

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie, Psychosomatik
und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters
der Universität zu Köln
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. St. Bender

Neuropsychologische Trainingsverfahren zur Behandlung von
Aufmerksamkeitsdefizithyperaktivitätsstörungen bei Kindern und Jugendlichen
-Literaturübersicht und Pilotstudie-

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Würde
eines doctor rerum medicinalium
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Frauke Amonn
aus Lingen

promoviert am 10.02.2016

Gedruckt

Mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

2016

Die Erarbeitung des Konzeptes dieser Dissertation erfolgte unter Anleitung von Herrn Universitätsprofessor Dr. M. Döpfner aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters der Universität zu Köln und Herrn Privatdozent Dr. Dr. J. Frölich aus Stuttgart.

Das in dieser Arbeit evaluierte neuropsychologische Training und die Erhebung der Daten, welche dieser Arbeit zugrunde liegen, wurden zunächst von mir in mehreren Probedurchläufen erprobt. Die Durchführung des Trainings sowie die Erhebung der Daten wurden im Folgenden in der Kinder- und Jugendpsychiatrischen Praxis von Herrn Privatdozent Dr. Dr. Jan Frölich in Stuttgart von mir selbst durchgeführt sowie zum Teil von mitwirkenden wissenschaftlichen Hilfskräften, welche zuvor von mir eingelernt wurden.

Die Datenauswertung erfolgte mit Hilfe von Dr. Dieter Breuer.

Das für die Arbeit durchgeführte Neuropsychologische Trainingsprogramm wurde uns von der Firma Hasomed unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Universitätsprofessor Dr. Döpfner für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Begleitung durch die vorliegende Dissertation.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Privatdozent Dr. Dr. Frölich bedanken, der mir insgesamt bei der praktischen Durchführung der Arbeit besonders wertvolle Hilfestellung gab.

Herrn Dr. Breuer danke ich herzlich für die statistische Auswertung und für die Hilfe bei der Interpretation der Daten.

Ebenfalls möchte ich mich bei Frau Andrea Wulfert und Frau Helga Banhart, die meine Arbeit Korrektur gelesen haben, besonders bedanken.

Meinen Eltern bin ich sehr dankbar dafür, dass sie mich in meinem beruflichen Werdegang stets unterstützt haben.

Zum Schluss danke ich meinen großartigen Mitbewohnern Jan und Jocey, welche mich stets mit ihrer Zuversicht und ihren Aufmunterungen bei der Fertigstellung der Arbeit unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	6
1.1 Behandlungssituation der ADHS.....	6
1.2 Diagnostische Klassifikation.....	8
1.3 Kernsymptome der ADHS.....	9
1.4 Pathogenese der ADHS.....	12
1.5 Neuropsychologie der ADHS.....	13
1.6 Kognitive Trainingsverfahren bei ADHS.....	15
1.7 Fragestellung der vorliegenden Arbeit.....	16
2 Übersichtsarbeit: Die Wirksamkeit neuropsychologischer Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS).....	18
3 Evaluationsstudie: Evaluation eines computergestützten neuropsychologischen Trainings bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS).....	45
4 Diskussion.....	63
5 Zusammenfassung	72
6 Literaturverzeichnis.....	75
7 Lebenslauf.....	89

Kapitel 1: Einleitung

1.1 Behandlungssituation der ADHS

Die Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) wird, basierend auf einer Analyse von 102 Studien, weltweit mit einer Prävalenzrate von 5,3 Prozent angegeben (Polanczyk et al., 2007). Sie ist bereits seit vielen Jahren Gegenstand intensiver Forschungsbemühungen und in den 90-er Jahren wurde so viel Forschung zu diesem Störungsbild betrieben, wie zu keinem anderen Störungsbild der Kinder- und Jugendpsychiatrie (Rothenberger & Neumärker, 2010). Dies erscheint sowohl vor dem Hintergrund der durch das Störungsbild entstehenden Kosten, wie auch aufgrund neuerer Studienergebnisse zur Prognose nachvollziehbar und gerechtfertigt.

Studien zu den Kosten der Störung zeigen, dass zum einen durch die Behandlung der Störung dem Gesundheitssystem immense Kosten entstehen, welche im Vergleich deutlich höher sind als die anderer Störungsbilder. Zum anderen fallen weitere Belastungen durch vermehrte Schulschwierigkeiten oder andere durch die Störung sekundär entstehenden Schwierigkeiten im psychosozialen Bereich an (Matza, Paramore & Prasad, 2005). So korreliert die ADHS signifikant mit schlechteren Schul- und Bildungsabschlüssen sowie einem häufigeren Besuch von Erziehungshilfeschulen und -klassen (Rutledge et al., 2012).

Zum Langzeitverlauf wurde in der jüngsten groß angelegten Langzeitstudie von Barbaresi et al. (2013) außerdem gezeigt, dass zwar bis zum Alter von 27 Jahren im Längsschnitt bei 70 Prozent der Betroffenen eine syndromale Reduktion des Störungsbildes eintrat, die Betroffenen aber doppelt so häufig wie die Normalbevölkerung schwere psychiatrische Erkrankungen entwickelten, wie Depressionen, Angststörungen, Substanzmissbrauch. Auch wurden signifikant erhöhte Suizidraten und Kriminalitätsraten nachgewiesen. Daneben sind im Langzeitverlauf weitere Probleme wie ein häufigerer Arbeitsplatzwechsel und vermehrte Arbeitslosenzeiten bekannt (Küpper et al., 2012).

Trotz der seit vielen Jahren betriebenen intensiven Forschungsarbeit bleibt die

psychotherapeutische Arbeit mit Patienten mit einer ADHS bislang oft schwierig und unbefriedigend, womit nach wie vor eine große Notwendigkeit hinsichtlich der weiteren Entwicklung effektiverer, vor allen Dingen verhaltensorientierter Behandlungsmethoden der ADHS besteht. Dies belegen unter anderem die Ergebnisse der „*Multimodal Treatment Study of Children with ADHD*“, kurz MTA-Studie, im Langzeitverlauf. So wies die Studie während einer initialen, intensiven Behandlungsphase hinsichtlich der Kernsymptome nach, dass diese durch die alleinige Gabe einer Medikation quasi gleich gut reduziert werden konnten, wie mit einer Kombinationsbehandlung aus medikamentöser und verhaltenstherapeutischer Behandlung sowie im Vergleich mit einer Verhaltenstherapie. Lediglich komorbide Symptome wie Ängste, oppositionelles Verhalten sowie Sozialverhaltensprobleme waren der Verhaltenstherapie besser zugänglich (MTA Study Group, 1999). Durch keine Behandlungsmodalität konnte die Schulleistung verbessert werden. Für die Ausrichtung einer möglichst effektiven Behandlung der ADHS ist indessen außerdem die Betrachtung des Langzeitverlaufs der Studie wichtig. Die Therapieeffekte schwächten sich gruppenübergreifend bereits nach 14 Monaten ab und differentielle gruppenspezifische Behandlungseffekte waren in der 8-Jahreskatamnese praktisch nicht mehr beobachtbar (Molina et al. 2009). Darüber hinaus wiesen die von einer ADHS betroffenen und behandelten Jugendlichen gegenüber einer Kontrollgruppe mit gesunden Jugendlichen einen signifikant schlechteren Entwicklungsstatus für wichtige psycho-soziale Alltagsfunktionen auf und auch die Gesamtmorbidität war höher. Eine weitere Auffälligkeit bestand darin, dass die Adhärenz der medikamentös behandelten Patienten trotz des Einsatzes retardierter Psychostimulanzien zurückgegangen war auf 48 %.

Aus diesen Studienergebnissen ergibt sich, dass auch weiterhin eine große Notwendigkeit für die Entwicklung effektiver psychosozialer Interventionen besteht, zumal einzelne Metaanalysen, welche die Wirksamkeit unterschiedlicher verhaltenstherapeutischer Behandlungsverfahren bei der ADHS untersuchten, durchaus deren Nutzen mit guten Therapieeffekten belegt haben (Fabiano et al., 2009). So liegt eine beträchtliche Anzahl an empirischen Studien vor, welche die Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Ansätze in Elterntrainings und in schulbezogenen Interventionen nachgewiesen haben (Chronis et al., 2003; Fabiano et al., 2009) als auch auf die Lernleistung bezogene Therapieansätze (Raggi & Chronis, 2006). Aktuell

kommen, neben Elterntrainings, die kognitive Verhaltenstherapie mit Selbstinstruktionstrainings und Selbstmanagement zum Einsatz (Döpfner et al., 2013). Unter den nicht medikamentösen Therapieverfahren gewinnt außerdem Neurofeedback, welches neurophysiologische Trainingselemente mit operanten (Selbst-) Verstärkungsmechanismen miteinander verbindet, eine zunehmende Bedeutung (Arns et al., 2014).

1.2 Diagnostische Klassifikation

Diagnostisch muss die Störung nach dem Diagnosesystem ICD-10 (Dilling, Mombour & Schmidt, 2009), welche im deutschen Sprachraum als Hyperkinetische Störung bezeichnet wird, einen frühen Störungsbeginn vor dem 6. Lebensjahr aufweisen. Gleichzeitig muss eine Kombination von einem überaktiven, impulsiven, wenig modulierten Verhalten mit deutlicher Unaufmerksamkeit und Mangel an Ausdauer bei Aufgabenstellungen vorliegen, wobei diese Auffälligkeiten situationsunabhängig und zeitstabil gezeigt werden müssen (Dilling, Mombour & Schmidt, 2009). Im ICD 10 sind keine Subtypen vorgesehen, lediglich eine Unterscheidung in eine einfache Aufmerksamkeitsstörung und eine Hyperkinetische Störung des Sozialverhaltens. Im amerikanischen Sprachraum, wo die Störung im DSM-5 als Attention Deficit Hyperactivity Disorder bezeichnet wird, bestehen als wichtigste Unterschiede zum Klassifikationssystem der WHO folgende Merkmale: Es wurde als Alterskriterium ein Symptombeginn spätestens im 12. Lebensjahr festgelegt und es besteht eine Unterteilung in Präsentationen – kombinierte Präsentation, vorwiegend impulsiv / hyperaktive Präsentation und unaufmerksame Präsentation. Hierbei wird aber konzidiert, dass auch im individuellen Verlauf des Störungsbildes unterschiedliche Symptomkonstellationen und -wechsel beobachtet werden können. Im Unterschied zum amerikanischen Diagnosesystem sind also die Kriterien des ICD 10s wesentlich strenger, da hier alle drei Kernsymptome vorhanden sein müssen, und der Störungsbeginn wesentlich früher liegen muss. Hinsichtlich der Verteilung der Subtypen wird angenommen, dass etwa 80 Prozent, und damit die Mehrheit, dem kombinierten Subtyp, etwa 10 Prozent dem unaufmerksamen und weitere 10 Prozent dem impulsiven Subtyp zuzuordnen sind (Müller, Candrian & Kropotov, 2011).

Tabelle 1 fasst im Überblick die in den unterschiedlichen Klassifikationssystemen erforderlichen Diagnosekriterien zusammen.

Tabelle 1: Überblick der Diagnosekriterien für ADHS im DSM-5 vs. ICD-10

	DSM-5	ICD 10
Symptome	Ein oder beide der folgenden: <ul style="list-style-type: none"> • Mindestens 6 von 9 Symptomen der Unaufmerksamkeit • Mindestens 6 von 9 Hyperaktivitäts- oder Impulsivitätssymptomen 	Alle folgenden: <ul style="list-style-type: none"> • Mindestens 6 von 8 Symptomen der Unaufmerksamkeit • Mindestens 3 von 5 Hyperaktivitätssymptomen • Mindestens 1 von 4 Impulsivitätssymptomen
Über verschiedene Situationen beobachtbare Auffälligkeiten	Die Symptome müssen in mehr als nur einer Situation auftreten, z.B. in der Schule und zuhause	Die Symptome müssen in mehr als nur einer Situation auftreten, z.B. in der Schule und zuhause.
Störungsbeginn	Bis zum 12. Lebensjahr	Vor dem 6. Lebensjahr
Komorbide Diagnosen	Komorbide Diagnosen mit Verhaltens-, Angst- und affektiver Störung und Autismus werden empfohlen, wenn die Kriterien mehrerer Störungen erfüllt sind	Die Diagnose der HKS wird nicht empfohlen beim Vorliegen von Angststörungen und affektiven Störungen
Subtypen	Die Einteilung in den kombinierten oder den einfachen Subtyp basiert auf dem Vorliegen der Symptomatologie; Einteilung in: vorwiegend hyperaktiv-impulsiver Typ, vorwiegend unaufmerksamer Typ, kombinierter Typ, ADHS nicht näher bezeichnet; Im Störungsverlauf kann es zu Subtypwechsel kommen	Es werden im Wesentlichen zwei Subtypen unterschieden, d.h. einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörungen und Hyperkinetische Störungen des Sozialverhaltens

1.3 Kernsymptome der ADHS

Die Kernsymptome der ADHS stellen sich im Alltag in vielfältiger Weise dar. Zitiert nach Frölich, Döpfner & Banaschewski, 2014):

1.3.1 Verminderte Aufmerksamkeitsfähigkeit

Die Unaufmerksamkeit ist das Symptom, welches im Vergleich zu den anderen Kernsymptomen am häufigsten auftritt und welches auch im Entwicklungsverlauf bis ins Erwachsenenalter hinein die höchste Persistenz aufweist (Steinhausen & Sobanski,

2010). Dabei wird davon ausgegangen, dass vor allen Dingen eine *Unteraktivierung der Vigilanz* besteht. Kinder, welche vorwiegend hiervon betroffen sind, werden als „Träumertyp“ bezeichnet. Diese Kinder fallen nach Frölich et al. (2014) durch folgende Merkmale beim Lernen und im Alltag auf:

- Langsamkeit
- Geringe Sorgfalt beim Arbeiten und Lernen und das häufige Übersehen von wichtigen Details einer Aufgabe
- Schwierigkeiten, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten, was sich in starken Schwankungen der Arbeitssorgfalt oder auch der Arbeitsgeschwindigkeit niederschlagen kann
- Anweisungen müssen oft häufiger gegeben werden, da sie scheinbar nicht gehört oder aber auch tatsächlich nicht mitbekommen werden.
- Eine erhöhte Ablenkbarkeit durch externe Stimuli, welche sich zum Beispiel dadurch äußert, dass sich Schüler durch den Lautstärkenpegel im Klassenzimmer extrem in der Aufmerksamkeit gestört fühlen oder aber erkennbar ist, dass sie durch visuelle Reize schnell ablenkbar sind. Hierdurch kommt es dann immer wieder zu einer Unterbrechung des Arbeitsflusses.
- Eine erhöhte Vergesslichkeit, die sich zum Beispiel darin zeigt, dass häufig Materialien vergessen werden oder aber Arbeitsaufträge. Dabei ist noch nicht abschließend geklärt, ob es sich bei der erhöhten Vergesslichkeit um eine Folge des Aufmerksamkeitsdefizits handelt, so dass der Inhalt nicht richtig wahrgenommen werden konnte, ob die Informationen nicht ins Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden oder ob die Abrufbarkeit der gespeicherten Inhalte gestört ist.

Bei der Störung der Aufmerksamkeitsfähigkeit können jeweils verschiedene Aufmerksamkeitsfunktionen betroffen sein, welche im diagnostischen Prozess abgeklärt, aber auch im Alltag beobachtet werden können.

1.3.2 Impulsivität

Unter Impulsivität wird ein generelles Defizit der Selbstkontrolle verstanden, welches sich sowohl in Bezug auf das Verhalten, die Kognitionen wie auch auf die Emotionen zeigt.

- Auf der kognitiven Ebene macht sich das Defizit an Selbstkontrolle zum Beispiel darin bemerkbar, dass der Betroffene eine flüchtige Arbeitsweise zeigt, relevante Einzelheiten häufig übersehen werden und der Wunsch besteht, eine Aufgabe möglichst rasch zu beenden, ohne diese ausreichend auf Richtigkeit zu kontrollieren. Die Handlungsplanung erscheint unzureichend, der Arbeitsstil hastig und ungeordnet. Arbeiten werden häufig unterbrochen, um mit anderen fortzufahren. Der Gedankengang scheint ungeordnet.
- Auf der emotionalen Ebene zeigt sich das Defizit an Selbstkontrolle zum Beispiel darin, dass nur eine geringe Frustrationstoleranz besteht, etwa, wenn eine Aufgabe nicht rasch erfolgreich bearbeitet werden kann, wenn ich nicht gleich im Unterricht drangenommen werde, wenn ich etwas sagen möchte oder ich jemand anderem länger zuhören soll. Der Betroffene platzt dann zum Beispiele in den Unterricht oder unterbricht andere häufig.
- Auf der Verhaltensebene macht sich das Defizit der Selbstkontrolle darin bemerkbar, dass die Konsequenzen von eigenen Handlungen nicht ausreichend berücksichtigt werden. Ein aktuelles Bedürfnis kann nicht aufgeschoben werden, zugunsten einer späteren, größeren Belohnung.

1.3.3 Hyperaktivität

Die Hyperaktivität kann sich in verschiedener Weise bemerkbar machen. Sie zeigt sich in folgenden Bereichen:

- Es besteht ein hohes Maß an Aktivität, wobei diese Tätigkeiten aber plan- und ziellos wirken.
- Besonders auffallend ist die mangelnde Fähigkeit, ruhig zu sitzen, und ein häufiges Aufstehen vom Arbeitsplatz. Das Verhalten ist besonders auch in Situationen beobachtbar, wo ein ruhiges Sitzen gefordert ist, wie zum Beispiel im Unterricht. Dabei sind sich die Betroffenen durchaus darüber bewusst, dass sie unruhig sind, sie verfügen aber gleichwohl nicht über eine hinreichende Fähigkeit, die Hyperaktivität ausreichend zu reduzieren.
- Oftmals zeigen hyperaktive Kinder ein deutlich übermäßiges Laufen und Klettern, welches besonders auffällt, da dies auch dort gezeigt wird, wo das Verhalten nicht angemessen ist. Meist ist das Verhalten umso stärker ausgeprägt,

je unstrukturierter die Situation ist, zum Beispiel in der Schule im Sportunterricht oder in der Pause. Weiter ist die Ausprägung meist stärker, je größer die soziale Gruppe ist.

- Auffallend ist in vielen Fällen auch ein Sprechen oder Singen oder das Produzieren von Geräuschen, auch da, wo es nicht angemessen erscheint.
- Spiele oder andere Aktivitäten in der Freizeit können nicht ruhig durchgeführt werden, wodurch sich sowohl Erwachsene wie auch Gleichaltrige häufig gestört fühlen.
- Es besteht häufig ein Erleben von Nervosität.
- Im Verlauf der Störung zeigt sich oft eine Reduktion der sichtbaren Hyperaktivität mit dem Jugendalter. Gleichzeitig tritt jedoch bei vielen Betroffenen zeitgleich, stattdessen ein Gefühl der anhaltenden inneren Unruhe auf.

1.4 Pathogenese

Hinsichtlich der Pathogenese der ADHS wird, wie bei dem überwiegenden Teil von psychischen Störungen, auch hier von einem biopsychosozialen Ätiologiemodell ausgegangen, in dem sowohl biologische wie auch psychosoziale Faktoren eine Rolle spielen.

In der Pathogenese der ADHS wird aktuell vor allem einem hohen Anteil genetischer Faktoren eine große Bedeutsamkeit zugemessen. Banaschewski (2010) geht davon aus, dass die ADHS einen komplexen Erbgang aufweist und sie vermutlich durch das Zusammenwirken multipler Genvarianten untereinander sowie durch das Zusammenwirken mit Umweltrisiken hervorgerufen wird. Hinzu kommt eine Anzahl von umweltbezogenen Risikofaktoren, worunter Tabak- und Alkoholkonsum während der Schwangerschaft, Schwangerschaftskomplikationen, Infektionen in der Neugeborenenzeit sowie Schwermetallvergiftungen und Unverträglichkeiten auf künstliche Nahrungsmittelzusätze zählen (Banerjee, Middleton & Faraone, 2007).

Metaanalysen über MRT-Studien bei Patienten mit einer ADHS weisen eine Anzahl morphologischer Hirnveränderungen auf, mit einer Verkleinerung des

Gesamthirnvolumens, aber auch, spezifischer, einer signifikanten Verringerung des Cerebellums, des Corpus Callosums sowie Frontostriataler Strukturen, v.a. Dingen des Nucleus Caudatus und des rechten Frontalhirns (Valera et al., 2007). Es bestehen darüber hinaus Befunde, welche eine kortikale Reifungsverzögerung vor allem in den präfrontalen Hirnregionen nahelegen (Shaw et al., 2007).

Neurochemisch liegt eine essenzielle Beteiligung des chatecholaminergen Systems vor, mit vorwiegender Beteiligung der Neurotransmitter Dopamin und Noradrenalin, im Sinne eines relativen Mangels oder im Sinne von Rezeptordysregulationen (Spencer et al., 2005).

Die verminderte Funktion der beteiligten Hirnstrukturen als auch der Neurotransmitter bewirkt im Alltag die oben beschriebenen charakteristischen Kernsymptome des Störungsbildes und zugleich eine Mehrzahl beeinträchtigter neuropsychologischer Fähigkeiten, welche im weiteren dargestellt sind.

1.5 Neuropsychologie der ADHS

Die Neuropsychologie der Störung weist eine Vielzahl von Befunden auf. Den aktuell eingesetzten diagnostischen Verfahren kommt bislang keine essenzielle Bedeutung in der leitlinienbezogenen Diagnostik der ADHS (Stellungnahme der DGJPP, 2007) zu. Argumentiert wird vor allen Dingen damit, dass sich in den zahlreichen Studien zur Beeinträchtigung der neuropsychologischen Funktionen der ADHS keine einheitlichen Ergebnisse finden lassen.

Trotzdem können Häufungen von Beeinträchtigungen in folgenden Bereichen festgestellt werden: Zum einen werden gehäuft Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen gefunden. Diese beinhalten die Selbstregulationsfähigkeiten eines Menschen, welche Komponenten der Inhibition, kognitive Flexibilität, Interferenzkontrolle, Arbeitsgedächtnis sowie das Planen und Problemlösen beinhalten (Drechsler, 2010). Außerdem finden sich Aufmerksamkeitsdefizite. Diese beziehen sich sowohl auf die Alertness, also auf die Aufrechterhaltung einer allgemeinen Wachheit, wie auch auf die Daueraufmerksamkeit, d.h. auf die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten (Drechsler, 2010). Bei den Aufgaben zur Alertness fällt insbesondere bei fast allen Studien auf, dass Patienten mit einer ADHS

stark schwankende Reaktionszeiten aufzeigen (Andreaou et al., 2007). Auffälligkeiten finden sich bei Menschen, die von einer ADHS betroffen sind, außerdem in der Zeitverarbeitung und im Entscheidungsverhalten sowie in der Lern- und Merkfähigkeit (Drechsler, 2010). Schließlich liegen erhebliche motivationale Defizite vor, welche im Rahmen der dopaminergen Dysfunktion in Zusammenhang mit Lernprozessen erklärt werden (Volkow et al 2011).

Tabelle 2 stellt die Auswirkungen ausgewählter neuropsychologischer Dysfunktionen auf die Handlungsebene bei der ADHS dar.

Tabelle 2: Auswirkungen neuropsychologischer Dysfunktionen auf die Handlungsebene

Neuropsychologische Dysfunktion	Eingeschränkte kognitive und emotionale Impulskontrolle	Eingeschränkte Regulation der Aufmerksamkeit	Eingeschränkte Funktion des Arbeitsgedächtnis
Kernsymptomatik	Mangelnde Handlungsplanung (z.B. defizitäres Verständnis komplexer Sachverhalte, mangelhafte Antizipation von Handlungssequenzen und -folgen), emotional überschießende Reaktionen, geringer Bedürfnisaufschub	Kurze Aufmerksamkeitsspanne und vermehrte innere und äußere Ablenkbarkeit	Verringerte Merkfähigkeit von visuell oder auditiv vermittelten Informationen, Defizite in der zeitlichen Organisation von Verhalten
Alltagsfunktionen	Defizite in der inhaltlichen Strukturierung und Organisation von Aufgabenstellungen z.B. bei den Hausaufgaben, Fehleinschätzungen von Konflikten im Sozialverhaltensbereich und unangemessene Wahl von Konfliktlösungen	Aufgabenstellungen werden nicht korrekt wahrgenommen, geringes Durchhaltevermögen bei anhaltenden, monotonen, nicht motivational besetzten Aufgabenstellungen, Unterbrechungen beim Arbeiten	Defizite in der Aneignung, dem Behalten und der Wiedergabe von Faktenwissen, Vergessen oder unvollständiges Erledigen von Alltagsaufträgen, Fehleinschätzungen bei der zeitlichen Bearbeitung von Aufgaben

In Tabelle 3 werden die im deutschsprachigen Raum häufig eingesetzten Testverfahren, welche zur Überprüfung oben genannter Defizite häufig eingesetzt werden, aufgeführt.

Tabelle 3: Testverfahren zur Überprüfung neuropsychologischer Dysfunktionen bei ADHS (adaptiert nach Gamper et al., 2004)

Impulsivität	Go/Nogo (TAP) insbesondere Fehlerzahl und Schwankungsbreite der Reaktionszeiten, Stroop Test
Aufmerksamkeit und Konzentration	d2, FTF-K, DAT, TAP, KLT-R
Planung und exekutive Funktionen	Turm von Hanoi/London, Bildergeschichten aus HAWIK oder K-ABC
Mnestische Funktionen	Benton (visuell), HAWIK/ZST (visuell), Mottier, VLMT, HAWIK/ZN, K-ABC/ZN (akustisch)
Psychomotorische Leistung	Computergesteuerte Reaktionszeitmessung, ZVT
<p>Legende:</p> <p>DAT= Dortmunder Aufmerksamkeitstest, FTF-K= Frankfurter Test für Fünfjährige – Konzentration, HAWIK/ZST = Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder/Untertest Zahlen-Symbol-Test, K-ABC /ZN = Kaufman Assessment Battery for Children / Untertest: Zahlennachsprechen, KLT-R = Konzentrations-Leistungstest, revidierte Fassung, TAP=Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, VLMT = Verbaler Merk- und Lernfähigkeitstest</p>	

1.6 Kognitive Trainingsverfahren bei ADHS

Kognitiven Trainingsverfahren, insbesondere denen, welche neuropsychologisch fundiert sind, liegt die Annahme zu Grunde, dass eine therapeutische Beeinflussung der der Störung zu Grunde liegenden Defizite, vor allen Dingen exekutiver Funktionen, einen Rückgang der Kernsymptomatik der ADHS in verschiedenen Alltagsfunktionen zur Folge hat. Unter dem Begriff der exekutiven Funktion werden im Wesentlichen Aufmerksamkeitsdefizite, eine erhöhte Impulsivität sowie eine Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses verstanden.

Es wird vermutet, dass diesbezügliche Trainings effektiver sein könnten, als andere nicht medikamentöse Behandlungsverfahren, weil sie direkt auf die betroffenen dysfunktionalen Hirnregionen einschließlich des involvierten Neurotransmittersystems fokussieren (Hoekzema et al., 2010, Klingberg et al, 2005, McNab et al., 2009). Ferner besteht die Annahme, dass hierdurch bereits automatisierte, in das Verhaltensrepertoire übernommene Handlungsschemata besser verändert werden können.

Dass diese Hypothesen nicht unbegründet sind, kann mittlerweile durch eine Anzahl von Interventionsstudien, welche neuropsychologische Trainingsverfahren nutzten, nachgewiesen werden und zum Teil auch durch bildgebende Verfahren untermauert werden:

Zum Beispiel untersuchten Olesen et al. (2004) gesunde Probanden, welche ein Training

des Arbeitsgedächtnisses durchlaufen hatten. Nach Durchlaufen des Trainings konnte im MRT eine deutliche Aktivierung der in diese neuropsychologischen Funktionen involvierten Hirnregionen im Frontal- und Parietalkortex identifiziert werden, was als Ausweis trainingsinduzierter Neuroplastizität interpretiert wurde.

Hoekzema et al. (2010) konnte bei einer kognitiven Behandlung von Kindern mit einer ADHS ähnliche Effekte identifizieren im Sinne einer Aktivierung im Frontalkortex, welche im MRT nachgewiesen werden konnte, im Vergleich zu Patienten, welche lediglich ein Sozialverhaltens Training durchliefen.

Auch in Positronen Emissionstomographien (PET), welche den Neurotransmittermetabolismus untersuchten, ließen sich Effekte kognitiver Trainings nachweisen (Klingberg et al. 2005). In einer Studie an gesunden Erwachsenen konnte nach Durchlaufen eines Trainings des Arbeitsgedächtnisses eine erhöhte Dopamin D 1-Rezeptordichte im Präfrontal- und im Parietalkortex nachgewiesen werden. Es ist also möglich, dass Veränderungen der Dopaminfunktion funktional mit den Effekten kognitiver Trainings korrelieren. Interessant ist dieser Befund vor allen Dingen vor dem Hintergrund, dass die dopaminerge Funktion vor allem in Lernmechanismen zusammen mit motivationalen Aspekten involviert ist, wodurch eine stärkere Generalisierung des Trainings in den Alltag angenommen werden kann.

1.7 Fragestellung der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich zunächst mit der Frage, welche Studien bisher zur Überprüfung der Wirksamkeit von neuropsychologischen Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS vorliegen. Es sollte eine Übersicht darüber gegeben werden, welche Trainingsverfahren bisher überprüft wurden, welche Variablen hierzu erhoben wurden und welche Ergebnisse gefunden werden konnten. Nach der Übersicht von bisherigen Studien zur Wirksamkeit von kognitiven Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS sollte erstmalig die Wirksamkeit eines im deutschsprachigen Raum verbreiteten, computergestützten kognitiven Trainingsverfahrens in der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS überprüft werden. Insbesondere sollte die Frage geklärt werden, inwieweit die postulierten Verbesserungen der trainierten kognitiven Funktionen generalisieren, weshalb die Überprüfung der Wirksamkeit auf verschiedenen Funktionsebenen geplant

wurde. So sollte zum einen die direkte Ebene der trainierten Verfahren überprüft werden, zum Weiteren die neuropsychologischen Funktionen, welche sie zu trainieren suchen. In einem weiteren Schritt sollte überprüft werden, ob durch das Training die Kernsymptomatik der ADHS günstig beeinflusst werden kann. Zur Überprüfung der Wirksamkeit des eingesetzten Trainingsverfahrens wurden neben den direkten Veränderungen der trainierten Parameter des Trainings, verschiedene neuropsychologische Testverfahren, Beobachtungsbögen auf Eltern- wie auch auf Lehrerebene im Hinblick auf die ADHS Kernsymptomatik eingesetzt und in einer experimentellen Schulstunde Beobachtungen durch ein Expertenrating durchgeführt. Zudem wurde in der experimentellen Schulstunde ein Mathematiktest durchgeführt, in dem Anzahl und Sorgfaltsleistung der bearbeiteten Aufgaben berücksichtigt wurden.

Kapitel 2: Übersichtsarbeit

Die Wirksamkeit neuropsychologischer Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS)

Amonn F, Frölich J, Döpfner M. (2013). Die Wirksamkeit neuropsychologischer Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*. 41 (3): 199-213.

Zusammenfassung

Aktuelle neuropsychologische Erkenntnisse zur Pathogenese von Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörungen haben in jüngster Zeit verstärkt zur Untersuchung der Effektivität spezifischer Trainings- und Therapieverfahren der betroffenen kognitiven Defizite beigetragen.

In der vorliegenden Übersicht wurden über eine Medline-Recherche die Ergebnisse bereits vorliegender neuropsychologischer Therapieverfahren zusammengetragen. Aufgrund der geringen Studienzahl auf diesem Gebiet wurden neben randomisierten Studien zum Teil Arbeiten mit geringerem Evidenzgrad einbezogen, zum Teil auch Einzelfallberichte.

Als Suchwörter wurden verwendet:

Kognitive Trainings und Behandlungsverfahren, neuropsychologische Behandlungsverfahren, computergestützte Behandlungsverfahren/-trainings bei ADHS.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studien lassen aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Studienkollektive, der Anwendung unterschiedlicher diagnostischer Kriterien, der Effektmessung, der Verwendung sehr unterschiedlicher Trainingsverfahren als auch der Behandlungsdauer nur sehr vorläufige Schlussfolgerungen auf deren Wirksamkeit zu. Auch der Grad der Generalisierung von Therapieeffekten verbleibt bislang unklar.

Trotz der oben genannten Einschränkungen weisen die vorliegenden Studienergebnisse darauf hin, dass neuropsychologische Therapieverfahren zumindest in der Behandlung einiger spezifischer kognitiver Defizite wirksam sein könnten. Als nächster Schritt wären Replikationsstudien unter der Verwendung vergleichbarer Therapiemodule und -bedingungen bei homogenen Stichproben erforderlich.

Schlüsselwörter: ADHS, Neuropsychologische Behandlung, kognitives Training, computergestützte Trainings

Summary

Recently published studies of the effects of neuropsychological trainings in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) reflect actual knowledge about the pathogenesis of the disorder.

This review article contains the results of related published treatment studies revealed from a MEDLINE search. Due to the restricted number of available studies we considered randomized studies but also studies with a lower evidence level including case reports.

Key words were as follows: ADHD, neuropsychological trainings/treatment, cognitive training/treatment, computer-assisted training/treatment in ADHD.

The interpretation of the study results are restricted due to heterogeneous study samples, to the application of different diagnostic criteria, to different levels of effect measurement and to diverse, only partially comparable treatment contents and length.

Despite the above cited limitations neuropsychological trainings may be effective in reducing some specific cognitive deficits in ADHD. Nevertheless in a next step replication studies in homogeneous samples would be required under the application of comparable training modules.

Key words: ADHD, neuropsychological treatment, cognitive training, computer-assisted trainings

Einleitung

Die Leitlinien zur Behandlung von Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörungen (ADHS) sehen ein multimodales Therapiekonzept vor (DGKJP, 2007; Döpfner, Frölich & Lehmkuhl, 2011). Es kommen hierbei neben den medikamentösen Verfahren unterschiedliche psychotherapeutische Behandlungselemente zum Einsatz. Die Leitlinien sehen dabei zunächst die nicht medikamentöse Behandlung vor, und erst, wenn diese nicht ausreichend greift, eine medikamentöse Mitbehandlung (NICE clinical guideline 72, 2008). Unter den verhaltenstherapeutischen Behandlungsansätzen werden in der Literatur vor allem elternzentrierte und kindergarten- / schulzentrierte Interventionen empfohlen, während kindzentrierte, kognitiv-behaviorale Ansätze zurückhaltender bewertet werden, weil häufig nicht die erwarteten Verbesserungen der ADHS-Symptomatik eintraten (Abikoff & Gittelman, 1985; Abikoff, 1991; Bloomquist, August & Ostrander, 1991). Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse scheinen der Einsatz und die weitere Erforschung alternativer kindzentrierter Behandlungsansätze notwendig.

Berücksichtigt man die spezifischen, zugrunde liegenden neuropsychologischen Funktionsstörungen bei der ADHS, so stellt sich die Frage, inwieweit ein direktes Training dieser beeinträchtigten kognitiven Funktionen eine Verbesserung der Kernsymptomatik erbringen kann. In den letzten Jahren wurden vermehrt Trainingsansätze vorgelegt, die gezielt auf eine Verbesserung spezifischer kognitiver bzw. neuropsychologischer Funktionsdefizite fokussieren.

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit besteht darin, eine Übersicht über bisher vorliegende Programme und Ergebnisse neuropsychologischer Behandlungsverfahren bei ADHS-Patienten zu geben, diese zu diskutieren und einen Ausblick für weitere Forschungsbemühungen zu geben.

Methodisches Vorgehen

Der Suchprozess nach geeigneten Studien erfolgte in den Datenbanken *Pubmed*, *Psyclit*, *Medline*. Es wurden folgende Suchwörter eingegeben: *Executive Functions*, *Working Memory*, *Attention*, *Cognitive Training*, *Attention Training*, *Executive Functions and*

Training, Memory Training sowie Computerized Training, jeweils kombiniert mit dem Begriff ADHD. Des Weiteren wurden die Programme über den Produktnamen REHACOM gesucht. Ferner wurde auf entsprechende Literaturangaben anderer Autoren zurückgegriffen. Aufgrund der spärlichen Datenlage wurden alle Studien zum Thema, einschließlich Einzelfallstudien, aufgenommen. Zeitlich wurde die Suche auf Studien ab 1995 eingegrenzt. Die Recherchen endeten 2010.

Neuropsychologische Fundierung kognitiver Behandlungsansätze bei ADHS

Bei der ADHS handelt es sich um eine Funktionsstörung, welche durch genetische und umweltbedingte Faktoren verursacht wird (Faraone, 2004). Neuroanatomisch wird die ADHS mittlerweile in allen neurobiologischen Modellen hauptsächlich in den präfrontalen und frontalen Regionen, im limbischen System und im Striatum lokalisiert (Lehmkuhl, Adam, Frölich, Sevecke & Döpfner, 2007; Döpfner et al., 2011; Konrad, 2010). In der Literatur finden sich eine Reihe von Erklärungsmodellen, die sich einteilen lassen in Modelle mit Schwerpunkt auf kognitiver Ebene oder auf der motivationalen Ebene wie auch integrative Modelle, welche die kognitive und die motivationale Ebene miteinander verbinden (Drechsler, 2010; Döpfner & Lehmkuhl, 2006). Dabei schließen sich die verschiedenen Modelle nicht grundsätzlich gegenseitig aus, vielmehr beleuchten sie jeweils verschiedene Aspekte der Störung (ebenda). Trotz der Unterschiedlichkeit der Theorien beschreiben die meisten Störungsmodelle die dysfunktionalen exekutiven Funktionen als ein zentrales Problem bei der ADHS (Markomichali, Donnelly & Sonuga-Barke, 2009). Hierzu zählen Defizite in der Selbstregulation, der Antwortinhibition, der kognitiven Flexibilität, der Interferenzkontrolle, der Problemlösefähigkeit sowie bezüglich des Arbeitsgedächtnisses (Drechsler, 2010).

Zeigen sich zwar in vielen neuropsychologischen Studien bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen Gruppenunterschiede zwischen Patienten mit ADHS im Vergleich zur klinisch unauffälligen Population, so gibt es auch Studien, die keine signifikanten Unterschiede finden konnten. Auch muss berücksichtigt werden, dass, auch wenn ein signifikanter Gruppenunterschied gefunden wird, sich doch auch immer ein erheblicher Anteil an Patienten darunter befinden, die keine Auffälligkeiten in den getesteten

kognitiven Funktionen zeigen (vgl. Döpfner et al., 2011). Dabei blieb bisher unklar, ob es sich hierbei um ein Phänomen verschiedener Subgruppen handelt oder aber um eine mangelnde Sensitivität der entsprechenden Messverfahren.

Basierend auf der Annahme, dass bei Patienten mit einer ADHS dieselben Hirnareale wie bei Patienten mit einer erworbenen Aufmerksamkeitsstörung, z.B. nach einem Schädel-Hirntrauma, betroffen sind, wird von einigen Autoren angenommen, dass auch dieselben Trainingsverfahren, welche bei erworbener Aufmerksamkeitsstörung hilfreich sind, bei der Behandlung einer ADHS erfolversprechend sein können (O'Connell, Bellgrove, Dockree & Robertson, 2006). Daneben wird aufgrund der bei der ADHS häufig gefundenen Defizite im Arbeitsgedächtnis vermutet, dass Gedächtnistrainings wie auch Trainings der Fähigkeit zur Antwortinhibition hilfreich sein könnten.

Neuropsychologische Behandlungsmethoden bei verschiedenen neurologischen Störungsbildern

Neuropsychologische Trainings beziehen sich im Wesentlichen auf die drei Bereiche: Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Wahrnehmung.

Mittlerweile stehen eine Vielzahl theoretisch fundierter und empirisch gut abgesicherter neuropsychologischer Behandlungsmethoden und -programme für verschiedene Indikationen zur Verfügung (Carney, Chesnut, Maynard, Mann, Patterson & Helfand, 1999; Cicerone et al., 2000). Die Wirksamkeit von neuropsychologischen Trainings wurde bisher vor allen Dingen bei Patienten mit Schädel-Hirntraumata (vgl. Semrud-Clikeman et al., 1999; Niemann, Ruff & Baser, 1990; Ruff, Mahaffey, Engel, Farrow, Cox & Karzmark, 1994; Sohlberg & Mateer, 1987; Friedl-Francesconi & Binder, 1996) untersucht und nachgewiesen. Daneben finden sich auch Untersuchungen bei Patienten mit schizophrener Erkrankung (z.B. Wexler, Anderson, Fulbright & Gore, 2000; Fiszdon, Bryson, Wexler & Bell, 2004; Fiszdon, Choi, Bryson & Bell, 2006; Bell, Fiszdon & Bryson, 2009). Lange Zeit gab es vorwiegend Trainingsprogramme und entsprechende Studien für die Therapie von Erwachsenen, erst nach und nach wurden auch Programme für Kinder und Jugendliche entwickelt (Kerns, Eso & Thomson,

1999).

Unter den neuropsychologischen Trainings kommen heute insbesondere für die Behandlung von Aufmerksamkeitsdefiziten computergestützte Behandlungsverfahren zum Einsatz. Neben dem für ein Aufmerksamkeitstraining wichtigen Vorteil, Reaktionsreize flexibel darzubieten und Reaktionszeiten exakt messen zu können, bietet der Computer die Möglichkeit der kontinuierlichen Anpassung des Trainings an die Fähigkeiten der Patienten sowie einer kontinuierlichen Ergebnismeldung (Poggel, 1998), was sich als günstig erweist für eine bessere Aufrechterhaltung der Motivation. Die Wirksamkeit von computergestützten Aufmerksamkeitstrainings konnte bereits in einigen Untersuchungen bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma nachgewiesen werden (z.B. Poser, Kohler, Sedlmeier & Straetz 1992; Regel & Fritsch, 1997; Siegel, 1988).

Neuropsychologische Trainings bei ADHS

Es handelt es sich zum Teil bei den vorliegenden Trainingsverfahren um Programme, die durch verhaltenstherapeutische Methoden begleitet werden, wobei der Schwerpunkt jedoch auf dem neuropsychologischen Training liegt. Die Stundenzahl der Trainings ist meist relativ gering, das längste Training umfasst 36 Stunden, die meisten liegen jedoch deutlich darunter.

Im Folgenden werden zunächst die Studien zum Training der Aufmerksamkeit, dann zwei Studien zum Training des Gedächtnisses und schließlich ein Training zum impulsiven Handlungsstil vorgestellt. Die Studien werden in der Reihenfolge, wie sie erschienen sind, aufgeführt.

Neuropsychologische Trainings zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung bei der ADHS

Als eine der ersten Studien kann die Einzelfallstudie mit einem reinen Prä-Postdesign von Kotwal, Bums und Montgomery (1996) genannt werden, die nach einem Training mit dem computergestützten Aufmerksamkeitstraining *Captain's Log* (Brain Train Inc., Toronto, ON, Canada) über 35 Termine in insgesamt 3 Monaten Verbesserungen im

Bereich verschiedener trainierter Bereiche feststellen konnte. Captain's Log ist ein Verfahren aus dem Rehabilitationsbereich, welches Module zu verschiedenen kognitiven Funktionen trainiert. In der Studie wurden Trainingseinheiten zur Aufmerksamkeit und Konzentration trainiert. Als ein Beispiel sei das Modul „auditive Diskriminierung / Rhythmus“, genannt, bei dem die Aufgabe darin besteht, zwei separate rhythmische Muster zu vergleichen und zu entscheiden, ob sie gleich oder verschieden sind. Der Schwierigkeitsgrad steigt je nach Erfolg der bearbeiteten vorangehenden Aufgaben an. Neben der Erhebung neuropsychologischer Funktionen sowie verhaltensbezogener Änderungen im Eltern- und Lehrerurteil wurden hier auch physiologische Messverfahren zur Überprüfung von Hirnströmen und Muskelaktivität eingesetzt (zur detaillierten Angabe der Fragebögen siehe auch Tabelle 1).

Die Ergebnisse zeigten Verbesserungen in allen Skalen der Elternbeurteilungen im Prä-Postvergleich. Im Kontrast hierzu zeigte sich bei den Lehrerbeurteilungen zwar in einigen Skalen eine Verringerung der Problematik, in anderen jedoch war eine Zunahme zu bemerken. In der 7-Monats-Katamnese lies sich weiterhin eine geringe Abnahme hinsichtlich der Lernprobleme feststellen, dagegen wieder eine geringe Zunahme bezüglich der anderen Variablen. Allerdings lagen die Werte weiterhin unterhalb derer vor Beginn des Trainings. In den neuropsychologischen Testverfahren ließen sich dagegen keine signifikanten Veränderungen feststellen. In Bezug auf die neurobiologischen Erhebungen zeigte sich eine Reduktion im EMG-Level als Folge einer Verringerung der Aktivität der Gesichtsmuskeln nach Abschluss des Trainings. In der 7-Monatskatamnese nahm diese jedoch wieder zu, was dem Ergebnis der Elternbeurteilung entsprach. Die EEG-Daten zeigten dagegen weniger klare Ergebnisse. Theta- und Beta-Amplituden verringerten sich unmittelbar nach dem Training, zeigten während der Postmessung einen Anstieg und in der 7-Monatskatamnese wiederum einen Abfall.

Interessant an der vorliegenden Studie ist die Erhebung von neurobiologischen Variablen, zeigten doch Studien, dass von einer ADHS Betroffene Auffälligkeiten im EEG aufweisen und dessen Normalisierung auch das Ziel von Neurofeedbackverfahren ist. Umso bedauerlicher ist es, dass es sich in der vorliegenden Studie lediglich um eine Einzelfallstudie handelt.

Rapport, Loo, Isaacs, Goya, Denney und Scanlan (1996) verglichen in einer

doppelblind- placebokontrollierten Eigenkontrollgruppenstudie direkt den Unterschied zwischen einer medikamentösen Behandlung mit Methylphenidat und einem neuropsychologischen Training. Die Stichprobe umfasste 2 Probandinnen, ein zweieiiges Zwillingsspaar von 6 Jahren. Beide Kinder erfüllten die Kriterien einer ADHS nach DSM IV Kriterien vom kombinierten Typ. Das Training erfolgte über das *Attentional Training System (ATS)*. Es handelt sich dabei um ein tragbares batteriebetriebenes Gerät, welches, während akademische Aufgaben gelöst werden, nach jeder Minute, die das Kind vor der Aufgabe sitzen bleibt, einen Punkt zur Belohnung vergibt. Dies soll zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung wie auch der akademischen Leistung führen. Erhoben wurden Daten zur Daueraufmerksamkeit wie auch zur Reflektivität (zur detaillierten Angabe der Tests siehe auch Tabelle 1). Die Ergebnisse zeigten sowohl nach der medikamentösen Behandlung wie auch nach dem Training signifikante Verbesserungen im Bereich der Daueraufmerksamkeit wie auch der Reflektivität.

Das „*Attention process training*“ (*APT*) von Sohlberg und Mateer (1987) ist eine im englischsprachigen Raum weit verbreitete kognitive Rehabilitationsbatterie mit Trainingsaufgaben zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung, welche ursprünglich für Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma entwickelt wurde.

Es lassen sich hiermit eine Reihe von Aufmerksamkeitsfunktionen trainieren, unter anderem z.B. die Daueraufmerksamkeit, die selektive Aufmerksamkeit, die geteilte Aufmerksamkeit wie auch Aufmerksamkeitswechsel bzw. Flexibilität. Beispiele für die Aufgaben sind das Training komplexer, anhaltender Aufmerksamkeit durch sequentielle Reize, das Training geteilter Aufmerksamkeit mit visuellen und auditiven Aufgaben und das Training selektiver Aufmerksamkeit mit Ablenkung durch Hintergrundgeräusche. Das Programm bietet pro Modul verschiedene Schwierigkeitsgrade und wird je nach erbrachter vorangehender Leistung der Fähigkeit des Patienten angepasst.

In einer Wartekontrollgruppenstudie trainierten Semrud-Clikeman et al. (1999) 21 Kinder mit einer ADHS im Bereich der visuellen und auditiven Daueraufmerksamkeit mit dem APT. Die Wartekontrollgruppe umfasste 12 Kinder, welche die Kriterien einer ADHS erfüllten. Das Training erfolgte über 18 Wochen, zweimal wöchentlich für jeweils 60 Minuten. Neben dem *Aufmerksamkeitstraining* wurde begleitend ein *Problemlösetraining* durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten wie erwartet vor

Trainingsbeginn signifikant schlechtere Ergebnisse in der Gruppe der Kinder mit ADHS im Vergleich zu der Gruppe ohne ADHS im Bereich der visuellen wie auch der auditiven Aufmerksamkeit. Nach dem Training zeigte sich eine signifikante Verbesserung der erhobenen Variablen für die Interventionsgruppe, nicht aber für die Kontrollgruppe (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tab. 1). Problematisch scheint an der Studie, dass die zeitgleich laufende Medikation einiger Probanden nicht kontrolliert wurde wie auch, dass sich keine sichere Aussage darüber machen lässt, ob der Therapieerfolg auf das neuropsychologische Aufmerksamkeitstraining oder das Problemlösetraining zurückzuführen ist.

Kerns et al. (1999) überprüften in einer Doppelblindstudie die Effektivität des Trainingsverfahrens „*Pay Attention!*“ (Thomson & Kerns, 2005), ein auf dem oben beschriebenen „*Attention process training*“ (*APT*) basierendes Programm, welches zur Behandlung von jüngeren Kindern der Altersgruppe zwischen 4 und 11 Jahren entwickelt wurde und als geeignet für Kinder nach Schädel-Hirnverletzung wie auch einer ADHS angesehen wird. Die Trainingsgruppe wie auch die bezüglich Alter, Geschlecht und Medikation gematchte Kontrollgruppe nahmen jeweils an einer Prä- und Posttestung teil. Als Messinstrumente kamen eine Reihe psychometrischer Messungen der Aufmerksamkeit, schulische Aufgaben sowie ein Verhaltensbeobachtungsbogen für Eltern und Lehrer zum Einsatz. Die schulische Aufgabe beinhaltete das Lösen möglichst zahlreicher alters- und klassenangepasster arithmetischer Aufgaben. Eltern und Lehrer beurteilten Aufmerksamkeit, Impulsivität und motorische Unruhe. Die Trainingsgruppe erhielt über einen Zeitraum von 8 Wochen je zwei Mal wöchentlich für jeweils 30 Minuten ein Training.

Die Ergebnisse ergaben bei der Interventionsgruppe signifikante Verbesserungen in einer Reihe von Aufgaben, welche die Aufmerksamkeit erforderten, dagegen keine signifikanten Verbesserungen bei der Kontrollgruppe. Neben Verbesserungen in den neuropsychologischen Variablen ergab sich auch eine signifikante Verbesserung bezüglich der schulischen Aufgaben. Dagegen zeigten sich weder in der Eltern- noch in der Lehrerbeurteilung signifikante Änderungen nach der Intervention in den einzeln geprüften Subskalen der Aufmerksamkeit, Impulsivität und der motorischen Unruhe. Bei der Zusammenfassung der Skalen Unaufmerksamkeit und Impulsivität ergaben sich knapp signifikante Ergebnisse für das Lehrerurteil (zur detaillierten Angabe der Tests

und Fragebögen siehe auch Tabelle 1).

Ein aktuelles Trainingsprogramm im deutschsprachigen Raum, welches die Verbesserung der Aufmerksamkeitssteuerung von Kindern zum Ziel hat, ist das Aufmerksamkeitstraining „*Attentioner*“ von Jacobs, Heubrock, Muth und Petermann (2005). Es handelt sich dabei um ein Gruppentraining, in dem neuropsychologische und verhaltenstherapeutische Ansätze miteinander kombiniert werden. Die Aufgaben stellen vorrangig Anforderungen an die selektive, insbesondere an die fokussierte und an die geteilte Aufmerksamkeit. Es wird auf Defizite in den exekutiven Funktionen abgezielt, da eine verbesserte selektive Aufmerksamkeit eine bessere Hemmung der Reaktionsimpulse auf irrelevante Reize erfordert. Das Gruppentraining, welches jeweils mit vier Kindern vergleichbaren Alters durchgeführt werden soll, umfasst 15 60-minütige Sitzungen, in denen jeweils bis zu vier verschiedene Aufgaben zur geteilten oder fokussierten Aufmerksamkeit gelöst werden. Bei den Aufgaben sollen die Kinder versuchen, intuitiv im „Versuch-und-Irrtum-Verfahren“ den bestmöglichen Lösungsweg zu finden (Jacobs et al., 2005). Die Bearbeitung der Aufgaben wird durch ein Response-Cost-Token-System unterstützt, welches das Verhalten innerhalb der Trainingsgruppe regulieren, die Leistungsmotivation innerhalb des Trainings wie auch für die zusätzlich zuhause zu lösenden Aufgaben aufrechterhalten und die Einhaltung wichtiger Basisregeln für eine erfolgreiche Aufgabenbewältigung steigern soll.

Die Ergebnisse einer ersten dazugehörigen Evaluationsstudie an 72 Kindern zeigten in der Prä-Postmessung signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Aufmerksamkeit. Zur Messung der Aufmerksamkeit wurden unterschiedliche neuropsychologische Testverfahren zur geteilten Aufmerksamkeit und Impulsivität eingesetzt sowie ein selbst entwickelter Elterneinschätzungsbogen zur Erfassung des Alltagstransfers (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1). Deutliche Effekte zeigten sich vor allen Dingen bei den Kindern, die zuvor durch erhöhte Fehlerzahlen bei schneller Reaktionszeit aufgefallen waren, wie auch bei den Kindern mit verlangsamten Reaktionszeiten zu Trainingsbeginn. Die Ergebnisse weisen insbesondere auf eine Verbesserung der selektiven Aufmerksamkeit hin. Neben Verbesserungen in entsprechenden Untertests der neuropsychologischen Testverfahren zeigten sich auch deutliche Effekte hinsichtlich der Elterneinschätzungsbögen in Richtung eines unauffälligeren Verhaltens (Jacobs et al., 2005). Zu beachten ist, dass Kinder, welche

vorwiegend in der Aufmerksamkeitsintensität Beeinträchtigungen aufwiesen, von der Studie ausgeschlossen wurden.

Günstig erscheint die große Stichprobenzahl der Studie. Problematisch ist allerdings, dass unklar bleibt, welchen Einfluss das neuropsychologische Training und welchen spezifischen Einfluss die flankierenden verhaltenstherapeutischen Strategien auf den Behandlungserfolg hatten. Ebenfalls problematisch ist das Fehlen der Kontrollgruppe, so dass diese Studie nicht als ein Beleg der Wirksamkeit des Verfahrens angesehen werden kann.

In einer Pilotstudie untersuchten O'Connell et al. (2006) die Wirksamkeit einer modifizierten Version des *Sustained Attention to Response Task*, *SART*, eines Trainings zur Verbesserung des impulsiven Arbeitsstils, bei 15 Kindern und Jugendlichen, die die Kriterien einer ADHS nach DSM IV Kriterien erfüllten.

Beim „*Sustained Attention to Response Task*“ (*SART*) handelt es sich um eine Technik, deren Wirksamkeit bereits bei rechtsfrontalhirngeschädigten Patienten nachgewiesen werden konnte. Den Probanden wird, während sie eine GO/NOGO Aufgaben der *SART* lösen, periodisch ein Signal dargeboten, das als Hinweis darauf dienen soll, sich weiterhin darauf zu konzentrieren, was sie gerade machen. Für die Untersuchung wurden je 2 Blöcke der *SART* ohne vorherigem Hinweisreiz und nachfolgend 2 Durchgänge mit vorangehendem Hinweisreiz à 6 Minuten Bearbeitungszeit vorgegeben.

Als Veränderungsmaß wurden die Fehlerzahl und die Reaktionszeiten gemessen. Die Ergebnisse der Studie zeigten zum einen, dass der Gruppe der Kinder mit ADHS vor Trainingsbeginn im Vergleich zur Kontrollgruppe mehr Fehler (Auslassungsfehler sowie falsch positive Reaktionen) unterliefen und sie mehr in der Reaktionszeit variierten. Während der Intervention zeigte sich, dass zwar kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Gesamtzahl der Fehler in der Aufgabenbearbeitung ohne Hinweisreiz im Vergleich zur Bedingung mit Hinweisreiz erzielt werden konnte, sich die Zahl der Fehler für den Zeitraum unmittelbar nach dem Hinweisreiz in der ADHS-Gruppe jedoch verringerte. Unterliefen der ADHS-Gruppe in den Durchgängen ohne Hinweisreiz signifikant mehr Fehler als der Kontrollgruppe, so ergaben sich für den Zeitraum unmittelbar nach dem Hinweisreiz keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Fehleranzahl. Die Autoren selbst beurteilten das Ergebnis als einen Hinweis darauf, dass eine anhaltende Aufmerksamkeitsleistung bei Patienten mit ADHS durch

ein entsprechendes Training verbessert werden kann (O'Connell et al., 2006). Da leider keine aufgabenfremden Variablen untersucht, weder neuropsychologische Tests eingesetzt noch ein Transfer auf die natürliche Umgebung der Kinder überprüft wurden, ist eine Aussage über die Wirksamkeit des Verfahrens allerdings nur sehr beschränkt möglich.

Shalev, Tsal und Mevorach (2007) untersuchten in einer randomisierten Doppelblindstudie die Wirksamkeit eines speziell für diese Studie entwickelten computergestützten Trainingsprogrammes, das „*Computerized Progressive Attentional Training*“ (*CPAT*), das vier Arten von Aufgabentypen umfasst, welche auf die Verbesserung der geteilten Aufmerksamkeit, der selektiven Aufmerksamkeit, der Aufmerksamkeitsorientierung oder der exekutiven Aufmerksamkeit abzielen. Die Aufgabenschwierigkeit wurde automatisch der jeweils beim vorangehenden Durchgang erbrachten Leistung angepasst. Die Experimentalgruppe umfasste 20 Kinder, die Kontrollgruppe 16 Kinder derselben Altersgruppe. Die Interventionsgruppe erhielt ein achtwöchiges Training mit je zwei einstündigen Sitzungen pro Woche, der Kontrollgruppe wurden stattdessen in derselben Zeit Computerspiele vorgegeben. Die Autoren fanden nach dem Training bei der Experimentalgruppe signifikante Verbesserungen hinsichtlich verschiedener schulischer Aufgaben, so des Leseverständnisses und des Abschreibens von Texten. Daneben zeigte sich auch im Elternurteil eine signifikante Reduktion der Unaufmerksamkeit (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1).

Als positiv an der Studie zu bewerten ist das randomisierte placebokontrollierte Kontrollgruppendesign, außerdem scheint es günstig, dass die Bewältigung von Alltagsaufgaben zur Wirksamkeitsüberprüfung herangezogen wurde. Eine Schwäche besteht jedoch darin, dass keine Prä-Post-Messung der Aufmerksamkeitsdefizite vorgenommen wurde. Interessant wäre sicherlich auch die Erhebung eines Lehrerurteils wie auch eine Follow-up-Erhebung gewesen.

In einer randomisierten Kontrollgruppen-Studie von Rabiner, Murray, Skinner und Malone (2010) wurde die Wirksamkeit des *Computerized Attention Trainings* (*CAT*) und der *Computer Assisted Instruction* (*CAI*) überprüft. Das CAT wurde bereits weiter oben erläutert (vgl. Studie von Shalev et al., 2007), das Training mit dem CAI beinhaltet die computergestützte Darbietung schulischer Aufgaben, vorgegeben mit

entsprechenden Instruktionen, außerdem häufigen Rückmeldungen und Verstärkungen sowie der Hervorhebung wichtiger Informationen. 25 Probanden wurden mit dem CAT, 27 mit dem CAI trainiert, weitere 25 der Wartekontrollgruppe zugeordnet. Das Training erfolgte über 14 Wochen, zweimal wöchentlich mit je einer reinen Trainingszeit von 50 bis 60 Minuten. Erhoben wurden die Aufmerksamkeitsfähigkeit, das Verhalten im Unterricht sowie die psychosoziale Funktionsfähigkeit anhand von Lehrerbeurteilungsbögen zur Kernsymptomatik und zur schulischen Arbeitsweise. Es kamen weiterhin spezifische Tests zur schulischen Leistung zum Einsatz (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1). Die Ergebnisse zeigten signifikante Verbesserungen für beide Verfahren in Bezug auf unaufmerksames Verhalten, welches um über 50 Prozent verringert werden konnte. Die Kinder, die mit dem CAI trainiert wurden, zeigten darüber hinaus Verbesserungen im Bereich der Lesegeschwindigkeit und in Bezug auf die Lehrerbeurteilung der schulischen Arbeitsweise. Trotz der ermutigenden Ergebnisse wird von den Autoren hier angemerkt, dass nur 25 Prozent der Probanden nach dem Training, eine mit der Normalbevölkerung vergleichbare Aufmerksamkeitsfähigkeit erreichte. Im Testverfahren zur Überprüfung der schulischen Leistung zeigte sich keine Verbesserung, weder unmittelbar nach dem Training noch in der Follow-up-Untersuchung.

Eine neuere Evaluationsstudie für das Trainingsprogramm „*Pay Attention!*“ wurde von Tamm et al. (2010) durchgeführt. Die Arbeitsgruppe evaluierte das Training zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsfunktionen und exekutiven Funktionen im stationären Rahmen in einer Prä-Poststudie mit 23 Kindern mit der Diagnose eines ADHS. Die Kinder absolvierten 2-wöchentlich je ein 30-minütiges Training, insgesamt 12 bis zu 16 Sitzungen. 16 Patienten erhielten vor Trainingsbeginn bereits eine Medikation zur Behandlung der ADHS, welche über das Training konstant gehalten wurde. Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Trainings auf neuropsychologische Funktionen wurden eine Reihe neuropsychologischer Tests eingesetzt, zur Überprüfung einer Veränderung der Kernsymptomatik und Veränderungen im Alltag verschiedene Fragebögen für Eltern, Lehrer, Behandler und Probanden (Zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1). Die Ergebnisse zeigten im Prä-Post-Vergleich eine Reduktion der ADHS-Symptome im Elternurteil und im Urteil des Behandlers. Auf neuropsychologischer Ebene konnte eine Verbesserung der exekutiven

Funktionen festgestellt werden. Die neuropsychologischen Tests zeigten zudem eine Verbesserung hinsichtlich des fluiden Denkens sowie des Arbeitsgedächtnisses. Die Behandler stellten außerdem eine gute Durchführbarkeit und eine hohe Akzeptanz des Verfahrens durch die zu trainierenden Kinder fest. In einer telefonischen Katamneseerhebung 9 Monate nach der Intervention durch ein Elterninterview wie auch durch die Beurteilung der Behandler, welche von 9 Probanden erhoben werden konnte, zeigten sich weiterhin signifikant weniger ADHS Kernsymptome, d.h. weniger Unaufmerksamkeit und weniger hyperaktiv-impulsives Verhalten.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss kritisch angemerkt werden, dass es sich lediglich um eine reine Prä-Post-Untersuchung handelt, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine Verbesserung der Variablen aus den neuropsychologischen Tests beispielsweise lediglich das Ergebnis eines Übungseffekts darstellt oder dass bei der Beurteilung durch Eltern, Lehrer und Probanden ein Erwartungseffekt vorliegt. Auch wurden vergleichsweise viele Variablen erhoben, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass einige Variablen möglicherweise zufällig signifikant geworden sind.

Neuropsychologische Trainingsprogramme für Kinder- und Jugendliche zur Verbesserung der Gedächtnisleistung bei der ADHS

In einer Pilotstudie von Klingberg, Forssberg und Westerberg (2002), welche als Doppelblindstudie angelegt war, wurde die Wirksamkeit eines speziell für die Studie entwickelten Trainings zur Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses bei einer Interventionsgruppe von insgesamt 7 Probanden im Vergleich zu 7 Kindern der plazebokontrollierten Vergleichsgruppe in der Altersgruppe zwischen 7 und 15 Jahren mit Diagnose einer ADHS (nach DSM IV) nachgewiesen. Erhoben wurden hier verschiedene neuropsychologische Tests zur Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und der präfrontalen Funktionen sowie die motorische Unruhe durch das Zählen der Kopfbewegungen während der Bearbeitung einer Aufgabe. Eine Kontrolle der verabreichten Medikamente blieb aus. Die Ergebnisse zeigten das Arbeitsgedächtnis betreffend signifikante Verbesserungen in der trainierten wie auch in der nichttrainierten Aufgabe, signifikante Verbesserungen in den Aufgaben, welche logisches Denken

erfordert sowie eine signifikante Verringerung der motorischen Unruhe (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1).

Später untersuchten Klingberg und Mitarbeiter (2005) die Wirksamkeit des für diese Studie entwickelten Trainingsprogramms zur Verbesserung der Gedächtnisleistung „*RoboMemo*“ in einer Multicenter-Studie mit insgesamt 53 Kindern zwischen 7 und 12 Jahren, welche die diagnostischen Kriterien einer ADHS erfüllten. Bei der Studie handelte es sich um eine randomisierte, kontrollierte Doppelblindstudie. Die teilnehmenden Kinder erhielten keine medikamentöse Therapie. Trainingsgruppe und Kontrollgruppe wurden mit zwei Versionen desselben Programmes trainiert. 44 der 53 Kinder besuchten das Training über 20 Tage, 42 Kinder davon nahmen darüber hinaus an der 3 Monate später durchgeführten Katamneseerhebung teil. Das Programm enthielt Aufgaben zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Erinnern der Position von Objekten in einer 4 x 4 Matrix) sowie zum verbalen Arbeitsgedächtnis (Erinnern von Phonemen, Buchstaben oder Ziffern). Die Kinder bearbeiteten 90 Aufgaben pro Trainingseinheit, d.h. die Trainingszeit variierte jeweils mit der Geschwindigkeit der Aufgabenlösung. Die durchschnittlich trainierte Zeit belief sich auf 40 Minuten, abzüglich der Pausen während des Trainings. Der Schweregrad der Aufgaben wurde vom Computer automatisch dem jeweiligen Stand des Probanden angepasst. Die Gesamtdauer des Trainings umfasste 5 Wochen. Bei der Trainingsgruppe wurde der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben dem individuellen Leistungsniveau des Kindes angepasst und jeweils gesteigert. Bei der Kontrollgruppe erhielt das Kind immer nur einfachste Aufgaben, d.h. es musste sich immer nur sehr wenige Items merken. Erhoben wurden Daten zum verbalen Arbeitsgedächtnis, zur Fähigkeit der Antwortinhibition sowie zur motorischen Unruhe. Außerdem wurden Eltern- und Lehrerfragebögen zur Überprüfung der Verhaltensveränderungen eingesetzt (zur detaillierten Angabe der Tests und Fragebögen siehe auch Tabelle 1). Die Ergebnisse zeigten sowohl signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Leistungen des verbalen Gedächtnisses bei der Trainingsgruppe als auch hinsichtlich der Anworthemmung und dem komplexen logischen Denken. In den Einschätzungen der Eltern zeigte sich darüber hinaus eine signifikante Reduktion in den Subskalen „Unaufmerksamkeit“ und „Impulsivität“ für den Zeitpunkt nach der Intervention wie auch in der Follow-up-Untersuchung nach 3 Monaten. Insgesamt sprechen die vorliegenden Ergebnisse somit dafür, dass das

Arbeitsgedächtnis durch das Training verbessert werden kann. Von besonderem Interesse an der Studie ist, dass die Ergebnisse für eine gleichzeitige Verbesserung im Bereich der Impulsivität, der Antwortinhibition, des komplexen logischen Denkens und der Aufmerksamkeitsleistung sprechen. Allerdings ergaben die Lehrerratings keinerlei signifikante Verbesserungen durch das Training.

Neuropsychologisches Training zur Verbesserung der Antwortinhibition bei der ADHS

Schwierigkeiten in der Antwortinhibition zählen zu einem der wichtigsten Symptome bei Patienten mit einer ADHS (Barkley, 1997). Trotzdem liegen kaum Studien zur Verbesserung der Antwortinhibition durch neuropsychologische Trainings bei diesem Störungsbild vor. Dagegen belegen bisher einige Studien die Wirksamkeit zum Training bei gesunden Probanden wie auch bei Patienten anderer Störungsgruppen. Verschiedene Studien mit Vorschulkindern, welche hinsichtlich exekutiver Funktionen trainiert wurden, konnten so sowohl bei kurzen wie auch über längere Trainingseinheiten Verbesserungen in untrainierten Inhibitionsaufgaben nachweisen. Dowsett und Livesey (2000) konnten zum Beispiel die Wirksamkeit eines Trainings exekutiver Funktionen bei 3 Jahre alten, klinisch unauffälligen Vorschulkindern nachweisen. Diamond, Barnett, Thomas und Munro (2007) wiesen Verbesserungen der entsprechenden Funktionen bei klinisch unauffälligen Kindern im Schulalter nach einem ein- bis zweijährigem Training exekutiver Funktionen nach. Eine Studie von Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin und Klingberg (2009) zeigte dagegen nach einem Training exekutiver Funktionen bei Vorschulkindern Verbesserungen in den trainierten Aufgaben, welche jedoch keine Auswirkungen auf das Arbeitsgedächtnis oder die Aufmerksamkeitsfähigkeit hatten.

Eine Studie zur Verbesserung der Antwortinhibition bei Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS unter Berücksichtigung entwicklungsbedingter Besonderheiten führte Karatekin (2006) durch. Der Autor überprüfte hierzu schwerpunktmäßig eine Gruppe von zehn 9 bis 10-Jahre alten Kindern mit einer ADHS vom kombinierten Typ nach DSM IV im Vergleich zu Kindern ohne ADHS (N=15) hinsichtlich der Fähigkeit zur Antwortinhibition und ihrer Veränderbarkeit. Es zeigen sich bei der Gruppe der Kinder

und Jugendlichen mit ADHS im Vergleich zur Gruppe ohne entsprechende Störung Defizite in der Antwortinhibition. Außerdem zeigte sich, dass die Leistung der Kinder und Jugendlichen mit und ohne ADHS durch mehrere veränderte Bedingungen verbessert werden konnten. Die ADHS-Gruppe erreichte trotz Training nicht das gleiche Level wie die ebenfalls trainierte Gruppe ohne ADHS. Weiter zeigte sich, dass sich die Kinder- und Jugendlichen mit ADHS in Hinsicht auf die Fehleranzahl zu Beginn signifikant von der Gruppe ohne ADHS unterschieden, wohingegen sie nach den Durchgängen, welche die Antwortinhibition verbessern sollten, zwar immer noch schlechter als die Probanden ohne ADHS abschnitten, der Unterschied jedoch nicht mehr signifikant war.

Insgesamt weisen die hier stark verkürzt wiedergegebenen Ergebnisse somit darauf hin, dass sich die Leistung bezüglich der Antwortinhibition bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS durch eine entsprechende Veränderung der Aufgabendarbietung verbessern lässt.

Diskussion

Will man die Ergebnisse der Studien zusammenfassen, lässt sich feststellen, dass es sich unter den 12 hier vorgestellten Studien bei sieben Studien mit Kontrollgruppendesign und bei fünf um Prä- Poststudien handelt. Von den Kontrollgruppenstudien wurde bei zweien angegeben, dass sie randomisiert wurden (Shalev, 2007; Klingberg et al., 2005), bei den übrigen Studien fehlen Angaben hierzu. Es wurden bei den beiden randomisierten Studien mit Kontrollgruppendesign insgesamt 15 Variablen, davon sieben aus natürlicher Umgebung, erhoben. Von den erhobenen Variablen aus der natürlichen Umgebung zeigen sich bei drei signifikante Verbesserungen, von den weiteren acht Variablen zeigten sich bei sechs signifikante Verbesserungen. Weitere Zusammenfassungen der Ergebnisse sind aufgrund der Unterschiedlichkeit der Studien leider nicht möglich.

Insgesamt sprechen viele Ergebnisse dafür, dass neuropsychologische Trainings die Aufmerksamkeitsleistung bei von einer ADHS betroffenen Kindern und Jugendlichen

verbessern können. Daneben weisen erste Ergebnisse zum neuropsychologischen Training der Gedächtnisfunktionen sowie der Antwortinhibition darauf hin, dass auch hier durch ein entsprechendes Training Verbesserungen erzielt werden können. Neben einer verbesserten Leistung der entsprechend trainierten kognitiven Funktion ist von besonderem Interesse, dass sich auch andere nicht trainierte Funktionen im Alltag hierüber offenbar wenigstens zum Teil verbessern lassen. In Bezug auf die Gedächtnistrainings verdient die Untersuchung von Klingberg et al. (2005), der neben einer Verbesserung der Gedächtnisleistung auch eine Verbesserung der Antwortinhibition und der motorischen Unruhe feststellen konnte, sicherlich besonderes Interesse.

Vergleicht man die hier vorgestellten Studien mit anderen therapeutischen Interventionen, so scheint ein Vorteil der neuropsychologischen Trainings darin zu liegen, dass das Training vergleichsweise nah am zugrundeliegenden neuropsychologischen Defizit zu liegen scheint.

Ein weiterer Vorteil der neuropsychologischen Trainings könnte darin bestehen, dass durch die heute vermehrt eingesetzten computergestützten Trainingsverfahren aufgrund des Mediums wie auch der damit verbundenen Möglichkeit eines verbesserten adaptiven Vorgehens möglicherweise die Therapiemotivation besser aufrechterhalten werden kann, welche insbesondere bei Patienten mit einer ADHS oft problematisch ist. Weitere Vorteile könnten hier auch in der einfachen Trainierbarkeit zuhause zum Tragen kommen, wie sie bereits bei anderen Störungsbildern durchgeführt wurden, um Therapieeffekte zu erleichtern. Nachteile könnten sich dagegen daraus ergeben, dass sich die Art der Bearbeitung von Aufgaben im schulischen Bereich doch erheblich unterscheiden.

Zugleich sollten aber folgende Gesichtspunkte unbedingt Eingang finden in zukünftig konzipierte Evaluationsstudien:

Erstens bleibt offen, inwieweit der Kontakt zum Therapeuten einen möglicherweise erheblichen Beitrag dazu leistet, dass sich die Leistungen der Probanden verbessern, als auch dass die Spezifität des Trainingseffektes nicht immer klar herausgefiltert werden kann. Neben der Durchführung einer spezifischen Intervention auch bei der

Kontrollgruppe (z.B. Klingberg et al., 2005; Shalev et al., 2007), die nicht auf das Training der entsprechenden kognitiven Funktion abzielt, könnten außerdem möglicherweise Studien zu Hometraining, welche in erheblich geringerem Maße durch einen Trainer bzw. die Eltern betreut werden, Aufschluss über die Frage geben, inwieweit der Therapeutenkontakt eine Rolle spielt oder der Effekt vor allen Dingen auf das Training zurückzuführen ist.

Zweitens ist die Frage ungeklärt, wie viele Trainingseinheiten für einen stabilen Erfolg benötigt werden und wie lange die Effekte zeitlich überdauern. Zwar scheinen die Trainingseinheiten über alle Studien betrachtet im Vergleich zu anderen Verfahren eher gering zu sein, jedoch gibt es keine Aussagen über eine Mindestdauer.

Drittens bleibt weitgehend offen, inwieweit eine Verbesserung der kognitiven Funktionen mit einer Verbesserung der Kernsymptomatik der ADHS einhergeht. Von entscheidender Bedeutung bezüglich der ökologischen Validität neuropsychologischer Trainings ist also die Frage, inwieweit eine Verbesserung der kognitiven Funktionen mit Verbesserungen im Alltagsleben korrelieren? Nur dann scheint ein Training sinnvoll zu sein, wenn hierdurch auch wirklich in der Alltagswelt ADHS bezogene Schwierigkeiten, z.B. bei der Hausaufgabenbewältigung oder beim Lernverhalten während des Schulunterrichts, reduziert werden können. Außerdem wäre deren sinnvolle Implementierung in das multimodale Behandlungskonzept der ADHS zu diskutieren, d.h. inwieweit sie an Stelle oder in Kombination mit den bereits in den Leitlinien empfohlenen behavioral-kognitiven Behandlungsverfahren, z.B. Selbstinstruktionstrainings (z.B. Lauth & Schlotke, 2009) eingesetzt werden sollten. Bedauerlich scheint aber in diesem Zusammenhang, dass sowohl für die neuropsychologischen als auch kognitiv-verhaltentherapeutischen Trainingsprogramme aus dem deutschsprachigen Raum noch kaum Evaluationsstudien für Patienten mit einer ADHS vorliegen.

Viertens ist von großem Interesse, ob und inwieweit neurophysiologische Veränderungen im EEG und in funktionellen bildgebenden Verfahren nachgewiesen werden können. In diesem Zusammenhang wäre auch der Vergleich mit dem Neurofeedbackverfahren sehr wünschenswert.

Fünftens besteht weiterer Forschungsbedarf darin zu überprüfen, ob sich Unterschiede nachweisen lassen zwischen Kindern mit ADHS unter einer entsprechenden Medikation und Kindern, die ohne Medikation ein kognitives Training erhalten (Klingberg et al., 2005). Es ist zu fragen, welchen Einfluss eine Kombinationsbehandlung im Vergleich zu einer Behandlung ohne begleitende Medikation erbringt.

Sechstens wurden die meisten Studien nur mit kleiner Stichprobenanzahl durchgeführt, so dass hier weiterer Forschungsbedarf besteht. Auffallend ist zudem die große Heterogenität zwischen den Studien, was die überprüften kognitiven Funktionen, die angewendeten Trainingsverfahren, die erhobenen Variablen und die Messverfahren angeht. Wünschenswert wären insbesondere vor dem Hintergrund der geringen Stichprobenzahlen der meisten Studien auch Replikationsstudien, um verlässlichere Aussagen über die Wirksamkeit spezifischer kognitiver Trainings bei ADHS-Patienten treffen zu können. Ist schon die Anzahl der Studien zum Training verschiedener Aufmerksamkeitsfunktionen eher als gering einzustufen, so liegen im Bereich des Gedächtnistrainings und des Trainings der verbesserten Antwortinhibition aktuell kaum Studien vor.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Befunde, dass spezifische kognitive Defizite bei vielen, aber eben nicht zugleich übereinstimmend bei allen ADHS Patienten vorliegen und der daraus resultierenden Schlussfolgerung, dass bei der ADHS möglicherweise verschiedene Subgruppen berücksichtigt werden müssen, ist es zwingend notwendig, Studien mit homogeneren Untergruppen durchzuführen. Hiermit ließen sich mittelfristig verbesserte Symptomprofile zur Indikationsstellung spezifischer Trainingsparadigmen ableiten.

Zusammengefasst sind neuropsychologische Trainingsprogramme als komplementäre Ergänzung im Rahmen des nichtmedikamentösen Behandlungsansatzes der ADHS, vor allen Dingen angesichts der immer spezifischeren neuropsychologischen Befunde, von großem Interesse. Bei methodischer und inhaltlicher Fortentwicklung könnte ihnen ein erkennbarer Stellenwert bei der Behandlung der betroffenen Kinder und Jugendlichen zukommen, ohne hiermit allerdings die Erwartung einer umfassenden Lösung der gesamten Problematik, die mit einer ADHS einhergeht, zu erwecken.

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
Jacobs et al., 2005 Vorher-Nachher-Design N=72 mit Störungen der Aufmerksamkeit Durchschnittsalter: 11,3 J. Altersrange: 8-13 J.	„Attentioner“ Gruppentraining zur geteilten und fokussierten Aufmerksamkeit und Response-Cost-Token-System Trainingsdauer: 15 Termine à 60 Minuten	Outcomemessung: 1. aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP): Subtest GO/NOGO, Geteilte Aufmerksamkeit 2. Wiener Reaktionsgerät (WRG) 3. für die Studie entwickelter Elterneinschätzungsbogen zur Erfassung des Alltagstransfers hinsichtlich von Aufmerksamkeitsleistung und –verhalten Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 8 bzw. 9 Aus natürlichem Umfeld: 1, jedoch nur qualitativ erhoben	1. Verbesserung der selektiven Aufmerksamkeit 2. Verbesserung auf den Elterneinschätzungsbögen in Richtung eines unauffälligeren Verhaltens Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: Nur über Subgruppen berechnet, weswegen hier keine genauen Angaben möglich sind Aus natürlichem Umfeld: deutliche Verbesserungen, keine Angaben über Signifikanzen
Karatekin, 2006 Vorher-Nachher-Design / Gruppenvergleich Interventionsgruppe: N=10 mit ADHS-Diagnose keine Medikation Durchschnittsalter: 171 M. Altersrange: 149-222 M. Kontrollgruppe: N=15 ohne ADHS-Diagnose bzgl. Alter gematcht	Durchführung verschiedener veränderter Versionen der Antisakkadenaufgabe Trainingsdauer: 1 Termin	Outcomemessung: Fehleranzahl und Reaktionszeit in der Antisakkadenaufgabe Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 2 Aus natürlichem Umfeld: 0	1. Die ADHS-Gruppe schnitt im 1. Durchgang schlechter ab hinsichtlich Fehleranzahl und Reaktionszeit als die Gruppe ohne ADHS 2. Beide Gruppen konnten ihre Leistungen nach der Durchführung der meisten veränderten Aufgabenstellung verbessern Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: 2 Aus natürlichem Umfeld: nicht erhoben
Kerns, Eso & Thomson, 1999 Kontrollgruppendesign / Doppelblindstudie Interventionsgruppe: N=7 mit ADHS-Diagnose nach DSM IV je 5 von 7 Kindern waren mediziert Durchschnittsalter: 9,4 J. Altersrange: 7-11 J. Kontrollgruppe: N=7 mit ADHS-Diagnose nach DSM-IV Durchschnittsalter 9,4 J. Altersrange 4-11 J. Angaben zum Subtyp: alle Kinder vom kombinierten Subtyp	„Pay Attention!“ Trainingsdauer: Über 8 Wochen lang 2 Termine pro Woche à 30 Minuten	Outcomemessung: 1. aus Wechslers Intelligence Scale for Children 3rd Edition (WISCIII): coding, digit span, mazes 2. Attentional Capacity Test (ACT) 3. Teile aus dem Unterlying Test 4. Children’s Continuous Performance Task (CCPT) 5. Matching Familiar Figures Test (MFFT) 6. Day Night Stroop Test 7. Visual Organization Test (VOT) 8. Mathematikaufgaben 9. Attentional Deficit Disorder Evaluation (ADDES) für Eltern und Lehrer Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: mind. 18 Aus natürlichem Umfeld: 6	1. Signifikanter Trainingseffekt auf WISC-III (mazes), ACT, Day-Night Stroop Test, Untertests des Underlying Test, MFFT, Mathematiktest 2. keine signifikanten Effekte auf WISC-III (Coding and Digit Span), CCPT, VOT.3, ADDES Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt:7 Aus natürlichem Umfeld: 0

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
<p>Klingberg, Forssberg & Westerberg, 2002 Kontrollgruppendesign / Doppelblindstudie / plazebokontrolliert Trainingsgruppe: N=7 Kontrollgruppe: N= 7 mit ADHS-Diagnose nach DSM-IV</p>	<p>Training zum Arbeitsgedächtnis Trainingsdauer: Über insgesamt 5-6 Wochen; tägliches Training à 25 Minuten durchschnittlich</p>	<p>Outcomemessung: 1. Leistung in der trainierten Aufgabe zum räumlich-visuellen Gedächtnis 2. Span-Board-Aufgabe 3. Stroop-Test 4. Raven Progressive Matrices (RPM) 5. Choice Reactiontime Aufgabe 6. Anzahl der Kopfbewegungen Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 9 Aus natürlichem Umfeld: 0</p>	<p>1. Signifikanter Trainingseffekt in der trainierten Aufgabe, der Span-Board-Aufgabe, im Stroop-Test (Reaktionszeit), in RPM, hinsichtlich der Reduktion der Anzahl gemessener Kopfbewegungen 2. keine signifikanten Ergebnisse im Stroop Test (Fehlerzahl), Choice Reactionstme Aufgabe Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung:2 Insgesamt:4 Aus natürlichem Umfeld: nicht erhoben</p>
<p>Klingberg et al., 2005 Kontrollgruppendesign / randomisierte plazebokontrollierte Doppelblindstudie Interventionsgruppe: N=27 mit ADHS-Diagnose nach DSM IV keine Medikation Durchschnittsalter: 11,0 Jahre Altersrange: 7-12 J. Kontrollgruppe: N=26 mit ADHS-Diagnose nach DSM IV Durchschnittsalter: 9,8 J. Altersrange: 7-12 J. Angaben zum Subtyp: ADHS des vorwiegenden unaufmerksamen oder kombinierten Typs; Ausschlusskriterium: Vorliegen einer Störung des Sozialverhaltens.</p>	<p>„RoboMemo“ Training des Arbeitsgedächtnisses Trainingsdauer: Über 20 Tage à ca. 40 Minuten (Training von je 90 Aufgaben)</p>	<p>Outcomemessung: 1. aus Wechslers Intelligence Scale for Children 3rd Edition (WISC-III): Zahlenfolgetest, 2. Stroop-Interferenz-Test 3. aus Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised as a Neuropsychological Instrument (WAIS-RNI): Span-Board-Aufgabe 4. Raven´s Colored Progressive Matrices 5. Messung der Kopfbewegungen während der 15-minütigen Lösung einer Aufgabe am Computer 6. Connors Parent Rating Scale (CPRS) und Connors Teacher Rating Scale (CTRS) Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 10 Aus natürlichem Umfeld: 4</p>	<p>1. Signifikanter Trainingseffekt für die Span-Board-Aufgabe bei Interventionsende wie auch zum Katamnesezeitpunkt 2. Signifikante Trainingseffekte für alle weiteren erhobenen Variablen der neuropsychologischen Testung 3. Signifikante Reduktion der Elternratings bzgl. Ablenkbarkeit Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: 6 Aus natürlichem Umfeld: 1</p>

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
<p>Kotwal, Bums & Montgomery, 1996 Einzelfallstudie / Vorher-Nachher-Design Proband: Junge, 13 J. mit ADHS-Diagnose nach DSM-III-R Keine Medikation während der Intervention/Absetzen 15 Tage vorher</p>	<p>“Captain’s Log” Trainingsaufgaben aus insgesamt 8 verschiedenen Trainingsmodulen zur Aufmerksamkeit und Konzentration Trainingsdauer: Insgesamt 35 Termine über 13 Monate lang</p>	<p>Outcomemessung: 1. Connors Parent Rating Scale (CPRS) und Connors Teacher Rating Scale (CTRS) 2. aus Wechslers Intelligence Scale for Children 3rd Edition (WISC-III) : Coding, Block Design, Vocabulary und Symbol Search Subtest 3. Messung der Hirnströme Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 19 Aus natürlichem Umfeld: 11</p>	<p>1. Verbesserungen auf allen Skalen der Elternbeurteilung zum Testzeitpunkt unmittelbar nach dem Training wie auch zum Katamnesezeitpunkt 2. Keine eindeutigen Verbesserungen im Lehrerurteil 3. Keine Verbesserungen in den neuropsychologischen Verfahren 4. Auf neurobiologischer Ebene zeigt sich eine Reduktion im EMG- Level, welche in der Katamneseerhebung jedoch wieder zunahm. 5. Die EEG Daten zeigten unmittelbar nach dem Training eine Verringerung der Theta- und Beta-Amplituden, während der Postmessung jedoch wieder einen Anstieg und in der 7- Monatskatamnese wiederum einen Abfall. Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Da es sich um eine Einzelfallstudie handelt, wurden keine Signifikanzen berechnet.</p>
<p>O’Connell, Bellgrove, Dockree & Robertson, 2006 Pilotstudie / Vorher-Nachher-Design N=15 mit ADHS-Diagnose Durchschnittsalter: 11,4 J. Angaben zum Subtyp: 8 Kinder vom kombinierten Typ, 4 Kinder vom vorwiegend unaufmerksamen Typ. Keine Medikation während der Intervention/Absetzen 24h vorher Außerdem: N=15: ADHS/ADS-Diagnose ausgeschlossen Durchschnittsalter: 11,2 J.</p>	<p>Training durch eine modifizierten Form der Sustained Attention to Response Task (SART) Trainingsdauer: 1 Termin</p>	<p>Outcomemessung: Verbesserungen der Leistungsparameter in der Sustained Attention to Response Task (SART) 1. Fehler: Auslassungsfehler und falsch positive 2. durchschnittliche Reaktionszeit 3. Schwankungen der Reaktionszeit (durchschnittliche Reaktionszeit nach vorangehendem Hinweisreiz) Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 5 Aus natürlichem Umfeld: 0</p>	<p>1. Die Gruppe mit ADHS schnitt signifikant schlechter in den Aufmerksamkeitsmessungen ab als die Gruppe ohne ADHS (Fehleranzahl und Schwankungen in der Reaktionszeit). 2. Unmittelbar nach dem Hinweisreiz zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen ADHS-Gruppe und Kontrollgruppe mehr. Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: keine in der Gesamtzahl, jedoch 3 unmittelbar nach Hinweisreiz Aus natürlichem Umfeld: nicht erhoben</p>

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
<p>Rabiner et al., 2009 Kontrollgruppendesign / Wartekontrollgruppe Vergleich zweier Trainings zur Aufmerksamkeitsverbesserung Insgesamt: N=77 Mit ADHS-Diagnose nach DSM IV Trainingsgruppen: N=25 und N=27 Wartekontrollgruppe: N=25</p>	<p>Computerized Attention Training (CAT)/"Captain's Log" und Computer Assisted Instruction (CAI) Trainingsdauer: Über 14 Wochen lang 2 Termine pro Woche à 50-60 Minuten</p>	<p>Eingangsdagnostik: Kaufman Brief Intelligence Test – sec. Edition (KBIT-2) Outcomemessung: 1. Connors Teacher Ratings Scala-Revised-Long version (CTRS-R:L) 2. Schulische Leistungen durch Woodcock-Johnson Tests of Achievement (WJIII): Untertests Leseflüssigkeit, Textverständnis, angewandte Aufgaben 3. schulische Leistung beurteilt täglich von Lehrern durch Academic Performance Rating Scale (APRS) Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt : 16 Aus natürlichem Umfeld: 8</p>	<p>1. Die CAI-Gruppe zeigte entgegen der Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen auf der Unterskala Unaufmerksamkeit der CTRS-R, den Unterskalen academic success und Impulskontrolle der APRS sowie der Unterskala Leseflüssigkeit (DIBELS). 2. Die CAT-Gruppe zeigte entgegen der Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen auf der Unterskala Unaufmerksamkeit der CTRS-R sowie auf der Unterskala Impulskontrolle der APRS. 3. keine signifikanten Verbesserungen auf den Skalen Hyperaktivität/ Impulsivität, oppositionelles Verhalten, soziale Probleme und Ängstlichkeit/Schüchternheit der CTRS-R Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: 4 (CAI-Gruppe) bzw. 2 (CAT) Aus natürlichem Umfeld: 3 (CAI-Gruppe) bzw. 2 (CAT-Gruppe)</p>
<p>Rapport et al., 1996 Within-subject experimentelles Design Doppelblind-plazebokontrollierte Studie N=2 Alter=6J. mit ADHS-Diagnose nach DSM-IV Angaben zum Subtyp: beide Kinder vom kombinierten Subtyp</p>	<p>Verfahren: Attentional Training System (ATS) verglichen mit einer Medikation mit Methylphenidat; 4 verschiedene Dosen: 5 mg, 10 mg, 15 mg, 20 mg Trainingsdauer: 2 mal</p>	<p>Outcomemessung: 1. Continuous Performance Task , Matching Unfamiliar Figures Test 2. Hillside Rating Scale, Child Behavior Checklist Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 6 Aus natürlichem Umfeld: 0</p>	<p>1. Nach dem Training zeigten sich Verbesserungen in der Continuous Performance Task, jedoch eine geringere als unter der höchsten Dosierung Methylphenidat. 2. Nach dem Training zeigte sich eine Verbesserung im Matching Unfamiliar Figures Test, welche die Verbesserungen unter Medikation überstieg. 3. Etwa gleichgute Verbesserungen in der Hillside Rating Scale nach dem Training wie unter Medikation. 4. Nach dem Training zeigte sich eine Verbesserung auf der Child Behavior Checklist, welche die der Medikation überstieg. Achtung: Aufgrund der kleinen Fallzahl können keine Signifikanzen berechnet werden.</p>

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
<p>Semrud-Clikeman et al., 1999 Kontrollgruppendesign / Wartekontrollstudie Interventionsgruppe: N=21 mit ADHS-Diagnose 2 Kinder hiervon waren mediziert Durchschnittsalter: 10 J. Altersrange: 8-12 J. Wartekontrollgruppe: N=12 mit ADHS-Diagnose Durchschnittsalter: 10 J. Altersrange: 8-12 J; Klasse: 2-6 Angaben zum Subtyp: 8 Kinder vom kombinierten Typ, 13 Kinder vom vorwiegend unaufmerksamen Typ; Außerdem N=21 Ohne ADHS-Diagnose</p>	<p>Verfahren: Verschiedene Trainingsgruppen aus dem APT zum Training der visuellen und auditiven Aufmerksamkeit und Problemlösetraining</p> <p>Trainingsdauer: Über 18 Wochen 1 mal pro Woche Training à 60 Minuten</p>	<p>Eingangsdagnostik: 1. aus Wechslers Intelligence Scale for Children 3rd Edition (WISC-III): vocabulary, block-design, gekürzter Intelligenztest 2. Child Behavior Checklist (CBCL) für Lehrer Outcomemessung: 3. d2 4. „brief test of attention“ Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 2 Aus natürlichem Umfeld: 0</p>	<p>1. Die Gruppe der Probanden mit ADHS schnitt schlechter in den Aufmerksamkeitsmessungen ab als die Gruppe ohne ADHS. 2. Nach dem Training schnitt die Interventionsgruppe mit ADHS signifikant besser in beiden erhobenen Variablen ab als die Kontrollgruppe mit ADHS. Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt:2 Aus natürlichem Umfeld: nicht erhoben</p>
<p>Shalev, Tsai & Mevorach, 2007 Kontrollgruppendesign / randomisierte plazebokontrollierte Doppelblindstudie Interventionsgruppe: N=20 mit ADHS-Diagnose Durchschnittsalter: 9,1 J Altersrange: 6-13 J Kontrollgruppe: N=16 mit ADHS-Diagnose Durchschnittsalter: 9,2 J. Altersrange: 6-13 J. Angaben zum Subtyp: 15 Kinder vom kombinierten Typ, 5 Kinder vom unaufmerksamen Typ i.d. Interventionsgruppe; 13 Kinder vom kombinierten Typ, 3 Kinder vom unaufmerksamen Typ i.d. Kontrollgruppe.</p>	<p>Eigenes Programm: Computerized Progressive Attentional Training (CPAT) zum Training von Daueraufmerksamkeit, selektiver Aufmerksamkeit, Orienting Attention und exekutiver Aufmerksamkeit</p> <p>Trainingsdauer: Über 8 Wochen 2 mal pro Woche à 60 Minuten</p>	<p>Outcomemessung: 1. Beurteilungsbogen Eltern (DuPaul) 2. Abschreiben von Textpassagen 3. Mathematikaufgaben 4. Aufgaben zum Leseverständnis Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 5 Aus natürlichem Umfeld: 3</p>	<p>1. Die Trainingsgruppe erzielte signifikant bessere Ergebnisse nach dem Training gegenüber der Kontrollgruppe hinsichtlich der schulischen Aufgaben (Sprachverständnis, Geschwindigkeit beim Abschreiben) sowie der Elternbeurteilungen im Hinblick auf die Unaufmerksamkeit. 2. Für die Trainingsgruppe zeigten sich außerdem tendenzielle, aber nicht signifikante Verbesserungen bei mathematischen Aufgaben. Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: 3 Aus natürlichem Umfeld: 2</p>

Tabelle 1: Übersicht über neuropsychologische Trainingsverfahren für Aufmerksamkeitsdefizitstörungen im Kindes- und Jugendalter

Autoren / Studie / Stichprobe	Training	Erhebungsinstrumente	Ergebnisse
<p>Tamm, et al. 2010 Vorher-Nachher-Design N=23 mit ADHS Diagnose 16 hiervon waren mediziert Angaben zum Subtyp: 11 Kinder vom kombinierten Typ, 11 vom unaufmerksamen Typ, 1 mit nicht näher bezeichneter Störung.</p>	<p>“Pay Attention” Trainingsdauer: 2 mal pro Woche à 30 Minuten; insgesamt 12-16 Trainingseinheiten</p>	<p>Outcomemessung: 1. Swanson, Nolan and Pelham (SNAP) DSM-IV rating scale für Behandler, Lehrer und Eltern 2. Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) für Lehrer und Eltern 3. Consumer Satisfaction Rating Scale für Eltern und Kinder 4. Clinical Global Impressions (CGI) 5. Wechsler Intelligence Scale for Children 4th Edition (WISC-IV) 6. Woodcock-Johnson Tests of Achievement (WJ-III) 7. aus Delis-Kaplan Executive Functioning System (D-KEFS): Untertest Subtest “Tower” und “Farb-Wort-Interferenz-Test” Anzahl erhobener abhängiger Variablen: Insgesamt: 26 Aus natürlichem Umfeld: 15</p>	<p>1. Signifikante Verbesserungen bei den Einschätzungen der SNAP für die Unterskalen Unaufmerksamkeit und hyperaktiv/impulsives Verhalten erhoben durch Kliniker und Eltern 2. Signifikante Verbesserungen auf der BRIEF (Elternrating) bei den Unterskalen „Impulshemmung“, „Beginnen“, „Planen und Organisieren“, „Organisation von Material“, Metakognition-Index, „Gesamtwert exekutive Funktionen“ 3. Signifikante Verbesserungen bei den folgenden neuropsychologischen Tests: WISC-VI matrix reasoning, digit span, digits backwards, DKEFS CWI Inhibition 4. Signifikante Veränderungen in der 9-Monats-Katamnese erhoben durch die Kliniker und Eltern Anzahl der Variablen mit signifikanter Veränderung: Insgesamt: 14 Aus natürlichem Umfeld: 10</p>
<p>Legende: ACT=Attentional Capacity Test; ADDES=Attentional Deficit Disorder Evaluation (Version für zuhause und für die Schule); ADHS=Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung; APRS=Academic Performance Rating Scale; ATS=Attentional Training System; BRIEF=Behavior Rating Inventory of Executive Function; CAI= Computer Assisted Instruction; CAT= Computerized Attention Training; CBCL=Child Behavior Checklist; CCPT=Children’s Continuous Performance Task; CGI=Clinical Global Impressions; CPAT= Computerized Progressive Attentional Training; CPRS=Connors Parent Rating Scale; CTRS=Connors Teacher Ratings Scala; CTRS-R:L= Connors Teacher Ratings Scala-Revised-Long Version; DIBELS=Dynamic Indicators of Basic Early Literacy Skills; D-KEFS=Delis-Kaplan Executive Functioning System; DSM IV= Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Diagnostisches und Statistisches Handbuch Psychischer Störungen); EMG= Elektromyographie; EEG=Elektroenzephalographie; KBIT2= Kaufman Brief Intelligence Test – sec. Edition; MFFT= Matching Familiar Figures Test; RPM=Raven Progressive Matrices; SART=Sustained Attention to Response Task; SNAP=Swanson, Nolan and Pelham DSM-IV rating scale für Behandler, Lehrer und Eltern; TAP=Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; VOT=Visual Organization Test; WAIS-RNI= Wechsler Adult Intelligence Scale Revised as a Neuropsychological Instrument; WISC III= Wechsler Intelligence Scale for Children 3rd Edition; WISC-IV= Wechsler Intelligence Scale for Children 4th Edition; WJ-III=Woodcock-Johnson Tests of Achievement; WRG=Wiener Reaktionsgerät</p>			

3. Kapitel: Evaluationsstudie

Evaluation eines computergestützten neuropsychologischen Trainings bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS)

Amonn F, Frölich J, Breuer D, Banaschewski T, Döpfner M (2013). Evaluation of a computer-based neuropsychologic training in children with Attention-Deficit-Hyperactivity Disorder (ADHD). *NeuroRehabilitation*. 32 (2013): 555-562

Abstract:

Background: We report the effects of a computer-based neuropsychological training in children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). We hypothesized that a specific training focusing on attentional dysfunction would result in an improvement of inattention, observable in test performance, behavior and performance during experimental school lessons and in parent and teacher ratings of the related core symptom. **Method:** We chose a within-subject-control-design with a 4 week baseline period and subsequent 12 to 15 weekly training-sessions. 30 children (6 to 13 years old) with a diagnosis of ADHD (ICD 10: F 90.0) and no other comorbidities participated in the study **Results:** The training revealed significant improvement in training parameters of the neuropsychological training and in the symptoms of inattention and department as rated during experimental school lessons. However, generalization of training effects as measured by parent and teacher ratings was not detected. **Conclusions:** We conclude that neuropsychological training could be helpful as one adjunct module in the complex treatment of ADHD but to prove clinical value, similar training programs must focus more strongly on individually existing neuropsychological deficits. Training programs should be more intensive and should eventually be combined with home based training access.

Keywords: ADHD – neuropsychological training – neuropsychological deficits – attention control

Introduction

In the current version of the therapeutic guidelines of ADHD, a multimodal treatment approach that principally combines psychoeducational measures with (cognitive) behavior therapy and psychopharmacological management is favored (Taylor et al., 2004). However, the results of behavioral approaches, especially focusing on cognitive behavior treatment - e.g. the application of self-management and self-instruction techniques - were not entirely convincing so far, especially due to a lack of generalization of treatment effects (Abikoff et al., 1991).

These limitations of the present interventions emphasize the need of alternative treatment approaches to address more effectively the core symptoms of ADHD. Modern neuropsychological models of ADHD, though still lacking disease specificity, postulate dysfunctional executive functions as a major explanatory model (Markomichali et al., 2009) with deficits in response inhibition, self-regulation, cognitive flexibility, interference control and in working memory (Drechsler, 2010).

More recently, the development of new treatment approaches in ADHD concentrate on neuropsychologically based treatment approaches or on neurophysiologically based techniques, as for example neurofeedback. So far, some controlled studies suggest that children with ADHD could profit from neuropsychological training (e.g. Semrud-Clikeman et al, 1999; Kerns, Eso & Thomson, 1999, Shalev, Tsal & Mevorach, 2007; O'Donnel, Bellgrove, Dockree & Robertson, 1997; Rabiner et al., 2007; Tamm et al., 2010). Combined treatment approaches that integrated aspects of behavior therapy with neuropsychological training in children with ADHD showed some benefit in specific attentional functions (Jacobs et al., 2005). Studies with Computer-Assisted Instructions (CAI) have been reported to reduce off-task behavior (Din, 1996), and positive effects of CAI on students with ADHD have also been demonstrated (Ota & DuPaul, 2002; Mautone et al., 2005; Clarfield & Stoner, 2005).

Nevertheless, at present, many questions arise from diverse and sometimes contradictory study results. One of the major issues consists of the question what levels of measurement (neuropsychological tests or symptom ratings by parents or teachers) will be appropriate to prove the effectiveness of neuropsychological training. Moreover

it remains debatable which specific behavior is trained with the trained construct. Actually, a final answer upon the effectiveness of neuropsychological training in ADHD cannot be given, due to diverse assessment methods in the present studies. As the majority of the studies focus in changes of neuropsychological functioning, only few incorporated transfer effects (Markomichali et al., 2009).

In order to consider these limitations, we especially tried to prove treatment effects on different levels of generalization. For this purpose, we performed a computerized neuropsychological training approach in ADHD children with the following hypotheses:

We hypothesized that stimulant medicated and medication naïve children still presenting considerable symptoms of ADHD would demonstrate specific and significant improvement in attention deficits, defined as our primary outcome variable.

- As our primary outcome hypothesis we expected a significant improvement of symptoms of attention deficits as measured by weekly parent and teacher ratings based on a validated symptom check list for ADHD core symptoms and as measured by standardized expert ratings during experimental school lessons.
- Moreover we expected that the training would affect our secondary outcome parameters
 - with a decrease in impulsivity as measured by weekly parent and teacher ratings based on a symptom check list for ADHD core symptoms and by standardized expert ratings during experimental school lessons
 - with an increase in academic productivity as assessed with the performance in diverse math exercises during the experimental school lessons, and
 - with improved neuropsychological functions, especially attention, impulsivity and working memory as assessed by a variety of neuropsychological tests.

Method

Sampling

The children were recruited from an outpatient clinical service of Child and Adolescent Psychiatry. Inclusion criteria were (1) a Diagnosis of Hyperkinetic Disorder according to ICD-10 (F90.0) in a German semi-structured Clinical Interview (Unnewehr et al., 1998), (2) age 7 to 13 years and (3) an IQ >85 on the Kaufman Assessment Battery for children (K-ABC; Melchers & Preuss, 2006). We excluded children with any other disorder that could affect neuropsychological functioning: Children at risk for dyscalculia or dyslexia, operationalized as having achieved low grades in math or German in the last school certificate, preexisting structural brain damage and seizures based on clinical interview. In order to generate a homogeneous study sample with the aim to measure specific treatment effects further exclusion criteria were the presence of conduct disorder, significant symptoms of major depression or anxiety disorder as assessed in a German semi-structured Clinical Interview (Unnewehr et al., 1998). Informed parental consent as well as the consent of the child was obtained from all participants and the study was approved by the Medical Ethical Committee of the University Clinic of Cologne, Germany.

Study design

As experimental control, we used a within subject control group design with a 4 week waiting period followed by a 12 to 15 week training period. Main assessment points were pre-waiting period assessment (t1), pre-treatment assessment at the end of the 4 week waiting period (t2), and post-treatment assessment after the training was accomplished (t3).

Assessment procedure

The training modules and the ongoing improvement during the training with RehaCom® were assessed automatically during each session of the training containing two 20 minutes exercise units. Each module was trained three times in the course of the 12 sessions of the intervention.

At the end of each 20 minute exercise unit per module, the difficulty level that the patient achieved was assessed. These levels range from 1 to 14 for divided attention, from 1 to 24 for concentration, from 1 to 15 for vigilance, from 1 to 10 for verbal

memory, from 1 to 20 for topologic memory, from 1 to 16 for reaction behavior, from 1 to 30 for memory of words and from 1 to 18 for planning capacity.

Neuropsychological assessment was conducted at t1, t2 and t3 by application of subtests of the neuropsychological German computer based *TAP* (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung [test battery for attention assessment]; Zimmermann & Fimm, 2002) for the following variables: divided attention, alertness, go-nogo, reaction shift, incompatibility and working memory (Zimmermann & Fimm, 2002). The internal consistency of the different subtests varies between 0.6 and 0.9. Furthermore, we used paper-pencil tests of verbal memory and learning capacity, *VLMT* (Verbaler Lern- und Merkfähigkeits Test [verbal learning and memory retention test]; Helmstaedter, Lend & Lux, 2001) with an internal consistency between 0.78 and 0.94 and a construct validity of 0.59 and the *Benton Test* to assess the visual learning capacity (Sivan & Spreen, 1996) with an internal consistency of 0.85 and a construct validity of 0.46-0.62.

All children underwent experimental school lessons in group format with 3 to 5 children at t1, t2, t3. The duration of each school lesson was 45 minutes with math tasks, group discussion and different types of visual tasks (e.g. labyrinths). The behavior and task performance of the children during the school lessons was observed by 2 clinical psychologists and one child psychiatrist, who rated immediately after the end of each lesson the occurrence and extent of ADHD symptoms by using the Swanson, Kotkin, Agler, M-Flynn, and Pelham Scale (*SKAMP*; Swanson, 1992). The *SKAMP* specifically assesses ADHD – related core symptoms and behavior problems in order to evaluate treatment success and especially pharmacological effects in school settings. The *SKAMP* is a 10-item scale. Teachers rate the severity of 10 items (6 for attention, such as “difficulty getting started on classroom assignments”; and 4 for department, such as “difficulty remaining quiet according to classroom rules”) on a 4-point scale: 0 = **not at all**, 1 = **just a little**, 2 = **pretty much**, to 3 = **very much**. Spearman correlations for the department ratings ranged from 0.67 (“problems in interaction with staff”) to 0.70 (“difficulty staying seated according to classroom rules”) and for the attention ratings, from 0.71 (“problems in accuracy or neatness of written work in the classroom”) to 0.88 (“difficulty staying on task for a classroom period”). Internal consistency estimates were high, with reliabilities of 0.98 for overall *SKAMP* scores, 0.96 for department, and 0.95 for attention (Murray, Bussing & Fernandez,

2009; Breuer, Rettig & Döpfner, 2009).

For the assessment of academic productivity during these lessons, the number of edited math tasks and the number of tasks correctly solved were obtained.

ADHD symptoms were assessed during waiting and treatment period on a weekly basis by parent and teacher ratings using the German ADHD Symptom Checklist (*FBB-ADHS*) which assesses the diagnostic criteria for ADHD according to DSM-IV-TR and ICD 10 for hyperkinetic disorders. It consists of 20 items each with a four point rating scale (ranging from 0=not at all to 3=very much) that has been proven to be internally consistent (Döpfner et al., 2008). The questionnaire assesses inattention (9 items), hyperactivity (7 items) and impulsivity (4 items) on separate scales. These scales have been proven to be internally consistent with alpha scores between 0.78 and 0.93. A construct validity of 0.69 has been demonstrated for the check list (Döpfner et al., 2008; Breuer et al., 2009).

Study sample

30 children (5 girls) aged between 7 and 13 years (mean 10.4 years, SD = 2.0; range: 7.1-13.0) participated in the study. During the training one dropout occurred. All other patients completed all of the provided training sessions. In each of these patients an entire data set could be imposed. 22 (73%) children were treated with stimulants before the intervention started (mean daily dosage, 28 mg methylphenidate) whereas 8 children (27 %) were medication-naïve. During the intervention, the medication status remained completely stable, i.e. neither dosage nor change of substance nor new adjustment with any stimulant was performed. Other preexisting psychosocial treatments also stayed unchanged during the intervention. *Table 1* shows mean values of our study sample for the *FBB-ADHS* (teacher and parent ratings) and the cut-off scores for this measure given by Döpfner, Görtz-Dorten & Lehmkuhl (2006).

Training Protocol

The training consisted of 12 consecutive weekly performed single sessions of 55 to 60 minutes each with the child and was conducted by an approved clinical psychologist. Each session started with a short introduction, with the aim to ask the child about advances and applications of the training content in the preceding week. In each session, 2 modules of the training program RehaCom® were carried out, each of 20

minutes duration, and repeated twice during the following training sessions. After the first trained module, the children had a recreational break of 10 minutes. The training had been originally developed for and applied in the rehabilitation of neurological disorders, e.g. multiple sclerosis, cerebrovascular stroke and traumatic brain injury (Friedl-Francesconi & Binder, 1998).

The training consisted of 8 different modules, each practicing specific neuropsychological functions. According to different levels of difficulty, the training system was adapted to the individual capacity of the patient and during the intervention, these levels were increased stepwise depending on the treatment success. The following functions were trained: divided attention (the patient takes the position of an engine driver, who has to react to different visual signals and simultaneously must adapt the speed of the train), concentration (pattern matching of visual matrices), vigilance (filtering out target objects on an assembly line), verbal memory (details of presented short stories must be memorized), topologic memory (memorizing the topologic position of pictures presented on the screen), reaction behavior (accurate pressing of a button when a target signal occurs on the screen), memory of words (visually presented words have to be recognized shortly after the presentation out of a pool/variety of words) and planning capacity (conceptualized purchasing according to a plan in a supermarket, i.e. the child had to remember objects to be bought and furthermore, to organize the purchase).

Statistics

For the assessment of changes in the training parameters, we used multilevel analyses with two levels representing individual factors and time factors and calculated slopes based on three repeated measures (achieved difficulty level) for each of the 7 training modules. Repeated assessments over time at level 1 (repeated measures) were tested within participants at level 2. By comparing the treatment slope as a fixed effect with the baseline slope, we were able to analyze possible differences between these slopes as a measure of treatment effects. Additionally, in a second step, the baseline assessment at the end of the baseline phase at time t2 was introduced as a covariate to control for primary differences between treatment and control group at this assessment point.

For the assessment of treatment effects on the ADHD/ODD Checklist parameters, we carried out multilevel-analyses with two levels. Repeated assessments over time at level

1 (repeated measures) are nested within assessed students at level 2. By comparing the treatment slope as a fixed effect with the baseline slope, we were able to analyze possible differences between these slopes as a measure of treatment effects. Additionally, in a second step, the baseline assessment at the end of the baseline phase at time 4 (t4) was introduced as a covariate to control for primary differences between treatment and control group at this assessment point.

We expected stronger changes in outcome parameters during intervention (t2 to t3) compared to reductions during the waiting period (t1 to t2). Based on the course of outcome parameters during the baseline period, the course during intervention was predicted with multilevel analysis (assuming the same slopes = h_0). We tested whether the empirical slope (change during intervention) differed significantly from the predicted slope.

Results

The results of the multilevel analyses with repeated measures performed for the training parameters of the 7 modules show significant improvement without exception (incremental slope for the total score 18.81; $t= 25.94$, $p=0.00$). For all 7 training parameters (i.e. trained functions of divided attention, concentration, verbal memory, topologic memory, reaction behavior, memory of words and planning capacity trained with a shopping task) this change is also significant after correcting for multiple testing (Bonferroni Correction). Table 2 shows the results of multilevel analyses for the different training variables.

Table 3 shows the *inattention subscales* of the parent and teacher rated *FBB-ADHS*, and the subscale *inattention* from expert ratings of the *SKAMP*. During treatment, a significant reduction of teacher rated inattention (incremental slope 0.07, $t=3.34$, $p=0.01$) could be detected by adding up the slopes of baseline and the incremental slope during treatment. However, comparison of treatment with baseline (slope -0.07 , $t=-4.07$, $p=0.000$) could not detect an additional significant reduction of teacher rated inattention during treatment.). Moreover expert rated inattention significantly decreased during treatment phase (incremental slope -0.765 , $t = -1.53$, $p= 0.028$) (see figure 1). In

contrast for parent rated inattention no significant changes could be detected during baseline and treatment.

For none of the secondary outcome parameters listed in *table 2* could an additional effect during treatment be found. The only statistically significant effects of the treatment were detected for the *SKAMP* total score (incremental slope – 0.4402, $t = -2.20$, $p = 0.032$) and deportment (incremental slope –0.049, $t = 2.22$, $p = 0.02$) subscales (see *figure 1*).

For the neuropsychological outcome parameters of the *TAP* (working memory, go – no go, incompatibility, divided attention, flexibility and alertness) and for further four outcome parameters of the paper-pencil tests (*VLMT and Benton Test*), we found no statistically significant effects in the expected directions at a significance level of $p < 0.01$.

Discussion

Publications of neuropsychological training approaches in ADHD revealed ambiguous treatment effects in ADHD (Markomichali et al., 2009). Some of the studies present serious methodological deficits, e.g. lack of baseline, no constant treatment conditions, effect measurement without teacher and parent ratings and a sole focus on the assessment of neuropsychological improvement.

In contrast to previous studies our study design of a computerized neuropsychological training relies on a homogeneous study sample in children with ADHD without comorbidities under constant treatment conditions and extensive as well as systematic effect measurements on different symptom levels. In this way we were able to identify exactly the extent of the generalization of potential treatment effects.

Assuming that ADHD is characterized by a cluster of specific neuropsychological dysfunctions, we had hypothesized that a specific training to ameliorate the underlying deficits would result in a significant improvement of related training and test performance and observational parameters, especially inattention, due to the principal focus of the RehaCom® training on this capacity. We had expected that a progress in

the training tasks would generalize on attention functions as observed in an improvement in neuropsychological tests, in a decrease of attentional deficits as observed during experimental school lessons and also at home and at school as rated by parents and teachers. Secondly, we expected assessed potential generalization effects on not trained neuropsychological parameters and on a reduction of the other two ADHD core symptoms (impulsivity and hyperactivity).

The study results show both a significant improvement in the directly trained attention parameters of the RehaCom-Training® and an improvement of the variables inattention and department by expert ratings. However, in contrast to our expectations, no further hierarchical generalization as assessed by parent and teacher ratings could be observed. Moreover, none of the other secondary outcome parameters improved during the training.

Previously published studies demonstrate some treatment effects but these effects were concentrated on neuropsychological improvement, susceptible to exercise effects. Moreover, no or only partial generalization (Kerns, Es & Thomson, 1999; Tamm et al., 2010) could be identified or was related to single symptoms. In the study of Rabiner et al. (2009), roughly 50 % of the participants showed reductions of attention problems of at least 0.5 standard deviations compared to only 16 % of controls. Nevertheless, only 25 % of participants achieved normal ratings of attention difficulties, and the study analysis also demonstrated that the benefits might be probably greater among children with a higher degree of attention deficits.

The analysis of the treatment results in our study sample reveals the following aspects:

First our study sample consisted of patients whose majority already showed significant symptom improvement following medical treatment or presented an extent of symptoms being not severe enough to consider psychostimulant treatment prior to the beginning of the training. In consequence, it is possible that the extent of ADHD symptoms in the children of the study sample was too small to achieve significant training effects. Compared with the cut-off values for attention problems as measured in the parent and teacher symptom check lists (Döpfner, Görtz-Dorten & Lehmkuhl, 2006) our study participants were in the borderline (90-96th percentile) or elevated

range (76-90th percentile) before the training started.

Second possibly in accordance with conditions of moderate symptoms, expert ratings such as the *SKAMP* may possibly be more sensitive to detect even minor behavior changes as we observed in our study - in contrast to parent and teacher ratings. Focused behavior observation in defined academic situations may be closer to the training conditions and in this way, probably more appropriate as a sufficient symptom measure (Murray, Bussing & Fernandez, 2009).

Third other considerations are concerned with the intensity and content of the training. It is questionable if 12 training sessions were sufficient to yield significant treatment success. Moreover, during each training session, multiple modules were practiced. Consequently, it can be assumed that more intensive training sessions may be required to achieve significant and generalized treatment effects. Some other comparable training approaches with significant treatment results were carried out more intensively, in general two times a week and over a longer time period (e.g. Semrud-Clikeman et al., 1999; Rabiner et al., 2009; Tamm et al., 2010; Shalev, Tsal & Mevorach, 2007).

Fourth a combination with other elements of behavior therapy or integrated in this treatment approach could be advisable, at least providing frequent and immediate feedback as well as reinforcement to the child is crucial to computer-assisted training methods. Rabiner et al. (2009) implemented a differentiated reward system in their computer-based intervention to promote students' efforts regarding the computer tasks and to facilitate generalization of training effects to the classroom.

Fifth in the further development of computer assisted neuropsychological training methods, a combination with outpatient home-training may be advisable, which has been already implemented in neurological rehabilitation. The advantage of this approach is the realization of more frequent but time-restricted training sessions (Kohler, Schmitz-Rode & Disselhorst-Klug, 2010; Johnson, Trickey, Bauer & Feng, 2004; Durfee, Carey, Nuckley & Deng, 2009). Possibly greater benefits could be achieved if the training would be delivered 20 minutes each day over the course of the school year (Weiz & Gray 2008).

Sixth we did not differentiate the individual neuropsychological profile of each patient in order to train his specifically existing deficit. So far, no specific neuropsychological profile with universal validity could be identified in ADHD. There are heterogeneous findings probably suggesting several subtypes of ADHD, each with a distinct profile (Sonuga-Barke et al., 2002, 2003; Bidwell, Willcutt, DeFries & Pennington, 2009). For treatment purposes, it can be hypothesized that as a prerequisite of future training procedures, specific neuropsychological profiles should be identified, thus contributing to a more effective approach to treatment. We agree completely with the conclusions of Markomichali et al.(2009) who demand more process specificity for neuropsychological training programs, as most of the trainings are very comprehensive in that they include a multitude of tasks to target various cognitive functions. This results in non-specific functional improvement and once more raises the question of generalizability of training effects.

Seventh, from a scientific viewpoint, future treatment studies must carefully define inclusion and exclusion criteria including neuropsychological profile, ADHD subtype and symptom extent, intelligence, comorbidities like reading disorder/ dyslexia or dyscalculia and medication status.

Limitations:

Several limitations of our study results can be mentioned: First and most importantly the lack of a control group is a serious limitation for the interpretation of the results especially because neuropsychological tests are susceptible for exercise effects. Second the study sample consisted of ADHD children without any comorbidities what doesn't reflect the fact that they do exist in 60 to 80 %. This point of view is important to cite because the indication of neuropsychological trainings in the treatment of ADHD remains a matter of debate. Third almost only boys took part in the intervention and therefore no statement for potential training effects in girls can be made. Finally once more we have to stress that this complex intervention with highly restricted exercises may have been too short to reveal significant treatment effects that would generalize in the natural environment.

Declaration: The authors insure that there existed no financial or any other conflicts in the execution of the project and in the preparation of the publication.

Table 1: Mean values for attention problems in the study sample compared with the cut-off value

(FBB-ADHS/parent ratings)

	Boys (cut-off)	Girls (cut-off)	Study sample (boys)	Study sample (girls)
Percentile > 96 (conspicuous)				
7-10 yrs	> 2.2	> 2.2	-	-
11-13 yrs	> 2.4	> 2.2	-	-
Percentile 90-96 (border limit)				
7-10 yrs	> 1.8	> 1.4	1.46	1.6
11-13 yrs	> 2.2	> 1.4	1.46	1.6
Percentile 78-89 (elevated)				
7-10 yrs	>1.2	> 0.7	1.46	1.6
11-13 yrs	>1.5	> 0.7	1.46	1.6

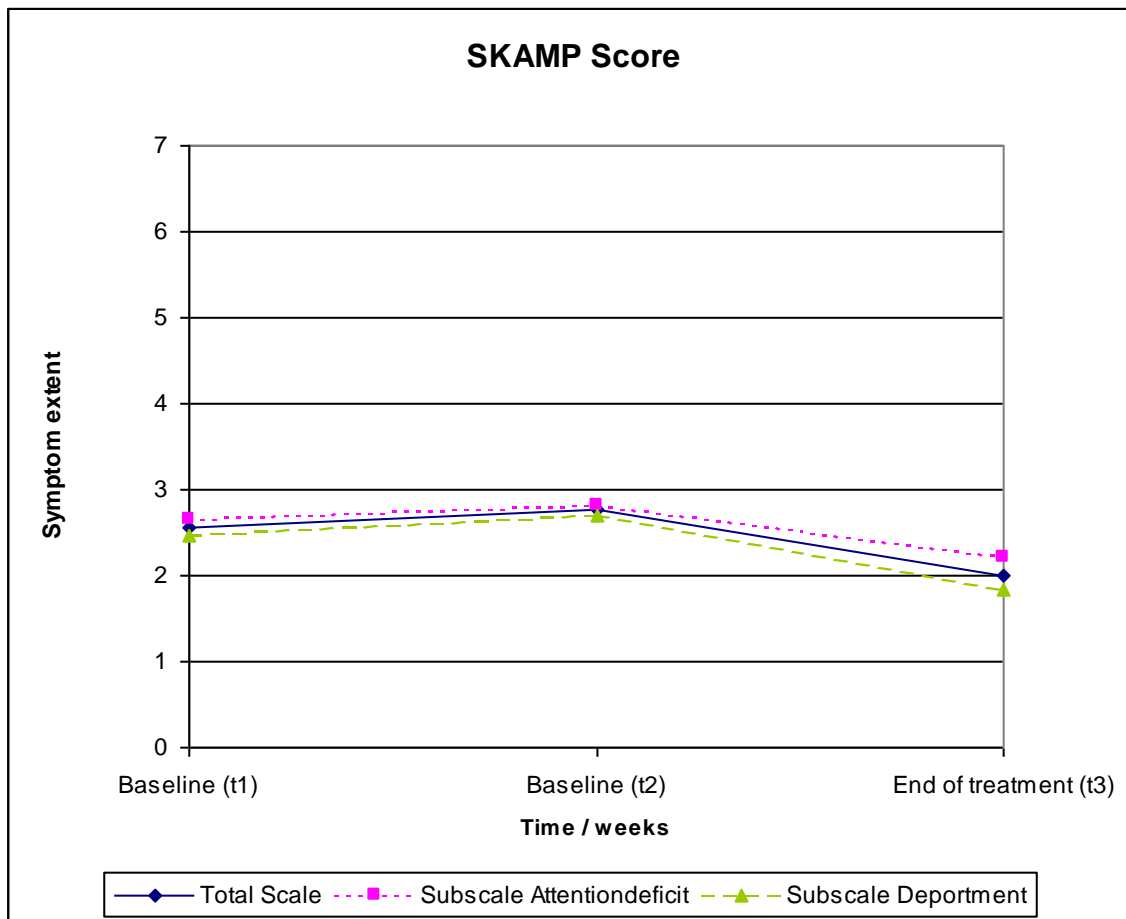
Table 2: Results of Multilevel Analyses in the neuropsychological training parameters

Trained variable	Incremental slope	t-value	Significance p
divided attention	2.06	5.74	0.000
concentration	3.68	30.20	0.000
verbal memory	0.99	8.16	0.000
vigilance	2.64	16.84	0.000
topologic memory	1.25	10.35	0.000
reaction behavior	4.30	12.98	0.000
memory of words	2.76	14.07	0.000
planning capacity	1.48	6.40	0.000

Table 3: Results of MLM analyses

Questionnaire	Scale	Slope	p	Incremental slope	p
Primary outcome parameters					
Parent-ratings (FBB-ADHS)	inattention	-0.0034	0.790	-0.0067	0.655
Teacher-ratings (FBB-ADHS)	inattention	-0.0717	0.000	0.0705	0.001
SKAMP	inattention	0.1572	0.421	-0.765	0.028
Secondary outcome parameters					
Parent-ratings (FBB-ADHS)	hyperactivity	-0.0067	0.619	0.0008	0.962
	impulsivity	-0.0186	0.197	0.0096	0.576
Teacher-ratings (FBB-ADHS)	hyperactivity	-0.0232	0.215	0.0237	0.290
	impulsivity	0.0112	0.568	-0.0169	0.470
SKAMP	Total	0.1923	0.251	-0.4402	0.032
	Department	0.2141	0.246	-1.044	0.002
Math tasks	Number of correct results	2.4501	0.285	-1.7761	0.523

Figure 1: Results for the SKAMP Score



4. Kapitel: Diskussion

Die der empirischen Arbeit vorangehende Literaturübersicht (Amonn et al., 2013 a) beinhaltet die Darstellung der zur Verfügung stehenden wissenschaftlich evaluierten neuropsychologischen Trainingsverfahren bei Aufmerksamkeitsdefizit-Störungen im Kindes- und Jugendalter. In der hieraus hervorgehenden empirischen Studie sollte erstmalig untersucht werden, inwieweit das im deutschsprachigen Raum verbreitete neuropsychologische Trainingsverfahren Rehacom® bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS wirksam ist (Amonn et al., 2013 b).

Will man die Ergebnisse der Übersichtsarbeit zusammenfassen, so besteht in der Beurteilung der verschiedenen Studien eine der größten Schwierigkeiten darin, dass die Studien sehr heterogen sind. So werden nicht nur verschiedene Trainingsverfahren untersucht, sondern auch ganz verschiedene Variablen zur Messung des Trainingserfolgs zur Untersuchung herangezogen, so dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse extrem schwer fällt, und deshalb Schlussfolgerungen nur mit größter Vorsicht und mit vielen Einschränkungen gezogen werden können. Hinzu kommt, dass sehr unterschiedliche Rekrutierungs-, Diagnose- und Alterskriterien angewendet wurden, welche die Vergleichbarkeit noch weiter einschränkten. Insgesamt kann aufgrund der referierten Studienergebnisse festgestellt werden, dass sich zwar vermuten lässt, dass durch neuropsychologische Trainingsverfahren einzelne kognitive Funktionen verbessert werden können, eine Generalisierung der Verbesserung auf komplexere, mit Einzelfunktionen korrelierenden Verhaltensweisen bislang jedoch nicht ausreichend nachgewiesen werden konnte.

Vor dem Hintergrund dieser Studienlage wurde im Anschluss die vorliegende Studie geplant. Ziel war es, ein in Deutschland bereits für andere Störungsbilder verbreitetes Trainingsverfahren, für Kinder und Jugendliche mit der Diagnose einer ADHS zu evaluieren. Es handelt sich bei der Studie um eine von wenigen, welche ein deutschsprachiges kognitives Trainingsverfahren für diese Störungsgruppe untersucht. Als computergestütztes Trainingsverfahren bei ADHS-Patienten handelt es sich sogar um die erste veröffentlichte Studie im deutschsprachigen Raum. Ziel der Studie war es, wie bereits weiter oben erwähnt, das im deutschsprachigen Raum verbreitete

neuropsychologische Trainingsverfahren Rehacom® auf seine Wirksamkeit in der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS zu untersuchen (Amonn et al., 2013 b). Dabei sollte insbesondere die Wirksamkeit des Trainings auf verschiedene Generalisierungsebenen der von ADHS betroffenen Kinder und Jugendlichen berücksichtigt werden. Es sollte untersucht werden, inwieweit sich das Training auf eine Verbesserung der direkten Trainingsvariablen und auf die trainierten neuropsychologischen Funktionen auswirkt, welche durch neuropsychologische Tests erhoben wurden. Weiterhin, ob sich Verbesserungen auf der Symptomebene ergeben und schließlich, ob positive Auswirkungen auf das Alltagsgeschehen beobachtet werden können.

Setzt man die vorliegende Studie in Bezug zu den anderen Studien in diesem Bereich, ergibt sich folgendes Bild:

Hinsichtlich des Studiendesigns handelte es sich in der vorliegenden Arbeit um eine Eigenkontrollgruppe, die statistischen Berechnungen erfolgten über eine Multilevelanalyse. Bei den in den Übersichtsartikel aufgenommenen Studien handelte es sich bei fünf von 12 Studien um ein Prä-Post-Design, bei dreien um ein Eigenkontrollgruppendesign, bei vier Studien um ein Kontrollgruppendesign bzw. eine Doppelblindstudie und bei einer Studie um eine plazebokontrollierte Doppelblindstudie.

Die Stichprobengröße ist bei der hier vorliegenden Studie mit einer Probandenzahl von 30 zu Beginn der Studie vergleichsweise umfangreich. So hatte im Vergleich nur eine andere Studie eine größere Anzahl an Versuchspersonen –bezogen auf die Interventionsgruppe. Jacobs et al. (2005) untersuchten 72 Probanden, wobei es sich hier jedoch um ein Prä-Post-Design handelte.

Die Trainingszeit bzw. Trainingsfrequenz betrug 12 Stunden über einen Zeitraum von 12 bis zu 15 Wochen und liegt damit verglichen mit der Trainingsfrequenz und Gesamtumfang der anderen Studien (vgl. Rabiner et al., 2010; Klingberg et al., 2005; Jacobs et al., 2008) etwa im Durchschnitt. Allerdings zeigen sich über alle Studien hinweg auch hierin große Schwankungen. Interessant scheint, dass Klingberg et al., welche eine kürzere jeweilige Trainingszeit pro Termin veranschlagten, dafür jedoch

täglich über einen bestimmte Zeitraum trainierten, im Vergleich zu unserer Studie, aber auch zu den anderen Studien, vergleichsweise gute Ergebnisse in den verschiedenen Outcomevariablen erzielten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen in allen direkt trainierten Variablen signifikante Verbesserungen, übereinstimmend mit den Ergebnissen anderer Studien, welche die direkt trainierten neuropsychologischen Funktionen als primäre Outcomevariablen aufgenommen hatten, und hier ebenfalls Verbesserungen konstatiert hatten. Dies betrifft drei von insgesamt zwölf Studien. Hierzu zählen die Studien von Karatekin (2006), Klingberg et al. (2002) und O'Connell et al. (2006). Bei allen weiteren referierten Studien wurden die direkt trainierten Variablen nicht erhoben.

Eine weitere signifikante Verbesserung wurde im Expertenrating während der experimentellen Schulstunden festgestellt, nämlich in der Gesamtproblemeinschätzung, des Verhaltens während der Schulstunde sowie der Aufmerksamkeit. Verbesserungen in den weiteren Bereichen konnten in unserer Studie nicht festgestellt werden. In den für die Übersichtsarbeit berücksichtigten Studien kam ein Expertenrating in einer experimentellen Schulstunde nicht zum Einsatz.

In der vorliegenden Studie ergaben sich keine Verbesserungen in den getesteten neuropsychologischen Bereichen. Im Vergleich zu den anderen Studien, wurden bei acht und damit bei einem Großteil der anderen Studien, ebenfalls neuropsychologische Testverfahren zur Outcomemessung eingesetzt. Hierbei ergaben sich bei sieben der acht Studien zumindest in einzelnen neuropsychologischen Parametern Verbesserungen nach dem Training (Jacobs et al., 2005, Klingberg et al. 2002, Klingberg et al., 2005, Rapport et al., 1996, Semrud-Clikeman et al., 1999, Ramm et al., 2010).

Eine Generalisierung der Trainingseffekte auf der Ebene der Kernsymptomatik, welche neben der bereits oben angeführten experimentellen Schulstunde außerdem in regelmäßigen Fragebogeneinschätzungen seitens der Eltern und Lehrer und damit aus dem natürlichem Umfeld erfolgte, gelang gleichwohl in der vorliegenden Studie nicht. Setzt man unsere Ergebnisse in Bezug zu den Ergebnissen der anderen Studien in diesem Bereich, so lässt sich zunächst feststellen, dass bei den zwölf anderen referierten

Studien lediglich in drei der Studien ebenfalls ein Eltern- und gleichzeitig ein Lehrerfragebogen zur Outcomemessung eingesetzt wurden (Klingberg et al., 2005, Kotwal, Burns & Montgomery, 1996, Tamm et al., 2010). Bei den anderen Studien wurden keine oder aber nur Eltern- oder nur Lehrerfragebögen eingesetzt. Bei den meisten Studien zeigt sich eine signifikante Verbesserung der Symptomatik bei den Elternbeurteilungen, nicht aber in der Lehrerbeurteilung. Lediglich in der Studie von Kerns et al. (1999) zeigte sich im Lehrerurteil eine signifikante Verbesserung der Symptomatik, keine signifikante Verbesserung dagegen im Elternurteil derselben Studie. Die Studie von Shalev et al. (2007), Klingberg et al. (2005) und Kotwal et al. (1996) zeigten signifikante Verbesserungen in den Elternratings. Auch bei Jacobs et al. (2005) zeigte sich eine Verbesserung der Elterneinschätzung in Richtung unauffälligeres Verhalten, wobei hier keine Signifikanzen angegeben worden waren.

Ebenfalls ergaben sich keine Verbesserungen im Mathematiktest in der Leistung hinsichtlich der Gesamtmenge der zu bearbeiteten Aufgaben oder in der Fehleranzahl der zu bearbeitenden Aufgaben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass im Vergleich zu den bisherigen Studien in der vorliegenden Übersichtsarbeit wie auch in der vorliegenden Studie erstmals gezielt verschiedene Ebenen der Generalisierung berücksichtigt wurden, welche von der Erhebung der direkt trainierten Variablen bis zur Erhebung von Variablen aus der natürlichen Umgebung reichen. Die Ebene, welche ein hohes Maß an Generalisierung überprüft, wurde dabei in besonderem Maße berücksichtigt. So wurde, neben der wöchentlichen Beurteilung durch den Lehrer wie auch durch die Eltern, außerdem eine experimentelle Schulstunde durchgeführt, welche die Leistungsfähigkeit wie auch das Verhalten der Kinder durch Expertenratings und durch einen Mathematiktest erfasste. Anders als erhofft, wurde eine signifikante Verbesserung v.a. auf den direkt trainierten Ebenen gefunden. Damit scheint es, auch wenn es möglich ist, bestimmte kognitive Fertigkeiten zu trainieren, schwierig zu sein, diese dann auch entsprechend im Alltag anzuwenden. Hier bleibt allerdings offen, inwieweit ein Training mit stärkerem Fokus auf den Trainingstransfer auch eine bessere Generalisierbarkeit im Alltag bewirken könnte. Auch in den referierten Studien aus dem Übersichtsartikel wurden bisher keine Versuche zur Generalisierbarkeit unternommen.

Denkbar wäre so zum Beispiel eine zusätzliche Einübung der trainierten kognitiven Fertigkeiten auf typische Aufgaben aus der Schule oder auch auf andere Alltagsaufgaben. Wie vereinzelt in anderen kognitiven Trainings bereits praktiziert, beispielsweise dem Attentioner-Training von Jacobs et al. (2008), wäre es denkbar, dass bessere Ergebnisse erzielt würden, wenn die kognitiven Fertigkeiten unter anderem unter typischen Ablenkungssituationen (beispielsweise Musik aus dem Nebenzimmer, Zwischenreden und anderen Störquellen) eingeübt worden wären. Hier wäre auch denkbar, dass man individualisiert trainiert, d.h. es wird unter den für das entsprechende Kind spezifischen Störquellen trainiert.

Nachfolgend sollen die Implikationen und Einschränkungen der durch die vorliegende Arbeit dargelegten Ergebnisse diskutiert werden.

Eine mögliche Einschränkung in der Studie und Erklärung der Ergebnisse stellt die ausgewählte Altersgruppe dar. So wird von Rutledge et al. (2012) angeführt, dass dem Gesichtspunkt der Hirnreifung in der Vergangenheit bei der Fragestellung, ob kognitiv orientierte Therapieverfahren im Kindesalter bereits generalisierende Effekte nach sich ziehen können, möglicherweise zu wenig Bedeutung beigemessen wurde. Es gibt hinreichende Befunde dafür, dass verschiedene Hirnregionen während der Entwicklung unterschiedliche Reifungsgeschwindigkeiten aufweisen. Beispielsweise unterliegt das Corpus striatum, welches essenziell in motivationale Verstärkerprozesse als auch in die Impulskontrolle involviert ist, einem schnelleren Reifungsprozess als dies der Fall ist beim Präfrontalkortex, welcher für die kognitive Kontrolle und für exekutive Funktionen bedeutsam ist. Beispielsweise kommt es bezüglich des Arbeitsgedächtnisses erst im Alter von 23 Jahren zu einer vollständigen Reifung, bei Patienten mit einer ADHS sogar noch etwa 3 Jahre später. Auf der anderen Seite kann für das Corpus striatum ein kurvilinearere Reifungsprozess angenommen werden in Form eines umgekehrten U. So konnte nachgewiesen werden, dass die Ansprechbarkeit auf Belohnungen während des Kindesalters steil ansteigt, mit einer maximalen Sensitivität in der frühen Jugend im Alter zwischen 11 und 13 Jahren, nachfolgend dann wieder abfällt, während der späteren Jugend und dem frühen Erwachsenenalter. Darüber hinaus entsteht eine optimale funktionale Verbindung zwischen verschiedenen Hirnregionen, also vor allen Dingen bei der ADHS die frontostriale Schleifenverbindung erst in der

späteren Kindheit mit Verlauf bis an das Erwachsenenalter hinein. Vor dem Hintergrund dieser unterschiedlichen Reifungsverläufe muss die Anwendbarkeit kognitiver Trainings neu betrachtet werden. Es kann vermutet werden, dass die Effektivität kognitiver Trainings mit Involvierung des frontalen Kortex (Arbeitsgedächtnis, Handlungsplanung, Impulskontrolle, Aufmerksamkeitsfähigkeit) erst im Jugendlichen- und Erwachsenenalter wirksam sein kann, in Form einer klinisch wirksamen Generalisierung der Therapieeffekte. Umgekehrt scheinen Trainingsverfahren, welche neben kognitiven vor allem verstärkerorientierte Handlungselemente miteinbeziehen, im Kindesalter wirksamer zu sein. Die Autoren empfehlen zusammenfassend, unbedingt das Entwicklungsalter der Patienten zu berücksichtigen und dass diese aufgrund des cerebralen Reifungsprozesses, vor allen Dingen des Präfrontalkortex, deutlich effektiver sein dürften ab dem frühen Jugendlichenalter im Vergleich zum Kindesalter.

Des Weiteren ist anzumerken, dass in allen bisherigen Studien, wie auch in der unsrigen, kein spezieller Versuch unternommen wurde, während des Trainings einen Transfer zu den alltäglichen Aufgaben der Kinder, z.B. dem Vokabellernen zuhause oder dem Lernen von Listen oder Ähnlichem herzustellen. Es scheint jedoch möglich, dass gerade dieser Transfer fehlte. Denkbar wären in Zukunft auch Therapieansätze, welche Computerspiele dazu nutzen, exekutive Funktionen verstärkt auch außerhalb der Trainingssituation zu üben. Aktuelle Studien konnten zumindest bei unauffälligen Probanden hierdurch eine Verbesserung spezifischer exekutiver Funktionen, des Arbeitsgedächtnisses und der Verarbeitungsgeschwindigkeit bewirken (z.B. Nouchi et al. 2013).

Da in der letzten Zeit das Neurofeedback, als ein ebenfalls übendes, allerdings neurophysiologisch vermitteltes Verfahren, großes Interesse in der Behandlung der ADHS erlangte, scheint ein Vergleich hinsichtlich der Frage, worin sich die beiden Verfahren unterscheiden, relevant. Inhaltlich unterscheiden sich die beiden Therapieansätze, wie im Folgenden beschrieben.

Beim Neurofeedback sollen die Patienten lernen aktiv ihren Hirnleistungszustand zu beeinflussen, indem sie während des Trainings kontinuierlich online visuell eine Rückmeldung hierüber erhalten. Das Training beinhaltet zugleich ein erhebliches Maß

an (selbst-) verstärkenden Elementen bei erfolgreicher Arbeit. Bislang konnte noch nicht abschließend geklärt werden, inwieweit spezifische und unspezifische Effekte dieser Therapieform zu deren Erfolg beitragen, sei es durch gezielte Beeinflussung der mit neurophysiologischen Parametern korrelierenden Kernsymptome der ADHS, sei es durch das hoch verhaltenstherapeutisch konstituierte Trainingssetting, sei es durch das hohe Ausmaß an implementierter operanter Verstärkung während des Training (z.B. Ogrim & Hestad, 2013). Kognitive Trainings üben dagegen gezielt spezifische neuropsychologische Funktionen. Auch hier spielen Verstärkerprozesse eine wichtige Rolle für das erfolgreiche Bewältigen von Aufgabenstellungen mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad.

Es gibt bislang nur sehr wenige Studien, welche beide Interventionsformen miteinander verglichen. Gevensleben et al. (2009) fanden eine Überlegenheit des Neurofeedback gegenüber einem neuropsychologischen Training, bezogen auf eine Eltern gestützte Einschätzung der ADHS Kernsymptomatik. Unterstützung finden diese Ergebnisse durch eine jüngst veröffentlichte, randomisierte Vergleichsstudie inklusive Kontrollgruppe und Evaluation der benötigten Psychostimulanzien dosierung während der Intervention. Diese fand mit gesamt 40 Sitzungen, dreimal in der Woche über 5 Monate statt. Neurofeedback erwies sich sowohl gegenüber der Kontrollbedingung als auch gegenüber dem kognitiven Training als signifikant wirksamer auf verschiedenen Fremdbeurteilungsskalen der ADHS Symptomatik im Eltern -, Lehrer- und Expertenurteil. Das kognitive Training war auch gegenüber der Kontrollbedingung nicht wirksamer, derart, dass die Psychostimulanzien dosierung anstieg, wohingegen diese bei den Patienten, welche das Neurofeedback durchliefen, stabil blieb (Steiner et al. 2013). Die Autoren vermuten, dass neuropsychologisch trainierte Funktionen nicht so schnell auf die Kernsymptomatik generalisieren. Im Unterschied hierzu führt ein erfolgreich durchlaufenes Neurofeedback dazu, die Patienten in die Lage zu versetzen, eine verbesserte Konzentration quasi bei der Aufgabenbearbeitung zu spüren, so dass die Wahrscheinlichkeit einer Anwendung im Alltag höher sei.

Andererseits ist anzuführen, dass beim Neurofeedback die meisten Studien, welche Verbesserungen nachweisen konnten, mindestens 30-40 Stunden zur Behandlung angesetzt hatten – gegenüber maximal 20 Sitzungen bei neuropsychologischen Trainings - und zudem vor allem zu Beginn eine Trainingsfrequenz von zweimal in der

Woche empfohlen wird (Arns et al., 2014).

Zusammenfassend können methodisch als auch inhaltlich folgende Anregungen für die Evaluation zukünftiger computergestützter Trainingsverfahren in der Behandlung der ADHS formuliert werden:

Vom methodischen Gesichtspunkt her müssen strenge Anforderungen an die Zusammenstellung der Untersuchungskollektive gestellt werden, zumindest nach den Subtypen des Störungsbildes, aber auch im Hinblick auf das Altersspektrum der Studiengruppen; Letzteres aufgrund der physiologisch divergierenden zerebralen Reifestadien, welche die neuropsychologische Befundung erheblich beeinflussen können (Swanson et al., 2011). Im Hinblick auf die verwendeten Messinstrumente müsste eine möglichst weitgehende Vereinheitlichung stattfinden, Und es besteht die unbedingte Notwendigkeit sowohl die Diagnostik als auch die Verlaufsmessungen während des Trainings nicht nur auf neuropsychologische Tests zu begrenzen. Einmal wegen der zu erwartenden Übungseffekte zum andern aber auch, um den Transfer von potentiellen Trainingseffekten auch an verhaltensbezogenen Variablen (insbesondere der Kernsymptomatik der ADHS) festmachen zu können, durch den Einsatz standardisierter Verhaltensratings von Eltern, Lehrern oder Experten.

Des Weiteren ist es notwendig, die differenzielle Effektivität neuropsychologischer Trainingsverfahren auf den Prüfstand zu stellen, zum einen im Vergleich zum Neurofeedback, zum anderen aber auch zur kognitiven Verhaltenstherapie.

Es ist zu erwarten, dass, analog den bereits vorliegenden Studienergebnissen, bei anderen neuropsychiatrischen Störungsbildern (Wykes et al. 2011; Karch et al., 2013) neuropsychologische Trainings zur Behandlung von Symptomen der ADHS nicht isoliert Anwendung finden werden sondern implementiert in einen komplexeren Ansatz weiterer medizinischer und psychosozialer Behandlungselemente stattfinden. In der Metaanalyse von Karch et al., (2013) über die Wirksamkeit kognitiver Trainings bei Kindern und Jugendlichen konnten nur geringe Effektstärken bei der Verbesserung vieler trainierter exekutiver Funktionen identifiziert werden, teilweise mittlere Effektstärken, z.B. beim Arbeitsgedächtnis. Entsprechend ist es notwendig in zukünftigen Studien deren zusätzlichen, spezifischen Behandlungseffekt zu überprüfen. Aus klinischer Sicht könnte die Bedeutsamkeit des Einsatzes neuropsychologischer

Interventionen darin bestehen, gezielt Symptome, die durch die medikamentöse sowie verhaltenstherapeutische Behandlung nicht erfolgreich vermindert werden konnten, etwa Defizite im Arbeitsgedächtnis, weiter zu verbessern.

Inhaltlich ist anzuregen gerade im Kinder - und Jugendlichenbereich die Attraktivität der Trainingsprogramme zu verstärken, indem die unterschiedlichen Trainingsmodule zumindest mit Anreiz fördernden Elementen von Computerspielen ausgestattet werden, z.B. durch die Erteilung von Verstärkern bei Erreichen höherer Level oder der Möglichkeit zum Trainieren in der Gruppe. Der Intensität des Trainings dürfte, wie oben angemerkt, eine große Bedeutsamkeit zukommen. Entsprechend sollten zukünftige Interventionen einerseits, v.a. zu Beginn eines Trainings, Intensivphasen mit 2-3 Stunden in der Woche vorsehen und zum anderen Möglichkeiten der Weiterführung von Trainingsmodulen zuhause vorsehen.

5. Kapitel: Zusammenfassung

Hintergrund: Studien zur Behandlung und zum Langzeitverlauf von Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS belegen weiterhin die Notwendigkeit, der Erforschung von wirksamen Behandlungsmethoden. In den letzten Jahren gewinnen dabei neuropsychologische Trainings zunehmend an Bedeutung. Die Studienlage hierzu ist jedoch nicht eindeutig. Bei der Erforschung, inwieweit neuropsychologische Trainingsprogramme wirksam sind bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS, interessiert insbesondere die Fragestellung, inwieweit sich mögliche positive Effekte generalisieren lassen, was bislang nur bei wenigen Studien berücksichtigt wurde.

Hypothesen: Für unsere eigene Studie stellten wir die Hypothese auf, dass sich durch die Anwendung eines neuropsychologischen Trainings mit dem Programm RehaCom signifikante Verbesserungen bei Kindern und Jugendlichen mit einer ADHS auf verschiedenen Generalisierungsebenen erzielen lassen. Im einzelnen stellten wir die Hypothesen auf: 1. Die mit RehaCom trainierten Kinder und Jugendlichen zeigen signifikante Verbesserungen im Bereich der trainierten neuropsychologischen Funktionen, 2. Die mit RehaCom trainierten Kinder und Jugendlichen zeigen signifikante Verringerungen hinsichtlich der Kernsymptome des Störungsbildes und hinsichtlich verbesserter Alltagsfähigkeiten, schulischer Anforderungen und sozialer Kompetenz, 3. Die mit RehaCom trainierten Kinder und Jugendlichen zeigen signifikante Verbesserungen in alltagsbezogenen schulischen Aufgabenstellungen im Rahmen eines Mathematiktests.

Methodik: Es wurden 30 Jungen und Mädchen zwischen 6 und 13 Jahren mit der Diagnose einer ADHS (ICD10 F90.0) in die Studie eingeschlossen. Andere komorbide Störungen wurden ausgeschlossen. Bei der Studie handelt es sich um ein Eigenkontrollgruppendesign mit einer Baseline von 4 Wochen und einem anschließenden wöchentlichen Training über 12 bis 15 Wochen mit dem zu evaluierenden neuropsychologischen Trainingsprogramm.

Ergebnisse: Nach dem Training ließen sich signifikante Verbesserungen in den

trainierten Trainingsparametern nachweisen sowie in der experimentellen Schulstunde signifikante Verbesserungen in den Variablen Aufmerksamkeit während der Schulstunde und Verhalten während der Schulstunde. Keine signifikanten Verbesserungen ließen sich in den neuropsychologischen Testungen hinsichtlich der Bearbeitung der mathematischen Aufgaben sowie hinsichtlich der Kernsymptomatik, erhoben durch die Befragung der Eltern und Lehrer mittels Fragebögen, feststellen.

Limitationen:

- Auch in unserer Studie wurde kein gezielter Transfer ins Alltagsleben trainiert, z.B. durch das Trainieren unter Ablenkung oder die Besprechung, wie das Eintrainierte sich z.B. auf das Lernen für bestimmte Fächer oder die anderweitige Anwendung des Gelernten im Alltag anwenden lässt.
- Möglicherweise ist die Altersgruppe der trainierten und untersuchten Gruppe aufgrund der Hirnreifung in diesem Alter noch nicht in der Lage einen Transfer vorzunehmen.
- Es handelt sich um eine Eigenkontrollgruppe, wodurch möglicherweise Verbesserungen in den wiederholt durchgeführten neuropsychologischen Tests aufgrund hoher Übungseffekte nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Aufgrund des vergleichsweise hohen Aufwandes für die Probanden, erschien eine plazebokontrollierte Studie jedoch nicht vertretbar und nicht praktikabel.
- Bei der Stichprobe handelte es sich ausschließlich um Kinder ohne eine komorbide Störung, so dass nur für diese Störungsgruppe valide Aussagen gemacht werden können. Ebenfalls einschränkend ist, dass der überwiegende Teil der untersuchten Kinder männlich ist, wodurch auch hier Einschränkungen in der Verallgemeinerung der Ergebnisse bestehen.
- Das Training umfasst lediglich 12 Trainingseinheiten, was zur Behandlung der Störung möglicherweise zu kurz ist.

Interpretation und Ausblick:

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um die erste veröffentlichte Studie, welche ein deutschsprachiges, computergestütztes neuropsychologisches Trainingsprogramm evaluiert. Es handelt sich dabei außerdem um eine Studie, welche als eine von wenigen, insbesondere den Transfer des Gelernten in Alltagssituationen, in den Mittelpunkt des

Interesses stellte. Für weitere Forschungsarbeiten wären weitere Studien mit folgenden Kriterien wünschenswert:

- Evaluationsstudien mit einheitlichen Messinstrumenten, damit eine Vergleichbarkeit zu anderen überprüften Verfahren gegeben ist
- Replikationsstudien, in denen dieselben Trainingsverfahren bei derselben Patientengruppe mit denselben Verfahren überprüft werden
- Studien, welche beim Training den Fokus, sowohl beim Training wie auch bei der Erhebung der Ergebnisse, auf den Transfer der möglichen Verbesserungen in den Alltagsbereich legen
- Studien, welche ein stundenintensiveres Training evaluieren
- Berücksichtigung der Subgruppen bei der Erhebung der Trainingseffekte hinsichtlich der Störung wie auch des Alters
- Vergleichsstudien zum Neurofeedbackverfahren

6. Kapitel: Literatur

1. Abikoff A (1982). Cognitive training in ADHD children: less to it than meets the eye. *J Learn Disabil.* 24(4): 205–20
2. Abikoff H, Gittelman R (1985). Classroom Observation Code: A modification of the Stony Brook Code. *Psychopharmacol Bull.* 21: 901–9
3. Abikoff H (1991). Cognitive training in ADHD children: less to it than meets the eye. *J Learn Disabil.* 24(4): 205-9
4. Abikoff H, Hechtman L, Klein RG, Weiss G, Fleiss K, Etcovitch J, Cousins L, Greenfield B, Martin D, Pollack S (2004). Symptomatic improvement in children with long-term methylphenidate and multimodal psychosocial treatment. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatr.* 43: 802–11
5. Amonn F, Frölich J, Döpfner M (2013 a). Die Wirksamkeit neuropsychologischer Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother.* 41 (3): 199-215
6. Amonn F, Frölich J, Breuer D, Banaschewski T, Döpfner M (2013 b). Evaluation of a computer-based neuropsychological training in children with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *NeuroRehabilitation.* 32: 555-62
7. Andreaou P, Neale BM, Chen W, Christiansen H, Gabriels I, Heise A, Meidat S (2007). Reaction time performance in ADHD: improvement under fast-incentive condition and familial effects. *Psychol Med.* 37 (12): 1703-15
8. Arns M, Heinrich H, Strehl U (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD. The long and winding road. *Biol Psychiatry.* 95: 108-15

9. Banaschewski T (2010). In: Steinhausen HC, Rothenberger A, Döpfner M (Hrsg). Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung. Stuttgart: Kohlhammer, S. 113-27
10. Banerjee T, Middleton F, Faraone SV (2007). Environmental risk factors for attention-deficit hyperactivity disorder. *Acta Paediatr.* 96 (9): 1269-74
11. Barbaresi WJ, Colligan RC, Weaver AL, Voigt RG, Killan JM, Katusik SK (2013). Mortality, ADHD, and psychosocial adversity in adults with childhood ADHD: a prospective study. *Pediatrics.* 131 (4): 637-44
12. Barkley RA (1997). ADHD, self-regulation, and time: Towards a more comprehensive theory of ADHD. *J Dev Behav Pediatr.* 18: 271-9
13. Bell MD, Fiszdon JM, Bryson G (2009). Attention training in schizophrenia: differing responses to similar tasks. *J Psychiatr Res.* 43(4): 490-6
14. Benton Sivan A, Spreen O (1996). *Der Benton Test.* Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber
15. Bidwell LC, Willcutt EG, DeFries JC, Pennington, BF (2007). Testing for neuropsychological endophenotypes in siblings discordant for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatr.* 62(9): 991–8
16. Bloomquist ML, August GJ, Ostrander R (1991). Effects of school-based cognitive-behavioral intervention for ADHD children. *J Abnorm Child Psychol.* 19: 591-605
17. Breuer D, Wolff-Metternich T, Döpfner M (2009). Die Erfassung von Merkmalen von Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörungen (ADHS) anhand von Lehrerurteilen. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother.* 37 (5): 431-40

18. Breuer D, Rettig K, Döpfner M (2009). Die Erfassung von Aufmerksamkeits- und Verhaltensproblemen im Unterricht mit dem Fragebogen zur Verhaltensbeurteilung im Unterricht (FVU). *Diagnostica*. 55: 11-9
19. Carney N, Chesnut RM, Maynard H, Mann NC, Patterson P, Helfand M (1999). Effect of cognitive rehabilitation on outcomes for persons with traumatic brain injury: A systematic review. *J Head Trauma Rehabil*. 14: 277–307
20. Cicerone KD, Dahlberg C, Kalmar K, Langenbahn DM, Malec JF, Bergquist TF, Felicetti T, Giacino JT, Harley JP, Harrington DE, Herzog J, Kneipp S, Laatsch L, Morse PA (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Arch Phys Med Rehabil*. 81: 1596–615
21. Clarfield J, Stoner G (2005). Research brief: The effects of computerized reading instruction on the academic performance of students identified with ADHD. *School Sch Psychol Rev*. 34: 246-54
22. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie Psychosomatik und Psychotherapie, Bundesarbeitsgemeinschaft Leitender Klinikärzte für Kinder- und Jugendpsychiatrie Psychosomatik und Psychotherapie & Berufsverband der Ärzte für Kinder- und Jugendpsychiatrie Psychosomatik und Psychotherapie (DGJKP; Hrsg.). (2007). Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter (3. überarb. und erw. Aufl.). Köln: Deutscher Ärzte Verlag, S. 239-54
23. Diamond A., Barnett WS, Thomas J, Munro S (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*. 43: 1387-8
24. Dilling H, Mombour W, Schmidt MH (2009). Internationale Klassifikation Psychischer Störungen ICD -10 Kapitel V (F). Klinisch-diagnostische Leitlinien (7. Auflage). Bern: Huber
25. Din F (1996). Computer-assisted instruction, students' off-task behavior and

- their achievement. *Educ Treat Child*. 19(2): 170-83
26. Döpfner M, Lehmkuhl G (2006). Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörungen - Neuropsychologie. In Förstl H, Hautzinger M, Roth G (Hrsg.): *Neurobiologie psychischer Störungen*. Berlin: Springer, S. 671-90
 27. Döpfner M, Görtz-Dorten A, Lehmkuhl G (2008). Diagnostik-System für psychische Störungen nach ICD-10 und DSM-IV für Kinder- und Jugendliche (DISYPS-II). Bern: Huber
 28. Döpfner M, Frölich J, Lehmkuhl G (2011). Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörungen (ADHS). Leitfaden Kinder- und Jugendpsychotherapie (Band 1., 2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe
 29. Döpfner M, Frölich J, Lehmkuhl G (2013). Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörung (ADHS). Göttingen: Hogrefe, S. 34-9
 30. Dowsett SM, Livesey DJ (2000). The development of inhibitory control in preschool children: effects of “executive skills” training. *Dev Psychobiol*. 36: 161-74
 31. Drechsler R (2010). Neuropsychologie. In: Steinhausen HC, Rothenberger A, Döpfner M (Hrsg.). *Handbuch AHDS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung*. Stuttgart: Kohlhammer, S. 92-112
 32. Durfee W, Carey J, Nuckley D, Deng J (2009). Design and implementation of a home stroke telerehabilitation system. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference: 2422-5
 33. Fabiano GA, Pelham WE, Coles EK, Gnagny EM, Chronis-Tuscano A,

- O'Connor BC (2009). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit /hyperactivity disorder. *Clin Psychol Rec.* 29(2):129-40
34. Faraone SV (2004). Etiology and Pathophysiology of Adult Attention-Defizit/Hyperactivity Disorder. *Prim Psychiatr.* 11: 28-40
35. Fiszdon JB, Bryson GJ, Wexler BE, Bell MD (2004). Durability of cognitive remediation training in schizophrenia: performance on two memory tasks at 6-month and 12-month follow-up. *Psychiatr Res.* 125 (1): 1-7
36. Fiszdon JM, Choi J, Bryson GJ, Bell MD (2006). Impact of intellectual status on response to cognitive task training in patients with schizophrenia. *Schizophr Res.* 87(1-3), 261-9
37. Friedl-Francesconi H, Binder H (1996): Kognitives Funktionstraining in der neurologischen Rehabilitation von Schädel-Hirn-Traumen. *Z Exp Psychol, Bd XLIII, Heft 1.* 1-21
38. Frölich J, Döpfner M, Lehmkuhl G (2002). Effects of combined cognitive behavioural treatment with parent management training in ADHD. *Behav Cognit Psychother.* 30: 111-5.
39. Frölich J, Döpfner M, Banaschewski T (2014). ADHS in Schule und Unterricht. Pädagogisch-didaktische Ansätze im Rahmen des multimodalen Behandlungskonzepts. Stuttgart: Kohlhammer
40. Gamper H, Hesse-Meier J, Huggler F, Joray M, Könz P, Kunz U, Loder Roncoroni B, Marti U, Mathys R, Müller-Fässler E, Ramming P, Rüedi AM, Würth J (2004). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen in Erziehungsberatung und Schulpsychologie, Band 7; Forschung und Praxis der Erziehungsberatung und Schulpsychologie. Bern : Edition Soziothek
41. Gevensleben H, Holl B, Albrecht B, Vogel C, Schlamp D, Kratz O, Studer P,

- Rothenberger A, Moll GH, Heinrich H (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomized controlled clinical trial. *J Child Psychol Psychiatry*. 50: 780-9
42. Helmstaedter C, Lendt M, Lux S (2001). Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT). Göttingen: Beltz Test
43. Hoekzema F, Carmona S, Tremols V, Gispert JD, Guitart M, Fauquet J, Rovira M, Bielsa A, Soliva JC, Tomas X, Bulbena A, Ramos-Quiroga A, Casas M, Tobeña A, Vilarroya O (2010). Enhanced neural activity in frontal and cerebellar circuits after cognitive training in children with attention-deficit / Hyperactivity disorder. *Hum Brain Map*. 31 (12): 1942-50
44. Jacobs C, Heubrock D, Muth D, Petermann F (2005). Training für Kinder mit Aufmerksamkeitsstörungen. Göttingen: Hogrefe
45. Jacobs C, Petermann F (2008). Aufmerksamkeitstherapie bei Kindern- Langzeiteffekte des Attentioners. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother*. 36 (6): 411-7
46. Johnson MJ, Trickey M, Brauer E, Feng X (2004). TheraDrive: a new stroke therapy concept for home-based, computer-assisted motivating rehabilitation. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 4844-7
47. Karatekin C (2006). Improving antisaccade performance in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Exp Brain Res*. 147: 324-41
48. Karch D, Albers L, Kries R (2013). The efficacy of cognitive training programs in children and adolescents –a metaanalysis. *Dtsch. Ärzteblatt*. 110 (39): 643-52
49. Kerns KA, Eso K, Thomson J (1999). Investigation of a direct intervention for

- improving attention in young children with AD/HD. *Dev Neuropsychol.* 16: 273–95
50. Klingberg T, Forssberg H, Westerberg H (2002), Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology.* 24: 781-91
51. Klingberg T, Fernell E, Olesen PJ, Johnson M, Gustafsson P, Dahlström K, Gillberg CG, Forssberg H, Westerberg H (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – a randomized controlled clinical trial. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 44: 177-86
52. Klingberg T (2006). Development of a superior frontal-intraparietal network for visuospatial working memory. *Neuropsychologia.* 44: 2171-7
53. Kohler F, Schmitz-Rode T, Disselhorst-Klug C (2010). Introducing a feedback training system for guided home rehabilitation. *J Neuroengineering Rehabil.* 7: 2
54. Konrad K (2010). Neuroanatomie. In: Steinhausen H-C, Rothenberger A, Döpfner M (Hrsg.). *Handbuch ADHS.* Stuttgart: Kohlhammer, S. 42-56
55. Kotwal DB, Bums WJ, Montgomery DD (1996). Computer-assisted cognitive training for ADHD: a case study. *Behav Modif.* 20: 85-96
56. Küpper T, Haavik J, Drexler H, Ramos-Quiroga JA, Wermelskirchen D, Prutz C, Schauble B (2012). The negative impact of attention deficit/hyperactivity disorder on occupational health in adults and adolescents. *Int Arch Occup Environ Health.* 85(8): 837-47
57. Lauth GW, Schlottke PF (2009). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz

58. Lehmkuhl G, Adam C, Frölich J, Sevecke K, Döpfner M (2007).
Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung im Kindes-, Jugend- und
Erwachsenenalter. Bremen: Unimed
59. Markomichali P, Donnelly N, Sonuga-Barke EJ (2009). Cognitive training for
attention, inhibition and working memory deficits: a potential treatment for
ADHD? *Advances in ADHD*. 3 (3): 89-96.
60. Matza LS, Paramore C, Prasad M (2005). A review of the economic burden of
ADHD. *Obst Eff Ressourc Alloc*. 3: 5
61. Mautone JA, DuPaul GJ, Jitendra AK (2005). The effects of computer-assisted
instruction on the mathematics performance and classroom behavior of children
with ADHD. *J Attention Disord*. 9: 301-12
62. McNab F, Varrone A, Farde L, Jucaite A, Bystritsky P, Forsberg H, Klingberg
T (2009). Changes in cortical dopamine D 1 receptor binding associated with
cognitive training. *Science*. 323: 800-2
63. Melchers P, Preuss U (2006). Kaufman Assessment Battery for Children (KAB-
C; deutschsprachige Fassung). Amsterdam: Swets & Zeitlinger
64. Molina BSG, Hinshaw SP, Swanson JM, Eugene AL, Benedetto V, Jensen PS
(2009). The MTA at 8 years. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatr*. 48: 485-500
65. MTA Cooperative Group (1999). A 14 month randomized trial of treatment
strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*. 56:
1073-86
66. Müller A, Candrian G, Kropptow J (2011). ADHS, Neurodiagnostik aus der
Praxis. Berlin: Springer Verlag
67. Murray DW, Bussing R, Fernandez M, Hou W, Garvan CW, Swanson JM,

- Eyberg SM (2009). Psychometric properties of teacher SKAMP ratings from a community sample. *Assessment*. 16(2): 193–208
68. National Institut for Health and Clinical Excellence (NICE) (2008). Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) (CG72). London
69. Niemann H, Ruff RM, Baser CA (1990). Computer-assisted attention retraining in head injured individuals: a controlled efficacy study of an outpatient program. *J Consult Clin Psychol*. 58: 811-7.
70. Nouchi R, Taki Y, Takeuchi H, Hashizume H, Nozawa T, Kambara T, Sekiguchi A, Miyauchi CM, Kotozaki Y, Nouchi H, Kawashima R. (2013). Brain training game boosts executive functions, working memory and processing speed in the young adults: a randomized clinical trial. *PLOS ONE*. 8(2): e55518
71. O`Connell RG, Bellgrove MA, Dockree PM, Robertson LH (2006). Cognitive remediation in ADHD: effects of periodic non-coningent alerts on sustained attention to response. *Neuropsychol Rehabil*. 16 (6): 653-65
72. Ogrim G, Hestad KA (2013). Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study. *J Child Adolesc Psychopharmacol*. 23 (7): 448-57
73. Olesen PJ, Westerberg H, Klingberg T (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nat Neurosci*. 7: 75-9
74. Ota K, DuPaul G (2002). Task engagement and mathematics performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder: effects of supplemental computer instruction. *Sch Psychol Q*. 17: 242-57
75. Poggel D (1998). Die Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen. In: E. Kasten, G. Schmid & R. Edler. (Hrsg). *Effektive neuropsychologische Behandlungsmethoden*. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag, S. 64-90

76. Polanczyk G, De Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA (2007). The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *Am J Psychiatr.* 164: 942-8
77. Poser U, Kohler J, Sedlmeier P, Straetz A (1992). Evaluierung eines neuropsychologischen Funktionstrainings bei Patienten mit kognitiver Verlangsamung nach Schädelhirntraumen. *Zeitschrift für Neuropsychologie.* 1: 3-24
78. Rabiner DL, Murray DW, Skinner AT, Malone PS (2010). A randomized Trial of Two Promising Computer-Based Interventions for Students with Attention Difficulties. *J Abnorm Child Psychol.* 38: 131-42
79. Raggi VI, Chronis AM (2006). Interventions to address the academic impairment of children and adolescents with ADHD. *Clin Child Fam Psychol Rev.* 9: 85-111
80. Rapport MD, Loo S, Isaacs P, Goya S, Denney C, Scanlan S (1996). Methylphenidate and attentional training. Comparative effects on behavior and neurocognitive performance in twin girls with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Behav Modif,* 20(4): 428-30
81. Regel H, Fritsch A (1997). Evaluationsstudie zum computergestützten Training psychischer Basisfunktionen. Abschlußbericht zum geförderten Forschungsprojekt. Bonn: Kuratorium ZNS
82. Rothenberger A, Neumärker KJ (2010). Zur Geschichte der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung. In: *Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung* Steinhausen H-C, Rothenberger A, Döpfner M (Hrsg). Stuttgart: Kohlhammer
83. Ruff R, Mahaffey R, Engel J, Farrow C, Cox D, Karzmark P (1994). Efficacy study of THINKable in the attention and memory retraining of traumatically

head-injured patients. *Brain Inj.* 8(1): 3-14

84. Rutledge J, Van den Bos W, Schweitzer JB (2012). Training cognition in ADHD: Current findings. Borrowed concepts, future directions. *Neurotherapeutics.* 9(3): 542-58
85. Semrud-Clikeman M, Nielsen KH, Clinton A, Sylvester L, Parle N, Connor RT (1999). An intervention approach for children with teacher- and parent-identified attentional difficulties. *J Learn Disabil.* 32 (6): 581-90
86. Shalev L, Tsal Y, Mevorach C (2007). Computerized Progressive Attentional (CPAT) Programm: Effective direct Intervention for children with ADHD. *Child Neuropsychol.* 13: 382-8
87. Shaw P, Eckstrand K, Sharp W (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proc Natl Acad Sci USA.* 104: 19649-54.
88. Siegel B (1988). Effizienzuntersuchung über ein zusätzliches Reaktions- und Aufmerksamkeitstraining am Wiener Determinationsgerät und Cognitron bei Schädel-Hirn-Verletzten unter besonderer Berücksichtigung der Zeitspanne zwischen Unfall und Behandlungsbeginn. Dissertation. Graz
89. Sohlberg M, Mateer CA (1987). Effectiveness of an attention-training programm. (*J Clin Exp Neuropsychol.* 9: 117-30
90. Sonuga-Barke EJ (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD - a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behav Brain Res.* 130: 29-36
91. Sonuga-Barke EJ (2003). The dual pathway model of AD/HD: An elaboration of neurodevelopmental characteristics. *Neurosci Biobehav Rev.* 27: 593-604

92. Spencer TJ, Biederman J, Madras BK, Faraone SV, Dougherty DD, Bonab AA, Fishman AJ (2005). In vivo neuroreceptor imaging in attention-deficit/hyperactivity disorder: a focus on the dopamine transporter. *Biol Psychiatry*. 57 (11): 1293-300
93. Steiner NJ, Frenette EC, Rene KM, Brennan RT, Perrin EC (2014). Neurofeedback and cognitive training for children with attention-deficit/hyperactivity disorder in schools. *Dev Behav Pediatr*. 35: 18-27
94. Steinhausen HC, Sobanski E (2010). Klinischer Verlauf. In: Steinhausen H-C, Rothenberger A, Döpfner M (Hrsg). *Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung*. Kohlhammer: Stuttgart S. 152-71
95. Swanson JM (1992). *School-based assessments and interventions for ADD students*. Irvine, CA: K.C. Publishing
96. Swanson J, Baler R, Volkow N (2011). Understanding the effects of stimulant medication on cognition in individuals with attention-deficit/hyperactivity disorder: a decade of progress. *Neuropsychopharmacology*. 36 (1): 207-26
97. Tamm L, Hughes C, Ames L, Pickering J, Silver CH, Stavinoha P, Castillo CL, Rintelmann J, Moore J, Foxwell A, Bolanos SG, Hines T, Nakonezny PA, Emslie G (2010). Attention training for school-aged children with ADHD: Results of an open trial. *J Attention Disord*. 14: 86–94
98. Taylor E, Döpfner M, Sergeant J, Asherson P, Banaschewski T, Buitelaar J, Coghill D, Danckaerts M, Rothenberger A, Sonuga-Barke E, Steinhausen HC, Zuddas A (2004). *European Clinical Guidelines for Hyperkinetic Disorders. A first upgrade*. *Eur Child Adolesc Psychiatr*. 13 (Suppl 1): 7-30
99. Thomson JB, Kerns KA (2005). *Pay Attention! Attention Training for Children Ages 4-10*, 2. Ed. Youngsville: Lash & Associates Publishing / Training, Inc.

100. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman Nutley S, Bohlin G, Klinberg T (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci.* 12: 106-13
101. Unnewehr S, Schneider S, Margraf J (1998). *Kinder DIPS. Diagnostisches Interview bei psychischen Störungen im Kindes – und Jugendalter.* Heidelberg: Springer
102. Valera EM, Faraone SV, Murray KE, Seidman LJ (2007). Meta-analysis of structural imaging findings in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry.* 61 (12): 1361-9.
103. Volkow N, Wang GJ, Newcorn JH, Kollins SH, Wigal TL, Telang F, Fowler JS, Goldstein RZ, Klein N, Logan J, Wong C, Swanson JM (2011). Motivation deficit in ADHD is associated with dysfunction of the dopamine reward pathway. *Mol Psychiatry.* 16 (11): 1147-54
104. Weisz JR, Gray JS (2008). Evidence-based psychotherapy for children and adolescents: data from the present and a model for the future. *J Child Adolesc Ment Health.* 13: 54-65
105. Wexler BE, Anderson M, Fulbright RK, Gore JC (2000). Preliminary evidence of improved verbal working memory performance and normalization of task-related frontal lobe activation in schizophrenia following cognitive exercises. *Am J Psychiatr.* 157: 1694-7
106. Wykes T, Huddy V, Cellard C, McGurk SR, Czobor P (2011). A meta-analysis of cognitive remediation for schizophrenia: methodology and effect sizes. *Am J Psychiatry.* 168 (5): 472-85
107. Zimmermann P, Fimm B (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP).* Herzogenrath: Psytest

Vorabveröffentlichungen von Ergebnissen

Amonn F, Frölich J, Döpfner M (2013 a). Die Wirksamkeit neuropsychologischer Trainingsverfahren bei Kindern und Jugendlichen mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother.* 41 (3): 199-215

Amonn F, Frölich J, Breuer D, Banaschewski T, Döpfner M (2013 b). Evaluation of a computer-based neuropsychological training in children with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *NeuroRehabilitation.* 32: 555-62

Mein Lebenslauf wird aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht.