulung - dennoch auf Dauer effektiv und auch ökonomisch eingesetzt werden.

6.4 Ausblick

Aufgrund der uneinheitlichen neuropsychologischen Befunde und der verschiedenen klinischen Erscheinungsformen, Verläufe und Komorbiditäten bei der ADHS sollten sich zukünftige Forschungsbemühungen vermehrt einem differenzierteren Konzept der ADHS widmen. Die neuropsychologischen Defizite müssen genauer konzeptualisiert, enger definiert und für die entsprechenden ADHS-Subgruppen überprüft werden. Vor allem der zentrale Begriff der exekutiven Funktionen sollte besser von funktional ähnlichen Begriffen wie den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten oder nicht-exekutiven Funktionen wie Gedächtnis und Aufmerksamkeit abgegrenzt werden. Es müssen dann entsprechend sensitive und spezifische Testverfahren entwickelt werden, die die zu erfassenden Funktionsbereiche eng umgrenzen und möglichst sauber erfassen. Für die einzelnen Subtypen sollten mit Hilfe dieser Testverfahren kognitive und exekutive Leistungsprofile erstellt werden, damit bei den betroffenen Kindern eine differenziertere Diagnostik und in der Folge auch gezielte Interventionen gewährleistet werden können. Zentral dabei ist, dass auch die diagnostischen Kriterien von ICD-10 und DSM-IV unter Berücksichtigung der aktuellen Forschungsentwicklungen überarbeitet werden sollten. Sie beinhalten derzeit ausschließlich Symptomkriterien auf Verhaltensebene und müssen dringend bezüglich der kognitiven und exekutiven Symptomebene ergänzt werden. Es ist außerdem noch immer umstritten, ob der unaufmerksame Typus aufgrund seiner

speziellen Schwierigkeiten nicht besser als eigenständiges Störungsbild in die Klassifikationssysteme aufgenommen werden sollte (Barkley, 2003). In diesem Zusammenhang scheint auch das Label ADHS für Kinder vom hyperaktiven Typus unangebracht, denn bei ihnen steht vor allem das Defizit in der Verhaltensregulation im Vordergrund (vgl. Goldstein & Naglieri, 2006).

Um international vergleichbare Studien zu erleichtern, sollten die beiden Systeme bezüglich der Diagnosen in größere Übereinstimmung gebracht werden. Die in der klinischen Praxis in Deutschland gebräuchliche ICD-10 unterscheidet gar nicht explizit zwischen den drei ADHS-Subtypen. Der im DSM-IV gebräuchliche unaufmerksame Subtyp wird in der ICD-10 bislang nur unter *andere näher bezeichnete Verhaltens- und emotionale Störung mit Beginn in der Kindheit und Jugend (F98.8)* verschlüsselt. Nach Meinung der WHO gab es zum Zeitpunkt der Entwicklung der ICD-10 noch zu wenige empirische Befunde, die eine *reine* Aufmerksamkeitsstörung als eigenständige Kategorie rechtfertigen würden (WHO, 1994). Die Debatte hält bis heute an und bislang finden sich weder genügend empirische Belege noch ausreichend validierte Instrumente, mit deren Hilfe eine stabile diagnostische Grenze für eine neue Störungskategorie gezogen werden könnte (Lahey, 2001). Es erwies sich außerdem als schwierig, diese neue Kategorie nicht mit den Taxonomien von Angst und Depression durcheinanderzubringen. Es stellt sich die Frage, ob die beiden Subtypen trotz aller qualitativen Unterschiede nicht doch enger miteinander als mit anderen Störungsbildern verbunden sind. Bei der ADHS treten über die Lebensspanne hinweg so genannte Symptomshifts auf: die unaufmerksame Symptomatik geht mit dem Alter weniger schnell zurück als die hyperaktive/impulsive Symptomatik. Ein differentialdiagnostischer Wechsel zwischen den verschiedenen Subtypen scheint dabei nachvollziehbarer und weniger verwirrend als ein Wechsel zwischen verschiedenen Störungskategorien bzw. Diagnosen. Eine eigene Störungsentität, die die Aufmerksamkeitsstörung betont, müsste besonders eng definiert werden, da Aufmerksamkeit ein multidimensionales Konstrukt ist und die neue Kategorie in der Folge zu sehr vielen diagnostizierten Fällen führen würde, was für die klinische Alltagspraxis wenig erstrebenswert erscheint.

Es ist sicherlich einerseits wünschenswert und zielführend Diskussionen dieser Art zu führen, um die ADHS-Forschung voranzubringen, andererseits stellt sich auch die Frage, inwieweit die Diskussionen praktische Implikationen mit sich bringen. Diagnostik und Therapie sollten in jedem Fall individuell auf die spezifischen Stärken und Schwächen des jeweiligen Patienten abgestimmt werden (Pelham, 2001). Mittlerweile liegen

diesbezüglich auch viele Befunde vor, die sich zwar immer noch durch widersprüchliche Ergebnisse auszeichnen, dabei aber sehr viele gute Ansätze und Ideen enthalten, die im Dienste des Patienten und der Gemeinschaft mit wissenschaftlichem Elan und finanziellem Einsatz weiterentwickelt und gefördert werden sollten. Auch die vorliegende Arbeit stellt einen Versuch dar, einen Beitrag zur Verbesserung der Übersichtlichkeit und Differenzierung des heterogenen Konzepts der ADHS zu leisten, indem sie Ansätze für neue diagnostische Wege und therapeutische Ideen vorstellt, die in Zukunft weiterentwickelt werden sollen.

7 Eigenständiger Anteil an den Veröffentlichungen

- I. Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83-94.
 - Literaturrecherche
 - Verfassen des Manuskripts
- II. Toussaint, A. & Petermann, F. (2010). Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 133-141.
 - Normierung der K-CAB
 - Rekrutierung der klinischen Stichprobe
 - Datenerhebung
 - Dateneingabe und -auswertung
 - Literaturrecherche
 - Verfassen des Manuskripts
 - Postererstellung
- III. Toussaint, A., Petermann, F., Schmidt, S., Petermann, U., Gerber-von Müller, G., Sinatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2011). Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 59, 25-36.
 - Kooperation mit den Summercamp-Projekten (ASCT) der Ambulanz für Verhaltensprävention in Familien (ViFa), dem Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie sowie der Kinderklinik der Universität Kiel bezüglich der Datenerhebung, die sowohl in Kiel als auch in Bremen stattfand.
 - Auswertung der neuropsychologischen Daten
 - Literaturrecherche
 - Verfassen des Manuskripts

Literatur

- Abikoff, H. (1991). Cognitive training in ADHD children: less to it than meets the eye. *Journal of Learning Disabilities*, 24, 205-209.
- American Academy of Child and Adolescent Psychiatry (AACAP) (2002). Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 894-921.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders DSM-IV-TR* (4th ed., Text Revision). Washington: American Psychiatric Association.
- 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)*. Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (1998a). *Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen, deutsche Bearbeitung der Child Behavior Checklist (CBCL/4-18). Einführung und Anleitung zur Handauswertung* (2. Aufl.). Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (1998b). *Fragebogen für Jugendliche; deutsche Bearbeitung der Youth Self-Report Form der Child Behavior Checklist (YSR). Einführung und Anleitung zur Handauswertung* (2. Aufl. mit deutschen Normen). Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Ardila, A., Pineda, D. & Rosselli, M. (2000). Correlation between intelligence test scores and executive function measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15, 31-36.
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 969-978.
- Arffa, S., Lovell, M., Podell, K. & Goldberg, E. (1998). Wisconsin Card Sorting Test performance in above average and superior school children: Relationship to intelligence and age. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13, 713-720.
- Arnett, P. A., Fischer, M. & Newby, R. (1996). Effect of Ritalin on response to rewards and punishments in ADHD children. *Child Study Journal*, 26, 51-70.
- Bachmann, C., Lehmkuhl, G., Petermann, F. & Scott, S. (2010). Evidenzbasierte psychotherapeutische Interventionen bei Kindern und Jugendlichen mit aggressivem Verhalten. *Kindheit und Entwicklung*, 19, 245-254.
- Baddeley, A.D. (2003). Working memory. Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829-839.
- Bäumler, G. (1985). *Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J. Stroop*. Göttingen: Hogrefe.
- Balthazor, M.J., Wagner, R.K. & Pelham, W.E. (1991). The specificity of the effects of stimulant medication on classroom-learning related measures of cognitive processing for attention deficit disorder children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 19, 35-52.

- Banaschewski, T. & Brandeis, D. (2007). Annotation: What electrical brain activity tells us about brain function that other techniques cannot tell us: A child psychiatric perspective. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 415-435.
- Banaschewski, T., Brandeis, D., Heinrich, H., Albrecht, B., Brunner, E. & Rothenberger, A. (2004). Questioning inhibitory control as the specific deficit of ADHD – evidence from brain electrical activity. *Journal of Neural Transmission*, 111, 841-864.
- Barkley, R.A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford.
- Barkley, R.A. (2003). Attention-deficit/hyperactivity disorder. In E.J. Mash & R.A. Barkley (Ed.), *Child psychopathology* (2nd ed., pp. 75-143). New York: Guilford.
- Barkley, R.A. (2006). *Attention deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3rd ed.). New York: Guilford.
- Barkley, R.A., DuPaul, G.J., & McMurray, M.B. (1990). A comprehensive evaluation of attention deficit disorder with and without hyperactivity. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 58, 775-789.
- Barkley, R.A., Edwards, G., Laneri, M., Fletcher, K. & Metevia, L. (2001). Executive functioning, temporal discounting, and sense of time in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder – ADHD – ODD- 1- Statistical data included. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29, 541-556.
- Barkley, R.A. & Murphy, K.R. (2006). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Clinical Workbook*. New York: Guilford.
- Baron, I. (2003). *Neuropsychological evaluation of the child*. New York: Oxford University Press.
- Benton, A.L., Hamsher, K., Rey, G.J., & Sivan, A.B. (1994). *Multilingual Aphasia Examination* (3rd ed.). Iowa City, IA: AJA Associates.
- Beutel, M.E., Klockenbrink, P., Wiltink, J., Dietrich, S., Thiede, R., Fan, J. & Posner, M.I. (2006). Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen bei Patienten mit Adipositas per magna. Eine kontrollierte Studie mit dem Aufmerksamkeitsnetzwerktest. *Nervenarzt*, 77, 1323-1331.
- Biederman, J., Monuteaux, M.C., Doyle, A.E., Seidman, L.J., Wilens, T.E., Ferrero, F., ... Faraone, S.V. (2004). Impact of executive function deficits and attention deficit/hyperactivity disorder on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72, 757-766.
- Biederman, J., Monuteaux, M.C., Mick, E., Spencer, T., Wilens, T.E., Silva, J.M., ...Faraone, S.V. (2006). Young adult outcome of attention deficit hyperactivity disorder: A controlled 10-year follow-up study. *Psychological Medicine*, 36, 167-179.
- Biederman, J., Petty, C.R., Fried, R., Doyle, A.E., Spencer, T., Seidman, L.J., ...Faraone, S.V. (2007). Stability of executive function deficits into young adult years: A prospective longitudinal follow-up study of grown-up males with ADHD. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 116, 129-136.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2006). *Biologische Psychologie* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer.

- Boone, K.B., Ghaffarian, S., Lesser, I.M. & Hill-Gutierrez, E. (1993). Wisconsin Card Sorting Test performance in healthy, older adults: Relationship to age, sex, education, and IQ. *Journal of Clinical Psychology*, 49, 54-60.
- Boonstra, A.M., Oosterlaan, J., Sergeant, J.A. & Buitelaar, J.K. (2005). Executive functioning in adult ADHD: A meta-analytic review. *Psychological Medicine*, 35, 1097-1108.
- Bowers, D.S., Clement, P.W., Fantuzzo, J.W. & Soren, D.A. (1985). Effects of teacher-administered and self-administered reinforcers on learning disabled children. *Behavior Therapy*, 16, 357-369.
- Bradshaw, J.L. & Sheppard, D.M. (2000). The neurodevelopmental frontostriatal disorders: Evolutionary adaptiveness and anomalous lateralization. *Brain and Language*, 73, 297-320.
- Brookes, K., Xu, X., Chen, W., Zhou, K., Neale, B., Lowe, N., ...Asherson, P. (2006). The analysis of 51 genes in SDM-IV combined type attention deficit hyperactivity disorder: Association signals in DRD4, DAT1 and 16 other genes. *Molecular Psychiatry*, 11, 934-953.
- Bush, G., Frazier, J.A., Rauch, S.L., Seidman, L.J., Whalen, J.P., Jenike, M.A., ...Biederman J. (1999). Anterior cingulate cortex dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder revealed by fMRI and the counting stroop. *Society of Biological Psychiatry*, 45, 1524-1552.
- Buzy, W.M., Medoff, D.R. & Schweitzer, J.B. (2009). Intra-individual variability among children with ADHD on a working memory task: An Ex-Gaussian approach. *Child Neuropsychology*, 15, 441-459.
- Cabeza, R. & Nyberg, L. (1997). Imaging cognition: An empirical review of PET studies with normal subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 1-26.
- Carlson, C.L., Mann, M. & Alexander, D.K. (2000). Effects of reward and response cost on the performance and motivation of children with ADHD. *Cognitive Therapy and Research*, 24, 87-98.
- Carlson, C.L., Shin, M. & Booth, J. (1999). The case for DSM-IV subtypes in ADHD. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 5, 199-206.
- Carte, E.T., Nigg, J.T. & Hinshaw, S.P. (1996). Neuropsychological functioning, motor speed, and language processing in boys with and without ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 24, 481-498.
- Carter, C.S., MacDonald, A.W., Ross, L.L. & Stenger, V.A. (2001). Anterior cingulate cortex activity and impaired self-monitoring of performance in patients with schizophrenia: An event-related fMRI study. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1423-1428.
- Casey, B.J., Trainor, R.J., Orendi, J.L., Schubert, A.B., Nystrom, L.E., Giedd, J.N., ...Rapoport, J.L. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-no-go task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 835-847.
- Castellanos, F.X., Giedd, J.N., Eckburg, P., Marsh, W.L., Vaituzis, A.C., Kaysen, D., ...Rapoport, J.L. (1994). Quantitative morphology of the caudate nucleus in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 151, 1791-1796.

- Castellanos, F.X., Lee, P.P., Sharp, W., Jeffries, N.O., Greenstein, D.K., Clasen, L.S., ...Rapoport, J.L. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Medical Association*, 288, 1740-1748.
- Castellanos, F.X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, M.P. & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: Beyond executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 117-123.
- Castellanos, F.X., Sonuga-Barke, E. J., Scheres, A., DiMartino, A., Hyde, C. & Walters, J.R. (2005). Varieties of attention-deficit/hyperactivity disorder-related intraindividual variability. *Biological Psychiatry*, 57, 1416-1423.
- Castellanos, F.X. & Tannock, R. (2002). Neuroscience of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: The search for endophenotypes. *Nature Reviews: Neuroscience*, 3, 1-12.
- Castle, L., Aubert, R.E., Verbrugge, R.R., Khalid, M. & Epstein, R.S. (2007). Trends in medication treatment for ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 335-342.
- Chhabildas, N., Pennington, B.F. & Willcutt, E.G. (2001). A comparison of the neuropsychological profiles of the DSM-IV subtypes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29, 529-540.
- Conners, C.K., Epstein, J.N., March, J.S., Angold, A., Wells, K.C., Klaric, J., ...Wigal, T. (2001). Multimodal treatment of ADHD in the MTA: An alternative outcome analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40, 159-167.
- Conners, C.K. & Multi-Health Systems Staff. (1995). *Conners' Continuous Performance Test*. Toronto: MHS.
- Das, J.P., Kirby, J. & Jarman, R.F. (1979). *Simultaneous and successive cognitive processes*. New York: Academic Press.
- Das, J.P., Naglieri, J.A. & Kirby, J.R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The PASS theory of intelligence*. Boston: Allyn & Bacon.
- DeGrandpre, R. (2010). *Die Ritalin-Gesellschaft – ADS: Eine Generation wird krankgeschrieben* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Desman, C. & Petermann, F. (2005). Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung (ADHS): Wie valide sind die Subtypen? *Kindheit und Entwicklung*, 14, 244-254.
- Desgranges, K., Desgranges, L., & Karsky, K. (1995). Attention deficit disorder: Problems with preconceived diagnosis. *Child and Adolescent Social Work Journal*, 12, 3-17.
- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie (Hrsg.). (2007). *Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter* (3. erw. Aufl.). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- De Zeeuw, P., Aarnoudse-Moens, C., Biljhou, J., Koenig, C., Uiterweer, A.P., Papanikolaou, A., ...Oosterlaan, J. (2008). Inhibitory performance, response speed, intraindividual variability, and response accuracy in ADHD. *Journal of American Academy of Child Adolescent Psychiatry*, 47, 808-816.
- Diehl, R.R. (2002). Vaskuläre Erkrankungen des Frontalhirns. In H. Förstl (Hrsg.), *Frontalhirn* (S. 145-159). Berlin: Springer.

- Dinklage, D. & Barkley, R.A. (1992). Disorders of attention in children. In S.I. Segalowitz & I. Rain (Hrsg.), *Handbook of Neuropsychology* (7th ed., pp. 279-307). New York: Elsevier.
- Dinn, W.M., Robbins, N.C., & Harris, C.L. (2001). Adult attention-deficit/hyperactivity disorder: Neuropsychological correlates and clinical presentation. *Brain & Cognition*, 46, 114-121.
- Döpfner, M., Banaschewski, T. & Sonuga-Barke E. (2008). Hyperkinetische Störungen. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (6. Aufl., S. 257-273). Göttingen: Hogrefe.
- Döpfner, M., Breuer, D. & Lehmkuhl, G. (2002). The Cologne Multimodal Intervention Study (COMIS): Study design and global treatment outcomes. Paper submitted for publication.
- Döpfner M., Frölich J. & Lehmkuhl G. (2000): *Hyperkinetische Störungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Döpfner, M. & Görtz-Dorten, A. (2008). *Diagnostik-System für Psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV, DISYPS-II*. Bern: Huber.
- Döpfner, M. & Lehmkuhl, G. (1998). *Diagnostik-System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV (DISYPS-KJ)*. Bern: Huber.
- Döpfner, M. & Sattel, H. (1992). Verhaltenstherapeutische Interventionen bei hyperkinetischen Störungen im Vorschulalter. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 19, 254-262.
- Döpfner, M., Schürmann, S., & Frölich, J. (Hrsg.). (2007). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Verhalten THOP* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Donders, J. & Kirsch, N. (1991). Nature and implications of selective impairment on the Booklet Category Test and Wisconsin Card Sorting Test. *The Clinical Neuropsychologist*, 5, 78-82.
- Douglas, V., Barr, R., O'Neill, M.E. & Britton, B.G. (1986). Short term effects of methylphenidate on the cognitive, learning, and academic performance of children with attention deficit disorder in the laboratory and the classroom. *Journal of Child Psychology Psychiatry*, 27, 191-211.
- Douglas, V.I. & Peters, K.G. (1979). Toward a clearer definition of the attentional deficit of hyperactive children. In G.A. Hale & M. Lewis (Eds.) *Attention and the development of cognitive skills* (pp. 173-247). New York: Plenum.
- Dowson, J.H., McLean, A., Bazanis, E., Toone, B., Young, S., Robbins, T.W. & Sahakian, B. (2004). The specificity of clinical characteristics in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: A comparison with patients with borderline disorder. *European Psychiatry*, 19, 72-78.
- Doyle, A.E., Biederman, J. & Seidman, L. (2000). Diagnostic efficiency of neuropsychological test scores for discriminating boys with and without attention deficit-hyperactivity disorder. *Journal of Consulting & Clinical Psychology*, 68, 477-488.
- Drechsler, R. (2007). Exekutive Funktionen: Übersicht und Taxonomie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 18, 233-248.

- Drechsler, R., Rizzo, P. & Steinhausen, H.C. (2009). Zur klinischen Validität einer computergestützten Aufmerksamkeitstestbatterie für Kinder (KITAP) bei 7- bis 10-jährigen Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 153-161.
- Echterhoff, J., Golzarandi, A.G., Morsch, D., Lehmkuhl, G. & Sinzig, J. (2009). Ein Vergleich computergestützter Testverfahren zur neuropsychologischen Diagnostik bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 20, 313-325.
- Epstein, J.N., Conners, C.K., Erhardt, D., March, J.S. & Swanson, J.M. (1997). Asymmetrical hemispheric control of visual-spatial attention in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 11, 467-473.
- Epstein, J.N., Johnson, D.E., Varia, I.M. & Conners, C.K. (2001). Neuropsychological Assessment of Response Inhibition in Adults with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, 326-371.
- Evans, S.W., Langberg, J., Raggi, V., Allen, J. & Buvinger, E.C. (2005). Development of a School-Based Treatment Program for Middle School Youth with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 9, 333-342.
- Faraone, S.V., Biederman, J., Weber, W. & Russell, R.L. (1998). Psychiatric, neuropsychological, and psychosocial features of DSM-IV subtypes of attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy for Child and Adolescent Psychiatry*, 37, 185-193.
- Faraone, S.V. & Khan, S.A. (2006). Candidate gene studies of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67, 13-20.
- Faraone, S.V., Perlis, R.H., Doyle, A.E., Smoller, J.W., Goralnick, J., Holmgren, M.A. & Sklar, P. (2005). Molecular genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 1313-1323.
- Faraone, S.V., Sergeant, J., Gillberg, C. & Biederman, J. (2003). The worldwide prevalence of ADHD: Is it an American condition? *World Psychiatry*, 2, 104-113.
- Fayyad, J., De Graaf, R., Kessler, R., Alonso, J., Angermeyer, M., Demyttenaere, K., ...Zaslavsky, A.M. (2007). Cross-national prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder. *British Journal of Psychiatry*, 190, 402-409.
- Filipek, P.A., Semrud-Clikeman, M., Steingard, R.J., Renshaw, P.F., Kennedy, D.N. & Biederman, J. (1997). Volumetric MRI analysis comparing subjects having attention deficit hyperactivity disorder with normal controls. *Neurology*, 48, 589-601.
- Fliers, E., Rommelse, N., Vermeulen, S.H., Altink, M., Buschgens, C.J., Faraone, S.V., ...Builelaar, J.K. (2008). Motor coordination problems in children and adolescents with ADHD rated by parents and teachers: Effects of age and gender. *Journal of Neural Transmission*, 115, 211-220.
- Földényi, M., Imhof, K. & Steinhausen, H.-C. (2000). Klinische Validität der computerunterstützten TAP bei Kindern mit Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11, 154-167.

- Foltynie, T., Brayne, C.E., Robbins, T.W. & Barker, R.A. (2004). The cognitive ability of an incident cohort of Parkinson's patients in the UK. The Cam-PaGN study. *Brain*, 127, 550-560.
- Friedman, N.P., Miyake, A., Corley, R.P., Young, S.E., DeFries, J.C. & Hewitt, J.K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172-179.
- Fritz, A. & Hussy, W. (2000). *Zoo-Spiel. Ein Test zur Planungsfähigkeit bei Grundschulkindern*. Göttingen: Beltz.
- Fritze, J. & Schmauß, M. (2003). Off-Label-Use: Der Fall Methylphenidat. *Psychoneuro*, 29, 302-304.
- Frölich, J., Döpfner, M., Berner, W. & Lehmkuhl, G. (2002). Behandlungseffekte kombinierter kognitiver Verhaltenstherapie mit Elterntraining bei hyperkinetischen Kindern. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 51, 476 - 493.
- Gau, S. S.-F. & Shang, C.-Y. (2010). Executive functions as endophenotypes in ADHD: evidence from the Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51, 838-849.
- Gallhofer, B. (1999). Messung der kognitiven Leistungsfähigkeit mit Hilfe von kognitiven Funktionstests – Untersuchungen mit Labyrinthaufgaben. *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie*, 67, 64-69.
- Gansler, D.A., Fucetola, R., Kregel, M., Stetson, S., Zimering, R. & Makary, C. (1998). Are there cognitive subtypes in adult attention deficit/hyperactivity disorder? *Journal of Nervous and Mental Disorders*, 186, 776-781.
- Gerber, W.-D., Gerber-von Müller, G., Andrasik, F., Niederberger, U., Siniatchkin, M., Darabeanu, S., ...Petermann, F. (2011). The impact of the behavioral Summer Camp Training on neuropsychological functioning in children and adolescents with ADHD – an exploratory study. *Child Neuropsychology*, 16: in Druck.
- Gerber-von Müller, G. (2008). *Experimentelle Untersuchung zu einer multimodalen verhaltensmedizinischen Intervention bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung*. Tönning: Der Andere Verlag.
- Gerber-von Müller, G., Petermann, U., Petermann, F., Niederberger, U., Stephani, U., Siniatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2009). Das ADHS-Summerncamp – Entwicklung und Evaluation eines multimodalen Programms. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 162-172.
- Gillberg, C. (2003). ADHD and DAMP: A general health perspective. *Child and Adolescent Mental Health*, 8, 106-113.
- Gittelman, R., Abikoff, H., Pollack, E., Klein, D.F., Katz, S. & Mattes, J.A. (1980). A controlled trial of behavior modification and methylphenidate in hyperactive children. In C.K. Whalen & B. Henker (Eds.), *Hyperactive children: The social ecology of identification and treatment* (pp. 221-243). New York: Academic Press.
- Golden, C.J. (1978). *Stroop color and word test*. Wood Dale: Stoelting.
- Goldman-Rakic P. (1994) *Working memory dysfunction in schizophrenia*. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 6, 348-357.
- Goldstein, S. & Ellison, A. (2002). *Clinicians' Guide to Adult ADHD: Assessment and Intervention*. New York: Academic Press.

- Goldstein, S. & Naglieri, J.A. (2006). The role of intellectual processes in the DSM-V diagnosis of ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 3-8.
- Goldstein, S. & Naglieri, J.A. (2008). The school neuropsychology of ADHD: Theory, assessment, and intervention. *Psychology in the Schools*, 45, 859-874.
- Gomez, R. (2003). Underlying processes in the poor response inhibition of children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 6, 111-122.
- Goodman, R. (2001). Psychometric properties of the Strengths and Difficulties Questionnaire. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40, 1337-1345.
- Gordis, L. (2009). *Epidemiology* (4th ed.). Philadelphia: Saunders.
- Grant, D.A. & Berg, E.A. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Greenberg, L.M., & Waldman, I.D. (1993). Developmental normative data on the test of variables of attention (T.O.V.A.). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 1019-1030.
- Greenhill, L., Kollins, S., Abikoff, H., McCracken, J., Riddle, M., Swanson, J., ...Cooper, T. (2006). Efficacy and safety of immediate-release methylphenidate treatment for preschoolers with ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 45, 1284-1293.
- Grizenko, N., Paci, M. & Joobar, R. (2010). Is the inattentive subtype of ADHD different from the combined/hyperactive subtype? *Journal of Attention Disorders*, 13, 649-657.
- Grodzinsky, G. & Barkley, R.A. (1999). The predictive power of executive function tests for the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, 13, 12-21.
- Guerts, H.M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H. & Sergeant, J.A. (2005). ADHD subtypes: do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 457-477.
- Gurd, J.M., Amunts, K., Weiss, P.H., Zafiris, O., Zilles, K., Marshall, J.C. & Fink, G.R. (2002). Posterior parietal cortex is implicated in continuous switching between verbal fluency tasks: An fMRI study with clinical implications. *Brain*, 125, 1024-1038.
- Hampel, P., Petermann, F. & Desman, C. (2009). Exekutive Funktionen bei Jungen mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen im Kindesalter. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 144-152.
- Hampel, P., Petermann, F., Mohr, B., Bonkowski, M. & Mönter, C. (2004). Wirken sich unterschiedliche Verstärkerbedingungen bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen auf psychophysiologische Kennwerte aus? *Kindheit und Entwicklung*, 13, 148-157.
- Harrier, L.K. & DeOrnellas, K. (2005). Performance of children diagnosed with ADHD on selected planning and reconstitution tests. *Applied Neuropsychology*, 12, 106-119.
- Harth, S., Münte, T.F. & Müller, S.V. (2005). Kognitive Therapie bei Störungen exekutiver Funktionen – Wie wirksam ist diese? *Neuropsychological Rehabilitation*, 11, 279-288.

- Harvey, W.J. & Reid, G. (2003). A review of fundamental movement skill performance and physical fitness of children with ADHD. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 20, 1-25.
- Heaton, R.K., Chelune, G.J., Talley, J.L., Kay, G.G. & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual: Revised and expanded Psychological Assessment Resources*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Hervey, A.S., Epstein, J.N., Curry, J.F., Tonev, S., Arnold, L.E., Conners, C.K., ...Hechtman, L. (2006). Reaction time distribution analysis of neuropsychological performance in an ADHD sample. *Child Neuropsychology*, 12, 125-140.
- Himelstein, J., Schulz, K.P., Newcorn, J.H. & Halperin, J.M. (2000). The neuropsychology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Bioscience*, 5, 461-478.
- Hinshaw, S.P. (2006). Treatment for children and adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In P.C. Kendall (Ed.), *Child and adolescent therapy: Cognitive-behavioral procedures* (3rd ed.). New York: Guilford.
- Hinshaw, S.P., Carte, E.T., Sami, N., Treuting, J.J. & Zupan, B.A. (2002). Preadolescent girls with attention-deficit/hyperactivity disorder: Neuropsychological performance in relation to subtypes and individual classification. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70, 1099-1111.
- Hinshaw, W., Henker, B. & Whalen, C. (1984). Cognitive behavioural interventions for hyperactive boys: comparative and combined effects. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52, 739-749.
- Holtmann, M., Grassmann, D., Cionek-Szpak, E., Hager, V., Panzer, N., Beyer, A. ... Stadler, C. (2009). Spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback auf die Impulsivität bei ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 95-104.
- Horn, J.L. (1989). Cognitive diversity: A framework of learning. In P.L. Ackerman, R.J. Sternberg & R. Glaser (Eds.), *Learning and individual differences* (pp. 61-116). New York: Freeman.
- Horn, W.F., Ialongo, N.S., Pascoe, J.M., Greenberg, G., Packard, T. Lopez, M., ...Puttler, L. (1991). Additive effects of psychostimulants, parent training, and self-control therapy with ADHD children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 30, 233-240.
- Houghton, S., Douglas, G., West, J., Whiting, K., Wall, M., Langsford, S., ...Carroll, A. (1999). Differential patterns of executive function in children with attention-deficit hyperactivity disorder according to gender and subtype. *Journal of Child Neurology*, 14, 801-805.
- Huss, M. (2008). ADHS bei Kindern: Risikofaktoren, Schutzfaktoren, Versorgung, Lebensqualität. Eine kurze Übersicht. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 51, 602-605.
- Huss, M., Iseler, A. & Lehmkuhl, U. (2001). Interkultureller Vergleich der Conners-Skalen: Lässt sich die US-amerikanische Faktorenstruktur an einer deutschen Stichprobe replizieren? *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 29, 16-24.
- Huss, M., Stadler, C., Salbach, H., Mayer, P., Ahle, M. & Lehmkuhl U. (2002). ADHS im Lehrerurteil: Ein Vergleich von Klinik- und Normstichprobe anhand der Conners-Skalen. *Kindheit und Entwicklung*, 11, 90-97.

- Hynd, G.W., Hern, K.L., Novey, E.S., Eliopulus, D., Marshall, R., González, J.J. & Voeller, K.K. (1993). Attention deficit-hyperactivity disorder and asymmetry of the caudate nucleus. *Journal of Child Neurology*, 8, 339-347.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2008). Aufmerksamkeitstherapie bei Kindern – Langzeiteffekte des ATTENTIONERS. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 36, 411-417.
- Jensen, P.S., Arnold, L.E., Swanson, J.M., Vitiello, B., Abikoff, H.B., Greenhill, L.L., ...Hur, K. (2007). 3-year follow-up of the NIMH MTA study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 46, 989-1002.
- Johnson, K.A., Kelly, S.P., Bellgrove, M.A., Barry, E., Cox, M., Gill, M. & Robertson, I.H. (2007). Response variability in Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Evidence for neuropsychological heterogeneity. *Neuropsychologia*, 45, 630-638.
- Johnstone, B., Holland, D. & Larimore, C. (2000). Language and academic abilities. In G. Groth-Marnat (Ed.), *Neuropsychological Assessment in Clinical Practice* (pp. 335-354). New York: Wiley.
- Jones-Gotman, M. & Milner, B. (1977). Design fluency: The invention of nonsense drawings after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*, 15, 653-674.
- Jonsdottir, S., Bouma, A., Sergeant, J.A. & Scherder, E.J.A. (2006). The impact of specific language impairment on working memory in children with ADHD combined subtype. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 383-394.
- Jurado, M.B. & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213-233.
- Kain, W., Landerl, K. & Kaufmann, L. (2008). Komorbidität bei ADHS. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 156, 757-767.
- Karabekiroglu, K. (2008). Nicotinic receptors, nucleus accumbens and attention deficit hyperactivity disorder. *Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 18, 122-129.
- Kennemer, K. & Goldstein, S. (2005). Incidence of ADHD in adults with severe mental health problems. *Applied Neuropsychology*, 12, 77-82.
- Kessler, R.C., Adler, L., Barkley, R., Biederman, J., Conners, C.K., Demler, O., ...Zaslavsky, A.M. (2006). The prevalence and correlates of adult ADHD in the united states: results from the national comorbidity survey replication. *American Journal of Psychiatry*, 163, 716-723.
- Klorman, R., Hazel-Fernandez, L.A., Shaywitz, S.E., Fletcher, J.M., Marchione, K.E., Holahan, J.M., ...Shaywitz, B.A. (1999). Executive functioning deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder are independent of oppositional defiant or reading disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 1148-1155.
- Knight, J.A. & Kaplan, E. (2003). *The Handbook of Rey-Osterrieth complex figure usage: Clinical and research applications*. New York: Wiley.
- Köchlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S. & Grafman, J. (1999). The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399, 148-151.
- Konishi, S., Hayashi, T., Uchida, I., Kikyo, H., Kameyama, M. & Miyashita, Y. (1999). Common inhibitory mechanism in human inferior prefrontal cortex revealed by event-related functional MRI. *Brain*, 122, 981-991.

- Konrad, K. & Gilsbach, S. (2007). Aufmerksamkeitsstörungen im Kindesalter. Erkenntnisse funktioneller Magnetresonanztomographie. *Kindheit und Entwicklung*, 16, 7-15.
- Kopecky, H., Chang, T.H., Klorman, R., Thatcher, J.E. & Borgstedt, A.D. (2005). Performance and private speech of children with attention-deficit/hyperactivity disorder while taking the Tower of Hanoi Test: Effects of depth of search, diagnostic subtype, and methylphenidate. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 625-638.
- Kordon, A. & Hofecker Fallahpour, M. (2006). Pharmakotherapie der Aufmerksamkeitsdefizit/-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Erwachsenenalter. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie* 54, 99-110.
- Koschack, J., Kunert, H.J., Derichs, G., Weniger, G. & Irle, E. (2003). Impaired and enhanced attentional function in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychological Medicine*, 33, 481-489.
- Krain, A.L., Kendall, P.C. & Power, T.J. (2005). The role of treatment acceptability in the initiation of treatment for ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 9, 425-434.
- Krause, J. & Krause, K.H. (2005). *ADHS im Erwachsenenalter* (2., erweit. Aufl.). Stuttgart: Schattauer.
- Kuhlmann, M. (1998). *Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität bei ADHD-Kindern mit und ohne Atopie: Ein Beitrag zur Subgruppendiskussion und Konstruktvalidierung von ADHD*. Dissertation, Tübingen: Universität.
- Lahey, B. (2001). Should the combined and predominantly inattentive types of ADHD be considered distinct and unrelated disorders? Not now, at least. *Clinical Psychology Science and Practice*, 8, 494-497.
- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D. & Thomsen, P.H. (2010). Validating neuropsychological subtypes of ADHD: how do children with and without an executive function deficit differ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51, 895-904.
- Lauth, G.W., Naumann, K., Roggenkämper, A. & Heine, A. (1996). Verhaltensmedizinische Indikation und Evaluation einer kognitiv-behavioralen Therapie mit aufmerksamkeitsgestörten/hyperaktiven Kindern. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 24, 164-175.
- Lauth, G.W. & Schlottke, P.F. (2002). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern*. Weinheim: Beltz.
- Leth-Steensen, C., Elbaz, Z.K., Douglas, V.I. (2000). Mean response times, variability, and skew in the responding of ADHD children: A response time distributional approach. *Acta Psychologica*, 104, 167-190.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Loring, D.W. & Hannay, H.J. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Liddle, P.F., Kiehl, K.A. & Smith, A.M. (2001). Event-related fMRI study of response inhibition. *Human Brain Mapping*, 12, 100-109.
- Lijffijt, M., Kenemans, J.L., Verbaten, M.N. & van Engeland, H. (2005). A meta-analytic review of stopping performance in attention-deficit/hyperactivity disorder: Deficient inhibitory motor control? *Journal of Abnormal Psychology*, 114, 216-222.

- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J. & White, F. (2006). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25, 50-64.
- Lockwood, K.A., Marcotte, A.C., & Stern, C. (2001). Differentiation of attention deficit/hyperactivity disorder subtypes: Application of a neuropsychological model of attention. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, 317-330.
- Loo, S.K., Humphrey, L.A., Tapio, T., Moilanen, I.K., McGough, J.J., McCracken, J.T., ...Smalley, S.L. (2007). Executive functioning among Finnish adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 46, 1594-1604.
- Luria, A.R. (1966). *Human brain and psychological processes*. New York: Harper & Row.
- Luria, A.R. (1970). The functional organization of the brain. *Scientific American*, 222, 66-78.
- Luria, A.R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. London: Penguin.
- Luria, A.R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2nd ed.). New York: Basic Books.
- Madras, B.K., Miller, G.M. & Fischman, A.J. (2002). The dopamine transporter: Relevance to attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Behavioral Brain Research*, 130, 57-63.
- Madras, B.K., Xie, Z., Lin, Z., Jassen, A., Panas, H., Lynch, L., ...Fischman, A.J. (2006). Modafinil occupies dopamine and norepinephrine transporters in vivo and modulates the transporters and trace amine activity in vitro. *Journal of Pharmacological Experimental Therapy*, 319, 561-569.
- Mahone, E.M., Hagelthorne, K.M., Cutting, L.E., Schuerholz, L.J., Pelletier, S.F., Rawlins, ...Denckla, M.B. (2002). Effects of IQ on executive function measures in children with ADHD. *Psychology Press*, 8, 52-65.
- Mannuzza, S., Klein, R.G. & Moulton, J.L. (2008). Lifetime criminality among boys with attention deficit hyperactivity disorder: A prospective follow-up study into adulthood using official arrest records. *Psychiatry Research*, 160, 237-246.
- Marks, D.J., Berwid, O.G., Santra, A., Kera, E.C., Cyrulnik, S.E. & Halperin, J.M. (2005). Neuropsychological correlates of ADHD symptoms in preschoolers. *Neuropsychology*, 19, 446-455.
- Matier-Sharma, K., Perachio, N., Newcorn, J.H., Sharma, V. & Halperin, J.M. (1995). Differential diagnosis of ADHD: Are objective measures of attention, impulsivity, and activity level helpful? *Child Neuropsychology*, 1, 118-127.
- Max, J.E., Fox, P.T., Lancaster, J.L., Kochunov, P., Mathews, K., Manes, F.F., ...Lansing, A.E. (2002). Putamen Lesions and the Development of Attention-Deficit/Hyperactivity Symptomatology. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 563-571.
- McDowell, S., Whyte, J. & D'Esposito, M. (1998). Differential effect of a dopaminergic antagonist on prefrontal function in traumatic brain injury patients. *Brain*, 121, 1155-1164.

- McGee, R.A., Clark, S.E., Symonds, D.K. (2000). Does the Conners' continuous performance test aid in ADHD diagnosis? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 415-424.
- McGrew, K.S. (2005). The Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D.P. Flanagan & P.L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2nd ed. 136-181). New York: Guilford.
- Mesulam, M.M. (2000). Behavioral neuroanatomy: Large-scale networks, association cortex, frontal syndromes, the limbic system, and hemispheric specialization. In M.M. Mesulam (Ed.), *Principles of behavioral and cognitive neurology* (2nd ed., pp. 1-120). Oxford: University Press.
- Milich, R., Ballantine, A.C., & Lynam, D. (2001). ADHD Combined Type and ADHD Predominantly Inattentive Type are distinct and unrelated disorders. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 8, 463-488.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272-277.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A. & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- MTA Cooperative Group. (2004). National Institute of Mental Health Multimodal Treatment Study of ADHD follow-up: Changes in effectiveness and growth after the end of treatment. *Pediatrics*, 113, 762-769.
- Müller, H. (2003). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 231-257). Berlin: Springer.
- Müller, S.V., George, S., Hildebrandt, H., Münte, T.F., Reuther, P., Schoof-Tams, K. & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von exekutiven Dysfunktionen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 167-176.
- Müller, S.V., Hildebrandt, H. & Münte, T.F. (2004). *Kognitive Therapie bei Störungen der Exekutivfunktionen – Ein Therapiemanual*. Göttingen: Hogrefe.
- Murphy, K.R., Barkley, R.A. & Bush, T. (2001). Young adults with attention deficit hyperactivity disorder: Subtype differences in comorbidity, educational, and clinical history. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 190, 147-157.
- Naglieri, J.A. (1999). *Essentials of CAS Assessment*. New York: Wiley.
- Naglieri, J.A. (2003). *Nonverbal ability test individual administration*. San Antonio: Harcourt Assessment.
- Naglieri, J.A., Conway, C. & Goldstein, S. (2009). Using the Planning, Attention, Simultaneous, Successive (PASS) theory within a neuropsychological context. In C.R. Reynolds & E. Fletcher-Janzen (Eds.), *Handbook of Clinical Child Neuropsychology* (2nd ed., pp. 783-800). New York: Plenum Publishing.
- Naglieri, J.A., & Das, J.P. (1997). The PASS cognitive processing theory. In R.F. Dillon (Ed.), *Handbook on testing* (pp. 138-163). London: Greenwood.
- Naglieri, J.A. & Das, J.P. (2005). Planning, Attention, Simultaneous, Successive (PASS) theory: A revision of the concept of intelligence. In D.P. Flanagan & P.L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment* (2nd ed., pp. 136-182). New York: Guilford.

- Naglieri, J.A. & Goldstein, S. (2006). The role of intellectual processes in the DSM-V diagnosis of ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 3-8.
- Naglieri, J.A., Goldstein, S., Iseman, J.S. & Schwebach, A. (2003). Performance of children with attention deficit hyperactivity disorder and anxiety/depression on the WISC-III and Cognitive Assessment System (CAS). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 21, 32-42.
- Naglieri, J.A. & Johnson, D. (2000). Effectiveness of a cognitive strategy intervention in improving arithmetic computation based on the PASS theory. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 591-597.
- Naglieri, J.A. & Rojahn, J. (2004). Construct Validity of the PASS theory and CAS: Correlations with Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 96, 174-181.
- Newcorn, J.H., Halperin, J.M., Schwartz, S., Pascualvaca, D., Wolf, L., Schmeidler, J. & Sharma, V. (1994). Parent and teacher ratings of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms: Implications for case identifications. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 15, 86-91.
- Niederberger, U. (2007). Wahrnehmung und Kognition. In W.D. Gerber & P. Kropp (Hrsg.), *Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie* (S. 163-187). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgemeinschaft.
- Nigg, J.T. (2006). *What causes ADHD? Understanding what goes wrong and why*. New York: Guilford.
- Nigg, J.T. (2010). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Endophenotypes, Structure, and Etiological Pathways. *Current Directions in Psychological Science February*, 19, 24-29.
- Nigg, J.T., Blaskey, L., Huang-Pollack, C. & Rappley, M.D. (2002). Neuropsychological executive functions and ADHD DSM-IV subtypes. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 59-66.
- Nigg, J.T., Blaskey, L., Stawicki, J. & Sachek, J. (2004). Evaluating endophenotype model of ADHD neuropsychological deficit Results for parents and siblings of children with ADHD combined and inattentive subtypes. *Journal of Abnormal Psychology*, 113, 614-625.
- Nigg, J.T., Hinshaw, S.P., Carte, E.T. & Treuting, J.J. (1998). Neuropsychological correlates of childhood attention-deficit/ hyperactivity disorder: Explainable by comorbid disruptive behavior or reading problems? *Journal of Abnormal Psychology*, 107, 468-480.
- Nigg, J.T., Willcutt, E.G., Doyle, A.E. & Sonuga-Barke, E.J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: Do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry*, 57, 1224-1230.
- Nijmeijer, J.S., Minderaa, R.B., Buitelaar, J.K., Mulligan, A., Hartman, C.A. & Hoekstra, P.J. (2008). Attention-deficit/hyperactivity disorder and social dysfunctioning. *Clinical Psychology Review*, 28, 692-708.
- Northup, J., Fusilier, I., Swanson, V., Huete, J., Bruce, T., Freeland, J., ...Edwards, S. (1999). Further analysis of the separate and interactive effects of methylphenidate and common classroom contingencies. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 32, 35-50.

- Oh, H. (2000). *Aufmerksamkeitsdefizite und jugendpsychiatrische Störungen. Lassen sich jugendpsychiatrische Störungen durch Defizite der Aufmerksamkeit differenzieren?* Frankfurt a. M.: Lang.
- Oh, H., Moosbrugger, H. & Poustka, F. (2005). Kann eine spezifische Aufmerksamkeitsdiagnostik zur Differentialdiagnostik psychischer Störungen beitragen? *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 33, 181-189.
- Oosterlaan, J., Scheres, A. & Sergeant, J.A. (2005). Which executive function deficits are associated with AD/HD, ODD/CD and comorbid AD/HD + ODD/CD? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 69-85.
- Paolitto, A.W. (2000). Clinical validation of the Cognitive Assessment System for children with ADHD. *The ADHD report*, 7, 1-5.
- Pelham, W.E. (2001). Are ADHD/I and ADHD/C the same or different? Does it matter? *Clinical Psychology Science and Practice*, 8, 502-506.
- Pelham, W.E., Evans, S.W., Gnagy, E.M. & Greenslade, K.E. (1992). Teacher ratings of DSM-III-R symptoms for the disruptive behavior disorders – prevalence, factor-analysis, and conditional probabilities in a special-education sample. *School Psychology Review*, 21, 285-299.
- Pelham, W.E., Hoza, B., Kipp, H.L., Gnagy, E.M. & Trane, S.T. (1997). Effects of methylphenidate and expectancy on ADHD children's performance, self-evaluations, persistence and attributions on a cognitive task. *Experimental Clinical Psychopharmacology*, 5, 3-13.
- Pelham, W.E., Massetti, G.M., Wilson, T., Kipp, H., Myers, D., Newman Standley, B.B., ... Waschbusch, D.A. (2005). Implementation of a comprehensive school-wide behavioral intervention. *Journal of Attention Disorders*, 9, 248-260.
- Pelham, W.E. & Waschbusch, D.A. (1999). Behavioral Intervention in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In H.C. Quay & A.E. Hogan (Eds.) *Handbook of disruptive behavior disorders* (pp. 255-278). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Pennington, B.F. (1997). Dimensions of executive function in normal and abnormal development. In: N.A. Krasnegor, G.R. Lyon & P.S. Goldman-Rakic (Eds.), *Development of the prefrontal cortex*. (pp. 265-281). Baltimore: Brooks.
- Pennington, B.F. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 37, 51-87.
- Petermann, F. (2005). Zur Epidemiologie psychischer Störungen im Kindes- und Jugendalter. Eine Bestandsaufnahme. *Kindheit und Entwicklung*, 14, 48-57.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2010). *Kaufman – Computerized Assessment Battery (K-CAB). Deutsche Version der K-CLASSIC*. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F. & Lehmkuhl, G. (2009). Neuropsychologische Diagnostik und Therapie. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 59-61.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2008). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder-IV (HAWIK-IV)* (2. ergänzte Aufl.). Bern: Huber.
- Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83-94.

- Pfiffner, L.J. & O'Leary, S.G. (1987). The efficacy of all-positive management as a function of the prior use of negative consequences. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 20, 265-271.
- Piek, J.P., Dyck, M.J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L.M., ...Hallmayer, J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children, *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 1063-1076.
- Pitcher, T.M., Piek, J.P. & Barrett, N.C. (2002). Timing and force control in boys with attention deficit hyperactivity disorder: Subtype differences and the effect of comorbid developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21, 919-945.
- 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, 942-948.
- Posner, M.I. & Fan, J. (2007). Attention as an organ system to appear. In J. Pomerantz (Ed.), *Neurobiology of Perception and Communication: From Synapse to Society. The 4th De Lange Conference*. Cambridge: University Press.
- Posner, M.I. & Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Posner, M. & Rafal, R. (1987). Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In M.J. Meier, A.L. Benton & L. Diller (Eds.) *Neuropsychological rehabilitation* (pp. 182-201). New York: Churchill Livingstone.
- Rapport, M.D., Chung, K.M., Shore, G., Denney C.B., Isaacs P. (2000). Upgrading the science and technology of assessment and diagnosis: Laboratory and clinic-based assessment of children with ADHD. *Journal of Clinical Child Psychology*, 29, 555-568.
- Rebollo, M.A. & Montiel, S. (2006). Attention and the executive functions. *Revista de Neurologia*, 42, 53-57.
- Reitan, R.M. (1956). *Trail Making Test. Manual for administration, scoring and interpretation*. Indianapolis: University Press.
- Reitan, R.M. (1988). Integration of neuropsychological theory, assessment, and application. *The Clinical Neuropsychologist*, 2, 331-349.
- Reitan, R.M. & Davidson, L.A. (1974). *Clinical Neuropsychology: Current status and applications* (pp. 53-89). New York: Wiley.
- Reitan, R.M. & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and Interpretation*. Tucson, AZ: Neuropsychology Press.
- Reitan, R.M. & Wolfson, D. (2004). Use of the progressive figures test in evaluating brain damaged children, children with academic problems, and normal controls. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 305-312.
- Reitman, D., Hupp, S., O'Callaghan, P., Gulley, V. & Nordhup, J. (2001). The influence of a token economy and methylphenidate on attentive and disruptive behavior during sports with ADHD-diagnosed children. *Behavioral Modification*, 25, 305-323.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.

- Rhodes, S.M., Coghill, D.R. & Matthews, K. (2005). Neuropsychological functioning in medication-naïve boys with hyperkinetic disorder. *Psychological Medicine*, 35, 1109-1020.
- Riccio, C.A., Homack, S., Jarratt, K.P. & Wolfe, M.E. (2006). Differences in academic and executive function domains among children with ADHD predominantly inattentive and combined types. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 657-667.
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E. & Roebbers, C.M. (2010).
- Rommelse, N.N., Altink, M.E., Martin, N.C., Buschgens, C.J., Buitelaar, J.K., Sergeant, J.A. & Oosterlaan, J. (2008). Neuropsychological measures probably facilitate heritability research of ADHD. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 579-591.
- Rommelse, N.J. & Buitelaar, J.K. (2008). Executive functioning in attention-deficit-hyperactivity disorder – crucial or trivial? *European Psychiatric Review*, 1, 17-20.
- Roodenrys, S. (2006). Working memory function in attention Deficit Hyperactivity disorder. In T.P. Alloway & S.E. Gathercole (Eds.), *Working memory and neurodevelopment disorders*. New York: Psychology Press.
- Rostain, A.L. & Ramsay, J.R. (2006). A combined treatment approach for adults with ADHD – Results of an open study of 43 patients. *Journal of Attention Disorders*, 10, 150-159.
- Rosvold, H., Enger, M., Allan, F. & Sarason, I. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20, 343–350.
- Rourke, B.P. & Orr, R.R. (1977). Prediction of the reading and spelling performances of normal and retarded readers: A four-year follow-up. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18, 1-21.
- Rowland, A.S. Skipper, B., Rabiner, D.L., Umbach, D.M., Stallone, L., Campbell, R.A., ...Sandler, D.P. (2008). The shifting subtypes of ADHD: Classification depends on how symptom reports are combined. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36, 731-743.
- Rucklidge, J.J. & Tannock, R. (2002). Neuropsychological profiles of adolescents with ADHD: Effects of reading difficulties and gender. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 43, 988-1003.
- Ruff, H. & Rothbart, M. (1996). *Attention in Early Development: Themes and Variations*. New York: University Press.
- Safren, S.A., Otto, M.W., Sprich, S., Winett, C.L., Wilens, T.E. & Biederman, J. (2005). Cognitive-behavioral therapy for ADHD in medication-treated adults with continued symptoms. *Behaviour Research and Therapy*, 43, 831-842.
- Sanders, A.F. (1983). Towards a model of stress and performance. *Acta Psychologica*, 53, 61-97.
- Sanders, A.F. (1998). *Elements of human performance: Reaction processes and attention in human skill*. Mahwah: Erlbaum.
- Sarter, M., Givens, B. & Bruno, J.P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: Where top-down meets bottom-up. *Brain Research Review*, 35, 146-160.

- Schachar, R. (1991). Childhood hyperactivity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32, 155-191.
- Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., ...Sergeant, J.A. (2004). Executive functioning in boys with ADHD: Primarily an inhibition deficit? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 569-594.
- Schlack, R., Hölling, H., Kurth, B.-M. & Huss, M. (2007). Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Erste Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 50, 827-835.
- Schmidt, S., Brücher, K. & Petermann, F. (2006). Komorbidität der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung im Erwachsenenalter: Perspektiven für die Diagnostik mit dem BAS-E. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 54, 123-132.
- Schmidt, S. & Petermann, F. (2008). Entwicklungspsychopathologie der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 56, 265-274.
- Schmidt, S. & Petermann, F. (2009). Developmental psychopathology: Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *BMC Psychiatry*, 9, Art. 58.
- Schweizer, K. (2006). *Leistung und Leistungsdiagnostik*. Heidelberg: Springer.
- Seidenberg, M., Giordani, B., Berent, S. & Boll, T. (1983). IQ level and performance of the Halstead-Reitan Neuropsychological Test battery for older children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51, 406-413.
- Seidman, L.J., Biederman, J., Monuteaux, M.C., Doyle, A.E. & Faraone, S.V. (2001). Learning disabilities and executive dysfunction in boys with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Neuropsychology*, 15, 544-556.
- Seidman, L.J., Valera, E.M. & Makris, N. (2005). Structural brain imaging of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 1263-1272.
- Seiferth, N.Y., Thienel, R. & Kircher, T. (2007). Exekutive Funktionen. In F. Schneider (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 266-277). Heidelberg: Springer.
- Semrud-Clikeman, M., Guy, K.A. & Griffin, J.D. (2000). Rapid automatized naming in children with reading disabilities and attention deficit hyperactivity disorder. *Brain and Language*, 74, 70-83.
- Sergeant, J.A. (2000). The cognitive-energetic model: An empirical approach to attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 24, 7-12.
- Sergeant, J.A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: A critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological Psychiatry*, 57, 1248-1255.
- Sergeant, J.A., Geurts, H.M. & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder? *Behavioural Brain Research*, 130, 3-28.
- Sergeant, J.A., Oosterlaan, J. & Van der Meere, J.J. (1999). Information processing and energetic factors in attention deficit hyperactivity disorder. In H.C. Quay & A.E. Hogan (Eds.), *Handbook of disruptive behavior disorders* (pp. 75-104). New York: Cambridge University Press.

- Serino, A., Ciaramelli, E., Santantonio, A.D., Malagü, S., Servadei, F. & Lädavas, E. (2007). A pilot study for rehabilitation of central executive deficits after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 21, 11-19.
- Sharpless, S. & Jasper, H.H. (1956). Habituation of the arousal reaction. *Brain*, 79, 655-680.
- Shaw, R., Grayson, A. & Lewis, V. (2005). Inhibition, ADHD, and computer games: The inhibitory performance of children with ADHD on computerized tasks and games. *Journal of Attention Disorders*, 8, 160-168.
- Simmonds, D.J., Fotedar, S.G., Suskauer, S.J., Pekar, J.J., Denckla, M.B. & Mostofsky S.H. (2007). Functional brain correlates of response time variability in children. *Neuropsychologia*, 46, 2147-2157.
- Simon, H. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7, 268-288.
- Smith, A., Taylor, E., Rogers, J.W., Newman, S. & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43, 529-542.
- Sobanski, E. & Alm, B. (2004). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Erwachsenen – Ein Überblick. *Der Nervenarzt*, 75, 697-715.
- Solanto, M.V., Abikoff, H., Sonuga-Barke, E., Schachar, R., Logan, G.D., Wigal, T., ...Turkel, E. (2001). The ecological validity of delay aversion and response inhibition as measures of impulsivity in AD/HD a supplement to the NIMH multimodal treatment study of AD/HD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 129, 215-28.
- Solanto, M.V., Wender, F.H. & Bartell, S. (1997). Effects of methylphenidate and behavioral contingencies on sustained attention in attention-deficit hyperactivity disorder: A test of the reward dysfunction hypothesis *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 7, 123-136.
- Sonuga-Barke, E.J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD – a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29-36.
- Sonuga-Barke, E.J., Bitsakou, P. & Thompson, M. (2010). Beyond the dual pathway model: evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 49, 345-55.
- Sonuga-Barke, E.J., Dalen, L. & Remington, B. (2003). Do executive deficits and delay aversion make independent contributions to preschool attentiondeficit/hyperactivity disorder symptoms? *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42, 1335-1342.
- Spencer, T.J., Biederman, J., Madras, B.K., Dougherty, D.D., Bonab A., Livni, E., ...Fischman A.J. (2007). Further evidence of dopamine transporter dysregulation in ADHD: A controlled PET imaging study using altropane. *Biological Psychiatry*, 62, 1059-1061.
- Spieß, R., Lauth, G. & Mutz, G. (2010). Neurofeedback bei Kindern mit ADHS. *Verhaltenstherapie mit Kindern und Jugendlichen – Zeitschrift für die psychosoziale Praxis*, 6, 69-79.

- Spreen, O. & Benton, A.L. (1969, 1977). *Neurosensory Center Comprehensive Examination for Aphasia* (NCCEA). Victoria: University of Victoria Neuropsychology Laboratory.
- Steinhausen, H.C. (2000). *Hyperkinetische Störungen bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Strang-Karlsson, S., Raikkonen, K., Pesonen, A.K., Kajantie, E., Paavonen, E.J., Lahti, J., ...Andersson, S. (2008). Very low birth weight and behavioral symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in young adulthood: The Helsinki study of very low birth weight adults. *American Journal of Psychiatry*, 165, 1345-1353.
- Sturm, W. (2005). *Aufmerksamkeitsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Swanson, J.M., Flodman, P., Kennedy, J., Spence, M.A., Moyzis, R., Schuck, S., ...Posner, M. (2000). *Dopamine genes and ADHD*. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 24, 21-25.
- Swanson, J.M., Lerner, M. & Williams, L. (1995). More frequent diagnosis of ADHD. *The New England Journal of Medicine*, 333, 944.
- Sylvester, C.Y., Wagner, T.D., Lacey, S.C., Hernandez, L., Nichols, T.E., Smith, E.E. & Jonides, J. (2003). Switching Attention and resolving interference: fMRI measures of executive functions. *Neuropsychologia*, 41, 357-370.
- Tamm, L. & Carlson, C.L. (2007). Task demands interact with the single and combined effects of medication and contingencies on children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 372-380.
- Tannock, R., Banaschewski, T. & Gold, D. (2006). Color naming deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder: A retinal dopaminergic hypothesis. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 1-8.
- Taylor, C.J. & Miller, D.C. (1997). Neuropsychological assessment of attention in ADHD adults. *Journal of Attention Disorders*, 2, 77-88.
- Tervo, R.C., Azuma, S., Fogas, B. & Fiechtner, H. (2002). Children with ADHD and motor dysfunction compared with children with ADHD only. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44, 383-390.
- Tiffin-Richards, M., Hasselhorn, M., Woerner, W., Rothenberger, A. & Banaschewski, T. (2008). Phonological short-term memory and central executive processing in attention-deficit/hyperactivity disorder with/without dyslexia – evidence of cognitive overlap. *Journal of Neural Transmission*, 115, 227-234.
- Tischler, L. & Petermann, F. (2010). Trail Making Test (TMT). *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 58, 79-81.
- Tischler, L., Schmidt, S., Petermann, F. & Koglin, U. (2010). ADHS im Jugendalter – Symptombewandel und Konsequenzen für Forschung und klinische Praxis. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 58, 23-34.
- Toplak, M.E., Connors, L., Shuster, J., Knezevic, B. & Parks, S. (2008). Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical Psychology Review*, 28, 801-823.
- Toplak, M.E. & Tannock, R. (2005). Time perception. Modality and duration effects in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 639-654.

- Toussaint, A. & Petermann, F. (2010). Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 133-141.
- Toussaint, A., Petermann, F., Schmidt, S., Petermann, U., Gerber-von Müller, U. & Gerber, W.-D. (2011). Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 59, 25-36.
- Tripp, G. & Alsop, B. (1999). Sensitivity to reward frequency in boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child Psychology*, 28, 366-375.
- Tucha, O. & Lange, K.W. (2004). *Turm von London – Deutsche Version TL-D*. Göttingen: Hogrefe.
- Tucha, L., Tucha, O., Laufkötter, R., Walitza, S., Klein, H.E. & Lange, K.W. (2008). Neuropsychological assessment of attention in adults with different subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Neural Transmission*, 115, 269-278.
- Unnewehr, S., Schneider, S. & Margraf, J. (1995). *Diagnostisches Interview bei psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter (Kinder-DIPS)*. Berlin: Springer.
- Van Luit, J.E., Kroesbergen, E.H. & Naglieri, J.A. (2005). Utility of the PASS theory and Cognitive Assessment System for dutch children with and without ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 434-439.
- Van Zomeren, A.H. & Brouwer, W.H. (1987). Attentional deficits after closed head injury. In B.G. Deelman, R.J. Saan, A.H. van Zomeren (Eds.), *Traumatic Brain Injury* (pp. 33-48). Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Van Zomeren, A.H. & Brouwer, W.H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. Oxford: Oxford University Press.
- Varni, J.W. & Henker, B. (1979). A self-regulation approach to the treatment of three hyperactive boys. *Child behaviour Therapy*, 1, 171-192.
- Vaurio, R.G., Simmonds, D.J. & Mostofsky, S.H. (2009). Increased intra-individual reaction time variability in attention-deficit/hyperactivity disorder across response inhibition tasks with different cognitive demands. *Neuropsychologia*, 47, 2389-2396.
- Volkow, N.D., Wang, G.J., Fowler, J.S. & Ding, J.S. (2005). Imaging the effects of methylphenidate on brain dopamine: New model on its therapeutic actions for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 1410-1415.
- Volkow, N.D., Wang, G.J., Newcorn, J., Fowler, J.S., Telang, F., Solanto, M.V., ...Pradhan, K. (2007). Brain dopamine transporter levels in treatment and drug naive adults with ADHD. *Neuroimage*, 34, 1182-1190.
- Volz, H.P., Gaser, C., Hager, F., Rzanny, R., Mentzel, H.J., Kreitschmann-Andermahr, I., ... Sauer, H. (1997). Brain activation during cognitive stimulation with the Wisconsin Card Sorting Test – a functional MRI study on healthy volunteers and schizophrenics. *Psychiatry Research*, 75, 145-157.
- Watkins, D.E. & Wentzel, K.R. (2008). Training boys with ADHD to work collaboratively: Social and learning outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 33, 625-646.
- Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children-III*. San Antonio: Psychological Corp.

- Wellington, T.M., Semrud-Clikeman, M., Gregory, A.L., Murphy, J.M. & Lancaster, J.L. (2006). Magnetic resonance imaging volumetric analysis of the putamen in children with ADHD: Combined type versus control. *Journal of Attention Disorders*, 10, 171-180.
- Wender, P.H. (2002). *Aufmerksamkeits- und Aktivitätsstörung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Whalen, C. K. & Henker, B. (1991). Therapies for hyperactive children: Comparisons, combinations, and compromises. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59, 126-137.
- Wiens, A.N., McMinn, M.R. & Crossen, J.R. (1988). Rey Auditory Verbal Learning Test: Development of norms for healthy young. *The Clinical Neuropsychologist*, 2, 67-87.
- Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V. & Pennington, B.F. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Williams, J. (2008). Working toward a neurobiological account of ADHD: Commentary on Gail Tripp and Jeff Wickens' dopamine transfer deficit. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 705-711.
- Wodka, E.L., Mahone, E.M., Blankner, J.G., Gidley Larson, J.C., Fotedar, S., Denckla, M.B. & Mostofsky, S.H. (2007). Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29, 345-356.
- World Health Organization (WHO). (1994). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10*. Bern: Huber.
- Yamashita, Y., Mukasa, A., Honda, Y., Anai, C., Kunisaki, C., Koutaki, J., ...Matsuishi, T. (2010). Short-term effect of American summer treatment program für Japanese children with attention deficit hyperactivity disorder. *Brain and Development*, 32, 115-122.
- Zelazo, P.D. & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445-469). Malden: Blackwell.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) (Version 2.1)*. Herzogenrath: Psytest.
- Zimmermann, P., Gondan, M. & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder KITAP*. Herzogenrath: Psytest.

Erklärung

Diese Arbeit wurde ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die von den benutzten Werken entnommenen Stellen wurden als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt.

Bremen, den 15.10.2010

Anne Toussaint

Anhang A

Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83-94.

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

Anhang B

Toussaint, A. & Petermann, F. (2010). Klinische Validität der K-CAB bei Kindern mit ADHS. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 133-141.

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

Anhang C

Toussaint, A., Petermann, F., Schmidt, S., Petermann, U., Gerber-von Müller, G., Sinatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2011). Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen auf die Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 59, 25-36.

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