

Themenschwerpunkt Entwicklungsneuropsychologie

Exekutive Funktionen bei Jungen mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Eine Pilotstudie

Petra Hampel und Beate Mohr

Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation, Universität Bremen

Zusammenfassung: Bisher liegen inkonsistente Befunde vor, ob Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) eher ein globales Defizit oder spezifische Defizite in einzelnen exekutiven Funktionen aufweisen. In der vorliegenden Pilotstudie wurden 20 Jungen mit ADHS zweier Altersgruppen (8–10 und 11–12 Jahre) und 20 gesunde, nach Alter und Intelligenz parallelisierte Jungen in verschiedenen exekutiven Funktionen untersucht. Insgesamt zeigten die Jungen mit ADHS in allen exekutiven Komponenten signifikant schlechtere Leistungen als die gesunden Jungen, mit Ausnahme der Interferenzanfälligkeit. In der kognitiven Flexibilität zeigte sich ein Interaktionseffekt; die 8- bis 10-Jährigen mit ADHS wiesen eine signifikant höhere Perseverationstendenz als die gesunden Gleichaltrigen auf. Die in den exekutiven Komponenten gefundenen Leistungsdefizite sprechen eher für ein globales exekutives Defizit bei Jungen mit ADHS.

Schlüsselwörter: ADHS, Kinder, Jugendliche, exekutive Funktionen

Executive Functions Among Boys with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Pilot Study

Abstract: Recent studies reported inconsistent findings on child and adolescent Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) whether it is characterized by a generalized executive dysfunctioning or by deficits in selected executive functions. In this pilot study, executive functions among 20 boys of two age groups (8–10 years old and 11–12 years old) were compared to 20 normal controls matched on age and intelligence. Overall, boys with ADHD showed impairments in all executive functions, except in interference control. The interactional effect on cognitive flexibility indicated that only younger boys with ADHD showed higher perseveration than the younger healthy controls. These results support a generalized deficit in executive functioning among boys with ADHD.

Keywords: ADHD, children, adolescents, executive functions

Einleitung

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist gekennzeichnet durch Störungen in der Aufmerksamkeit, Impulskontrolle und motorischen Aktivität. Sie gehört neben den aggressiven Störungen zu den häufigsten psychischen Störungen im Kindesalter (Barkley, 1998; Döpfner, 2002). So liegen die Prävalenzraten für ADHS im Schulalter in der Allgemeinbevölkerung zwischen 3 und 7 % (u. a. Barkley, Edwards, Laneri, Fletcher & Metevia, 2001; Faraone, Sergeant, Gillberg & Biederman, 2003). Die Prävalenzen sind jedoch geringer, wenn

die strengeren ICD-10 Kriterien angelegt werden (Köster et al., 2004), und haben sich über die letzten Jahre als stabil erwiesen (Knölker, 2004). Hierbei sind je nach Erhebungsart die Jungen um den Faktor 3 bis 10 häufiger betroffen als Mädchen (u. a. Baumgaertel, Wolraich & Dietrich, 1995; zusammenfassend s. Biederman, 2005).

Die Ursachen und Entstehungsmechanismen der ADHS sind bis heute noch nicht vollständig aufgeklärt, jedoch wird eine heterogene Ätiopathogenese angenommen (Banaschewski, Roessner, Uebel & Rothenberger, 2004). Es werden multifaktorielle Erklärungsmodelle herangezogen, die davon ausgehen, dass biologische und konstitutionelle Faktoren die ADHS verursachen, während psychoso-

ziale Faktoren die Ausprägung und den Verlauf der Störung beeinflussen (Faraone et al., 2005; Heiser et al., 2004). Es liegen verschiedene neuropsychologische Modelle vor, die auch Störungen in exekutiven Funktionen postulieren (u. a. Barkley, 1997; Sergeant, 2005; Sonuga-Barke, 2005). Unter exekutiven Funktionen werden neuro- bzw. metakognitive Prozesse verstanden, die im Wesentlichen zur Handlungskontrolle dienen und eine Voraussetzung für die Selbstkontrolle von Affekt, Motivation und Arousal sind. Sie ermöglichen die Ausführung zielgerichteter Handlungen und die optimale Anpassung des Individuums an die Anforderungen seiner Umwelt (Anderson, 2002; Cramon & Cramon, 2000). Die exekutiven Funktionen umfassen vielfältige bisher noch nicht einheitlich definierte Subkomponenten. Die am häufigsten im Zusammenhang mit ADHS untersuchten exekutiven Komponenten sind das Arbeitsgedächtnis, die Planungs- und Problemlösefähigkeit, die kognitive Flexibilität, das «set-shifting» sowie die Aufmerksamkeits-, Inhibitions- und Interferenzkontrolle.

Der neuropsychologische Erklärungsansatz der ADHS von Barkley (1997) integriert in einem Modell die Entstehungsmechanismen der Verhaltensauffälligkeiten bei ADHS (zusammenfassend s. Hampel & Petermann, 2004). Hierbei nimmt er für die nach DSM-IV definierten Subtypen «vorwiegend hyperaktiv-impulsiver Typ (ADHS-H/I)» und «ADHS-Mischtyp (ADHS-C)» als zentrales Defizit eine mangelhafte Verhaltenshemmung an. Es wird angenommen, dass dieses Defizit hauptsächlich durch eine Dysfunktion im fronto-striato-pallido-thalamischen System vermittelt wird, das eine gestörte Rückmeldung zum Kortex aufweist (Biederman, 2005). Dieses primäre Inhibitionsdefizit verursacht nach Barkley sekundäre Störungen in vier nachgeordneten exekutiven Funktionen:

1. dem Arbeitsgedächtnis
2. der Selbstregulation von Affekt, Motivation und Erregungsniveau
3. der Internalisierung von Sprache sowie
4. der Handlungsplanung und Handlungskontrolle.

Die sekundären Störungen der exekutiven Funktionen führen zu mangelnder Selbstregulation. Entsprechend ist nach Barkley's Theorie ein globales Defizit in den exekutiven Funktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS-C und ADHS-H/I anzunehmen, was Pennington und Ozonoff (1996) durch ihre Meta-Analyse über 18 Studien auch als bestätigt sahen. In der neueren neuropsychologischen Literatur liegen jedoch recht inkonsistente Befunde dazu vor, ob ADHS im Kindes- und Jugendalter durch ein globales exekutives Defizit gekennzeichnet ist oder ob spezifische Defizite in den exekutiven Funktionen bestehen.

Berlin, Bohlin, Nyberg und Janols (2004) verglichen die Leistungen in exekutiven Funktionen von 21 Jungen mit ADHS-C und ADHS-H/I im Alter zwischen 7 und 10 Jahren mit 41 gesunden Jungen. Die Jungen mit ADHS zeigten in allen exekutiven Parametern Beeinträchtigungen, allerdings wiesen lediglich die Fehlerzahl in einem modifizier-

ten Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT), die zeitbezogenen Einschätzungsprozesse und die schlechte Regulation negativer Emotionen in der logistischen Regressionsanalyse einen signifikanten Beitrag zur Differenzierung der beiden Gruppen auf. Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington (2005) führten eine Meta-Analyse über 83 Studien durch, in denen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS und gesunden Kontrollen exekutive Funktionen wie Verhaltensinhibition, Vigilanz, kognitive Flexibilität («set-shifting»), Planungsfähigkeit/Organisation sowie verbales und räumliches Arbeitsgedächtnis untersucht wurden. Insgesamt ziehen sie das Fazit, dass ADHS durch ein Defizit in allen exekutiven Funktionen gekennzeichnet ist. Hierbei waren ausgeprägte und konsistente Effekte vor allem für die Verhaltenshemmung, die Vigilanz, das Arbeitsgedächtnis und die Planungsfähigkeit festzustellen. Allerdings lassen die eher moderaten Effektgrößen nach Willcutt und Mitarbeitern (2005) annehmen, dass die Dysfunktion exekutiver Funktionen nicht spezifisch für die ADHS ist. Die Autoren hatten in ihrer Meta-Analyse die Interferenzkontrolle ausgeschlossen, da zeitgleich van Mourik, Oosterlaan und Sergeant (2005) eine Meta-Analyse nur über die Kennwerte des FWIT publizierten. Es ergab sich über die 17 einbezogenen Studien ein Defizit in der Interferenzkontrolle als Aspekt der mangelnden Verhaltenshemmung, allerdings waren die Effektgrößen hierfür relativ niedrig. Die Autoren stellen insgesamt die Validität des FWIT in Frage.

Inkonsistente Befunde liegen zur Differenzierung zwischen dem ADHS-C-Typ und dem vorwiegend unauffmerksamen Typ (ADHS-In) vor. In einzelnen Studien konnten eher keine Unterschiede zwischen den beiden Typen nachgewiesen werden (Geurts, Vert, Oosterlaan, Roeyers & Sergeant, 2005; Nigg, Blaskey, Huang-Pollock & Rappey, 2002), was der Theorie von Barkley (1997) widerspricht. In der Meta-Analyse von van Mourik et al. (2005) konnte über die drei einbezogenen Studien jedoch abgesichert werden, dass die Interferenzkontrolle bei ADHS-C schlechter ist als bei ADHS-In ($d = -.35$). Auch die Differenzierung gegenüber anderen kinderpsychiatrischen Störungen, die mit exekutiven Störungen in Verbindung stehen, ist fraglich. So schlussfolgern Geurts et al. (2004), dass Kinder mit ADHS eine weniger generalisierte Störung exekutiver Funktionen aufweisen als autistische Kinder, was ebenfalls im Widerspruch zu dem Modell von Barkley (1997) steht. Außerdem sprechen weitere Befunde für die Berücksichtigung der komorbid vorliegenden oppositionellen Verhaltensstörung (van Goozen et al., 2004), die ebenfalls zu Unterschieden in den exekutiven Funktionen beitragen könnte.

Somit ist die Befundlage hinsichtlich der Spezifität der exekutiven Störungen bei Kindern und Jugendlichen noch recht inkonsistent. Darüber hinaus wurde bislang wenig untersucht, ob die Unterschiede altersabhängig sind. Die Befunde zur Entwicklung exekutiver Funktionen bei gesunden Kindern sprechen insgesamt dafür, dass sich die exekutiven Funktionen ab dem Vorschulalter wahrscheinlich in Etappen bis ins frühe Erwachsenenalter entwickeln, wo-

bei der Entwicklungsverlauf bisher noch ungeklärt ist (Anderson, 2002). Klenberg, Korkman und Lahti-Nuutila (2001) konnten bei Kindern von 3 bis 12 Jahren zeigen, dass sich am Anfang des sequenziellen Prozesses die Fähigkeit zur motorischen Inhibition und Impulskontrolle entwickelt, gefolgt von der Fähigkeit zu selektiver Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit. Schließlich entwickeln sich bis ins frühe Erwachsenenalter komplexe exekutive Funktionen. Barkley (1997) geht von einer verzögerten Entwicklung bei Kindern mit ADHS aus, so dass sich Gruppenunterschiede insbesondere im Vorschul- bis Kindesalter zeigen müssten. Neuere Studien deuten auf eine Entwicklungsverzögerung in den exekutiven Funktionen bei Kindern mit ADHS im Vergleich zu gesunden Kindern hin (u. a. Roessner, Banaschewski & Rothenberger, 2006). Demnach sind altersabhängige Gruppenunterschiede zu erwarten, die in der vorliegenden Studie untersucht werden sollten.

Ziel dieser Studie war, zu untersuchen, ob ein globales Defizit oder spezifische Defizite in den exekutiven Funktionen bei Jungen mit ADHS im Vergleich zu gesunden Jungen bestehen. Es wurde erwartet, dass die Kinder mit ADHS längere Bearbeitungs- bzw. Reaktionszeiten benötigen und mehr Fehler in den verschiedenen exekutiven Testaufgaben machen als die gesunden Kinder. Hinsichtlich des Alters wurde angenommen, dass jüngere Kinder längere Reaktions- und Bearbeitungszeiten als Ältere benötigen und niedrigere Leistungen in Aufgaben zur kognitiven Flexibilität und zum Arbeitsgedächtnis zeigen. Schließlich sollte geprüft werden, ob die exekutiven Defizite generell oder lediglich bei der jüngeren Altersgruppe bestehen, was auf eine Entwicklungsverzögerung hinweisen würde.

Methode

Stichproben

Es wurden 20 Jungen mit ADHS untersucht, die den Altersgruppen «8–10 Jahre» ($n = 12$; $M = 9.6$ J., $SD = 0.79$) und «11–12 Jahre» ($n = 8$; $M = 11.25$ J., $SD = 0.46$) zugeordnet wurden. Sie wurden über eine kinder- und jugendpsychiatrische Praxis und eine Kinderarztpraxis in Bremerhaven gewonnen. Alle Patienten besaßen aufgrund des Urteils des Kinder- und Jugendpsychiaters die ICD-Diagnose einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung (F90.0; $n = 14$) oder hyperkinetische Störung des Sozialverhaltens (F90.1; $n = 6$). Die ICD-Diagnose F90.0 entspricht weitgehend dem ADHS-Mischtyp im DSM-IV; es müssen jeweils Kriterien zu den drei Kernsymptomen erfüllt sein. Es bestanden folgende komorbide psychische Störungen: Umschriebene Entwicklungsstörung (13 Fälle; davon 2 Fälle mit umschriebener Entwicklungsstörung motorischer Funktionen und 11 Fälle mit umschriebener Lese-Rechtschreibstörung), Anpassungsstörung (4 Fälle), Enuresis (5

Fälle) und Enkopresis (1 Fall). Im Rahmen der Erhebungen, die nachmittags stattfanden, waren 18 Jungen medikamentenfrei. Bei zwei Jungen wurde die morgendliche Dosis eines Methylphenidatpräparates gegeben, aber die Nachdosierung am Mittag vor der Untersuchung ausgesetzt.

Die 20 verhaltensunauffälligen Jungen wurden aus Grund- und weiterführenden Schulen in Bremen rekrutiert und waren nach Alter ($n_{8-10 \text{ J.}} = 12$; $M = 9.5$, $SD = 0.91$; $n_{11-12 \text{ J.}} = 8$; $M = 11.25$, $SD = 0.46$) und Intelligenz parallelisiert. Durch die Elternangaben konnte sichergestellt werden, dass keinerlei psychiatrische Diagnose vorlag.

Ein- und Ausschlusskriterien

Es wurden nur Jungen mit ADHS in die klinische Stichprobe eingeschlossen, die sowohl eine ärztliche Diagnose einer ADHS nach ICD-10 aufwiesen als auch über/auf dem Cut-off-Wert (Punktwert von 15) der Kurzform der Conners-Rating-Skala für Eltern (nach Steinhausen, 1995) lagen. Die Lehrer-Beurteilung auf der Conners-Rating-Skala wurde nicht als Ein- und Ausschlusskriterium, sondern nur zur Beschreibung der beiden Untersuchungsgruppen verwendet. Ausschlusskriterien für die gesunden Kontrollen waren ein Punktwert größer/gleich 15 auf der Conners-Kurzskala (Eltern) sowie für den Fragebogen zu Stärken und Schwächen (SDQ-Deu) von Klasen et al. (2000) ein Punktwert größer/gleich 6 auf der SDQ-Skala «Hyperaktivität» und ein SDQ-Gesamtpunktwert größer/gleich 16, der ebenfalls über die Eltern erhoben wurde. Zusätzlich wurde für beide Gruppen ein Intelligenzwert von größer/gleich 75 gefordert. Aus Zeitgründen konnte allerdings nur ein altersbezogener Verbal-IQ mit dem Wortschatztest aus dem CFT-20 (Weiß, 1998) bestimmt werden. In zweifaktoriellen Varianzanalysen mit den Faktoren «Gruppe» und «Alter» unterschieden sich die beiden Untersuchungsgruppen hoch signifikant in der Conners-Kurzskala sowohl im Eltern- als auch im Lehrerurteil ($F_{\text{Conners-Eltern}(1, 36)} = 193.38$, $p \leq .001$; $F_{\text{Conners-Lehrer}(1, 24)} = 48.31$, $p \leq .001$). Die zweifaktorielle multivariate Varianzanalyse über die vier Problemskalen des SDQ-DEU ergab ebenfalls einen hoch signifikanten Haupteffekt «Gruppe» ($F_{\text{SDQ-DEU}(4, 33)} = 55.77$, $p \leq .001$). Univariate zweifaktorielle Varianzanalysen auf der Ebene der SDQ-Skalen legen nahe, dass die Jungen mit ADHS höhere Ausprägungen in der Hyperaktivität/Unaufmerksamkeit, den emotionalen Problemen, den Problemen mit Gleichaltrigen und den externalisierenden Verhaltensauffälligkeiten aufwiesen als die gesunden Jungen. Außerdem war in einer univariaten Analyse das prosoziale Verhalten der Jungen mit ADHS hoch signifikant erniedrigt ($F(1, 36) = 6.44$, $p = .016$). Für den Verbal-IQ konnte in der univariaten zweifaktoriellen Varianzanalyse kein signifikanter Haupteffekt «Gruppe» festgestellt werden ($F_{\text{Verbal IQ}(1, 34)} = 2.62$, ns ; zwei der 40 Jungen unterschritten die Altersgrenze für den CFT-20 und wurden nicht untersucht.).

Tabelle 1

Messinstrumente zur Erfassung exekutiver Funktionen

Messinstrument (Autor, Jahr)	Konstrukt	Abhängige Variable
Zahlennachsprechen Rückwärts (Tewes, Rossmann & Schallberger, 2000)	Verbales Arbeitsgedächtnis (Verbale Merkspannen rückwärts)	Summe der richtig wiederholten Sequenzen
Block-Tapping Test Rückwärts (Schellig, 2000)	Visuelles Arbeitsgedächtnis (Visuelle Merkspannen rückwärts)	Summe der richtig wiederholten Sequenzen
Zooplan (Ufer, 2000)	Planungs- und Problemlösefähigkeit	Planungszeit [s] Gesamtbearbeitungszeit [s] Gesamtfehlerzahl
Trail-Making Test (Reitan, 1979)	Kognitive Flexibilität	Bearbeitungszeit: (TMT-B)- (TMT-A) [s]
Fünf-Punkt Test (Regard, Strauss & Knapp, 1982)	Kognitive Flexibilität Perseveration	Total unique Designs (Gesamtanzahl der einfach, richtig produzierten Muster) Prozentuale Perseverationsfehler
Farbe-Wort Interferenztest (Bäumler, 1985)	Interferenzkontrolle	Bearbeitungszeiten Interferenz Versuch [s]

Messinstrumente und Durchführung

Um die verschiedenen Komponenten der exekutiven Funktionen zu erfassen, wurden Messverfahren zur Bearbeitung vorgegeben (vertiefend s. Pennington & Ozonoff, 1996), die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden: Sie sollten flexibel einsetzbar und kostengünstig sein, so dass keine Computerverfahren berücksichtigt wurden. Außerdem sollten sie zeitlich ökonomisch sein, so dass die Kinder mit ADHS diese Testbatterie in maximal 60 Minuten bearbeiten konnten. Die meisten Verfahren sind ursprünglich für den Erwachsenenbereich entwickelt worden. Deshalb liegen teilweise noch keine Normwerte für die hier untersuchte Altersgruppe vor, jedoch handelt es sich um Verfahren, die im Rahmen von klinischen Studien auch bei Kindern mit ADHS angewendet werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Testverfahren, die im Folgenden kurz dargestellt werden (vertiefend s. Mohr, 2004).

Anhand des Untertests «Zahlennachsprechen» aus dem Verbalteil des Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (HAWIK-III) von Tewes, Rossmann und Schallberger (2000) wurde das Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts erhoben. Hier wird das Zahlennachsprechen rückwärts als Indikator des verbalen Arbeitsgedächtnisses berichtet. Als Kennwert wurde die Summe der richtig wiederholte Sequenzen herangezogen.

Mit dem «Block-Tapping Test» von Schellig (2000) wurde die visuelle Blockspanne vorwärts und rückwärts erfasst. Die visuelle Blockspanne rückwärts wird hier in Anlehnung an die revidierte Wechsler Memory Scale als Indikator für das visuelle Arbeitsgedächtnis (Halten und Manipulieren von Information) berichtet. Die Summe richtig wiederholter Sequenzen wurde als Kennwert verwendet.

Des Weiteren wurde der Zooplan aus dem Behavioral Assessment of the Dysexecutive System (BADS) in der deutschen Übersetzung von Ufer (2000) ausgewählt. Ziel

der BADS ist es, Alltagsprobleme vorauszusagen, die sich aus Störungen der Exekutivfunktionen ergeben. Mit dem Zooplan wurden die Planungs- und Problemlösefähigkeit erfasst. Eine geringfügig modifizierte Version des Zooplaus wurde für die vorliegende Studie verwendet. Die Aufgabe bestand darin, einen Zoobesuch zu planen, bei dem insgesamt sieben Stationen in einer selbst geplanten Reihenfolge besucht werden sollten, während zugleich bestimmte Regeln beachtet werden müssen (z. B. bestimmte Wege dürfen nur einmal benutzt werden; vgl. qualitative Auswertung). Die Kinder sollten die Reihenfolge der zu besichtigenden Stationen vorab planen und anschließend mit einem Stift einzeichnen. Die Instruktion mit den Stationen, die besucht werden sollten, wurde den Kindern als schriftliche Vorlage während der Durchführung zur Verfügung gestellt, so dass sie diese nicht zusätzlich im Gedächtnis behalten mussten. Als Indikatoren für die Planungs- und Problemlösefähigkeit wurden die Planungs- und Gesamtbearbeitungszeit gemessen. Weiterhin wurde die Gesamtanzahl der Fehler erfasst.

Darüber hinaus wurde der Trail-Making Test von Reitan (1979) bearbeitet, der sich aus zwei Teilen (TMT-A, TMT-B) zusammensetzt. Die Aufgabe im TMT-A besteht darin, Kreise, die im Zentrum von 1 bis 25 nummeriert und in zufälliger Anordnung über das Papier verteilt sind, mit einer Linie zu verbinden. Dies soll in aufsteigender Reihenfolge und so schnell wie möglich geschehen, ohne den Stift abzusetzen. Der TMT-B besteht ebenfalls aus 25 zufällig angeordneten Kreisen. Davon sind 13 Kreise mit den Zahlen 1–13 gekennzeichnet und 12 Kreise mit den Buchstaben A bis L. Es müssen die Kreise mit Zahlen und Buchstaben abwechselnd (1-A-2-B-3-C...13) und bei der Zahl 1 beginnend verbunden werden. Dies soll wie beim TMT-A so schnell wie möglich und in aufsteigender Reihenfolge erfolgen. Für beide Testteile wird vorab ein Übungsbeispiel mit acht Kreisen durchgeführt. Der TMT-A kann zur Beurteilung der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit im

visuellen Bereich eingesetzt werden. Der TMT-B erfasst die visuelle Aufmerksamkeitsumteilung und fordert das Arbeitsgedächtnis. In Anlehnung an Spreen und Strauss (1993) wurde die Differenz (Bearbeitungszeiten TMT-B minus TMT-A) berechnet, um einen von der psychomotorischen Komponente bereinigten Kennwert zu erhalten und dadurch die exekutive Leistungskomponente hervorzuheben.

Als figuraler Flüssigkeitstest wurde der Fünf-Punkt Test von Regard, Strauss und Knapp (1982) ausgewählt (vgl. qualitative Auswertung). Er stellt ein nonverbales Analogon zu den Wortflüssigkeitsaufgaben dar und misst die Fähigkeiten zur kognitiven Flexibilität und zu divergentem Denken sowie die Perseverationstendenz. Die Vorgabe des Tests orientierte sich an Regard et al. (1982) mit einer dreiminütigen Bearbeitungszeit, in der von den fünf Punkten mindestens zwei Punkte mit geraden Strichen verbunden werden müssen. Die kognitive Flexibilität wurde anhand der Gesamtanzahl der einfach, richtig produzierten Muster («total unique designs») bestimmt. Zur Bestimmung der Perseverationstendenz wurde der prozentuale Anteil der Perseverationsfehler (Perseverationsfehler/total unique designs \times 100) ermittelt, da die Gesamtzahl der gezeichneten Muster die Perseverationsfehler beeinflusst.

Schließlich wurde der FWIT nach J.R. Stroop in der deutschen Version von Bäumler (1985) vorgegeben, der die Fähigkeit zur Interferenzkontrolle überprüft, also die Fähigkeit, eine konkurrierende automatisierte Antwortreaktion zugunsten einer kontrollierten Reaktion zu unterdrücken. Beim Interferenzversuch (INT) gilt die Bearbeitungszeit [s] als Indikator für die Konzentrationsleistung und für die Anfälligkeit gegenüber Interferenz, die aus dem Konflikt zwischen der automatisierten Tendenz (Farbworte lesen) und der geforderten kontrollierten Leistung (Druckfarben benennen) resultiert.

Der FWIT wurde an einem ersten Termin vorgegeben, an dem auch eine psychophysiologische Untersuchung stattfand (z. B. Desman et al., 2006). Die weiteren Messinstrumente wurden den Kindern an einem zweiten Termin in folgender Reihenfolge zur Bearbeitung vorgelegt: Merkspannen, Zooplan, TMT A und -B sowie Fünf-Punkt Test. Die Gesamtdauer des zweiten Termins betrug ca. 45 Minuten. Beide Termine wurden in Einzelsitzungen durchgeführt.

Statistische Auswertung

Es wurden zweifaktorielle univariate Varianzanalysen mit den unabhängigen Faktoren «Gruppe» (ADHS vs. gesund) und «Alter» (8–10 vs. 11–12 Jahre) berechnet. Zur Lokalisation der Wechselwirkungseffekte wurden unabhängige *t*-Tests angeschlossen. Für den Fall inhomogener Varianzen wurde zur Absicherung der Effekte der *t*-Tests zusätzlich Mann-Whitney *U*-Tests durchgeführt. Die Daten wurden zweiseitig interpretiert. Aufgrund der explorativen, Hypothesen generierenden Fragestellung wurde auf eine Bonfer-

roni-Korrektur verzichtet. Es werden jedoch nur Effekte mit $p < .05$ interpretiert. Die Gesamtstichprobe von 40 Jungen reduzierte sich für den FWIT auf $N = 27$ ($n_{\text{ADHS}} = 12$; $n_{\text{gesund}} = 15$), da bei acht Kindern anhand der Tests für Farbblindheit von Ishihara (1951) eine Rot-Grün-Schwäche festgestellt wurde und bei einem jüngeren Jungen mit ADHS die Lesefähigkeit vermindert war. In der visuellen Merkspanne verringerte sich die Stichprobe auf $N = 36$, da vier Jungen mit ADHS die Aufgabe vorzeitig abgebrochen haben.

Ergebnisse

Insgesamt lässt sich festhalten, dass lediglich wenige Alters- und Interaktionseffekte festzustellen waren. Tabelle 2 enthält die Ergebnisse der univariaten zweifaktoriellen Varianzanalysen und führt die Mittelwerte und Standardfehler für die beiden Haupteffekte an.

Verbale und visuelle Merkspannen

In beiden Kennwerten ergab sich ein signifikanter Haupteffekt «Gruppe»; die verbale und visuelle Merkspanne rückwärts der Jungen mit ADHS waren geringer als die Merkspannen der gesunden Jungen (Tab. 2). Für die verbale Merkspanne war darüber hinaus noch ein Altershaupteffekt nachweisbar: Die verbale Merkspanne der Jüngeren war signifikant geringer als die der Älteren.

Zooplan

Für die Planungs- und Gesamtzeit konnten keine Gruppenhaupteffekte statistisch abgesichert werden (Tab. 2). Dagegen war die Gesamtfehlerzahl bei den Jungen mit ADHS hoch signifikant höher als bei den gesunden Jungen. Die Jungen mit ADHS machten im Mittel drei Fehler mehr als die gesunden Jungen. Der signifikante Altershaupteffekt für die Gesamtzeit im Zooplan legt nahe, dass die jüngeren Kinder eine längere Bearbeitungszeit benötigten als die älteren Kinder.

Trail-Making Test

In den Varianzanalysen stellte sich ein signifikanter Gruppenhaupteffekt dar, der für eine bedeutsam beeinträchtigte kognitive Flexibilität der Jungen mit ADHS spricht (Tab. 2).

Fünf-Punkt Test

Für die Anzahl der «total unique designs», d. h. der maximal nur einmal und richtig gezeichneten Muster, ergab sich

Tabelle 2

Ergebnisse der zweifaktoriellen univariaten Varianzanalysen mit den beiden Faktoren «Untersuchungsgruppe» und «Alter» für $N = 40$

Kennwert		Gruppe		Alter		HE	HE	WW Grup-	
		ADHS	Gesund	8–10 J	11–12 J	Gruppe df(1,36)	Alter df(1,36)	pe × Alter df(1,36)	
Zahlennachsprechen									
Verbale Merkspanne rückwärts	<i>M</i>	4.52	5.63	4.58	5.56	6.19	4.87	0.26	<i>F</i>
	<i>SE</i>	0.31	0.31	0.28	0.34	.018*	.034*	.609	<i>p</i>
						.147	.119	.007	η^2
Block-Tapping Test									
Visuelle Merkspanne rückwärts	<i>M</i>	7.37	7.96	6.93	7.39	15.77	1.33	2.40	<i>F</i>
	<i>SE</i>	0.30	0.27	0.26	0.31	< .001**	.258	.131	<i>p</i>
						.330	.040	.070	η^2
Zooplan									
Planungszeit [s]	<i>M</i>	32.15	31.02	31.67	31.50	0.01	0.00	1.85	<i>F</i>
	<i>SE</i>	11.00	11.00	09.83	12.04	.943	.992	.183	<i>p</i>
						.000	.000	.049	η^2
Gesamtzeit [s]	<i>M</i>	262.17	283.25	334.92	210.50	0.13	4.38	0.16	<i>F</i>
	<i>SE</i>	42.02	42.02	37.58	46.03	.725	.043*	.688	<i>p</i>
						.003	.109	.005	η^2
Gesamtfehlerzahl	<i>M</i>	3.58	0.65	2.79	1.44	14.24	3.03	1.09	<i>F</i>
	<i>SE</i>	0.55	0.55	0.49	0.60	< .001**	.091	.304	<i>p</i>
						.283	.078	.029	η^2
Trail Making Test									
TMT-(B-A)	<i>M</i>	89.85	45.29	79.71	55.44	5.29	1.57	0.23	<i>F</i>
	<i>SE</i>	13.70	13.70	12.26	15.01	.027*	.218	.638	<i>p</i>
						.128	.042	.006	η^2
Fünf-Punkt Test:									
Total unique designs	<i>M</i>	18.17	27.94	21.04	25.06	35.64	6.04	0.69	<i>F</i>
	<i>SE</i>	1.16	1.16	1.04	1.27	< .001**	.019*	.413	<i>p</i>
						.497	.144	.019	η^2
Prozentuale Perseverationen	<i>M</i>	7.76	3.49	8.70	2.54	3.60	6.27	4.92	<i>F</i>
	<i>SE</i>	1.72	1.72	1.54	1.88	.066	.017*	.033*	<i>p</i>
						.091	.148	.120	η^2
Farbe-Wort-Interferenztest									
FWL [s]	<i>M</i>	42.31	38.67	41.13	39.86	1.62	0.20	3.50	<i>F</i>
	<i>SE</i>	2.19	1.85	1.79	2.24	.216	.662	.074	<i>p</i>
						.066	.008	.132	η^2
FSB [s]	<i>M</i>	69.13	62.30	67.31	64.11	1.05	0.23	0.82	<i>F</i>
	<i>SE</i>	5.09	4.30	4.15	5.21	.316	.635	.374	<i>p</i>
						.044	.010	.035	η^2
INT [s]	<i>M</i>	132.00	109.12	122.44	118.68	3.29	0.09	0.05	<i>F</i>
	<i>SE</i>	9.64	8.15	7.87	9.87	.083	.769	.829	<i>p</i>
						.125	.004	.002	η^2

Anmerkungen. * $p < .05$; ** $p < .01$, Tendenzen ($p < 1.0$) sind in *kursiv*, (*M*) Mittelwert, (*SE*) Standardfehler, (HE) Haupteffekt, (WW) Wechselwirkung, (df) Freiheitsgrade, (F) Prüfgröße, (η^2) Eta Quadrat, (*p*) Signifikanz; (total unique designs) Gesamtanzahl der einfach, richtig produzierten Muster, (FWL) Farbworte lesen, (FSB) Farbstriche benennen, (INT) Interferenzversuch. Für die visuelle Merkspanne rückwärts gilt $N = 36$, $df(1,32)$; für den FWIT gilt $N = 27$, $df(3,23)$.

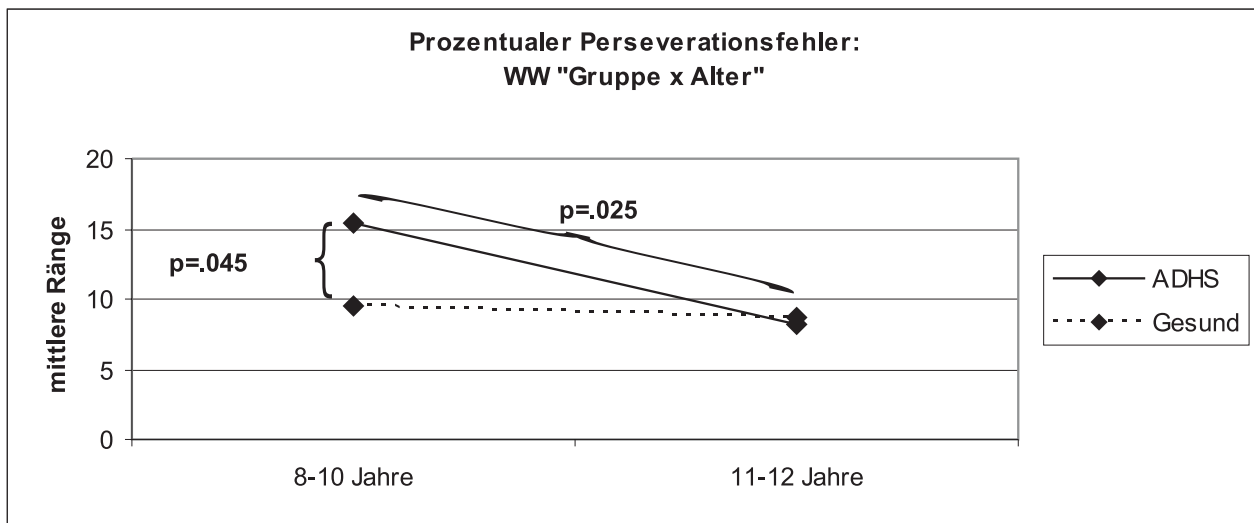


Abbildung 1. Mittlere Ränge für die prozentualen Perseverationsfehler der Untersuchungs- und Altersgruppen.

ein hoch signifikanter Gruppenhaupteffect (Tab. 2). Die Kinder mit ADHS produzierten ca. ein Drittel bzw. im Mittel zehn Muster weniger als die gesunden Kinder. Darüber hinaus zeigte sich auch ein signifikanter Altershaupteffect, wobei die Jüngeren eine geringere Anzahl der «total unique designs» produzierten als die Älteren.

Der tendenzielle Gruppenhaupteffect und der signifikante Altershaupteffect in den prozentualen Perseverationsfehlern wurden durch eine signifikante Interaktion überlagert (Tab. 2). Aufgrund der Varianzhomogenität wurden zur Lokalisation der Unterschiede *U*-Tests angeschlossen, die die parametrischen Befunde bestätigten. Abbildung 1 veranschaulicht, dass die jüngeren Kinder mit ADHS signifikant mehr prozentuale Perseverationsfehler machten als die jüngeren gesunden Kinder ($z = -2.08$, $p = .045$) und signifikant mehr prozentuale Perseverationsfehler als die älteren Kinder mit ADHS ($z = -2.27$, $p = .025$).

Farbe-Wort-Interferenztest

In den Varianzanalysen der Kennwerte des FWIT konnten keine Effekte statistisch abgesichert werden (Tab. 2).

Qualitative Auswertung

Im Folgenden wird noch ein Einzelfall eines 10-jährigen Jungen mit ADHS (F90.0) mit einem gleichaltrigen gesunden Jungen verglichen, um die Gruppenunterschiede anhand der beiden Einzelfälle zu veranschaulichen. Hierbei werden auch Kennwerte berücksichtigt, die nicht varianzanalytisch ausgewertet werden konnten, wie die Einzelfehler beim Zooplan und die Regelfehler beim Fünf-Punkt Test.

Zooplan

Plan und Regeln des Zooplans waren so konzipiert, dass es nur vier mögliche Routen gab, ohne eine der Regeln zu verletzen. Dabei gilt, je mehr sich die Kinder an die Reihenfolge aus der Instruktion hielten, desto mehr Fehler wurden gemacht. Abbildung 2 zeigt links die Route eines gesunden Kindes mit einer fehlerfreien Aufgabenlösung. Im Vergleich dazu ist rechts zu sehen, dass der Junge mit ADHS Stationen mehrfach besuchte und dadurch zwangsläufig Wege, die nur einmal benutzt werden durften, wiederholt ging. Insgesamt war bei den Kindern mit ADHS öfters zu beobachten, dass sie ihren Weg nicht eigenständig planten, sondern die willkürliche Reihenfolge der Instruktion übernahmen. Den Kindern war erlaubt, sich selbst zu verbessern. Insgesamt nutzten die Jungen mit ADHS seltener die Gelegenheit, Fehler zu verbessern, und konnten schlechter neue Alternativlösungen entwickeln. Die Abbruchrate war bei beiden Gruppen mit je zwei Fällen identisch und die Möglichkeit, noch einmal neu zu beginnen, wurde auch von beiden Gruppen ähnlich häufig in neun bzw. zehn Fällen genutzt.

Fünf-Punkt Test

Abbildung 3 verdeutlicht, dass der gesunde Junge (links) im Gegensatz zum Jungen mit ADHS (rechts) eher geordnet die Kästchen von links nach rechts oder von oben nach unten fortlaufend bearbeitete. Weiterhin wurde bei den gesunden Jungen deutlich, dass sie eher Strategien für die Produktion der Muster entwickelten. Bei dem gesunden Jungen in Abbildung 3 ist z. B. zu sehen, dass mit einem Strich, der nur zwei Punkte verbindet, begonnen wurde. Dieser wurde dann kontinuierlich rotiert und gespiegelt, bevor ein zweiter Strich für ein neues Muster mit hinzu

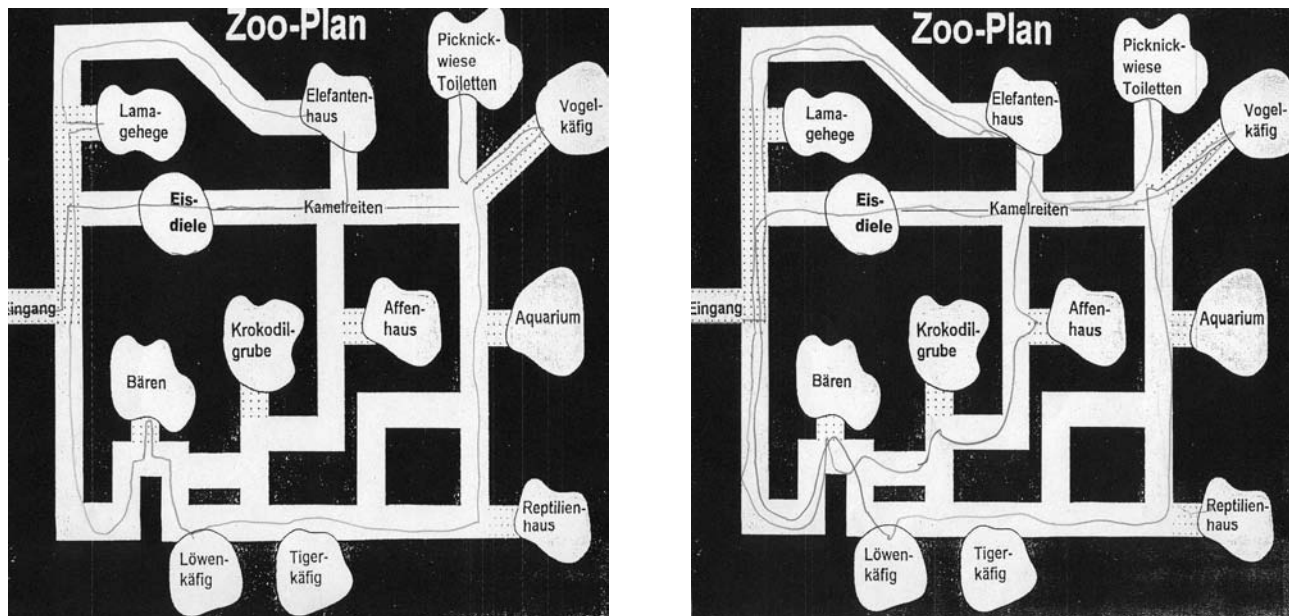


Abbildung 2. Lösung des Zooplans eines gesunden Jungen (links) und eines Jungen mit ADHS (rechts).

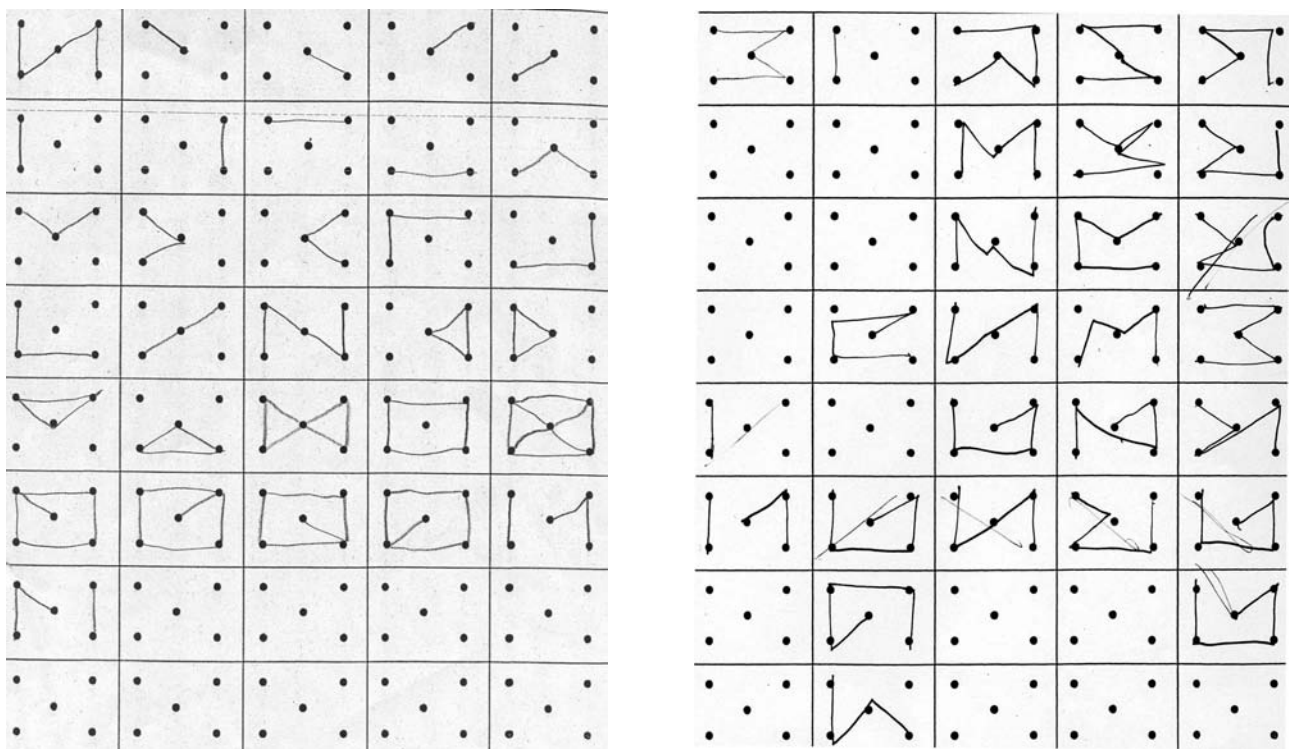


Abbildung 3. Lösung des Fünf-Punkt Tests eines gesunden Jungen (links) und eines Jungen mit ADHS (rechts).

gezeichnet wurde. Die neuen Muster mit zwei Strichen wurden dann wiederum gespiegelt und rotiert, bevor die Komplexität des Musters durch einen dritten Strich gesteigert wurde. Dagegen zeichnete der Junge mit ADHS durchgängig komplexe Muster und zeigte mehr Perseverationen.

Diskussion

Frühere Studien haben übereinstimmend mit der Theorie von Barkley (1997) gefunden, dass Kinder und Jugendliche mit ADHS vom Mischtyp (ADHS-C) und vorwiegend hy-

peraktiven-impulsiven Typ (ADHS-H/I) durch ein Defizit in den exekutiven Funktionen gekennzeichnet sind (zusammenfassend s. Pennington & Ozonoff, 1996). Neuere Befunde werfen dagegen die Frage auf, ob ein globales exekutives Defizit vorliegt oder lediglich einzelne exekutive Funktionen gestört sind (z. B. Geurts et al., 2005). Modellierende Faktoren wie das Alter der Kinder und Jugendlichen wurden dabei weitgehend vernachlässigt. Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, verschiedene exekutive Funktionen von 20 Jungen mit ADHS zweier Altersgruppen (8–10 Jahre vs. 11–12 Jahre) mit gesunden alters- und intelligenz-parallelierten Jungen zu vergleichen.

In Übereinstimmung mit den früheren Studien und Befunden von Berlin et al. (2004) zeigten sich in den in der vorliegenden Studie untersuchten exekutiven Funktionen – mit lediglich einer Ausnahme – Gruppenunterschiede, die ein globales exekutives Defizit bei den Jungen mit ADHS nahe legen. So waren in den Arbeitsgedächtniskapazitäten unabhängig vom Gedächtnismaterial schlechtere Leistungen bei den Kindern mit ADHS nachweisbar. Sie wiesen sowohl mit verbalem Gedächtnismaterial beim Zahlen-nachsprechen als auch mit visuellem Gedächtnismaterial beim Block-Tapping Test schlechtere Leistungen auf. Das Arbeitsgedächtnis hat eine hohe Bedeutung für die exekutiven Kontrollfunktionen. Die Fähigkeit, Informationen vorübergehend zu speichern und gleichzeitig mit früheren und nachfolgenden Informationen zu verarbeiten, ist Voraussetzung für viele Alltagsfunktionen wie z. B. rechnen, lesen aber auch für komplexe Integrationsprozesse, wie sie für das Planen und Problemlösen notwendig sind. So könnte es möglich sein, dass die hohe Komorbidität der ADHS mit Lernstörungen teilweise im Zusammenhang mit Arbeitsgedächtnisstörungen steht. Die vorliegenden Ergebnisse stimmen auch mit den Modellannahmen von Barkley (1997) überein, demzufolge ein Inhibitionsdefizit bei Kindern mit ADHS zwangsläufig zu sekundären Beeinträchtigungen im Arbeitsgedächtnis führt.

Demgegenüber widersprechen die Ergebnisse den Arbeiten von Geurts et al. (2004) und van Goozen et al. (2004), die beide in einer visuellen Arbeitsgedächtnisaufgabe keine Gruppenunterschiede feststellen konnten sowie Pennington und Ozonoff (1996), die in ihrem Überblicksartikel von einem unbeeinträchtigten verbalen Arbeitsgedächtnis ausgehen. Eine mögliche Ursache für die Diskrepanz könnte in der größeren Altersvarianz der untersuchten Kinder von 6 bis 13 Jahren bei Geurts et al. (2004) und einem bedeutsamen Zusammenhang zwischen Testalter und Arbeitsgedächtniskapazität liegen. Bei van Goozen et al. (2004) wurden zudem Mädchen und Jungen untersucht, was ebenfalls Unterschiede zu den hier gefundenen Ergebnissen erklären könnte.

Für die Planungs- und Problemlösefähigkeit anhand des Zooplans zeigten sich differenzielle Ergebnisse in den Kennwerten. Die Kinder mit ADHS hatten nur in der qualitativen Dimension, d. h. in der Gesamtfehleranzahl bei der Aufgabenlösung schlechtere Leistungen im Vergleich zu den gesunden Kindern. Die Ergebnisse stimmen überein

mit denen von Nigg et al. (2002), die für den kombinierten ADHS-Typ bei 7- bis 12-jährigen Jungen und Mädchen einen signifikanten Gruppenunterschied in der Planungs- und Problemlösefähigkeit beim Tower of London nachweisen konnten. Auch Pennington und Ozonoff (1996) nennen Beispiele dafür, dass die Planungsdefizite zu den konsistent beeinträchtigten exekutiven Funktionen bei Kindern mit ADHS zählen. Dagegen stehen die Resultate im Widerspruch mit Geurts et al. (2004), die bei 54 Jungen mit ADHS zwischen 6 und 12 Jahren keine Unterschiede in der Planungsfähigkeit im Vergleich mit 41 gesunden Kindern feststellten. Auch van Goozen et al. (2004) konnten bei 26 Kindern mit ADHS und oppositioneller Verhaltensstörung ebenfalls keine Unterschiede in der Planungsfähigkeit zu Gesunden nachweisen. Fraglich ist hierbei jedoch der Einfluss der komorbiden oppositionellen Störung des Sozialverhaltens, auch wenn sich die Untergruppen bei Geurts et al. (2004) weder in exekutiven noch nicht-exekutiven Tests unterschieden.

Im Hinblick auf die kognitive Flexibilität mit dem Trail-Making Test konnten bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden. Die Kinder mit ADHS wiesen einen deutlich höheren Differenzwert auf, d. h. sie benötigten beim Wechsel zwischen den aufsteigenden Zahlen- und Buchstabenfolgen deutlich mehr Bearbeitungszeit als die gesunden Kinder. Dieses Resultat entspricht ebenfalls einigen anderen Arbeiten. So stellten van Goozen et al. (2004) in ihren Untersuchungen bei Kindern mit ADHS und oppositionellen Verhaltensstörungen im Vergleich zu Gesunden lediglich im set-shifting anhand des TMT ein exekutives Defizit fest. Wurde in Geurts et al. (2005) das Alter als Kovariate berücksichtigt, so wiesen auch hier die Jungen mit ADHS-C eine schlechtere kognitive Flexibilität (z. B. im Wisconsin Card Sorting Test) auf als die gesunden und die Jungen vom vorwiegend unaufmerksamen Typ.

Für die nonverbale kognitive Flexibilität (design fluency), die in der vorliegenden Arbeit mit dem Fünf-Punkt Test erfasst wurde, konnten ebenfalls Gruppenunterschiede festgestellt werden. Die Kinder mit ADHS produzierten weniger «total unique designs» als die gesunden Kinder. Auch die qualitativen Ergebnisse machen deutlich, dass die Jungen mit ADHS deutlich größere Schwierigkeiten hatten, z. B. neue Muster durch rotieren oder spiegeln bereits vorhandener Muster zu erschließen. Dies bedeutet für den Lernalltag der Kinder mit ADHS, dass es ihnen weniger gut gelingt, aus bisher Gelerntem neue Alternativen und Lösungswege zu entwickeln. Bisherige Befunde zur Beeinträchtigung der kognitiven Flexibilität und Perseveration sind sehr inkonsistent. Allerdings wurde die kognitive Flexibilität mit verschiedensten Tests überprüft. Beispielsweise fanden Geurts et al. (2004) mit semantischen und formallexikalischen Wortflüssigkeitsaufgaben keine Gruppenunterschiede zwischen ADHS und gesunden Kindern. Pennington und Ozonoff (1996) betonten hierzu in ihrer Meta-Analyse, dass es entscheidende Unterschiede in der Sensitivität exekutiver Tests für ADHS gibt. Verbale Aufgaben sollen dabei für Kinder mit ADHS nicht sensitiv sein (z. B. der COWAT in Geurts et al.,

2004). Somit scheinen die mit verschiedenen Testverfahren untersuchten Ergebnisse insbesondere für die exekutive Komponente der kognitiven Flexibilität nicht uneingeschränkt vergleichbar zu sein.

Im Hinblick auf die Interferenzanfälligkeit, die mit dem FWIT überprüft wurde, war der Gruppenunterschied im Interferenzversuch nicht auf dem 5 %-Niveau signifikant. Insgesamt ist aufgrund der deutlich reduzierten Stichprobengröße in dem FWIT kritisch anzumerken, dass unsere Befunde eher nicht aussagekräftig sind. Sie stimmen zwar mit neueren Befunden von Geurts et al. (2004, 2005) überein und gehen auch konform mit der Feststellung von van Mourik et al. (2005), dass keine starke Evidenz für eine gestörte Interferenzkontrolle bei ADHS besteht. Aber mit van Mourik et al. soll festgehalten werden, dass der FWIT methodische Probleme wie eine fragliche Validität zur Messung der Interferenzkontrolle aufwirft. Somit wird für zukünftige Studien nahe gelegt, dass die Interferenzkontrolle eher über andere Verfahren wie z. B. die Ericson Flanker Aufgabe (vgl. Crone, Jennings & van der Molen, 2003) erfasst werden sollte.

Alterseffekte konnten für das verbale Arbeitsgedächtnis, die Planungs- und Problemlösefähigkeit sowie die kognitive Flexibilität nachgewiesen werden. Jüngere Kinder hatten im verbalen Arbeitsgedächtnis eine niedrigere Kapazität als die Älteren. Für die Planungs- und Problemlösefähigkeit zeigten die Kinder sowohl in der Leistungsqualität als auch in der quantitativen Leistungsdimension eine Einschränkung. Sie machten insgesamt mehr Fehler und benötigten längere Bearbeitungszeiten. Für die nonverbale kognitive Flexibilität war festzustellen, dass jüngere Kinder bei vorgegebenen Regeln und Zeitlimit weniger alternative Lösungsmöglichkeiten entwickeln konnten. Die Befunde stehen im Einklang mit Anderson (2002), die eine Altersabhängigkeit bestätigte.

Keine Altersabhängigkeit ergab sich für das visuelle Arbeitsgedächtnis, das set-shifting und die Interferenzanfälligkeit. Der fehlende Alterseffekt deckt sich mit der Auffassung von Klenberg et al. (2001), welche die Entwicklung der Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen bei 3- bis 12-jährigen als einen sequenziellen Entwicklungsprozess beschreiben. An erster Stelle des Entwicklungsprozesses stehen die Entwicklung der motorischen Inhibition und Impulskontrolle, gefolgt von der Entwicklung zur selektiven Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit. Darauf aufbauend entwickeln sich die exekutiven Funktionen mit der kognitiven Flexibilität und Planungsfähigkeit.

Eine Interaktion zwischen Untersuchungsgruppe und Alter konnte für die Perseverationstendenz festgestellt werden. So war ausschließlich für die jüngeren Jungen mit ADHS eine Neigung zu perseverativem und rigidem Verhalten im Vergleich zu den gleichaltrigen Gesunden nachweisbar. Nach Anderson (2002) entsteht die Fähigkeit für komplexere Aufgabenwechsel ab dem siebten Lebensjahr, wobei sich die kognitive Flexibilität bis in die mittlere Kindheit und Adoleszenz weiterentwickelt. Somit könnte die Perseverationstendenz, die sich nur bei den jüngeren Kindern mit ADHS zeigt, als ein Entwicklungsdefizit in-

terpretiert werden. Dies wird auch durch einen aktuellen Befund von Roessner et al. (2006) in ihrer einjährigen Längsschnittstudie untermauert, die für die kognitive Interferenz (gemessen durch den FWIT) und die kognitive Flexibilität (Wisconsin Card Sorting Test) aber nicht für kognitive Impulskontrolle (Matching Familiar Figures Test) bei Kindern mit ADHS eine Entwicklungsverzögerung aufzeigen konnten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Jungen mit ADHS in allen exekutiven Komponenten, mit Ausnahme der Interferenzkontrolle, bedeutsame Beeinträchtigungen aufwiesen im Vergleich zu den gesunden Kontrollen. Die Ergebnisse unserer Pilotstudie sprechen daher eher für ein globales als für ein spezifisches Defizit. Für die Inkonsistenz zu den Arbeiten, die ein spezifisches Defizit in einzelnen exekutiven Funktionen hervorheben, können unterschiedliche Altersgruppen, komorbide Störungen sowie die verwendeten Testverfahren mit verantwortlich sein. Anderson (2002) verweist ebenso wie Cramon und Cramon (2000) auf die Problematik, dass exekutive Testverfahren unspezifisch sind, d. h. kein Test in der Lage ist, einzelne exekutive Komponenten zu erfassen. Die Rolle des Altersfaktors verdeutlichen die Befunde von Geurts et al. (2005), die erst durch die Ausparialisierung des Alters Unterschiede in der Interferenzkontrolle und der kognitiven Flexibilität der Jungen mit ADHS-C und den Gesunden feststellen konnten. Somit ist unsere Altersstichprobe sehr eng im Vergleich zu anderen Studien, die eine Altersspanne vom Kindes- bis zum jungen Erwachsenenalter untersuchten. Hierdurch sind in unserer Pilotstudie homogenere Daten zu erwarten, die einen Gruppenunterschied begünstigen. Eine Prüfung der Varianzhomogenität spricht dafür, dass die Varianzen in den meisten exekutiven Parametern homogen waren und nicht altersabhängig variierten. Darüber hinaus ist anzumerken, dass Alterseinflüsse auf die exekutiven Funktionen zudem in zukünftigen Studien in einem Längsschnittdesign untersucht werden sollten. Die Interpretation der Ergebnisse unterliegt noch einer weiteren methodischen Einschränkung: Es wurden nur Jungen in die Stichprobe einbezogen, so dass keine Aussagen über Geschlechtseffekte getroffen werden können. Van Mourik et al. (2005) konnten zwar keinen Geschlechtseffekt in der Meta-Analyse bei der Interferenzkontrolle absichern, doch wurden vereinzelt Geschlechtsunterschiede berichtet (Nigg et al., 2002; vgl. auch Anderson, 2002). Schließlich sollte auch der Einfluss der Subtypen nach DSM-IV (ADHS-C, ADHS-H/I, ADHS-In) sowie der Subgruppen (mit und ohne komorbide Störung des Sozialverhaltens) untersucht werden. In der Meta-Analyse von van Mourik et al. (2005) trug allerdings die Komorbidität nicht zur Erklärung des exekutiven Defizits bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS bei. Unsere separate Berechnung der Effekte nur für die Jungen mit einer einfachen Aufmerksamkeitsstörung (F90.0) konnte die Gruppenunterschiede bestätigen, allerdings konnte aufgrund der geringen Zellbesetzung nicht der Einfluss der komorbiden Störung des Sozialverhaltens überprüft werden.

Trotz dieser methodischen Einschränkungen unterstützen unsere ersten Befunde jedoch frühere Ergebnisse, die eher ein globales exekutives Defizit bei Jungen mit ADHS-C und ADHS-H/I nahe legen. Gleichfalls ergaben sich übereinstimmend mit neueren Befunden keine Gruppenunterschiede in der Interferenzkontrolle, die jedoch zukünftig von uns an einer größeren Stichprobe repliziert werden müssen. Willcutt et al. (2005) ziehen das Fazit, dass die exekutive Dysfunktion bei ADHS weder notwendig noch hinreichend zur Erklärung der ADHS ist. Stattdessen befürworten sie, eher ein spezifisches Profil in den beeinträchtigten exekutiven Funktionen zu identifizieren, das auch valide Aussagen zur Differenzialdiagnostik erlaubt (vgl. auch Berlin et al., 2004). In unserer Pilotstudie zeigte sich, dass beispielsweise Gruppeneffekte nicht in quantitativen Parametern der kognitiven Flexibilität aber in dem qualitativen Parameter Gesamtfehlerzahl festzustellen waren. Im Fünf-Punkt Test ergab sich ein Gruppeneffekt in der kognitiven Flexibilität (total unique designs), jedoch ein altersabhängiger Gruppenunterschied in der Perseveration. Somit wären als moderierende Variable die Art des Kennwertes (qualitativ vs. quantitativ) und die Modalität (visuell vs. verbal) zukünftig zu berücksichtigen, um die inkonsistenten Befunde aufzuklären. Schließlich weisen Berlin et al. (2004) sowie Willcutt et al. (2005) darauf hin, dass auch die Emotionsregulation als weitere exekutive Funktion in den Focus der Untersuchungen rücken sollte. In der Studie von Berlin et al. ergab sich die beste Diskrimination der ADHS- von der gesunden Kontrollgruppe aufgrund der mangelnden Regulation negativer Emotionen zusätzlich zur Leistung in einem modifizierten FWIT und in der zeitbezogenen Einschätzung.

Auch eigene Untersuchungen sprechen für eine beeinträchtigte Emotionsregulation von Jungen mit ADHS (Hampel & Desman, 2006), so dass zukünftig Verhaltens- und kognitive Parameter mit motivationalen und emotionalen Kennwerten der exekutiven Funktionen integriert werden sollten. Eine umfassende neuropsychologische Diagnostik der verschiedenen exekutiven Funktionen bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS würde die bisherige Diagnosestellung wesentlich bereichern und der Komplexität der Störung mehr gerecht werden. Hierdurch könnte zudem der Behandlungsplan gezielter erstellt und auf die individuellen Bedürfnisse und Probleme angepasst werden. So sollte bei den Kindern und Jugendlichen mit gestörten exekutiven Funktionen in der Therapie insbesondere die kognitive Flexibilität durch altersgerechte Aufgaben mit Regelwechseln erhöht werden, da sich eine günstige Prognose bei einer erhöhten kognitiven Flexibilität aufzeigen ließ (Rothenberger & Schmidt, 2000). Es ist anzunehmen, dass sich der Aufbau exekutiver Funktionen günstig auf schulpraktische Fertigkeiten auswirkt und sich somit der Therapieerfolg im schulischen Bereich verbessert. Abschließend ist festzuhalten, dass im Rahmen einer Verlaufsdiagnostik der Behandlungserfolg durch neuropsychologische Tests entsprechend auch umfassender erfasst werden könnte.

Literatur

- Anderson, V. (2002). Executive functions in children: Introduction. *Child Neuropsychology*, 8, 69–70.
- Banaschewski, T., Roessner, V., Uebel, H. & Rothenberger, A. (2004). Neurobiologie der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS). *Kindheit und Entwicklung*, 13, 137–147.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65–94.
- Barkley, R. A. (1998). *Attention deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (2nd ed.). New York: Guilford.
- Barkley, R. A., Edwards, G., Laneri, M., Fletcher, K. & Metevia, L. (2001). The efficacy of problem-solving communication training alone, behavior management training alone, and their combination for parent-adolescent conflict in teenagers with ADHD and ODD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 69, 926–941.
- Baumgaertel, A., Wolraich, M. & Dietrich, M. (1995). Comparison of diagnostic criteria for attention deficit disorders in a German elementary school sample. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 34, 629–638.
- Bäumler, G. (1985). *Farbe-Wort-Interferenztest nach J. R. Stroop (FWIT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Berlin, L., Bohlin, G., Nyberg, L. & Janols, L. O. (2004). How well do measures of inhibition and other executive functions discriminate between children with ADHD and controls? *Child Neuropsychology*, 10, 1–13.
- Biederman, J. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder: A selective overview. *Biological Psychiatry*, 57, 1215–1220.
- Cramon, M. von & Cramon, Y. von (2000). Störungen exekutiver Funktionen. In W. Sturm, M. Herrmann & C.-W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 393–410). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Crone, E. A., Jennings, J. R. & van der Molen, M. W. (2003). Sensitivity to interference and response contingencies in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 214–226.
- Desman, C., Schneider, A., Ziegler-Kirbach, E., Petermann, F., Mohr, B. & Hampel, P. (2006). Verhaltenshemmung und Emotionsregulation in einer Go-/Nogo-Aufgabe bei Jungen mit ADHS. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 55, 328–349.
- Döpfner, M. (2002). Hyperkinetische Störungen. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie und -psychotherapie* (5. Aufl., S. 151–186). Göttingen: Hogrefe.
- Faraone, S. V., Perlis, R. H., Doyle, A. E., Smoller, J. W., Goralnick, J. 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.
- Geurts, H. M., Vert, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H. & Sergeant, J. A. (2005). ADHD subtypes: Do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 4, 457–477.

- Geurts, H. M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H. & Sergeant, J. A. (2004). How specific are executive functioning deficits in attention deficit hyperactivity disorder and autism? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 836–854.
- Hampel, P. & Desman, C. (2006). Stressverarbeitung und Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 55, 425–443.
- Hampel, P. & Petermann, F. (2004). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen. *Kindheit und Entwicklung*, 13, 131–136.
- Heiser, P., Friedel, S., Dempfle, A., Konrad, K., Smidt, J., Grabarkiewicz, J., Herpertz-Dahlmann, B., Remschmidt, H. & Hebebrand, J. (2004). Molecular genetic aspects of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 28, 625–641.
- Ishihara, S. (1951). *Test for Colour-Blindness* (10th ed.). London: H. K. Lewis & Co.
- Klasen, H., Woerner, W., Wolke, D., Meyer, R., Overmeyer, S., Kaschnitz, W., Rothenberger, A. & Goodman, R. (2000). Comparing the German versions of the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ-DEU) and the Child Behavior Checklist. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9, 271–276.
- Klenberg, L., Korkman, M. & Lahti-Nuuttila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20, 407–428.
- Köster, I., Schubert, I., Döpfner, M., Adam, C., Ihle, P. & Lehmkuhl, G. (2004). Hyperkinetische Störungen bei Kindern und Jugendlichen: Zur Häufigkeit des Behandlungsanlasses in der ambulanten Versorgung nach den Daten der Versichertenstichprobe AOK Hessen/KV Kessen (1998–2001). *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 32, 157–166.
- Knölker, U. (2004). Diagnostische Probleme bei Aufmerksamkeitsstörungen mit und ohne Hyperaktivität AD(H)S. *Neuropädiatrie*, 1, 12–28.
- Mohr, B. (2004). *Exekutive Funktionen und motivationale Faktoren bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Vergleich zu Gesunden. Ein experimenteller Ansatz*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Bremen.
- Nigg, J. T., Blaskey, L. G., Huang-Pollock, C. L. & Rappley, M. D. (2002). Neuropsychological executive functions and DSM-IV ADHD subtypes. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 59–66.
- Pennington, B. F. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51–87.
- Regard, M., Strauss, E. & Knapp, P. (1982). Children's production on verbal and nonverbal fluency tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 839–844.
- Reitan, R. M. (1979). *Trail Making Test (TMT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Roessner, V., Banaschewski, T. & Rothenberger, A. (2006). Neuropsychologie bei ADHS und Tic-Störungen. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 55, 314–327.
- Schellig, D. (1997). *Block-Tapping-Test (BTT)*. Frankfurt/Main: Swets Test System.
- Sergeant, J. A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: A critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological Psychiatry*, 57, 1248–1255.
- Sobanski, E. & Alm, B. (2004). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Erwachsenen. Ein Überblick. *Der Nervenarzt*, 75, 697–716.
- Spree, O. & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Sonuga-Barke, E. J. S. (2005). Causal models of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: From common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry*, 57, 1231–1238.
- Steinhausen, H.-C. (1995). Hyperkinetische Störungen – eine klinische Einführung. In H.-C. Steinhausen (Hrsg.), *Hyperkinetische Störungen im Kindes- und Jugendalter* (S. 11–33). Stuttgart: Kohlhammer.
- Tewes, U., Rossmann, P. & Schallberger, U. (2000). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder III (HAWIK-III)*. Göttingen: Hogrefe.
- Ufer, K. (2000). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS) (Dt. Übersetzung der Originalversion von Wilson et al., 1996)*. Göttingen: Hogrefe.
- van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T., Snoek, H., Matthys, W., Swaab-Barneveld, H. & van Engeland, H. (2004). Executive functioning in children: A comparison of hospitalised ODD and ODD/ADHD children and normal controls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 284–292.
- van Mourik, R., Oosterlaan, J. & Sergeant, J. A. (2005). The Stroop revisited: A meta-analysis of interference control in AD/HD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 150–165.
- Weiß, R. H. (1998). *Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20) mit Wortschatztest (WS) und Zahlenfolgetest (ZF)* (4. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- 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.

Prof. Dr. Petra Hampel

Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation
Universität Bremen
Grazer Str. 6
D-28359 Bremen
E-Mail petra@uni-bremen.de

Dipl.-Psych. Beate Mohr

Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation
Universität Bremen
Grazer Str. 6
D-28359 Bremen
E-Mail bmohr@uni-bremen.de