

Übersichtsartikel

Neuropsychologische Befunde zur ADHS im Erwachsenenalter

Florence Philipp-Wiegmann, Petra Retz-Junginger, Wolfgang Retz und Michael Rösler

Universitätsklinik des Saarlandes

Zusammenfassung: Die ADHS ist eine chronische Erkrankung mit Beginn in der Kindheit, die sich über das Jugendalter bis ins Erwachsenenleben fortsetzen kann. Zur Sicherstellung der Diagnose ist kein Test verfügbar. Die Diagnose einer ADHS ist eine klinische Beurteilung. Zur Kernsymptomatik gehören Aufmerksamkeitsstörung, Hyperaktivität und Impulsivität. Die Symptomatik darf nicht isoliert auftreten, sondern muss in mehreren Lebenssituationen nachweisbar sein und mit Einschränkungen im Lebensalltag einhergehen. Dabei bildet sich in der klinischen Praxis, nicht zuletzt bei den Patienten, das Bedürfnis ab, mittels Testverfahren bzw. kognitiven Leistungstests wahrgenommene Leistungsdefizite zu objektivieren und zu quantifizieren.

Es wird ein Überblick über neuropsychologische Modellannahmen zur ADHS sowie über die häufigsten neuropsychologische Testverfahren gegeben und der aktuelle Stand der Forschung hinsichtlich seiner praktischen Relevanz diskutiert.

Schlüsselwörter: ADHS, Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung, Erwachsene, Neuropsychologie

Neuropsychological Findings in Adult ADHD

Abstract: ADHD is a chronic disorder with a life-long perspective, which starts in childhood and continues during adolescence. A neuropsychological or neurobiological test for adult ADHD is not available. The diagnosis of adult ADHD is a clinical assessment. The core symptoms are attention disorder, hyperactivity and impulsivity. Besides this classical triad many patients display emotional symptoms and disorganization.

ADHD symptoms include their persistence in different life situations. The symptoms may not occur in isolation. Moreover functional impairments in everyday life must be taken into consideration. In clinical practice there is a need to objectify and to quantify the reported cognitive impairment in particular for the patients.

In this paper an overview of neuropsychological models and neuropsychological tests will be given. Studies will be analyzed in relation to their implication for clinical practice.

Keywords: ADHD, attention deficit hyperactivity disorder, adults, neuropsychological assessment

Lange Zeit war die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) als Störung des Kindes- und Jugendalters betrachtet worden. Im Zusammenhang mit Follow-up-Studien, welche die Persistenz der Störung ins Erwachsenenalter belegten (Weiss, Hechtmann, Milroy & Perlman, 1985; Mannuzza, Klein, Bessler, Malloy & LaPadula, 1993), hat sich ADHS zwischenzeitlich auch als psychiatrische Störung des Erwachsenenalters etabliert. Die Persistenz der Störung vom Kindesalter ins Erwachsenenalter bedingt entwicklungspsychopathologische Besonderheiten (siehe auch Schmidt & Petermann, 2009), denen insbesondere die Utah-Kriterien für adulte ADHS Rechnung tragen (Wender, 1995). Zur Kernsymptomatik der Aufmerksamkeitsstörung, Hyperaktivität und Impulsivität nach den internationalen Klassifikationssystemen ICD-10 und DSM-IV werden nach den Utah-Kriterien

Stimmungsschwankungen, emotionale Überreaktivität und überschießendes Temperament sowie desorganisiertes Verhalten als typische psychopathologische Phänomene der adulten ADHS betrachtet. Während im diagnostischen Prozess im Kindes- und Jugendalter Fremdbeurteilungen und Verhaltensbeobachtungen wichtige Informationsquellen darstellen, dominieren im Erwachsenenbereich Selbstbeschreibungen der Betroffenen. Dabei bildet sich in der klinischen Praxis das Bedürfnis der Patienten ab, mittels Testverfahren bzw. kognitiven Leistungstests wahrgenommene Leistungsdefizite objektiviert und quantifiziert zu dokumentieren.

Bislang spielen neuropsychologische Untersuchungen im diagnostischen Prozess bei Kindern entsprechend der Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie eine untergeordnete

Rolle. Eine orientierende Intelligenzdiagnostik sowie die Erfassung schulischer Teilleistungen (sofern Hinweise auf Leistungsprobleme vorliegen) werden empfohlen. Im Zusammenhang mit der hyperkinetischen Störung wird darauf hingewiesen, dass neuropsychologische Verfahren im diagnostischen Prozess hilfreich sein können. In den Leitlinien der Bundesärztekammer zur ADHS im Erwachsenenalter ist dargelegt, dass testpsychologische Untersuchungen zur Sicherung der Diagnose beitragen können, eine individuelle Diagnose aber aufgrund eines Testwertes nicht möglich ist. Dabei ist die Kernsymptomatik der ADHS neurokognitiver Natur und neurokognitive Phänomene können sich im Allgemeinen auch durch objektive Testverfahren abbilden lassen. Entsprechend wurden zahlreiche Untersuchungen zur kognitiven Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen mit und ohne ADHS durchgeführt, die ergaben, dass sich Leistungsdefizite bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS nachweisen lassen (z.B. durch schlechtere Leistungen im Wisconsin Card Sorting Test: Romine et al., 2004; Mullane & Corkum, 2007; Continuous Performance Test: Shaw, Grayson & Lewis, 2005; Solanto et al., 2007). Bei erwachsenen Patienten mit ADHS zeigen sich im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen dagegen schlechtere Leistungen etwa im Continuous Performance Test (CPT) bzw. bei einer Go-NoGo-Aufgabe. Schlechtere Leistungen im CPT bedeuten in diesem Fall langsamere Reaktionszeiten und eine Häufung falscher Reaktionen. Dinn und Kollegen (2001) fanden allerdings nur bei der Subgruppe der Aufmerksamkeitsgestörten reduzierte Leistungen bei einer GO-NoGo-Aufgabe, keine Auffälligkeiten gab es dagegen bei den Hyperaktiv-Impulsiven und dem „Combined Type“. Auffallend ist, dass sich die im Erwachsenenbereich gefundenen Ergebnisse zum Teil bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS nicht replizieren lassen (Lange, Beck, Tucha & Tucha, 2010), was die Frage nach dem der Störung ADHS zugrundeliegenden neuropsychologischen Modell aufwirft.

Neuropsychologische Modellannahmen

In der neuropsychologischen Forschung wurde lange Zeit eine Dysregulation im präfrontalen Kortex als Ursache für die primäre Symptomatik der ADHS angenommen (Barkley, 1997, 2006; Biederman & Faraone, 2005). Es wurden dabei primäre Defizite in den exekutiven Funktionen wie inhibitorische Defizite, Defizite im Arbeitsgedächtnis oder Defizite in übergeordneten exekutiven Funktionen postuliert (Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996; Castellanos & Tannock, 2002).

In dem neuropsychologischen Erklärungsmodell von Barkley (1997, 2006) wird die ADHS-Symptomatik auf eine exekutive Dysfunktion zurückgeführt. Barkley postuliert als Grundlage der zentralen ADHS-Symptomatik ein primäres Defizit in der Verhaltenssteuerung und -hemmung, welches sekundär die adäquate Selbstregulati-

on exekutiver Funktionen beeinträchtigt. Demnach provozieren die mangelnden Fähigkeiten in der Verhaltensregulation Reaktionsverzögerungen, welche sekundäre Defizite in den exekutiven Funktionen evozieren.

Neuere empirische und experimentelle Ergebnisse stellen die Annahme primärer Defizite in der Verhaltenshemmung sowie in den exekutiven Funktionen jedoch zunehmend in Frage (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham & Tannock, 2006; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005) und beziehen sich dabei auf Befunde an Patienten mit präfrontalen Läsionen, welche auf der Verhaltensebene Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit sowie Hyperaktivität und Impulsivität zeigen, also Symptome, die einer ADHS-Symptomatik ähnlich sind (Willcutt et al., 2005). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wurde in neuen neuropsychologischen Erklärungsmodellen der ADHS vermehrt eine negative Wechselwirkung zwischen den frontalen Foci, die in der kognitiven Kontrolle involviert sind, und dem nicht zielgerichteten „default-mode“ (Grundeinstellungs-Modus), der vor Aufmerksamkeitsfehlern schützt, diskutiert (Castellanos et al., 2008).

In diesem Zusammenhang verweisen Makris und Kollegen (2007) sowie Shaw und Kollegen (2006) bei ADHS-Betroffenen auf Defizite in der neuronalen Verbindung der Kontrolle durch das anteriore cingulum und den posterioren Regionen des default-mode-Netzwerkes wie dem Precuneus als Teil des Lobulus parietalis superior und dem posterioren Cingulum.

Im Verständnis der zugrundeliegenden neuronalen Mechanismen der ADHS ist ein Paradigmenwechsel zu verzeichnen, der sich von der Annahme eines primären neuropathologischen Defizits abwendet und die Hypothese eines multiplen defizitären Modells präferiert. In diesem Kontext entstehen neue Modelle zur neuropsychologischen Heterogenität der ADHS (Nigg, Blaskey, Huang-Pollock & Rappley, 2002; Nigg, Willcutt, Doyle & Sonuga-Barke, 2005; Sergeant, 2005).

Dabei betrachten Entwicklungsmodelle ADHS als eine heterogene Störung mit abgrenzbaren neuropsychologischen Subtypen, welche auf Dysfunktionen in unterschiedlichen pathophysiologischen Bahnen zurückzuführen sind (Desman & Petermann, 2005; Nigg, Goldsmith & Sachek, 2004; Sonuga-Barke, 2005). Multiple Defizitmodelle dagegen postulieren, dass die ADHS-Symptomatik aufgrund additiver oder interaktiver Effekte von Dysfunktionen im multiplen neuronalen Netzwerk eines Individuums provoziert wird (Willcutt et al., 2005).

Mit Blick auf die aktuelle Forschungslandschaft kann festgehalten werden, dass sich bis dato kein einheitliches Verständnis über die zugrundeliegenden neurophysiologischen Mechanismen der ADHS-Symptomatik herausgebildet hat (Hervey, Epstein & Curry, 2004; Spencer, Biederman & Mick, 2007). Als gemeinsame Grundannahme der verschiedenen methodologischen und evidenzbasierten Modelle kann jedoch ein Defizit im frontostriatalen System, d.h. in den exekutiven Funktionen, genannt werden (Durstun & Konrad, 2007). Der Begriff der exekutiven Funktion umfasst dabei eine Gruppe von höheren kognitiven Fähigkeiten, welche durch neuronale Netzwerke (Thalamus, Basalganglien und

prä-frontaler Kortex) kontrolliert werden und als zentrale Funktion die Anpassungsfähigkeit eines Individuums an seine Umweltanforderungen regulieren. Zur begrifflichen Klärung der exekutiven Funktionen schlagen Willcutt und Kollegen (2005) die vier Domänen Inhibition, Arbeitsgedächtnis, Planung und kognitive Flexibilität vor. Andere Autoren unterscheiden im Bereich der Aufmerksamkeit zudem zwischen willkürlicher und unwillkürlicher sowie zwischen selektiver und distributiver Aufmerksamkeit (Lubow, Kaplan & Manor, 2012). Sie verknüpfen dabei den Begriff der Aufmerksamkeitsleistung eng mit kognitiven Fähigkeiten wie Flexibilität und Vigilanz. Ferner werden kognitive Prozesse wie Planung und Organisation, Vigilanz und visuspatiale Orientierung zu den exekutiven Funktionen gezählt (Castellanos & Tannock, 2002; Huang-Pollock & Nigg, 2003; Willcutt et al., 2005). Die Begriffe „exekutive Funktionen“ und „Aufmerksamkeit“ stellen demnach Konstrukte höherer kognitiver Funktionen dar, welchen verschiedene neuropsychologische Netzwerke zugrunde liegen. Eine monokausale Zuordnung der symptomorientierten Oberbegriffe exekutive Funktionen und Aufmerksamkeit zu spezifischen neuropsychologischen Mechanismen ist demnach nicht möglich. Daher sind sie auch nicht durch bestimmte Testverfahren abzubilden, vielmehr bilden einzelne neuropsychologische Verfahren lediglich selektive Bereiche eines Leistungsspektrums ab.

Überblick über neuropsychologische Testverfahren

Die Metanalyse von Schoechlin und Engel (2005) gibt einen Überblick neuropsychologischer Testverfahren, die in Studien an erwachsenen ADHS-Patienten verwendet wurden. Nach der Analyse von 24 empirischen Arbeiten identifizierten die Autoren 50 neuropsychologische Testverfahren und ordneten sie insgesamt zehn funktionalen Bereichen zu. Mit einer ähnlichen Vorgehensweise strebten die Arbeitsgruppen um Hervey (Hervey et al., 2004), Willcutt (Willcutt et al., 2005) und Bálint (Bálint et al., 2009) eine Zuordnung neuropsychologischer Testverfahren zu funktionalen Bereichen an.

Angelehnt an diese Vorgehensweise gibt Tabelle 1 einen Überblick über die gängigen neuropsychologischen Testverfahren mit Beschreibung der abgebildeten Leistungsbereiche sowie den zugrundeliegenden funktionellen Bereichen.

Neuropsychologische Befunde bei adulter ADHS

Als Kernsymptomatik der adulten Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung wird ein allgemeines Defizit im Bereich inhibitorischer Leistungen diskutiert (Barkley, 1997). Im diesem Modell wird dabei eine Störung in den zentralen neurophysiologischen inhibitorischen Prozessen ange-

nommen, nämlich Defizite bei der Hemmung eines dominanten Handlungsimpulses, Störungen bei der Unterbrechung einer laufenden Handlung sowie Beeinträchtigungen bei der Hemmung interferierender Handlungsimpulse. Zur Messung der inhibitorischen Leistung wird häufig der computergestützte Continuous Performance Test (CPT, DuPaul, Anastopoulos, Shelton, Guevremont & Metevia, 1992) eingesetzt. Dieser liegt in verschiedenen Varianten (Traditional Continuous Performance oder Conners Continuous Performance Test) vor.

Im CPT werden schnell wechselnde visuelle oder akustische Stimuli mit der Vorgabe, auf einen definierten Zielreiz zu reagieren, präsentiert. Als Maß der Impulsivität wird der sog. Kommissionfehler (die Reaktion auf einen irrelevanten Reiz) angegeben. Beim Gruppenvergleich erwachsener ADHS-Patienten und gesunder Kontrollpersonen mit dem CPT werden deutlich abweichende Effektstärken im mittleren Bereich beschrieben (Hervey et al., 2004). Dabei scheint der CPT insbesondere dann gut zwischen den Gruppen zu diskriminieren, wenn die Reaktionszeit, d. h. die Zeit zwischen Präsentation des Zielreizes und der Reaktion der Testperson, betrachtet wird (Effektstärke für den Conners Continuous Performance Test $d=0,53$; Effektstärke für den Traditional Continuous Performance Test $d=0,71$, nach Hervey et al., 2004). ADHS-Patienten zeigen längere Reaktionszeiten sowie eine höhere Fehlerrate im Continuous Performance Test (Egeland & Kovalik-Gran, 2007; Cohen & Shapiro, 2007). Andere Studien berichten ergänzend von signifikanten Leistungsunterschieden zwischen den ADHS-Subgruppen (Dinn et al., 2001; Walker, Shores, Trollor, Lee & Sachdev, 2000) und verweisen auf entsprechende Leistungsdefizite ausschließlich in der Gruppe der ADHS-Patienten des vorwiegend aufmerksamkeitsgestörten Subtyps (Dinn et al., 2001).

Ähnliche Befunde bilden sich auch in Stop-Signal-Tests ab, d. h. in Verfahren, welche die Fähigkeit prüfen, bereits initiierte Verhaltensimpulse zu unterdrücken. Studienergebnisse weisen darauf hin, dass ADHS-Betroffene Schwierigkeiten haben, irrelevante Verhaltensimpulse zu unterdrücken, um relevantes Zielverhalten zu initiieren (Lijffijt, Kenemans, Verbaten & van Engeland, 2005). Dabei erbringen erwachsene ADHS-Patienten in den Stop-Signal-Verfahren zwar schlechtere Leistungen als Gesunde, weisen gegenüber den Studien an Kindern mit ADHS jedoch keine robusten signifikanten Gruppenunterschiede auf (vgl. Meta-Analyse von Lijffijt et al., 2005), wobei die Autoren jedoch darauf hinweisen, dass Tests, welche die Unterschiede zwischen der durchschnittlichen Reaktionszeit und der Stop-Signal-Reaktionszeit prüfen, moderate Effektstärken aufweisen (0,56). Befunde weisen auf ein spezifisches Defizit der inhibitorischen motorischen Kontrolle in der erwachsenen ADHS Gruppe hin. Diese Annahme wird durch Ergebnisse von Bekker und Kollegen (2005) gestützt, welche auf eine signifikante Verlangsamung der Stop-Signal-Reaktionszeit relativ zur durchschnittlichen Reaktionszeit bei erwachsenen ADHS-Patienten gegenüber Kontrollpersonen berichten.

Tabelle 1

Exekutive Funktionen

Funktionale Bereiche	Leistungsbereich	Testverfahrena
Inhibition	Unterdrückung von Handlungsimpulsen	<u>Continuous Performance Test</u> ; Reaktion auf einen irrelevanten Reiz (Commissionfehler)
		<u>Stroop</u> Bewusste Unterdrückung automatischer Prozesse unter Interferenzbedingungen
		<u>Go-/NoGo- bzw. Stop-Signal Paradigma</u> Unterdrückung eines spezifischen Reizes zu Gunsten der schnellen Reaktion auf den Zielreiz
Vigilanz	Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit und adäquate Reaktion auf Reize	<u>Continuous Performance Test</u> Keine Reaktion auf einen relevanten Reiz (Auslasserfehler, Omissionfehler)
Kognitive Flexibilität	Fähigkeit zum Fokussieren der Aufmerksamkeit sowie zur adäquaten und zielgerichteten Anpassung der Aufmerksamkeit an die Lösung der dargebotenen Aufgabe	<u>Wisconsin Card Sorting Test</u> Reaktion auf die Aufforderung, eine neue Lösung zu generieren (Perservation = Haften an der vorangegangenen Lösung)
		<u>Turm von Hanoi</u> Unfähigkeit (bei Fehlern) lösungsorientiert zu reagieren
		<u>Trailmaking Test</u>
Planung und Organisation	Fähigkeit zum problemlösenden Denken; Fähigkeit zur aufgabenrelevanten und lösungsorientierten Planung und Konzeptentwicklung	<u>Wisconsin Card Sorting Test</u> Defizit im Generieren alternativer Zuordnungen (Fehler = geringe Anzahl an Serien)
		<u>Turm von Hanoi</u> Defizit in der zielgerichteten Zuordnungen der Ringe zur Erreichung des Oberziels
		<u>Porteus Mazes</u> Labyrinthaufgabenstellung; Erreichen des Ausgangs unter bestimmten Bedingungen
		<u>Rey Osterrieth Complex Figure Test</u> Fehler in der Reproduktion eines komplexen Designs
		<u>WAIS-R: Mosaiktest</u> Test für visuokonstruktive Fähigkeiten
Aufmerksamkeit	Organisation und Koordination kognitiver Prozesse bei limitierten Verarbeitungsressourcen	<u>Trail Making Test</u> Zahlen-Verbindungs-Test
		<u>Wechsler Memory Scale</u> Erfassung von Gedächtnisstörungen in sieben Bereichen
		<u>Stroop</u> Bewusste Unterdrückung automatischer Prozesse unter Interferenzbedingung
G Arbeitsgedächtnis E	Behalten von Informationen sowie Weiterverarbeitung und Manipulation von Informationen	<u>Kopfrechenaufgaben Rückwärtszählen</u>
		<u>Continuous Performance Test</u> <u>s. o.</u>

Tabelle 1

Exekutive Funktionen (Fortsetzung)

Funktionale Bereiche	Leistungsbereich	Testverfahrena
D	Verbales Arbeitsgedächtnis	Theoretische Fähigkeit zum problemösenden Denken (Logik)
		<u>WAIS-R: Rechnerisches Denken</u>
Ä		<u>Rückwärtszählen</u>
C	Räumliches Arbeitsgedächtnis	<u>California Verbal Learning Test</u>
H		Wiedergabe von Wortlisten mit semantisch gruppierten Items unter Lern- und Inferenzbedingung
T		<u>Wechsler Memory Scale</u>
N		<u>S.O.</u>
I	Visuelle Arbeitsgedächtnis	<u>Rey Osterrieth Complex Figure Test</u>
S		Störung in der Organisation der visuellen Wahrnehmung und des visuellen Gedächtnisses
		<u>Kimura's Recurring-Figures-Test</u> Nonverbaler Lerntest

Zusätzliche Informationen über die aufgeführten Testverfahren. Continuous Performance Test: Shalperin, Greenblatt, Sharma & Schwartz (1991); Newcorn, Halperin, Healey, O'Brien, Pascualvaca, Wolf et al. (1989); omission and commission error: Stroop: Lansbergen, Kenemans & van Engeland (2007); Go-/NoGo- bzw. Stop-Signal Paradigma: Aron, Fletcher, Bullmore, Sahakian & Robbins (2003); Wisconsin Card Sorting Test: Heaton (1981), Mentzel, Gaser, Volz, Rzanny, Hager, Sauer et al. (1998); Turm von Hanoi: Tucha & Lange (2004), Riccio, Wolfe, Romine, Davis & Sullivan (2004); Porteus Mazes: Porteus (1973); Rey-Osterrieth Complex Figure Test: Corwin & Bylsma (1993); WAIS: Bridgett & Walker (2006); Wechsler Memory Scale: Dige, Maahr & Backenroth-Ohsako (2008); Petermann & Lepach (2012); Rechnerisches Denken: Wechsler (1991), Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington (2005); California Verbal Learning Test: Delis, Kramer, Kaplan & Ober (1987); Kimura's Recurring-Figures-Test: Kimura (1980)

Ferner ist dabei darauf hinzuweisen, dass dem Continuous Performance Test und dem Stop-Signal-Testverfahren ähnliche Taskparameter zugrundeliegen, die zu den übereinstimmenden Leistungsdefiziten der ADHS-Patienten in den beiden Verfahren beitragen.

Der Stroop-Test stellt daneben ein weiteres Verfahren zu Prüfung der kognitiven inhibitorischen Fähigkeit dar und erfasst die Farb-Wort-Interferenzneigung. Die Patienten werden aufgefordert, die inhaltliche Bedeutung eines präsentierten Wortes (beispielsweise Worte wie „Rot“ oder „Gelb“) zu ignorieren und die Aufmerksamkeit allein auf die Farbe des dargebotenen Reizes zu lenken. In der Literatur wird vereinzelt eine schlechtere Leistung in der Gruppe der ADHS-Betroffenen verglichen mit gesunden Kontrollen beschrieben, wobei lediglich geringe bis mittlere Effektstärken berichtet werden (siehe Tab. 1). In vielen Untersuchungen lassen sich jedoch keine Gruppenunterschiede finden (In de Braek, Dijkstra & Jolles, 2011; Dinn et al., 2001; Seidmann, Biederman, Weber, Hatch & Faraone, 1998). Als Erklärung der geringen Diskriminationskraft wird diskutiert, ob ADHS-Patienten grundsätzlich langsamer als Nicht-ADHS-Betroffene lesen und die Effekte somit durch die geringere Lesegeschwindigkeit der ADHS-Patienten mitbedingt sind.

Zusammenfassend zeigen die vorliegenden Befunde im Bereich inhibitorischer Leistungen, dass ADHS-Patienten in den verschiedenen neuropsychologischen Testverfahren geringere, wenngleich nicht immer signifikant schlechtere inhibitorische Leistungen produzieren.

Die kognitive inhibitorische Leistung stellt die Grundlage höherer kognitiver exekutiver Funktionen dar. Eine allgemeine, recht umfassende und insbesondere im Bereich

der ADHS-Forschung verwendete Definition der exekutiven Funktionen wird von Pennington und Ozonoff (1996) vorgeschlagen. Demnach sind exekutive Funktionen höhere neurokognitive Prozesse, welche zur Erreichung eines gewünschten Zieles einen angemessenen Problemlösezustand aufrechterhalten. Eine wichtige Teilleistung zur adäquaten Problemlösung ist die kognitive Flexibilität, d. h. die Fähigkeit zum Fokussieren der Aufmerksamkeit sowie zur adäquaten und zielgerichteten Anpassung der Aufmerksamkeit an die Lösung der dargebotenen Aufgabe. Der klassische Test zur Prüfung der kognitiven Flexibilität ist der Wisconsin Card Sorting Test (Heaton, Chelune, Talley, Kay & Curtiss, 1993), welcher die systematische Zuordnung von Karten mit Symbolinhalt zu Zielkarten fordert.

Ausweislich der vorliegenden Literatur werden in diesem Verfahren keine signifikanten Gruppenunterschiede (Dinn et al., 2001; Seidman et al., 1998) bzw. sehr heterogene Befunde in der Leistung von ADHS-Patienten gegenüber Kontrollpersonen berichtet. Welsh und Kollegen (1991) führen dies auf den geringen Anforderungsgrad des Tests, welcher erstmals in den 50er und 60er Jahren bei Schizophrenen (Fey, 1951) und Patienten mit Gehirnläsionen (Milner, 1963) zum Einsatz gekommen war, zurück und bemängeln die geringe Sensitivität des WCST zur Identifizierung von ADHS-Patienten. Darüber hinaus werden Übungseffekte im Sinne neurologischer Reifeprozesse als weitere Erklärungsansätze der geringen Gruppenunterschiede herangezogen (Welsh et al., 1991).

Eine ähnliche Befundlage zeigt sich auch in den Studien zum Rey Osterrieth Complex Figure Test, einem Test zur Erfassung der Fähigkeit zur visuellen Konstruktion sowie

des visuellen Gedächtnisses. Wenngleich in der Studie von Schreiber und Kollegen (1999) Gruppenunterschiede zwischen Erwachsenen mit ADHS und Kontrollen berichtet werden, finden sich in anderen Studien unter Einsatz dieses Verfahrens keine Gruppeneffekte. Beispielsweise berichten Seidman und Kollegen (1998) in einer Studie mit 64 nicht behandelten ADHS-Patienten gegenüber 73 Kontrollpersonen keine signifikanten Unterschiede in der kognitiven Flexibilität und der Fähigkeit zur Planung komplexer Handlungen wie der Fähigkeit zur visuellen Konstruktion sowie des visuellen Gedächtnisses im Rey Osterrieth Complex Figure Tests.

Das theoretische Konzept des Arbeitsgedächtnisses legt die Annahme einer begrenzten Kapazität in der Gedächtnisleistung zugrunde, die davon ausgeht, dass das Arbeitsgedächtnis Informationen vorübergehend verwaltet und speichert und somit eine Schnittstelle zwischen der Wahrnehmung von Informationen, der Speicherung im Langzeitgedächtnis und der konsekutiven Handlung darstellt. Aufgrund der Annahme, dass Defizite in der Gedächtnisleistung eine zentrale Symptomatik der ADHS darstellen (Murphy, Barkley & Bush, 2001; Dowson et al., 2004), haben verschiedene Studien die einzelnen Gedächtnisleistungen bei ADHS-Patienten untersucht (vgl. Übersicht bei Hervey, 2004).

Keine bis geringe Gruppenunterschiede bildeten sich ab, wenn zur Prüfung der Gedächtnisleistung visuelles Stimulusmaterial wie in der Wechsler Memory Scale oder im Rey Osterrieth Complex Figure Test verwandt wurden. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei der Anwendung verbaler Stimuli; auch hier ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede (Hervey et al., 2004). Betrachtet man jedoch die in den angewandten Verfahren geprüften Gedächtnisleistungen, so stellt sich die Frage, ob die beschriebenen Ergebnisse mit den unterschiedlichen drei Komponenten des Arbeitsgedächtnisses erklärbar sind. Nach dem klassischen 3-Komponenten Modell von Baddeley und Hitch (Baddeley, 2003) versteht man unter dem Arbeitsgedächtnis folgende Komponenten: (1) der visuell-räumliche Notizblock zur Abbildung des verbalen und visuell-räumlichen Informationsmaterials, (2) die phonologische Schleife und (3) die zentrale Exekutive zur Kontrolle der ein- und ausgehenden Informationen in die beiden „Sklavensysteme“ des visu-räumlichen Notizblocks und der phonologischen Schleife. Bei Berücksichtigung dieses Modells sprechen die signifikanten Gruppenunterschiede im California Verbal Learning Test für ein Defizit in der phonologischen Schleife, nicht aber im visuell-räumlichen Notizblock. Defizite in der phonologischen Schleife werden von Gathercole und Baddeley (1993) auch unter dem Aspekt der Ausbildung allgemeiner verbaler Fähigkeiten wie Wortflüssigkeit, Sprachentwicklung und Leseschwindigkeit diskutiert.

Nach den vorliegenden Daten bilden sich Leistungsdefizite beim Umgang mit verbalen Stimuli bei ADHS-Patienten ab (In de Braek et al., 2011; Hervey et al., 2004; Boonstra, Oosterlaan, Sergeant & Buitelaar, 2005; Schoechlin & Engel, 2005), wobei Woods und

Kollegen (2002) lediglich leicht ausgeprägte Leistungsdefizite berichten.

Auf Basis von 6 Studien mit dem Verfahren Rückwärtsszählen und einzelner Untertests des WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) wird in der Metaanalyse von Willcutt und Kollegen (2005) von einer mittleren Beeinträchtigung des Arbeits- und Kurzzeitgedächtnisses bei ADHS-Patienten ausgegangen, wobei die Autoren kritisch anmerken, dass eine eindeutige Zuordnung der defizitären Leistung zu den Bereichen Arbeitsgedächtnis und/oder Kurzzeitgedächtnis auf Basis der angewandten neuropsychologischen Testverfahren nicht möglich ist. Deshalb fassen Willcutt und Kollegen (2005) die mittleren Effektstärken als Defizit in der allgemeinen Gedächtnisleistung (verbale und visuelle-räumliche Leistungen) zusammen, wobei sie den Schwerpunkt bei Leistungsdefiziten im visuell-räumlichen Bereich sehen. Auch jüngere Arbeiten gehen von allgemeinen Defiziten im Arbeitsgedächtnis sowohl in der verbalen, als auch in der visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisleistung aus (Schweitzer, Hanford & Medoff, 2006; Clark et al., 2007).

Der Tabelle 2 sind die von Hervey et al. (2004), Willcutt et al. (2005) und Bálint et al. (2009) berechneten Effektstärken verschiedener Testverfahren zu entnehmen.

Die Sichtung der Literatur verdeutlicht, dass eine eindeutige Zuordnung einzelner neuropsychologischer Testverfahren zu den übergeordneten neurokognitiven Leistungsbereichen nicht möglich ist. Darüber hinaus weisen die ermittelten Effektstärken eine hohe Spannbreite auf. Diese Variabilität kann darauf zurückgeführt werden, dass auch nicht-leistungsgebundene Variablen (z. B. komorbide Störungen, situative Faktoren und Belastungserleben) die erhobenen Testergebnisse beeinflussen können und dennoch häufig nicht als mögliche Moderatorvariablen berücksichtigt wurden. Bei ADHS-Patienten treten komorbide Störungen gehäuft auf (Sobanski, 2006). Cumyn und Kollegen (2009) berichten im Rahmen eines Fall-Kontrollgruppendesigns einer Spezialambulanz, dass ADHS-Patienten im Vergleich zu Nicht-ADHS-Patienten ein fast zweifach erhöhtes Risiko aufweisen, zusätzlich an einer Achse I- (46,9 % vs. 27,3 %) oder einer Achse II-Störung (50,7 % vs. 38,2 %) nach DSM-IV zu erkranken. Neuropsychologische Testverfahren weisen eine geringe Spezifität für die Diskriminierung zwischen ADHS und anderen psychiatrischen Störungen auf. In der Studie von Walker und Kollegen (2000) bildeten sich weder im Bereich der Informationsverarbeitung, der kognitiven Flexibilität, der Stressbelastung bzw. der Interferenzneigung im Stroop-Test, noch hinsichtlich der selektiven Aufmerksamkeit und Vigilanz im CPT Unterschiede zwischen ADHS-Patienten und psychiatrischen Kontrollpersonen ab. Ähnliche Befunde wurden bereits von Rund und Kollegen (1998) berichtet. Marchetta, Hurks, Krabbendam & Jolles (2008) konnten spezifische Defizite bei adulten ADHS-Patienten im Bereich der Daueraufmerksamkeit nachweisen. Zusätzliche Leistungsdefizite bei der fokussierten Aufmerksamkeit beschränkten sich dagegen auf ADHS-Patienten mit komorbiden Störungen.

Tabelle 2

Überblick der in den Metanalysen berechneten Effektstärken der eingesetzten neuropsychologischen Verfahren bzw. der jeweiligen funktionellen Bereiche

Funktionale Bereiche	Hervey, Epstein & Curry (2004) M Effektgröße (Cohen's <i>d</i> gewichtet) N Studien	Schoechlin & Engel (2005) M Effektgröße (Cohen's <i>d</i> aufgerundet) N Studien	Bálint, Czobor, Komlósi, Mészáros, Simon & Bitter (2009) M Effektgröße (Cohen's <i>d</i> aufgerundet) N Studien
Inhibition Exekutive Funktionen incl. Vigilanz	Inhibition: $d = .05$ bis $.85$ $N = 20$	$d = -.21$ $N = 7$	Stroop: $d = -.03^*$ bis $.72^*$ $N = 37$
	Andere exekutive Funktionen: $d = .02$ bis $.68$ $N = 37$		Continous Performance Test: (Omission, Commission): $d = -.05^*$ bis $-.61^*$ $N = 12$
Kognitive Flexibilität/ Planung und Organisation		$d = -.51$ $N = 12$	
Aufmerksamkeit	$d = -.15$ bis $.83$ $N = 39$	$d = -.38$ $N = 22$	Trail Making Test $d = -.05$ $N = 4$
Dauer- aufmerksamkeit		$d = -.52$ $N = 13$	
Arbeitsgedächtnis	$d = <-.01$ bis $.90$ $N = 46$	$d = -.55$ $N = 22$	
Verbales Arbeitsgedächtnis		$d = -.56$ $N = 8$	
Räumliches Arbeitsgedächtnis		$d = -.18$ $N = 8$	

* Signifikanter Unterschied von 0 mit $p < .05$.

Diskussion und Zusammenfassung

Die neuropsychologische Forschung stellt, wie im vereinfachten Schema dargestellt (Abb. 1), ein Bindeglied zwischen der Neurobiologie und dem klinischen Erscheinungsbild einer Störung dar.

Dabei versucht die Neuropsychologie neurobiologische Prozesse in neuropsychologische Funktionsbereiche zu übersetzen und abzubilden, welche wiederum spezifische Symptome des Störungsbildes repräsentieren. Die neuropsychologische Forschung trägt dazu bei, Modellannahmen zum Störungsbild der ADHS zu entwickeln und zu prüfen. Darüber hinaus können die Ergebnisse der neuropsychologischen Forschung Verfahren für die Diagnostik und Verlaufskontrolle zur Verfügung stellen.

Ausgehend von der Annahme eines primären neuropathologischen Defizits wie die Dysregulation im präfrontalen Kortex (Barkley, 1997) führen Ergebnisse neuropsychologischer Studien aktuell zu der Hypothese eines multiplen defizitären Modells und generieren neue Modelle zur neuropsychologischen Heterogenität der ADHS (Nigg et al., 2005; Sergeant, 2005). Willcutt et al. (2005) weisen darauf hin, dass ADHS sich nicht im Sinne eines universellen neuropsychologischen Musters bei allen Be-

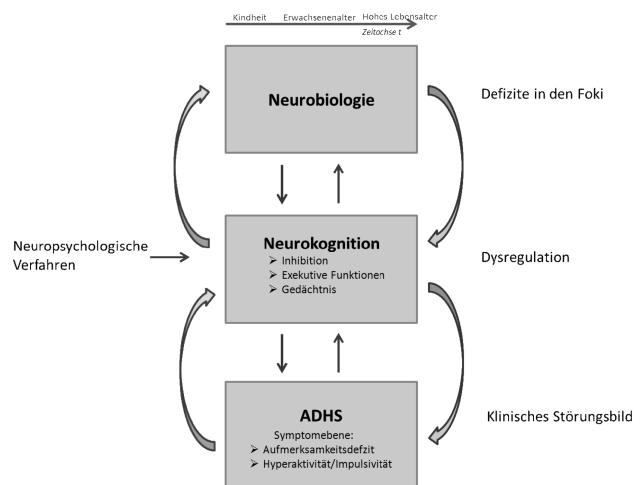


Abbildung 1. Vereinfachtes Schema der Neurokognition als Bindeglied zwischen Neurobiologie und der Symptomebene eines klinischen Störungsbildes.

troffenen gleichermaßen abbildet. Vielmehr können bei den Patienten die verschiedenen Leistungsbereiche in unterschiedlicher Ausprägung betroffen sein und somit ein

breites und heterogenes kognitives Störungsmuster provozieren.

Der Umstand, dass derzeit kein einheitliches und anerkanntes Modell der Pathophysiologie der ADHS existiert, führt zu heterogenen Forschungsbemühungen im Bereich der Neuropsychologie. Neuropsychologische Forschungsansätze können dabei einerseits ihren Ausgangspunkt auf der Symptomebene haben, andererseits können ausgehend von neurobiologischen Störungsmodellen Studiendesigns abgeleitet werden. Beide Vorgehensweisen erfordern entweder die Abbildung spezifischer Symptome der ADHS durch neuropsychologische Untersuchungsansätze oder die „Übersetzung“ und Zuordnung neurobiologischer Störungsmuster in neuropsychologische Funktionsbereiche. Darüber hinaus sind entwicklungspathologische Besonderheiten der ADHS zu berücksichtigen, insbesondere der auf der Verhaltensebene zu registrierende Symptomm Wandel vom Kindes- zum Erwachsenenalter. Die Erhebung vergleichbarer Defizite bei kindlichen und adulten ADHS-Betroffenen ließe auf ein ähnliches zugrundeliegendes neuronales Störungsmuster schließen. Die vorliegenden empirischen Ergebnisse stützen diese Annahme jedoch nicht. In Untersuchungen an Erwachsenen mit ADHS wurden nur zum Teil vergleichbare Leistungsdefizite, wie sie bei Kindern und Jugendlichen erhoben wurden, repliziert. Dies bildet den entwicklungspsychologischen Aspekt der ADHS auch auf neuropsychologischer Ebene ab und wirft die Frage auf, ob die der ADHS zugrundeliegenden neurobiologischen Mechanismen nur im Übergang vom Kindes- ins Erwachsenenalter oder aber über die Lebensspanne hinweg entwicklungspsychologischen Prozessen unterliegen (siehe Hervey et al., 2004).

In neuropsychologischen Untersuchungen an erwachsenen ADHS-Patienten haben sich zum Teil stabile Gruppeneffekte nachweisen lassen. Die vorliegenden Befunde weisen allerdings darauf hin, dass die kognitiven Defizite von ADHS-Patienten auch bei anderen psychiatrischen Störungsbildern auftreten können, also nicht spezifisch für das Störungsbild der adulten ADHS sind. Ein zentrales Problem in der Anwendung neuropsychologischer Testverfahren ist daher die eingeschränkte prädiktive Power der Verfahren. In der Regel verfügen neuropsychologische Tests über eine ausreichende Sensitivität, Leistungsdefizite zu erfassen. Demgegenüber besitzen sie häufig eine nur eingeschränkte Spezifität, d.h. sie vermögen nicht zuverlässig zwischen ADHS und anderen psychiatrischen Störungen zu diskriminieren. Aktuell liegen somit keine neuropsychologischen Testverfahren mit ausreichender Sensitivität und Spezifität vor, welche ein zuverlässiges diagnostisches Instrument darstellen könnten.

Eine ergänzende neuropsychologische Testung kann bei differentialdiagnostischen Überlegungen Relevanz haben. Insbesondere zur Erfassung oder auch zum Ausschluss möglicher Lern- und Teilleistungsstörungen können neuropsychologische Verfahren einen Beitrag im diagnostischen Prozess leisten (Park et al., 2011). Darüber hinaus bietet der Einsatz neuropsychologischer Testverfahren die Möglichkeit, individuelle Leistungsprofile zu

erstellen und mögliche Behandlungseffekte abzubilden und zu dokumentieren.

In der klinischen Praxis zeigt sich regelmäßig das Bedürfnis der Patienten, ihre wahrgenommenen kognitiven Leistungsbeeinträchtigungen mittels Testverfahren objektiviert und quantifiziert zu dokumentieren. Mit den bislang zur Verfügung stehenden Testverfahren gelingt es im klinischen Alltag allerdings noch nicht, die durch die Alltagsanforderungen provozierten Beeinträchtigungen valide abzubilden.

Literatur

- Aron, A.R., Fletcher, P.C., Bullmore, E.T., Sahakian, B.J. & Robbins, T.W. (2003). Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115–117.
- Baddeley, A.D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829–839.
- Bálint, S., Czobor, P., Komlósi, S., Mészáros, Á., Simon, V. & Bitter, I. (2009). Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Gender- and age-related differences in neurocognition. *Psychological Medicine*, 39, 1337–1345.
- 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. (2006). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3th ed.). New York: Guilford.
- Bekker, E.M., Overtom, C.C.E., Kenemans, J.L., Kooij, J.J.S., Noord, I. de, Buitelaar, J.K. et al. (2005). Stopping and changing in adults with ADHD. *Psychological Medicine*, 35, 807–816.
- Biederman, J. & Faraone, S.V. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet*, 366, 237–248.
- 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.
- Bridgett, D.J. & Walker, M.E. (2006) Intellectual functioning in adults with ADHD: a meta-analytic examination of full scale IQ differences between adults with and without ADHD. *Psychological Assessment*, 18, 1–14.
- Castellanos, F.X., Margulies, D.S., Kelly, C., Uddin, L.Q., Ghafari, M., Kirsch, A. et al. (2008). Cingulate-Precuneus Interactions: a new locus of dysfunction in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 63, 332–337.
- Castellanos, F.X., Sonuga-Barke, E.J.S., Milham, M.P. & Tannock, R. (2006) Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 10, 117–123.
- Castellanos, F.X. & Tannock, R. (2002) Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 617–628.
- Clark, L., Blackwell, A.D., Aron, A.R., Turner, D.C., Dowson, J., Robbins, T.W. et al. (2007). Association between response inhibition and working memory in adult ADHD: a link to right frontal cortex pathology? *Biological Psychiatry*, 12, 1395–1401.

- Cohen, A.L. & Shapiro, S.K. (2007). Exploring the Performance Differences on the Flicker Task and the Conners' Continuous Performance Test in Adults With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 11, 49–63.
- Corwin, J. & Bylsma, F.W. (1993). Translation: Rey 'Psychological examination of traumatic encephalopathy' and Osterrieth 'The complex figure copy test'. *The Clinical Neuropsychologist*, 7, 3–18.
- Cumyn, L., French, L. & Hechtman, L. (2009). ADHD and Comorbid Depression. *Current Attention Disorder Reports*, 1, 53–59.
- Desman, C. & Petermann, F. (2005). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). Wie valide sind die Subtypen? *Kindheit und Entwicklung*, 14, 244–254.
- Delis, D.C., Kramer, J.H., Kaplan, E. & Ober, B.A. (1987). *California Verbal Learning Test – Adult Version*. New York: Psychological Corporation.
- Dige, N., Maahr, E. & Backenroth-Ohsako, G. (2008). Memory Tests in Subgroups of Adult Attention Deficit Hyperactivity Disorder Reveals Simultaneous Capacity Deficit. *International Journal of Neuroscience*, 118, 569–591.
- Dinn, W.M., Robbins, N.C. & Harris, C.L. (2001). Adult attention-deficit/hyperactivity disorder: Neuropsychological correlates and clinical presentation. *Brain and Cognition*, 46, 114–121.
- Dowson, J.H., McLean, A., Bazanis, E., Toone, B., Young, S., Robbins, T.W. et al. (2004). Impaired spatial working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: Comparisons with performance in adults with borderline personality disorder and in control subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 110, 45–54.
- DuPaul, G.J., Anastopoulos, A.D., Shelton, T.L., Guevremont, D.C. & Metevia, L. (1992). Multimethod assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder: The diagnostic utility of clinic-based tests. *Journal of Clinical Child Psychology*, 21, 394–402.
- Durston, S. & Konrad, K. (2007). Integrating neuroimaging and genetic studies: A converging methods approach to understanding the neurobiology of ADHD. *Developmental Review*, 27, 374–395.
- Egeland, J. & Kovalik-Gran, I. (2007). Measuring several aspects of attention in one test: the factor structure of Conners's Continuous Performance Test. *Journal of Attention Disorders*, 13, 339–346.
- Fey, E.T. (1951). The performance of young schizophrenics and young normals on the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of Consulting Psychology*, 15, 311–319.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1993). *Working memory and language*. Hove, England: Erlbaum.
- Heaton, R.K. (1981). *Wisconsin Card Sorting Test Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Heaton, R.K., Chelune, G.J., Talley, J.L., Kay, G.G. & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual: revised and expanded*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Hervey, A.S., Epstein, J. & Curry, J.F. (2004). The neuropsychology of adults with attention deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neuropsychology*, 18, 485–503.
- Huang-Pollock, C.L. & Nigg, J.T. (2003). Searching for the attention deficit in attention deficit hyperactivity disorder: The case of visuospatial orienting. *Clinical Psychology Review*, 23, 801–830.
- In de Braek, D., Dijkstra, J.B. & Jolles, J. (2011). Cognitive complaints and neuropsychological functioning in adults with and without attention-deficit hyperactivity disorder referred for multidisciplinary assessment. *Applied Neuropsychology*, 18, 127–135.
- Kimura, D. (1980). Kimura's Recurring-Figures-Test: a normative study. *Journal of Clinical Psychology*, 2, 465–472.
- Lange, K.W., Beck, C., Tucha, L. & Tucha, O. (2010). Bedeutung neuropsychologischer Diagnostik bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. In M. Roesler & W. Retz (Hrsg.), *Diagnose und Therapie der ADHS: Kinder, Jugendliche und Erwachsene* (S. 84–88). Stuttgart: Kohlhammer.
- Lansbergen, M.M., Kenemans, J.L. & van Engeland, H. (2007). Stroop interference and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A review and meta-analysis. *Neuropsychology*, 21, 251–262.
- 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.
- Lubow, R.E., Kaplan, O. & Manor, I. (2012). Latent inhibition in ADHD adults on and off medication: a preliminary study. *Journal of Attention Disorders*, 2012 Jun 1. [Epub ahead of print].
- Makris, N., Biederman, J., Valera, E.M., Bush, G., Kaiser, J., Kennedy, D.N. et al. (2007). Cortical Thinning of the Attention and Executive Function Networks in Adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Cerebral Cortex*, 17, 1364–1375.
- Mannuzza, S., Klein, R.G., Bessler, A., Malloy, P. & LaPadula, M. (1993). Adult Outcome of Hyperactive Boys. *Archives of General Psychiatry*, 50, 565–576.
- Marchetta, N.D., Hurks, P.P., Krabbendam, L. & Jolles, J. (2008). Interference control, working memory, concept shifting, and verbal fluency in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Neuropsychology*, 22, 74–84.
- Mentzel, H.J., Gaser, C., Volz, H.P., Rzanny, R., Hager, F., Sauer, H. et al. (1998). Cognitive stimulation with the Wisconsin Card Sorting Test: Functional MR imaging at 1.5 T. *Radiology*, 207, 399–404.
- Milner, B. (1963). Effect of different brain lesions on card sorting. The role of the frontal lobes. *Archives of Neurology*, 9, 100–110.
- Mullane, J.C. & Corkum, P.V. (2007). The Relationship Between Working Memory, Inhibition and Performance on the Wisconsin Card Sorting Test in Children With and Without ADHD. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 25, 211–221.
- Murphy, K.R., Barkley, R.A. & Bush, T. (2001). Executive functioning and olfactory identification in young adults with attention deficit-hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 15, 211–220.
- Newcorn, J.H., Halperin, J.M., Healey, J.M., O'Brien, J.D., Pascualvaca, D.M., Wolf, L.E. et al. (1989). Are ADDH and ADHD the same or different? *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 28, 734–738.
- Nigg, J.T., Blaskey, L.G., Huang-Pollock, C.L. & Rappley, M.D. (2002). Neuropsychological executive functions and DSM-IV subtypes. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41, 59–66.

- Nigg, J.T., Goldsmith, H.H. & Sachek, J. (2004). Temperament and attention deficit hyperactivity disorder: the development of a multiple pathway model. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 33, 42–53.
- 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.
- Park, M.H., Kweon, Y.S., Lee, S.J., Park, E.J., Lee, C. & Lee, C.U. (2011). Differences in Performance of ADHD Children on a Visual and Auditory Continuous Performance Test according to IQ. *Psychiatry Investigation*, 8, 227–233.
- Pennington, B. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51–87.
- Petermann, F. & Lepach, A.C. (Hrsg.) (2012). *Wechsler Memory Scale*. 4. Version (WMS-IV). Frankfurt: Pearson Assessment.
- Porteus, S.D. (1973). Porteus Maze Test: Fifty years application. *Developmental Neuropsychology*, 10, 493–512.
- Riccio, C.A., Wolfe, M.E., Romine, C., Davis, B. & Sullivan, J.R. (2004) The Tower of London and neuropsychological assessment of ADHD in adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 661–671.
- Romine, C.B., Lee, D., Wolfe, M.E., Homack, S., George, C. & Riccio, C.A. (2004). Wisconsin Card Sorting Test with children: a meta-analytic study of sensitivity and specificity. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 1027–1041.
- Rund, B.R., Zeiner, P., Sundet, K., Ie, M., Ie, O. & Bryhn, G. (1998) No vigilance deficit found in either young schizophrenic or ADHD subjects. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 101–107.
- Schmidt, S. & Petermann, F. (2008). Entwicklungspsychopathologie der ADHS. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 56, 265–274.
- Schoechlin, C. & Engel, R.R. (2005). Neuropsychological performance in adult attention-deficit hyperactivity disorder: Meta-analysis of empirical data. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 727–744.
- Schreiber, H.E., Javorsky, D.J., Robinson, J.E. & Stern, R.A. (1999). Rey-Osterrieth Complex Figure Performance in Adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Validation Study of the Boston Qualitative Scoring System. *The Clinical Neuropsychologist*, 13, 509–520.
- Schweitzer, J.B., Hanford, R.B. & Medoff, D.R. (2006). Working memory deficits in adults with ADHD: is there evidence for subtype differences? *Behavioral and Brain Functions*, 15, 2–43.
- Seidman, L.J., Biederman, J., Weber, W., Hatch, M. & Faraone, S.V. (1998). Neuropsychological Function in Adults with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 44, 260–268.
- Sergeant, J.A. (2005). The dynamic developmental theory of ADHD: Reflections from a cognitive energetic model standpoint. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 442–443.
- Shalperin, J.M., Greenblatt, E., Sharma, U. & Schwartz, S.T. (1991). Assessment of the Continuous Performance Test: Reliability and validity in a nonreferred sample. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 3, 603–608.
- 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.
- Shaw, P., Lerch, J., Greenstein, D., Sharp, W., Clasen, L., Evans, A. et al. (2006). Longitudinal mapping of cortical thickness and clinical outcome in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 63, 540–549.
- Sobanski, E. (2006). Psychiatric comorbidity in adults with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 1, 26–31.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2005). Causal models of ADHD: from common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry*, 57, 1231–1238.
- Solanto, M.V., Gilbert, S.N., Raj, A., Zhu, J., Pope-Boyd, S., Stepak, B. et al. (2007). Neurocognitive Functioning in AD/HD, Predominantly Inattentive and Combined Subtypes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35, 729–744.
- Spencer, T.J., Biederman, J. & Mick, E. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: diagnosis, lifespan, comorbidities, and neurobiology. *Ambulatory pediatrics: the official journal of the Ambulatory Pediatric Association*, 7, 73–81.
- Tucha, O. & Lange, K.W. (2004). *Tower of London* (deutsche Version). Göttingen: Hogrefe.
- Walker, A.J., Shores, E.A., Trollor, J.N., Lee, T. & Sachdev, P.S. (2000). Neuropsychological Functioning of Adults with Attention Deficit hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 115–124.
- Wechsler, D. (1991). *Manual for the Wechsler Intelligence Scale for Children* (3th ed.). San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Weiss, G., Hechtman, L., Milroy, T. & Perlman, T. (1985). Psychiatric status of hyperactives as adults: a controlled prospective 15-year follow-up of 63 hyperactive children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 24, 211–220.
- Welsh, M.C., Pennington, B.F. & Groisser, D.B. (1991). A normative developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131–149.
- Wender, P. (1995). *Attention deficit hyperactivity disorder in adults*. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Woods, S.P., Lovejoy, D.W. & Ball, J.D. (2002). Neuropsychological characteristics of adults with ADHD: a comprehensive review of initial studies. *The Clinical Neuropsychologist*, 16, 12–34.

Dr. rer. med. Florence Philipp-Wiegmann

Universitätsklinik des Saarlandes
Neurozentrum – Institut für Gerichtliche Psychologie und
Psychiatrie
DE-66421 Homburg/Saar
florence.philipp-wiegmann@uks.eu