

Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik Zürich  
Studiengang Sonderpädagogik  
Masterarbeit

# **Arbeitsgedächtnistraining**

bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS

Qualitative Auswertung der Forschung der letzten 20 Jahre  
und mögliche Implementierung im Förderunterricht

eingereicht von: Anna Walther-Weidmann

Begleitung: Dr. David von Allmen

Datum der Abgabe: 29. November 2021

## **Abstract**

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, Theorie und Forschungsstand zu «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS» aufzuzeigen und daraus Empfehlungen für die Regelschule abzuleiten.

Dazu werden die Begriffe Arbeitsgedächtnis, ADHS und deren Zusammenhang mit Hilfe von Grundlagenliteratur geklärt, die Forschung der letzten 20 Jahre eingegrenzt und qualitativ analysiert. Die Erkenntnisse aus dieser Auseinandersetzung führen zur Formulierung von Anforderungen an ein Förderprogramm. Geeignete Computerprogramme, Apps, Lehrmittel und Spiele werden erörtert.

Die 15 ausgewerteten Studien zeigen: Grösstmögliche Effekte erzielt ein Training, das mindestens gleich viele Arbeitsgedächtnis- wie Kurzzeitgedächtnisaufgaben enthält, in Game-Format gestaltet und adaptiv ist. Die Apps «iHirn» und «Cognition Flex», Teile aus dem «Memo-Training» und aus «Besser lernen» sowie ausgewählte Gesellschaftsspiele werden empfohlen.

Trotz vielversprechender Ergebnisse zeigt sich auch zusätzlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Persönliche Ausgangslage .....	1
1.2 Fachliche Einordnung .....	1
1.3 Ziel dieser Masterarbeit und daraus hervorgehende Fragestellung.....	1
1.4 Aufbau der Arbeit.....	2
<b>2. Arbeitsgedächtnis</b> .....	<b>3</b>
2.1 Definition .....	3
2.1.1 Zusammenhang mit dem Kurzzeitgedächtnis .....	3
2.1.2 Neurobiologie.....	3
2.1.3 Kapazitätsbeschränkungen .....	4
2.1.4 Trainierbarkeit.....	4
2.1.5 Arbeitsgedächtnis als Teil der exekutiven Funktionen .....	5
2.2 Arbeitsgedächtnismodelle.....	5
2.2.1 Vorläufer der Arbeitsgedächtnismodelle: Mehrspeichermodell von Atkinson & Shiffrin .....	6
2.2.2 Mehrkomponentenmodell von Baddeley & Hitch .....	7
2.2.3 Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan.....	8
2.2.4 konzentrisches Arbeitsgedächtnismodell von Oberauer .....	9
2.2.5 weitere Arbeitsgedächtnismodelle.....	10
2.3 Arbeitsgedächtnis und schulisches Lernen .....	10
2.3.1 Arbeitsgedächtnis und Lernfähigkeit .....	10
2.3.2 Arbeitsgedächtnis und schulische Leistungen .....	11
2.3.3 Arbeitsgedächtnisdefizite und Lernstörungen .....	12
2.4 Diagnostik .....	12
2.4.1 Erkennen von Arbeitsgedächtnisdefiziten .....	12
2.4.2 Testverfahren zur Erfassung von Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern.....	13
2.5 Möglichkeiten der Intervention / Therapie .....	13
<b>3. Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)</b> .....	<b>14</b>
3.1 Definition.....	14
3.1.1 Geschichte.....	14
3.1.2 Symptome.....	14
3.1.3 Abgrenzung, Komorbidität .....	16
3.1.4 Häufigkeit.....	16
3.1.5 Entwicklung.....	16

3.1.6	Entstehung / Ätiologie.....	16
3.1.7	Neurobiologie.....	18
3.2	ADHS und schulisches Lernen.....	19
3.3	Diagnostik.....	20
3.3.1	Kriterien zur Diagnose nach ICD-10 / DSM-5 .....	20
3.3.2	Ablauf einer diagnostischen Abklärung.....	21
3.4	Möglichkeiten der Intervention / Therapie .....	23
<b>4.</b>	<b>Zusammenhang Arbeitsgedächtnis und ADHS.....</b>	<b>25</b>
4.1	Arbeitsgedächtnisdefizit als ADHS-Kernsymptom .....	25
4.2	Arbeitsgedächtnisbesonderheiten von Kindern mit ADHS.....	25
4.3	ein alternatives Erklärungsmodell.....	26
<b>5.</b>	<b>Literaturcorpus und methodisches Vorgehen.....</b>	<b>28</b>
5.1	Recherche der Literatur.....	28
5.2	Methodisches Vorgehen.....	29
5.3	Übersicht der inkludierten Studien.....	31
5.3.1	Klingberg et al. (2002) .....	31
5.3.2	Klingberg et al. (2005) .....	32
5.3.3	Ivarsson und Strohmayer (2010) .....	32
5.3.4	Prins et al. (2011) .....	32
5.3.5	Green et al. (2012) .....	33
5.3.6	Chacko et al. (2013) .....	33
5.3.7	van Dongen-Boomsma et al. (2014) .....	34
5.3.8	van der Donk et al. (2015) .....	34
5.3.9	Bigorra et al. (2016) .....	35
5.3.10	Chacko et al. (2017) .....	35
5.3.11	Kofler et al. (2018) .....	36
5.3.12	Kajka (2019) .....	36
5.3.13	Dentz et al. (2020) .....	36
5.3.14	Jones et al. (2020) .....	37
5.3.15	Kofler et al. (2020) .....	37
5.4	Vorgehen zur qualitativen Inhaltsanalyse.....	38
<b>6.</b>	<b>qualitative Inhaltsanalyse .....</b>	<b>39</b>
6.1	Vergleich und Gegenüberstellung der Studien.....	39
6.1.1	Population: Anzahl, Alter, Medikation.....	39
6.1.2	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität.....	41
6.1.3	Kontrollgruppendesign.....	42
6.1.4	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Testdurchführung .....	43
6.1.5	Ergebnisse.....	44

6.1.6	zentrale Erkenntnisse .....	46
6.2	Bedeutung der Ergebnisse für die heilpädagogische Förderung .....	48
6.2.1	Cogmed Arbeitsgedächtnistraining .....	48
6.2.2	Training der zentralen Exekutive (CET) .....	50
6.2.3	Aussagen bezüglich Motivation .....	50
6.2.4	Anforderungen aus Sicht heilpädagogischer Förderung .....	50
<b>7.</b>	<b>Heilpädagogische/schulische Fördermaterialien .....</b>	<b>51</b>
7.1	Computerprogramme.....	51
7.1.1	Cogmed .....	51
7.1.2	Cognifit.....	52
7.1.3	iHirn .....	52
7.1.4	Lumosity .....	53
7.1.5	Neuronation .....	53
7.1.6	zentrale Erkenntnisse zu den erhältlichen Computerprogrammen .....	54
7.2	Apps.....	54
7.2.1	Cognition Flex.....	55
7.2.2	Gedächtnisspiele .....	56
7.2.3	Mental Up .....	56
7.2.4	Peak.....	56
7.2.5	Trainiere dein Gehirn - Gedächtnisspiele .....	57
7.2.6	Vektor .....	57
7.2.7	zentrale Erkenntnisse zu den Apps .....	58
7.3	Lehrmittel .....	58
7.3.1	Das Memo-Training (Everts & Ritter, 2017) .....	58
7.3.2	Aufmerksamkeitstraining (Brunsting, 2015) .....	59
7.3.3	Nele und Noa im Regenwald (Roebbers, Röthlisberger, Neuenschwander & Cimeli, 2014) .....	59
7.3.4	Besser lernen (Stuber-Bartmann, 2018) .....	59
7.3.5	fex – Förderung exekutiver Funktionen (Walk & Evers, 2013) .....	60
7.3.6	zentrale Erkenntnisse zu den Lehrmitteln .....	60
7.4	Gesellschaftsspiele .....	60
7.4.1	Alles Tomate! (Knizia, 2016).....	61
7.4.2	Biberbande (Stambler, 2004) .....	61
7.4.3	Brain to go – Der lila Wal (Hiron, 2018).....	61
7.4.4	Brain to go – Gans schön verdächtig (Knizia, 2018) .....	61
7.4.5	Brain to go – Schwein oder nicht Schwein (Baumann, 2018).....	62
7.4.6	DEJA-VU (Meister, 2017) .....	62
7.4.7	Die fiesen 7 (Zeimet, 2016).....	62
7.4.8	NANU? (Meister, 2001).....	62
7.4.9	Plumpsack (Staupe, 2003).....	62
7.4.10	Poule, Poule (Bossart, 2019) .....	63

7.4.11 Särge schubsen (Chapeau, 2014) .....	63
7.4.12 zentrale Erkenntnisse zu den Gesellschaftsspielen .....	63
<b>8. Diskussion.....</b>	<b>64</b>
8.1 Zusammenführung der Erkenntnisse, Beantwortung der Fragestellung.....	64
8.2 Relevanz der Ergebnisse für die Berufspraxis .....	66
8.3 Ausblick für weitere Forschungsarbeiten.....	66
<b>9. Reflexion.....</b>	<b>67</b>
9.1 kritische Würdigung .....	67
9.2 Schlussworte, persönlicher Ausblick .....	68
<b>10. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>69</b>
<b>11. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>70</b>
<b>12. Anhang.....</b>	<b>78</b>

## **1. Einleitung**

In diesem ersten Kapitel werden persönliche Ausgangslage und fachliche Einordnung geklärt, Ziele und die daraus hervorgehende zentrale Fragestellung entwickelt. Durch Informationen zum Aufbau wird ein Überblick über die gesamte Masterarbeit geboten.

### **1.1 Persönliche Ausgangslage**

Ich bin erstmals mit den exekutiven Funktionen (und dem Arbeitsgedächtnis als Teil dieser) in Kontakt gekommen, als ich mein HfH-Praxisprojekt zum selbstregulierten Lernen erarbeitete, durchführte und dokumentierte.

Gleichzeitig haben mich in meiner Arbeit als schulische Heilpädagogin immer wieder Fälle beschäftigt, bei denen bei einer schulpsychologischen Abklärung normale allgemeinkognitive Funktionen und ein IQ im Normbereich, aber schlechte Resultate in den schulischen Leistungsbereichen festgestellt wurden. Oft gingen die Resultate mit einer ADHS-Diagnose oder zumindest der Feststellung vorhandener ADHS-Symptome einher. Das isolierte heilpädagogische Training der betroffenen schulischen Bereiche war meist zäh und von nur kleinen Fortschritten geprägt.

Die HfH-Vorlesung von Annette Lütolf Belet am 13.12.2020 zum Thema «Interventionen bei Lernschwierigkeiten – die Bedeutung von exekutiven Funktionen bei Kindern» (abrufbar unter: [https://ilias.hfh.ch/goto.php?target=file\\_247613\\_download&client\\_id=ilias-hfh.ch](https://ilias.hfh.ch/goto.php?target=file_247613_download&client_id=ilias-hfh.ch)) hat mir geholfen, die Fälle aus der Praxis mit einem möglichen Defizit im Arbeitsgedächtnis in Zusammenhang zu bringen und dazu angeregt, mich vertieft mit dem Thema zu beschäftigen.

### **1.2 Fachliche Einordnung**

Obwohl verschiedentlich belegt wurde, dass das Arbeitsgedächtnis sich als zentral für Schulerfolg erweist und einen höheren Prädiktor als der IQ bedeutet (Alloway & Alloway, 2013), findet dessen Berücksichtigung und gezielte Förderung bisher wenig Beachtung in der Primarschule. Grund dafür ist unter anderem, dass die Trainierbarkeit des Arbeitsgedächtnisses nach wie vor kontrovers diskutiert wird; neuere Studien wecken aber vor allem bezüglich Verbesserung der Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern mit ADHS Hoffnung (z.B. Klingberg et al., 2005, Holmes et al., 2009).

Anhand einer Population (Primarschulkinder mit ADHS) deren Syndrom meist mit grossen Arbeitsgedächtnisdefiziten einhergeht, soll deshalb die Forschung der letzten 20 Jahre im Bereich Arbeitsgedächtnistraining bei Primarschulkindern mit ADHS zusammengestellt werden. Anhand dieser Forschungsergebnisse sollen die Möglichkeiten und Grenzen von Arbeitsgedächtnistraining bei Primarschulkindern mit ADHS aufgezeigt und diskutiert sowie auf dem Hintergrund heilpädagogischer Förderung an der Regelschule beleuchtet werden.

### **1.3 Ziel dieser Masterarbeit und daraus hervorgehende Fragestellung**

Ziel dieser systematischen Literaturliteraturarbeit ist es, den theoretischen Hintergrund von Arbeitsgedächtnis, ADHS und deren Zusammenhang aufzuzeigen sowie die Forschung der letzten 20 Jahre in einem schulisch/heilpädagogisch sehr relevanten, bisher jedoch in der Regelschule kaum beachteten Bereich (Arbeitsgedächtnistraining) zu nutzen, um konkrete Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung dieser Erkenntnisse in der Regelschule abzuleiten.

Die Erreichung dieses Ziels wird mit der folgenden **zentralen Fragestellung** verfolgt:

*Wie stellt sich die Forschungslage zu Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS unter Berücksichtigung der wichtigsten Publikationen der letzten 20 Jahre dar und wie können Erkenntnisse aus der Analyse dieser Publikationen in der heilpädagogischen Förderung an der Regelschule berücksichtigt und umgesetzt werden?*

#### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Diese Masterarbeit weist drei Schwerpunkte auf. Der erste Schwerpunkt (Kapitel 2 – 4) beinhaltet Definition, theoretischen Hintergrund und theoretische Einbettung von Arbeitsgedächtnis und ADHS. Die beiden Begriffe werden dazu zuerst einzeln eingeführt, definiert und ihre jeweilige Bedeutung für das schulische Lernen beleuchtet. In einem zweiten Schritt wird der Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und ADHS aufgezeigt und theoretisch begründet. Für diesen ersten Schwerpunkt der Arbeit werden aktuelle Publikationen mit pädagogischem Hintergrund verwendet, die sich inhaltlich mit «Arbeitsgedächtnis» und/oder «ADHS» beschäftigen. Zur Definition der Begriffe wird auch auf medizinische, neurologische und neuropsychologische Literatur zurückgegriffen.

Beim zweiten Schwerpunkt (Kapitel 5 & 6) liegt das Augenmerk auf der Zusammenstellung von Forschungsberichten, wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln und Forschungsergebnissen aus Dissertationen der letzten 20 Jahre zu «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS», der qualitativen Analyse dieser Forschung und der Diskussion der Bedeutung dieser Erkenntnisse bezüglich heilpädagogischer Förderung an der Regelschule. Dieser zweite Schwerpunkt der Arbeit beinhaltet forschungsmethodisch die sorgfältige Recherche und Zusammenstellung publizierter Studien mit Inhalt «Arbeitsgedächtnistraining und ADHS bei Kindern im Primarschulalter». Da zum aktuellen Zeitpunkt in diesem Bereich keine Studien in deutscher Sprache gefunden werden konnten, wird komplett auf englischsprachige Publikationen zurückgegriffen. In der Zusammenstellung werden sowohl Studien aus schulischem wie auch aus klinischem Kontext berücksichtigt.

Der dritte Schwerpunkt (Kapitel 7) dieser Masterarbeit befasst sich mit der Zusammenstellung, Betrachtung und Beurteilung von schulischen/heilpädagogischen Fördermaterialien bezüglich ihrer Eignung zum Training des Arbeitsgedächtnisses. Auf dem Hintergrund der durch Analyse und Diskussion der Forschungsstudien gewonnenen Erkenntnisse, liegt der Fokus beim Betrachten der heilpädagogischen/schulischen Fördermaterialien darauf, inwiefern diese die erfolgreiche Umsetzung von Arbeitsgedächtnistraining in der Regelschule unterstützen können. Es ist zu erwarten, dass keine Fördermaterialien gefunden werden können, die sich spezifisch auf das Arbeitsgedächtnistraining beziehen. Hauptziel ist deshalb, Teile in Fördermaterialien zu identifizieren und zusammenzustellen, die sich für den Einsatz in der Regelschule eignen. Da fremdsprachige Fördermaterialien zuerst aufwändig übersetzt werden müssten und sich daher für den Einsatz in der Regelschule nicht eignen, werden nur deutschsprachige Publikationen berücksichtigt.

Abschliessend werden die Erkenntnisse dieser Masterarbeit diskutiert, deren Relevanz für die Berufspraxis erläutert, die Beantwortung der Fragestellung überprüft (Kapitel 8) und schliesslich die Arbeit reflektiert und kritisch gewürdigt (Kapitel 9).

## 2. Arbeitsgedächtnis

In diesem Kapitel ist die theoretische Einbettung, Abgrenzung und Erklärung des Begriffs «Arbeitsgedächtnis» zentral. Dazu wird der Begriff definiert, ausgewählte Arbeitsgedächtnis-Modelle werden vorgestellt, der Zusammenhang von Arbeitsgedächtnis und schulischem Lernen wird dargestellt und abschliessend wird kurz auf Diagnostik und Therapie von Arbeitsgedächtnisdefiziten eingegangen.

### 2.1 Definition

Laut Jäncke (2017) ist das Arbeitsgedächtnis eine zentrale psychische Funktion, die sich im Wesentlichen mit dem Halten und Manipulieren von Informationen beschäftigt. Diese Informationen können nur kurzfristig gespeichert, jedoch durch Auffrischen (refreshing: bewusstes Fokussieren) oder mit kognitivem Aufwand (rehearsal: Wiederholen) stabilisiert werden.

Hasselhorn und Gold (2017) bezeichnen das Arbeitsgedächtnis als internes kognitives System, das dafür sorgt, dass mehrere Informationen vorübergehend bewusst gehalten und miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Sie nennen die Nutzung von Strategien und Kontrollprozessen als typische Funktionen des Arbeitsgedächtnisses.

Alloway und Alloway (2013) sowie Walk und Evers (2013) ergänzen, dass das Arbeitsgedächtnis auf das Langzeitgedächtnis zugreifen und der Verknüpfung neuer Inhalte mit abgespeicherten aus dem Langzeitgedächtnis dienen kann.

Unter Berücksichtigung aller bisher genannten Faktoren, hat Heidler folgende theorieunabhängige Minimaldefinition formuliert: «Das Konstrukt 'Arbeitsgedächtnis' beschreibt die Fähigkeit, neue Informationen aufzunehmen, vorübergehend verfügbar zu halten und simultan mit diesen Informationen umgehen zu können, während gleichzeitig bereits gespeicherte Informationen aus dem Langzeitgedächtnis aktiviert und präsent gehalten werden.» (2013, S. 74)

#### 2.1.1 Zusammenhang mit dem Kurzzeitgedächtnis

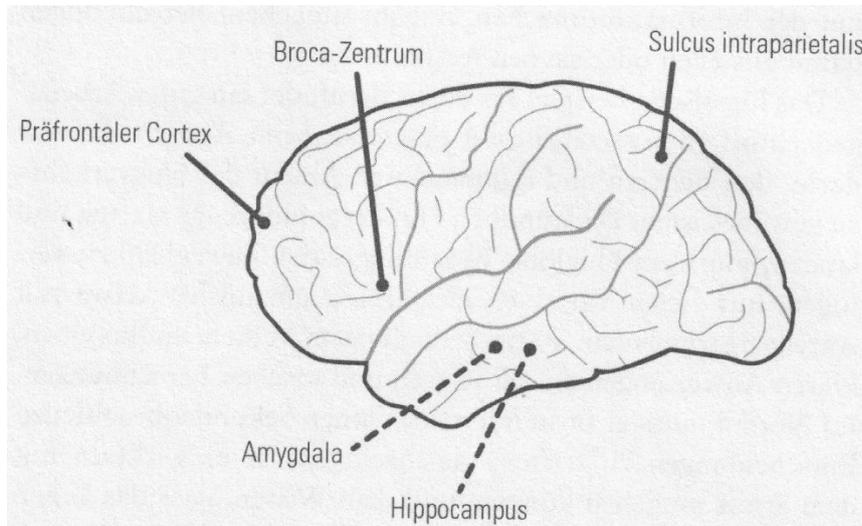
Berti (2010) stellt in seinem Bericht fest, dass in vielen Forschungsarbeiten nicht klar wird, was das Arbeitsgedächtnis vom Kurzzeitgedächtnis unterscheidet. Es drängt sich der Verdacht auf, dass der Begriff Arbeitsgedächtnis einfach moderner ist und deshalb den Begriff Kurzzeitgedächtnis ersetzt. Es ist jedoch festzuhalten, dass in der Literatur (z.B. Alloway & Alloway, 2013 oder Heidler, 2013) eine klare Abgrenzung des Kurzzeitgedächtnisses (Speicherung von Information über einen sehr kurzen Zeitraum) vom Arbeitsgedächtnis (zusätzlich zur Speicherung: bewusste Verarbeitung, Verknüpfung und Manipulation von Informationen) vorherrschend ist.

#### 2.1.2 Neurobiologie

Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, wird der neurobiologische Bereich hier nur oberflächlich gestreift.

Stark vereinfacht kann gesagt werden, dass das Arbeitsgedächtnis (zumindest der Teil, der sich mit der Verarbeitung und Manipulation von Gedächtnisinhalten beschäftigt) im präfrontalen Kortex verankert ist (Heidler, 2013; Jäncke, 2017; Klingberg, 2016; Lidzba, Everts & Reuner, 2019). Alloway und Alloway (2013) nennen zusätzlich die Hirnareale, die durch Zugriff des Arbeitsgedächtnis bei Arbeitsgedächtnisleistung ebenfalls aktiviert werden können: Hippocampus (Langzeitgedächtnis),

Amygdala (Gefühlszentrum), Sulcus intraparietalis (Mathematikleistungen), Broca-Zentrum (Sprachverständnis).



**Abbildung 1: Hauptareale des Arbeitsgedächtnisses** (Alloway & Alloway, 2013, S. 14)

### 2.1.3 Kapazitätsbeschränkungen

Gathercole und Alloway (2016) stellen eine für das Arbeitsgedächtnis begrenzte Kapazität fest, die individuell verschieden ist und während der Kindheit ansteigt. Es ist zu erwarten, dass Kinder im Alter von 5 bis 6 Jahren zwei Anweisungen auf einmal im Kopf behalten und ausführen können. Bei Kindern im Alter von 7 bis 9 Jahren sind es drei, im Alter von 10 bis 12 Jahren vier, im Alter von 13 bis 15 Jahren fünf und ab einem Alter von 16 Jahren sind es sechs Anweisungen. Ab einem Alter von 30 Jahren nimmt die Arbeitsgedächtnisspanne wieder kontinuierlich ab. (Alloway & Alloway, 2013)

Oft liest man auch von einem begrenzten Fassungsvermögen von 7 – 9 Elementen (Walk & Evers, 2013) oder  $7 \pm 2$  Elementen (Brunsting, 2011), welches auf die von Miller (1956) festgestellte unmittelbare Behaltensspanne auf der Basis des Kurzzeitgedächtnisses zurückzuführen und auch unter dem Begriff «magical number seven» bekannt sein dürfte. Dabei wird die Anzahl Elemente gemessen, die maximal im Kurzzeitgedächtnis behalten werden kann (einfache Gedächtnisspanne). Bei der Arbeitsgedächtnisspanne geht es jedoch um die Anzahl Elemente, die erinnert werden kann, während gleichzeitig andere Verarbeitungsoperationen ausgeführt werden (Daneman & Carpenter, 1980). Die Arbeitsgedächtnisspanne ist um ca. zwei Elemente kleiner als die einfache Gedächtnisspanne (Gathercole & Alloway, 2016).

Wie Heidler (2013) feststellt, führen verschiedene Theorien über die Struktur des Arbeitsgedächtnisses auch zu unterschiedlichen Vorstellungen über dessen Kapazität und das letzte Wort über die Art der kapazitären Begrenzungen ist noch nicht gesprochen.

Die Grösse des Arbeitsgedächtnisses wird aber letztendlich durch zwei Faktoren beschränkt: wie komplex die Repräsentationen sein können (Kapazität) und wie lange sie aufrechterhalten werden können (Zeitdauer) (Heidler, 2013).

### 2.1.4 Trainierbarkeit

Ob sich das Arbeitsgedächtnis trainieren und somit die persönliche Arbeitsgedächtnisspanne erweitern lässt, wird kontrovers diskutiert (Heidler, 2013).

Alloway und Alloway (2013) sowie Brunsting (2011) sind davon überzeugt, dass das Arbeitsgedächtnis trainiert und die Arbeitsgedächtnisspanne erweitert werden kann. Auch Green et al. (2012) erwähnen in ihrer Studie, dass das Arbeitsgedächtnis traditionell als fixer genetischer Faktor gesehen wurde, dessen Kapazität nicht durch Training erhöht werden könne, neue Studien jedoch gezeigt hätten, dass die Arbeitsgedächtniskapazität durch intensives Training verbessert werden kann.

Andere Autoren halten fest, dass nur Teile des Arbeitsgedächtnisses trainiert werden können (Hasselhorn & Gold, 2017) oder legen widersprüchliche Befunde mit nur kleinen Effektstärken dar, welche an der Trainierbarkeit des Arbeitsgedächtnisses zweifeln lassen (Lidzba et al., 2019).

Die Kapitel 5 und 6 dieser Arbeit werden sich eingehend mit Forschungsstudien zur Trainierbarkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern mit ADHS befassen und versuchen eine Aussage in diesem Bereich zu machen.

### **2.1.5 Arbeitsgedächtnis als Teil der exekutiven Funktionen**

Der Begriff exekutive Funktionen wurde bis ins Jahr 2016 nicht allgemeingültig und einheitlich definiert. Er beschreibt eine Vielzahl von geistigen Fähigkeiten zur Handlungsplanung und -kontrolle, wodurch in der Literatur bis zu 30 geistige Funktionen zu den exekutiven Funktionen gezählt werden. Diese höheren geistigen Prozesse dienen der Handlungsplanung, -überwachung und -kontrolle (Stuber-Bartmann, 2017).

Das Forscherteam um Akira Miyake (2000) hat eine faktorenanalytisch abgesicherte Klassifikation der exekutiven Funktionen vorgenommen und unterscheidet die folgenden drei Basisfunktionen: Hemmung dominanter Antworttendenzen (Inhibition), flexibler Aufmerksamkeits-/Aufgabenwechsel (Shifting) und Aktualisierung von Arbeitsgedächtnisinhalten (Updating). Diese Reduktion der exekutiven Funktionen auf die von Miyake et al. definierten drei Basisfunktionen hat sich in empirischen Arbeiten durchgesetzt (Jäncke, 2017). Auch in der pädagogischen Literatur finden sich meist die drei exekutiven Basisfunktionen, welche vereinfacht und auf die Begriffe Inhibition, kognitive Flexibilität und Arbeitsgedächtnis reduziert wurden (Brunsting, 2011; Kubesch, 2016; Stuber-Bartmann, 2017; Walk & Evers, 2013).

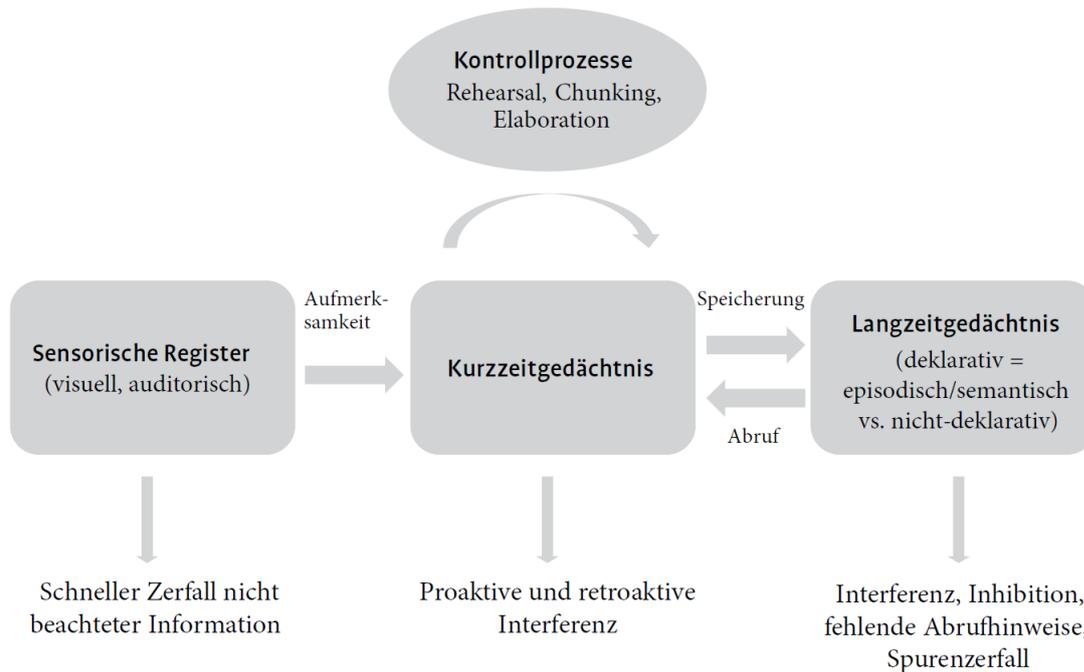
Jäncke (2017) zeigt auf, dass einige Wissenschaftler davon ausgehen, dass das Konzept der exekutiven Funktionen weitestgehend identisch mit dem Konzept des Arbeitsgedächtnisses ist und macht insgesamt deutlich, wie stark die Überschneidungen zwischen beiden Konzepten sind. Die Überschneidungen mit dem Konzept der exekutiven Funktionen sind auch bei den verschiedenen Modellen zum Arbeitsgedächtnis augenfällig, welche im folgenden Kapitel (2.2) erklärt werden.

## **2.2 Arbeitsgedächtnismodelle**

Wie bereits in der Definition erwähnt, kann das Arbeitsgedächtnis unterschiedliche Konstrukte meinen, welche sich laut Heidler (2013) bezüglich Aufrechterhaltung und Abruf von Informationen, Subsystemen, kapazitätsbegrenzenden Mechanismen, Beteiligung an komplexen kognitiven Aufgaben, neuroanatomischer Implementierung sowie Beziehung zwischen Arbeitsgedächtnis, Langzeitgedächtnis, Aufmerksamkeit und Bewusstsein unterscheiden. Im Folgenden soll genauer auf die laut Jäncke (2017) aktuell am meisten diskutierten Konstrukte/Modelle (Mehrkomponentenmodell von Baddeley & Hitch, Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan, konzentrisches

Arbeitsgedächtnismodell von Oberauer) eingegangen sowie das Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin erklärt werden.

### 2.2.1 Vorläufer der Arbeitsgedächtnismodelle: Mehrspeichermodell von Atkinson & Shiffrin



**Abbildung 2: Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968) inklusive neuerer Erweiterungen** (Horstmann & Dreisbach, 2017, S. 222)

Das Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968, 1971) ist kein Arbeitsgedächtnismodell. Da es über viele Jahre hinweg Bezugspunkt der Gedächtnisforschung war und zur vereinfachten Veranschaulichung der Grundlagen des menschlichen Gedächtnisses immer noch sehr hilfreich ist (Horstmann & Dreisbach, 2017), soll es hier trotzdem erklärt werden.

Das Modell von Atkinson und Shiffrin postuliert drei verschiedene Speicher (sensorische Register, Kurzzeitgedächtnis, Langzeitgedächtnis), die über die Art, Menge und Verweildauer der Informationen charakterisiert sind.

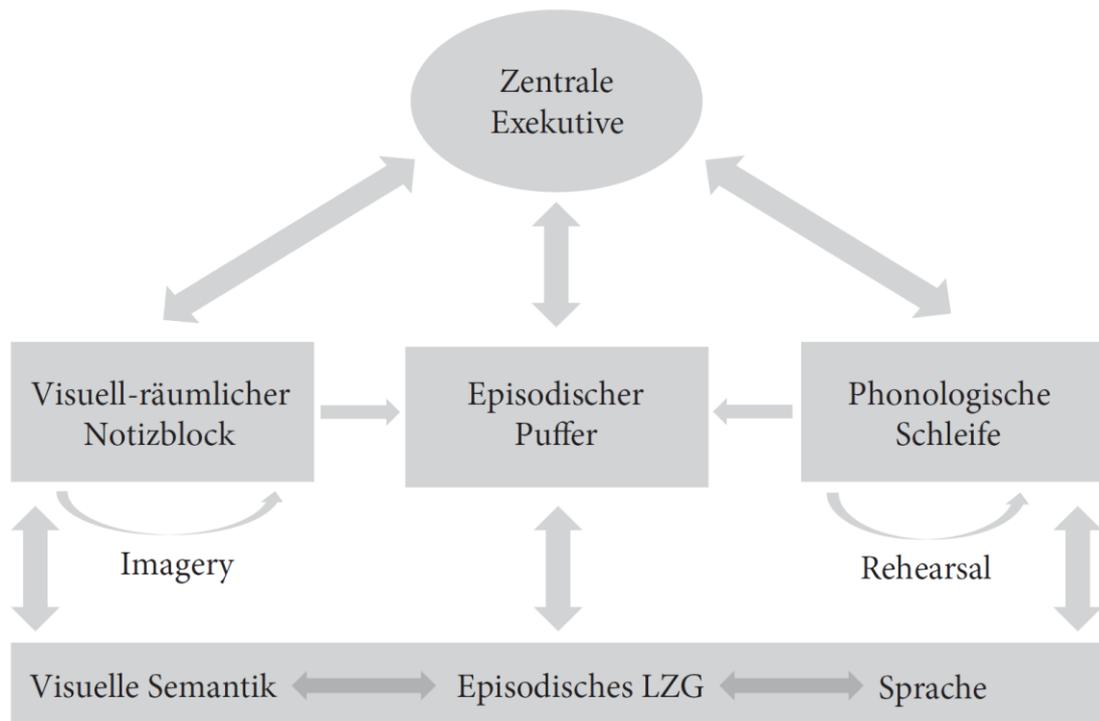
Das **sensorische Register** dient als Zwischenspeicher in welchem sensorische Reize kurzzeitig behalten werden. Es werden der sensorische Speicher für visuelle Informationen (Speicherdauer von weniger als einer Sekunde) und der sensorische Speicher für auditorische Informationen (Speicherdauer von bis zu 20 Sekunden) unterschieden. Die sensorischen Speicher beinhalten immer nur den letzten Reiz; durch einen neuen Reiz wird der vorherige gelöscht und ersetzt (Horstmann & Dreisbach, 2017).

Nach Atkinson und Shiffrin findet ein Reiz nur durch Aufmerksamkeit den Weg vom sensorischen Register ins **Kurzzeitgedächtnis**, wo dieser ebenfalls nur für kurze Zeit (mehrere Sekunden) erhalten bleibt, jedoch durch inneres Wiederholen (Rehearsal), Bündeln (Chunking) oder vertiefte Verarbeitung (Elaboration) aufrechterhalten werden kann. Der Zerfall von Information im Kurzzeitgedächtnis geht nicht passiv vor sich, sondern wird durch Interferenz (Störung) mit bereits im Langzeitgedächtnis abgelegter Information hervorgerufen. Bei der proaktiven Interferenz stören vormals gelernte Informationen die Speicherung neuer Informationen (z.B. beim in kurzem Abstand wiederholten

Memorispiel). Bei der retroaktiven Interferenz stören neue Informationen den Zugriff auf bereits gespeicherte Informationen (z.B. wenn ein gerade gehörter Name durch Vorstellung weiterer Personen nicht mehr erinnert werden kann). Trotz Hinzufügen von Kontrollprozessen (Rehearsal, Chunking, Elaboration) bleibt das Kurzzeitgedächtnis in der Konzeption von Atkinson und Shiffrin ein passiver Speicher. Dies wurde von Theoretikern kritisiert und führte letztendlich zur Entwicklung des Arbeitsgedächtniskonzepts (Horstmann & Dreisbach, 2017).

Die Tiefe der Verarbeitung bestimmt, ob Informationen dauerhaft im **Langzeitgedächtnis** gespeichert werden oder nicht. Während wir auf das im deklarativen Gedächtnis gespeicherte Wissen direkt zugreifen können, handelt es sich beim nicht-deklarativen Gedächtnis um Wissen, das nur schwer verbalisiert werden kann und sich eher im Verhalten ausdrückt (ebd.).

## 2.2.2 Mehrkomponentenmodell von Baddeley & Hitch



**Abbildung 3: Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) inklusive Erweiterung (Baddeley, 2000)**  
(Horstmann & Dreisbach, 2017, S. 233)

Das Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) mit seiner Erweiterung (Baddeley, 2000) spielt in der Arbeitsgedächtnisforschung trotz der zum Teil widersprüchlichen Befundlage und heftiger Kritik am Gesamtmodell und an einzelnen Komponenten nach wie vor eine zentrale Rolle (Heidler, 2013).

Beim Mehrkomponentenmodell handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Mehrspeichermodells, wobei das Kurzzeitgedächtnis zum Arbeitsgedächtnis weiterentwickelt wurde und das Langzeitgedächtnis unverändert als eigenes System bestehen blieb.

Das Mehrkomponentenmodell besteht aus drei kapazitätsbegrenzten Subsystemen (visuell-räumlicher Notizblock, episodischer Puffer, phonologische Schleife) und einem Kontrollsystem (zentrale Exekutive). Im visuell-räumlichen Notizblock werden alle visuellen und räumlichen Informationen

abgespeichert. In der phonologischen Schleife werden alle verbalen Informationen abgespeichert. Hier kann es sich auch um visuell dargebotene Informationen (Zahlen, Buchstaben, Bilder) handeln, die bei der Erkennung automatisch verbalisiert werden. Der visuell-räumliche Notizblock und die phonologische Schleife verfügen jeweils über zwei Komponenten: einen Speicher, der Informationen für kurze Zeit halten kann und einen Mechanismus, der diese Informationen reaktiviert, bevor sie zerfallen. Beim visuell-räumlichen Notizblock ist dies der visuelle Zwischenspeicher, dessen Information durch die bildliche Vorstellungskraft (auch inner scribe) aufrechterhalten werden kann. Bei der phonologischen Schleife nennt sich der Mechanismus phonologischer Speicher, dessen Information durch inneres Wiederholen (rehearsal) vor dem Zerfall bewahrt wird. Der episodische Puffer, der dem Modell nachträglich durch Baddeley hinzugefügt wurde, ist für die Integration von Informationen aus dem visuell-räumlichen Notizblock und der phonologischen Schleife in ganzheitliche multimodale Episoden zuständig und ermöglicht ausserdem die Verknüpfung dieser multimodalen Informationen mit dem Langzeitgedächtnis. Die zentrale Exekutive ist der wichtigste Teil des Arbeitsgedächtnisses. Sie hat die Aufgabe, die Subsysteme zu kontrollieren und ihnen die begrenzten (Aufmerksamkeits-) Ressourcen zuzuteilen und kommt immer dann zum Einsatz, wenn neben Speicherung und Abruf auch Manipulation von Gedächtnisinhalten nötig ist. Ausserdem reguliert sie die Informationen, die in das Arbeitsgedächtnis fliessen, und den Informationsabruf von anderen Gedächtnissystemen (Heidler, 2013; Horstmann & Dreisbach, 2017; Jäncke, 2017).

### 2.2.3 Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan

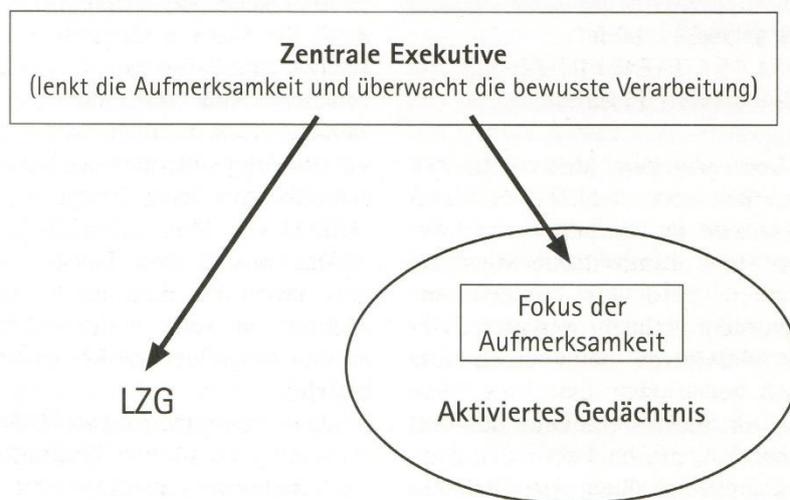


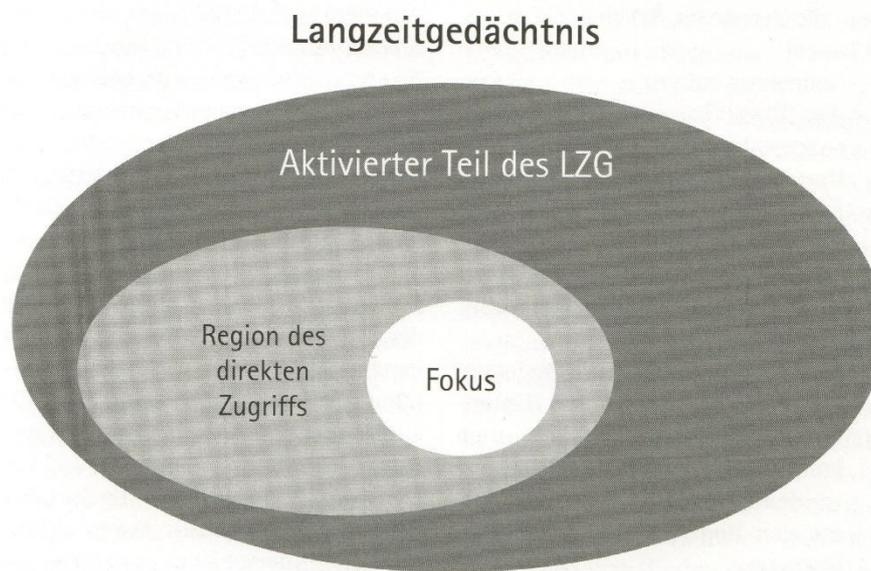
Abbildung 4: Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan (1997) (Heidler, 2013, S. 51)

Neben dem domänenspezifischen Ansatz von Baddeley und Hitch, der vor allem die *Struktur* des Arbeitsgedächtnisses im Fokus hat, wurden in den letzten Jahren zunehmend verarbeitungsspezifische Modelle entwickelt, welche die *Funktion* des Arbeitsgedächtnisses im Fokus haben (Heidler, 2013). Eine der bedeutendsten Theorien ist hier das Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan (1997, 1999).

Im Gegensatz zum Mehrkomponentenmodell wird im Modell der eingebetteten Prozesse nicht zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis als separate Systeme unterschieden, sondern es wird davon ausgegangen, dass Arbeitsgedächtnis- und Langzeitgedächtnisrepräsentationen eng

miteinander verwoben sind. Das Arbeitsgedächtnis ist hier ein Prozess, der aus einer zentralen Exekutive (zuständig für Kontrolle des Aufmerksamkeitsfokus und Koordination des Systems), dem Langzeitgedächtnis, dem aktiven Gedächtnis (Teilmenge des Langzeitgedächtnisses in hoher Aktivierungsstufe) und dem Fokus der Aufmerksamkeit (Teil des aktiven Gedächtnisses) besteht. Die Aktivierung der Langzeitgedächtnisrepräsentationen ist zeitlich begrenzt und verblasst nach ca. 10 – 20 Sekunden, sofern keine Reaktivierung stattfindet. Der Aufmerksamkeitsfokus ist ausserdem auf ca. vier Elemente beschränkt. Das Modell der eingebetteten Prozesse führte zu zahlreichen neuen Ideen bezüglich der Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses und kann viele kognitive Leistungen schlüssig erklären. Auch dieses Modell ist aber nicht unkritisiert geblieben. So vermag es zum Beispiel nicht zu erklären, wie die aktivierten Inhalte des Langzeitgedächtnisses flexibel mit dem aktuellen Kontext in Verbindung gesetzt werden können (Heidler, 2013; Jäncke, 2017).

#### 2.2.4 konzentrisches Arbeitsgedächtnismodell von Oberauer



**Abbildung 5: Vereinfachtes Modell der möglichen Zustände von Gedächtnisinformationen im konzentrischen Arbeitsgedächtnismodell nach Oberauer (2002)** (Heidler, 2013, S. 63)

Aufbauend auf dem Modell der eingebetteten Prozesse konzeptualisiert Oberauer (2002) das Arbeitsgedächtnis als konzentrische Struktur von Repräsentationen und unterscheidet grundsätzlich drei verschiedene Zustände: Die Elemente einer Gedächtnismenge können grundsätzlich der aktivierte Teil des Langzeitgedächtnis (für spätere Reproduktion aufrechterhalten), in einer kapazitätslimitierten Region des direkten Zugriffs aktiviert (für Operationen im aktuellen Verarbeitungskontext verfügbar) oder direkt im Fokus der Aufmerksamkeit (aktueller Gegenstand der Verarbeitung) sein. Wichtig ist hervorzuheben, dass aus dem Fokus der Aufmerksamkeit nur die Elemente in der Region des direkten Zugriffs abgerufen werden können, die Elemente im aktivierten Teil des Langzeitgedächtnisses können nur indirekt abgerufen werden. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist in diesem Modell folglich die Begrenzung innerhalb der Region des direkten Zugriffs (limitierte Anzahl Elemente zur selben Zeit verfügbar). Problematisch wird von Kritikern die Annahme gesehen, dass Elemente ausserhalb des Fokus weiterhin leicht für eine Verarbeitung zugänglich bleiben und keinen Zerfallsprozessen unterliegen (Heidler, 2013; Jäncke, 2017).

### **2.2.5 weitere Arbeitsgedächtnismodelle**

Hasselhorn und Gold (2017) stellen fest, dass die theoretischen Modelle zur Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses mittlerweile so zahlreich wie unterschiedlich sind und Berti (2010) formuliert pointiert, dass bei den vielen psychologischen Modellen zum Arbeitsgedächtnis als einzige Verbindung die Definition übrigbleibt, dass Arbeitsgedächtnis wohl das ist, was Arbeitsgedächtnisforscher untersuchen.

Es existiert bis heute keine einheitliche Theorie zum Arbeitsgedächtnis (Heidler, 2013), was durch die unterschiedlichen und zahlreich existierenden Arbeitsgedächtnismodelle bestätigt wird. Heidler (2013) stützt sich zur Erklärung der Abwesenheit einer einheitlichen Theorie auf die Feststellung, dass der sehr umfassende Begriff «Arbeitsgedächtnis» letztlich alles beinhaltet, was menschliche Informationsverarbeitung ausmacht, wonach ein erfolgreiches Modell des Arbeitsgedächtnisses im Prinzip einer Theorie der menschlichen Kognition gleichkommt. Eine solche gibt es jedoch noch nicht.

## **2.3 Arbeitsgedächtnis und schulisches Lernen**

Trotz der bis heute nicht einheitlichen Theorie zum Arbeitsgedächtnis, wird schon nach kurzer Recherche bewusst, welche zentrale Rolle das Arbeitsgedächtnis beim schulischen Lernen spielen muss (auf die Diagnostik des Arbeitsgedächtnis wird in Kapitel 2.4 eingegangen).

So beschreiben Bigorra, Garolera, Guijarro und Hervás (2016) das Arbeitsgedächtnis als fundamentale kognitive Funktion, die andere exekutive Funktionen unterstützt und akademischen Erfolg untermauert und Margelisch (2014) betont die zentrale Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses für die menschliche Kognition.

Verschiedene Autoren bezeichnen das Arbeitsgedächtnis als den neuen Intelligenzquotienten, da die Arbeitsgedächtniskapazität eine weit höhere Aussagekraft bezüglich Schulerfolg hat als der IQ (Alloway & Alloway, 2013; Gathercole & Alloway, 2008; Heidler, 2013). Mähler und Schuchardt (2012) halten ausserdem fest, dass Arbeitsgedächtnisprobleme unabhängig von Intelligenz auftreten und stellen daraufhin das Diskrepanzkriterium zur Intelligenz in der Diagnostik von Lernstörungen, bei welchem der IQ nach wie vor als wichtigste Grösse behandelt wird, grundsätzlich in Frage.

### **2.3.1 Arbeitsgedächtnis und Lernfähigkeit**

Die Fähigkeit zu Lernen ist in vielerlei Hinsicht und im Sinne eines Flaschenhalses durch limitierte Arbeitsgedächtnisressourcen begrenzt, da das Arbeitsgedächtnis den mentalen Arbeitsraum zur Verfügung stellt, in dem Informationen aufrechterhalten werden können, während andere mentale Aktivitäten ausgeführt werden. Durch die kontrollierte Verarbeitung und die Zuweisung von Aufmerksamkeitsressourcen, bleibt der Lerninhalt länger aktiv, dadurch wird eine Übertragung ins Langzeitgedächtnis ermöglicht. Durch Zugriff des Arbeitsgedächtnisses auf das Langzeitgedächtnis können neue Lerninhalte mit bereits im Langzeitgedächtnis gespeicherten Inhalten verknüpft werden, wodurch Lernen stattfindet (Alloway & Alloway, 2013; Gathercole & Alloway, 2008; Heidler, 2013; Krajewski & Ennemoser, 2010).

Heidler (2013) nennt als Aufgaben des Arbeitsgedächtnisses neben der Enkodierung von Informationen auch das Verhindern der Kodierung von irrelevanten Informationen (Rauschen ausblenden), das das Fokussieren von Aufmerksamkeit ermöglicht. Auch Bewusstheit und

Einsichtsfähigkeit (vorausschauendes Planen, Einschätzen von Konsequenzen, ...) sind nur möglich, weil das Arbeitsgedächtnis eine Verbindung von einem Augenblick zum nächsten herstellt.

Die **Cognitive-Load-Theorie** (Sweller, 2003) nimmt Bezug auf den Zusammenhang zwischen Lernprozessen und der Kapazitätsbeschränktheit des Arbeitsgedächtnisses. Sie schreibt dem Arbeitsgedächtnis eine besonders wichtige Funktion beim Erwerb von Wissen zu. In der Cognitive-Load-Theorie wird davon ausgegangen, dass das Lernen generell mit einer kognitiven Belastung verbunden ist, die dadurch entsteht, dass neues Wissen in Form von Schemata konstruiert und wenn möglich mit bereits im Langzeitgedächtnis vorhandenen Schemata verknüpft wird. Für die Erstellung und Verknüpfung solcher Wissens-Schemata ist das Arbeitsgedächtnis in höchstem Masse gefordert und begrenzt durch seine Kapazität den Wissenserwerb.

Abschliessend ist zu betonen, dass das Arbeitsgedächtnis entscheidende Grundlage für erfolgreiches Lernen und die Bewältigung einer Vielzahl schulischer Leistungsanforderungen ist (Seitz-Stein et al., 2012). Es verwundert deshalb nicht, dass sich eine schwache Arbeitsgedächtniskapazität für Kinder mit Lernschwierigkeiten als typisch erweist (Gathercole & Alloway, 2016).

### **2.3.2 Arbeitsgedächtnis und schulische Leistungen**

Die Forschung der letzten 25 Jahre hat gezeigt, dass das Arbeitsgedächtnis für Lesen, Rechnen, logisches Denken und somit Schulerfolg von zentraler Bedeutung und über die ganze Schullaufbahn hinweg ein exzellenter Prädiktor ist (Alloway & Alloway, 2013; Gathercole & Alloway, 2008; Gathercole, Lamont & Alloway, 2006; Lidzba et al., 2019).

Die Arbeitsgedächtnisleistung korreliert hoch mit der Schulleistung. In einer Studie mit 200 Primarschulkindern konnten Alloway und Alloway (2010) nachweisen, dass die Arbeitsgedächtniskapazität bei 5 – 6-Jährigen zu 95% mit dem zu erwartenden Schulerfolg (Leistungen in Sprache und Mathematik) korreliert und diese Korrelation auch noch sechs Jahre später gleich gross bleibt. In verschiedenen Studien konnten Kausalzusammenhänge zwischen Arbeitsgedächtnis und Sprache (Lesen, Schreiben und Verständnis) sowie Arbeitsgedächtnis und rechnerischen Fähigkeiten festgestellt werden. Unter anderem zeigten 80 – 83% der Kinder mit schwachem Arbeitsgedächtnis grosse Probleme in den Bereichen Sprache und / oder Mathematik (Alloway & Alloway, 2013).

Kinder mit schwachem Arbeitsgedächtnis haben vor allem Mühe bei Aufgaben, die sowohl ein Speichern als auch ein effektives Verarbeiten von Informationen erfordern. Dazu gehören z. B. Schreiben, Lesen, das Verstehen komplexer Aufgaben, Rechnen, aber auch das Erinnern von Instruktionen und mehrteiligen Aufträgen (Gathercole et al., 2006).

Die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses beim Lesen konnte verschiedentlich empirisch nachgewiesen werden. So wurde vor allem ein Zusammenhang mit dem phonologischen Arbeitsgedächtnis festgestellt, der von Schuljahr zu Schuljahr relevanter wird. Auch in der Mathematik ist die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses abgesichert. So ist das phonologische Arbeitsgedächtnis und die zentral-exekutive Leistung ausschlaggebend beim Rechnen. Für die Voraussage schulbezogener mathematischer Kompetenzen im Kindergartenalter sind ausserdem die visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisfunktionen zentral (Gathercole & Alloway, 2008; Seitz-Stein et al., 2012). Einschränkend ist hier anzumerken, dass trotz insgesamt grosser Einigkeit über die zentrale Rolle des Arbeitsgedächtnisses für den Schulerfolg, das genaue Zusammenspiel der verschiedenen

Arbeitsgedächtnis-Facetten im Entwicklungsverlauf der schulischen Leistungen noch nicht abschliessend geklärt werden konnte (Krajewski & Ennemoser, 2010).

### 2.3.3 Arbeitsgedächtnisdefizite und Lernstörungen

Es ist davon auszugehen, dass rund 10% der Primarschulkinder Arbeitsgedächtnisdefizite haben (Verhältnis Mädchen zu Knaben ca. 2 zu 3). Dies wird leider oft übersehen, wodurch betroffene Kinder als unaufmerksam, wenig anstrengungsbereit und unmotiviert beschrieben werden (Heidler, 2013). Wichtig ist zu wissen, dass Kinder mit grossen Arbeitsgedächtnisdefiziten generelle Lernstörungen aufweisen. Diese sind vor allem auf Gedächtnisüberlastung zurückzuführen, welche dazu führt, dass wichtige Informationen vergessen gehen und dadurch (Lern-) Aufgaben nicht oder nicht vollständig gelöst werden können (Gathercole & Alloway, 2008).

Eine frühzeitige Diagnose im Bereich des Arbeitsgedächtnisses ist im schulischen Kontext sehr wichtig, da z. B. durch eine adäquatere Präsentation des Lernmaterials unter Berücksichtigung der reduzierten Arbeitsgedächtniskapazität der Manifestation von Lernstörungen entgegengewirkt werden kann (Gathercole & Alloway, 2008; Gathercole & Alloway, 2016; Heidler, 2013).

## 2.4 Diagnostik

In der Diagnostik im Schulkontext ist es primär wichtig, dass Lehrpersonen und schulische Heilpädagog\*innen Arbeitsgedächtnisdefizite als solche erkennen und richtig zuordnen können. Eine fundierte Diagnostik des Arbeitsgedächtnisses läuft danach über den schulpsychologischen Dienst.

### 2.4.1 Erkennen von Arbeitsgedächtnisdefiziten

Bei Kindern, die auf den ersten Blick unaufmerksam, wenig anstrengungsbereit und unmotiviert wirken, lohnt sich ein genaueres Hinschauen.

Gathercole et al. (2006) nennen als charakteristische Anzeichen von Arbeitsgedächtnisstörungen unter anderem die folgenden:

- schlechte Leistungen und nur kleine Fortschritte in Mathematik und Deutsch
- Probleme beim vollständigen Durchführen und Beenden von Lernaktivitäten
- Probleme beim Erinnern von mehrteiligen Instruktionen
- Defizite im Leseverständnis
- Umstellungen und Auslassungen von Buchstaben oder Wörtern beim Schreiben von Sätzen
- normale soziale Beziehungen mit anderen Kindern, aber sehr zurückhaltendes Verhalten in der Gruppe
- schlechtes episodisches Gedächtnis, vor allem für gerade neu Erlebtes

Bezogen auf die einzelnen Arbeitsgedächtnisbereiche im Mehrkomponentenmodell nennen Aeberhard, Christen, Felder, Messerli und Szabo (2009) die folgenden spezifischen Auffälligkeiten: Kinder mit gestörtem **verbalem/phonologischem Arbeitsgedächtnis** können komplexe Handlungsaufträge nicht oder nur unvollständig befolgen, fragen oft nach, lassen die ersten oder letzten Wörter beim Schreiben nach Diktat weg, machen beim Schreiben besonders viele Fehler am Ende eines langen Satzes, können sich Gedichte und Reime schlecht merken und diese auch nur fehlerhaft nachsprechen, können sich bei Merkspielen nur wenige Objekte und deren Reihenfolge

merken und verlieren auffallend rasch das Interesse, wenn Geschichten vorgelesen werden. Kinder mit gestörtem **visuell-räumlichem Arbeitsgedächtnis** haben Probleme beim Abzeichnen vorgegebener Formen, können sich schwer Wege im Kopf vorstellen, zeigen Defizite beim Kopfrechnen (können sich Aufgaben und Zwischenergebnisse nicht gut merken), haben Schwierigkeiten beim Beschreiben von Objekten und zeigen Probleme beim Fortführen von Reihen aus visuellen Elementen (Muster).

#### **2.4.2 Testverfahren zur Erfassung von Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern**

Erhärtet sich der Verdacht auf vorhandene Arbeitsgedächtnisdefizite, ist eine spezifische Abklärung durch den schulpyschologischen Dienst sinnvoll und aufschlussreich. Dieser verwendet standardisierte Verfahren, die entweder extra zur Diagnostik von Arbeitsgedächtnisleistungen entwickelt wurden, oder Teil eines umfassenderen Verfahrens zur Erfassung von Gedächtnisleistungen sind. Die wichtigsten zurzeit eingesetzten Tests in diesem Bereich (meist in Anlehnung an das Mehrkomponentenmodell) sind:

- Wechsler Intelligence Scale for Children-V (WISC-V, ehemals HAWIK) von Wechsler (2017)
- Kaufmann Assessment Battery for Children-II (KABC-II) von Melchers & Melchers (2004)
- Battery for Assessment in Children (BASIC-MLT) von Lepach & Petermann (2008)
- Corsi Block Tapping von Schelling (1997)
- Arbeitsgedächtnistestbatterie für Kinder von 5 bis 12 Jahren (AGTB 5-12) von Hasselhorn et al. (2012)
- Automated Working Memory Assessment Battery (AWMA) von Alloway (2007)

Teilweise kommt auch das BRIEF-Verfahren (Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen, Drechsler & Steinhausen, 2013) zum Einsatz. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass es sich bei BRIEF um ein klinisches Fragebogenverfahren handelt und das Arbeitsgedächtnis nicht durch durchgeführte Tests erfasst wird.

### **2.5 Möglichkeiten der Intervention / Therapie**

Grundsätzlich existieren zwei Ansätze zur Intervention / Therapie bei Arbeitsgedächtnisdefiziten (Gathercole et al., 2006): direktes Arbeitsgedächtnistraining und / oder Lernen mit den Arbeitsgedächtnisschwächen umzugehen (kompensatorische Massnahmen: Visualisieren, Zerlegen von komplexen Aufgaben in Teilaufgaben, Aufträge wiederholen (lassen), Ablenkungen reduzieren, Selbstbelohnung, Checklisten, Gedächtnisstützen, wiederkehrende Aufgaben ritualisieren). Zusätzlich finden sich in der Literatur auch Empfehlungen zu Gedächtnisstrategietraining (Lidzba et al., 2019) oder Aufmerksamkeitstraining (Hasselhorn & Gold, 2017).

Da die Möglichkeiten zur Therapie / Unterstützung bei Arbeitsgedächtnisdefiziten (direktes Arbeitsgedächtnistraining) in Kapitel 7 vertieft thematisiert werden, sei an diesem Punkt darauf verwiesen.

### 3. Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)

In diesem Kapitel geht es um die theoretische Einbettung, Abgrenzung und Erklärung des Begriffs «Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)». Dazu wird der Begriff definiert (Geschichte, Symptome, Abgrenzung/Komorbidität, Häufigkeit, Entwicklung, Entstehung, Neurobiologie), der Zusammenhang von ADHS und schulischem Lernen dargestellt und abschliessend auf Diagnostik und Therapie von ADHS eingegangen.

#### 3.1 Definition

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist eine der häufigsten psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter und zeichnet sich durch die Kardinalsymptome Aufmerksamkeitsschwäche (Unaufmerksamkeit) und / oder Impulsivität und Hyperaktivität aus. Die Symptome treten situationsübergreifend, für Alter und Entwicklungsstand in unangemessenem Ausmass und zeitlich überdauernd auf. Sie verursachen deutliches Leiden, beeinträchtigen wichtige Alltagsfunktionen im Sozial- oder Lernverhalten und sind nicht durch andere psychische Störungsbilder, organische Erkrankungen oder situative Bedingungen erklärbar (Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP), 2018; Frölich, Döpfner & Banaschewski, 2014; Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016).

Neuere Publikationen gehen davon aus, dass die ADHS keine Störung des Verhaltens, sondern eine Störung der Hirnentwicklung ist, dies hat bisher jedoch kaum Einzug in die Diagnostik genommen (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Gawrilow, Guderjahn & Gold, 2018).

##### 3.1.1 Geschichte

Melchior Adam Weikard hat 1775 erstmals die Symptomkombination von motorischer Unruhe, Verhaltensauffälligkeiten und Konzentrationsstörungen beschrieben (DGKJP, 2018) und mit Geschichten wie dem «Zappelphilipp» oder «Hans Guck-in-die-Luft» hat Heinrich Hoffmann, ein Frankfurter Nervenarzt, schon im Jahr 1845 Kinder beschrieben, die heute mit einer ADHS diagnostiziert werden könnten (Gawrilow, 2016). Seither haben sich Mediziner und Psychologen eingehend mit der Thematik der unaufmerksamen, unkontrollierbaren, impulsiven und motorisch unruhigen Kinder beschäftigt. Die Vermutung liegt nahe, dass es solche Kinder schon immer gegeben haben muss und belegt, dass sich ADHS keinesfalls um eine Modediagnose handelt (Born & Oehler, 2019; Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016).

##### 3.1.2 Symptome

Die **Kern- oder Kardinalsymptome** der ADHS sind **Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität**. Die Unaufmerksamkeit ist von Hyperaktivität / Impulsivität abzugrenzen, da diese auch als Einzelsymptom auftreten kann. Hyperaktivität und Impulsivität treten immer gemeinsam auf und können auch kombiniert mit Unaufmerksamkeit auftreten (DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016). In Kapitel 3.3 Diagnostik wird genauer auf das Auftreten der Kernsymptome der ADHS eingegangen.

In der Wissenschaft besteht weitgehende Übereinstimmung, dass es sich bei den ADHS-Kernsymptomen um extreme Erscheinungsformen von in der Bevölkerung stetig verteilten Merkmalsdimensionen handelt (DGKJP, 2018).

Die **Unaufmerksamkeit** ist das bei ADHS am häufigsten vorkommende und bis ins Erwachsenenalter konstant bleibende Symptom. Es äussert sich durch einen wenig sorgfältigen Arbeits- und Lernstil, verlangsamtes Arbeitstempo, geringes Durchhaltevermögen, erhöhte Ablenkbarkeit durch externe Stimuli und hohe Vergesslichkeit bezüglich Materialien, Aufträgen und Anweisungen. Die Aufmerksamkeitsspanne verbessert sich zwar mit zunehmendem Alter, bleibt aber im Vergleich mit Gleichaltrigen reduziert (Born & Oehler, 2019; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow et al., 2018).

Die **Impulsivität** bedeutet ein generelles Defizit an Selbstkontrolle. Dies zeigt sich in verhaltensbezogener (Bedürfnisaufschub kaum möglich, stark erhöhte Risikobereitschaft, da Konsequenzen des eigenen Handelns nicht abgeschätzt werden können), kognitiver (flüchtiges Arbeiten) und emotionaler (tiefe Frustrationstoleranz, erhöhte Stimmungs labilität) Hinsicht. Es entsteht der Eindruck, dass oft vor dem Nachdenken gehandelt wird (Born & Oehler, 2019; Frölich et al., 2014; Gawrilow et al., 2018).

Die **Hyperaktivität** zeigt sich durch ein hohes plan- und zielloses Aktivitätsmass. Augenfällig sind vor allem ununterbrochenes Sprechen, Singen oder andere Geräuschproduktion, exzessives Herumrennen und Klettern und das Verbreiten eines Gefühls ständiger Nervosität. Im Jugendalter nimmt die Hyperaktivität deutlich ab und wird ersetzt durch eine permanente innere Unruhe (Born & Oehler, 2019; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow et al., 2018).

In neuerer Literatur ist immer wieder auch von durch ADHS verursachten kognitiven Beeinträchtigungen wie Fähigkeiten der Aufmerksamkeitssteuerung, des Strukturierens und Priorisierens von Aufgaben, der Aufrechterhaltung von Leistung, der Emotionsregulation, der Impulskontrolle und der Nutzung des Arbeitsgedächtnisses zu lesen. Es wird von beeinträchtigten exekutiven Funktionen, beeinträchtigten basalen neuronalen Prozessen, veränderten motivationalen Prozessen und beeinträchtigten Lernprozessen ausgegangen (Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016). Barkley (2011) ging sogar so weit auffällige Exekutivfunktionen und ADHS als zwei Seiten der gleichen Medaille zu bezeichnen.

Neben den genannten Kernsymptomen sind auch weitere, teilweise mit den Kernsymptomen zusammenhängende Symptome wie gestörtes Sozialverhalten, Interaktionsprobleme, Probleme in der Regulation des Schlaf-wach-Rhythmus und stark erhöhte Verletzungsgefahr zu beobachten (Brown, 2018).

### **Stärken und Ressourcen**

Sicher tragen ADHS-Betroffene durch die genannten Symptome kein einfaches Los; die Reizoffenheit, durch die die ADHS gekennzeichnet ist, bedeutet aber auch Stärken und Ressourcen. So zeichnen sich Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit ADHS durch interessierte Offenheit, enorme Aufnahmefähigkeit für subjektiv als spannend empfundene Inhalte, Erlebnishunger, Forscherdrang, guten Orientierungssinn, Einfallsreichtum im Verhandeln, improvisierende Kreativität und ausgeprägten Gerechtigkeitssinn aus. Ausserdem besitzen sie ein feines Gefühl für Stimmungen, Schwingungen und die Authentizität eines Gegenübers, sind harmoniebedürftig und nicht nachtragend (Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016).

### **3.1.3 Abgrenzung, Komorbidität**

Im Kindesalter muss die ADHS von einer alterstypischen Entwicklung (relatives Lebensalter, nicht Klassenstufe), Entwicklungsstörungen, Störungen des Sozialverhaltens, Epilepsien, Anpassungsreaktionen (belastende familiäre Verhältnisse, schulische Überforderung) und emotionalen Störungen abgegrenzt werden können. Eine saubere Abgrenzung ist nur durch aufwändige, sorgfältige Diagnosestellung (Genauerer dazu in Kapitel 3.3 Diagnostik) möglich (Gawrilow, 2016).

Die ADHS birgt ein grosses Risiko, dass weitere Störungen komorbid (begleitend) auftreten. Komorbide Störungen sind bei ADHS eher die Regel als die Ausnahme: Bei bis zu 85% besteht mindestens eine zusätzliche psychische Erkrankung. Die bei ADHS am häufigsten komorbid vorkommenden Störungen sind oppositionelle/aggressive/dissoziale Verhaltensstörung (50%), depressive Störungen (40%), Angststörungen (40%), Substanzmissbrauch/Spielsucht (40%), Entwicklungs-/Lern-/Teilleistungsstörungen (40%), Tic-Störungen (30%) inkl. Tourette-Syndrom (Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016).

### **3.1.4 Häufigkeit**

ADHS zählt zu den am häufigsten diagnostizierten Störungen im Kindes und Jugendalter. Je nach Publikation liest man von einer weltweiten Prävalenz von 3 – 10% aller Kinder und Jugendlichen (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016). Die aktuellsten Daten stammen aus einer Metaanalyse (Thomas, Sanders, Doust, Beller & Glasziou, 2015), bei der festgestellt wurde, dass zu diesem Zeitpunkt 7.2% der Kinder und Erwachsenen weltweit irgendwann vor dem 18. Lebensjahr mit einer ADHS diagnostiziert wurden, wobei international keine wesentlichen Unterschiede bestanden.

Vergleicht man die Diagnosehäufigkeit bezüglich Geschlechts, werden weit mehr Knaben als Mädchen mit einer ADHS diagnostiziert; das Verhältnis liegt je nach Quelle zwischen 2:1 und 9:1 (Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016). Teilweise lässt sich diese grosse Diskrepanz dadurch erklären, dass Mädchen meist den unaufmerksamen ADHS-Subtyp (ohne Hyperaktivität) zeigen, welcher weit weniger erkannt und diagnostiziert wird, als der hyperaktiv/impulsive Subtyp oder der gemischte Subtyp, bei dem Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität gemeinsam auftreten (Gawrilow, 2016).

### **3.1.5 Entwicklung**

Früher herrschte die Meinung vor, dass ADHS sich in allen Fällen auswachsen würde. Verschiedene Längsschnittstudien vermochten jedoch zu zeigen, dass ADHS eine schwerwiegende Entwicklungsbeeinträchtigung ist, die nicht einfach verschwindet. Bei 50 – 80% der diagnostizierten Kinder bleibt die ADHS auch im Erwachsenenalter persistent. Die Hyperaktivität nimmt im Jugendalter grundsätzlich deutlich ab, jedoch nicht bei allen Betroffenen: 1/3 der Erwachsenen zeigen weiterhin das Vollbild der Störung (DGKJP, 2018; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

### **3.1.6 Entstehung / Ätiologie**

Die Bedingungen zur Entstehung der ADHS sind heterogen und bisher noch nicht komplett geklärt. Fest steht, dass ADHS unter Beteiligung multipler, miteinander agierender Faktoren entsteht (Born &

Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

Wie wissenschaftlich verschiedentlich belegt wurde, spielt die **genetische Prädisposition** eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der ADHS; Verwandte ersten Grades von ADHS-Betroffenen haben ein zwei- bis achtfach erhöhtes Risiko ebenfalls ADHS-Symptome aufzuweisen (DGKJP, 2018). **Psychosoziale Faktoren** und **Umwelteinflüsse** können die Ausprägung der ADHS beeinflussen, sind jedoch nicht ursächlich an der Entstehung der ADHS beteiligt (DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Neuhaus, 2016). So begünstigt eine Deprivation (extreme Vernachlässigung) im frühen Kindesalter die Ausprägung von ADHS-Symptomen, ein positives Erziehungsverhalten wirkt hingegen protektiv (DGKJP, 2018). Es wird vermutet, dass verschiedene Umweltfaktoren wie Rauchen/Alkohol während der Schwangerschaft, Frühgeburtlichkeit oder sozioökonomischer Status der Familie ebenfalls zur Symptomverstärkung beitragen, wobei deren Erforschung sich methodisch schwierig gestaltet (DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016). Bezüglich Nahrungsmittel oder -zusätze jeglicher Art konnte bisher keine empirische Studie den Verdacht erhärten, dass diese zur Entstehung von ADHS beitragen. Im Einzelfall kann eine Ernährungsumstellung aber durchaus zu einer Veränderung von ADHS-Symptomen führen (Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016).

In den letzten Jahren hat sich die Zustimmung verstärkt, dass es sich bei der ADHS primär um eine Störung der selbstregulativen Fähigkeiten handelt. Dadurch lassen sich sowohl Unaufmerksamkeit als auch Impulsivität und motorische Unruhe der betroffenen Kinder durch eine mangelhafte Selbstregulation erklären (Gawrilow, 2016).

In seinem vielzitierten neuropsychologischen Modell erklärt Barkley (1997) dieses Selbstregulationsdefizit mit einer ungenügend entwickelten Verhaltenshemmung. Diese beeinflusst Arbeitsgedächtnis, Selbstregulation, Internalisierung von Sprache und Rekonstitution in einem Masse, dass eine adäquate Verhaltenssteuerung verunmöglicht und ADHS-typisches Verhalten ausgelöst wird.

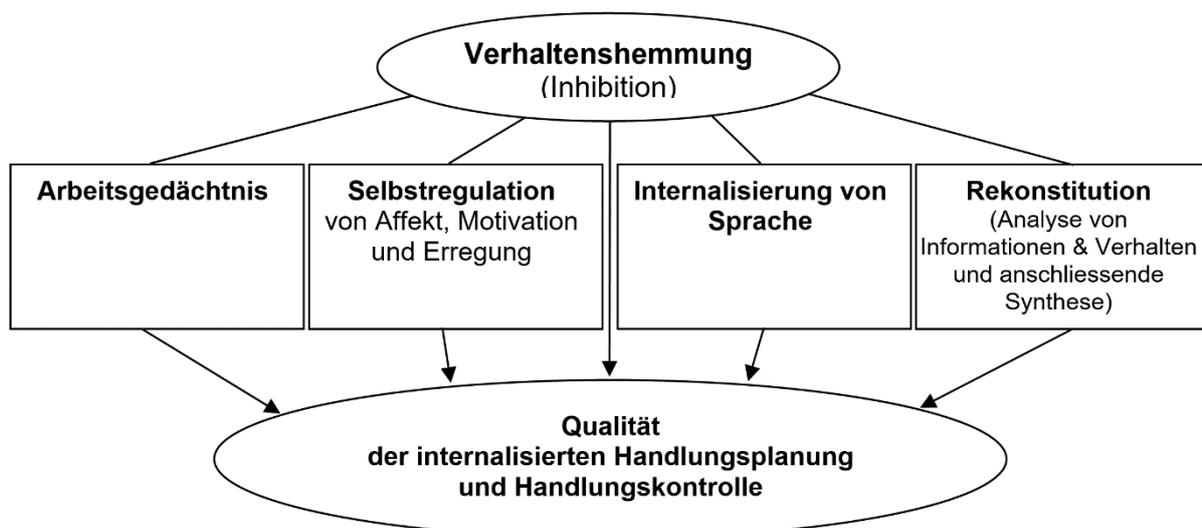


Abbildung 6: Modell von Barkley (1997) (Vereinfachung und Übersetzung aus dem Englischen durch die Verfasserin)

Das biopsychosoziale Modell von Döpfner, Banaschewski und Sonuga-Barke (2008) berücksichtigt nicht nur die Defizite in den exekutiven Funktionen, sondern auch weitere neuropsychologische und psychosoziale Faktoren bei der Störungsentwicklung (Gawrilow, 2016).

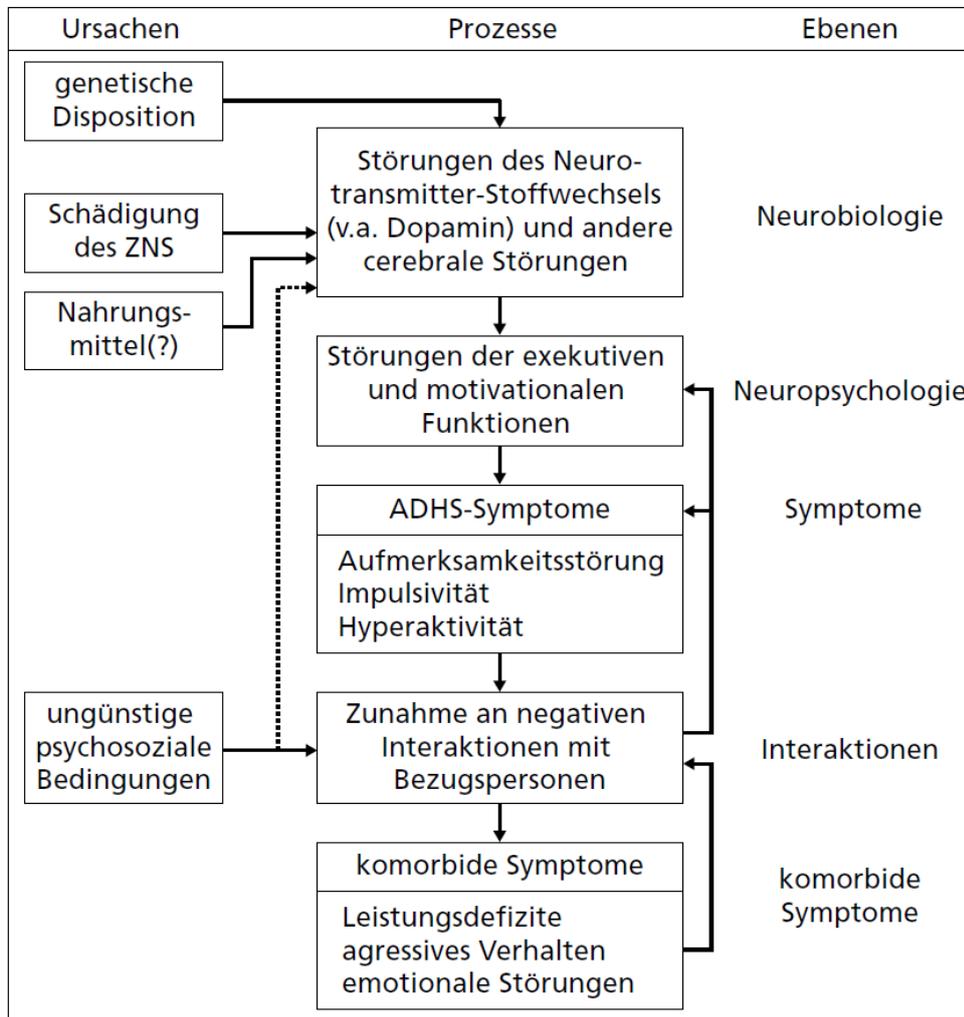


Abbildung 7: Modell der ADHS nach Döpfner et al. (2008) (Gawrilow, 2016, S. 46)

Zur Erklärung des Modells: Entsprechend der aktuellen Forschungslage führt die genetische Disposition zu gestörtem Neurotransmitterstoffwechsel. Dieser verursacht exekutive, aber auch motivationale Dysfunktionen, welche sich in Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität manifestieren. Dadurch entsteht ein negativer Effekt auf Interaktionen mit Bezugspersonen. Kommen ungünstige psychosoziale Bedingungen hinzu, wird der Schweregrad und Verlauf der ADHS negativ beeinflusst und zur Entstehung komorbider Störungen beigetragen (Gawrilow, 2016).

### 3.1.7 Neurobiologie

Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass sich bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS die Reifung bestimmter Hirnregionen um 3 – 5 Jahre verzögert. Dies betrifft vor allem den präfrontalen Kortex, wo ein reduziertes Volumen der grauen Substanz und eine nur schwache Verbindung der weissen Substanz festgestellt werden kann (Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018).

Die Hirnregionen im präfrontalen Kortex spielen eine zentrale Rolle bei der Entstehung von ADHS: Fast alle neuropsychologischen Auffälligkeiten von Kindern mit ADHS lassen sich mit Funktionen des präfrontalen Kortex in Verbindung bringen (Aufmerksamkeitssteuerung, Verhaltensinhibition, Arbeitsgedächtnis, flexible Verhaltensplanung). Durch Veränderungen im Stoffwechsel der Neurotransmitter Dopamin und Noradrenalin entsteht eine Unterfunktion katecholaminerger Steuerung des präfrontalen Kortex und der damit verbundenen Hirnregionen, was zu Problemen bei Aufmerksamkeit, motorischer Kontrolle und exekutiven Funktionen führt (Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016).

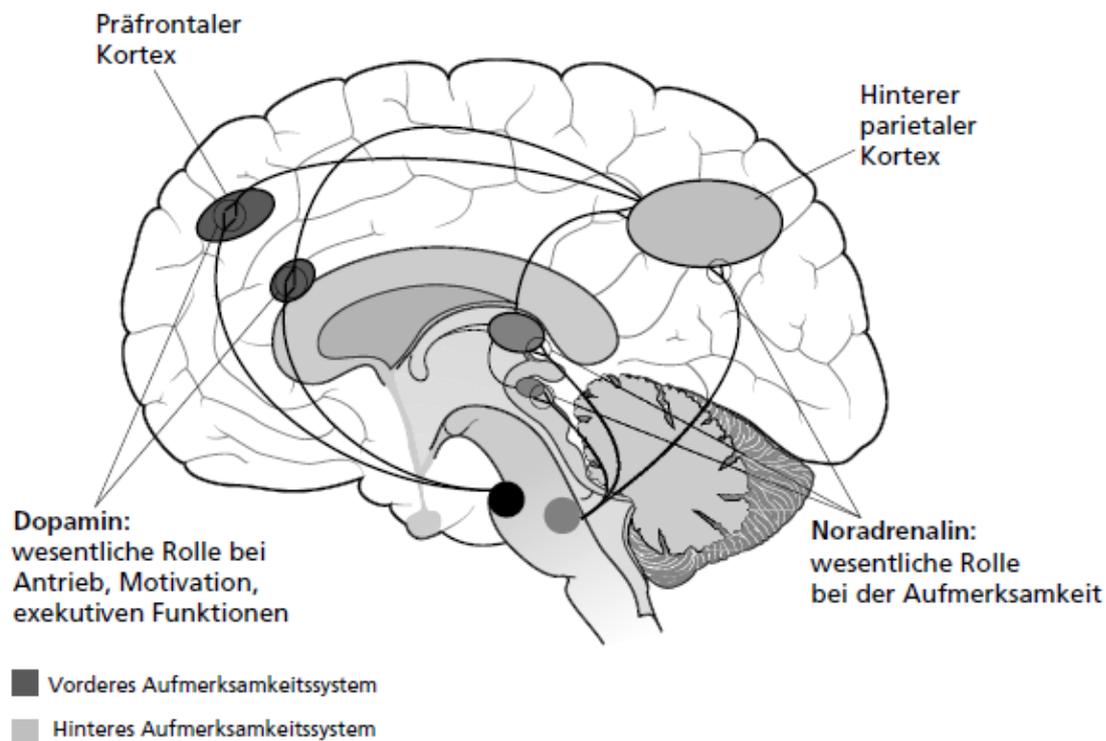


Abbildung 8: Störungen neuronaler Netze bei der ADHS (Frölich et al., 2014, S. 34)

### 3.2 ADHS und schulisches Lernen

Neben den bekannten Verhaltensproblemen führt ADHS zu erheblichen Lern- und Leistungsproblemen: Kinder und Jugendliche mit ADHS bekommen schlechtere Noten, weisen einen grösseren Bedarf an Sonderpädagogik auf, müssen eher eine Klasse wiederholen, zeigen niedrigere Bildungsabschlüsse, verlassen häufiger die Schule ohne qualifizierenden Abschluss und brechen häufiger Lehrstellen ab als Kinder und Jugendliche ohne ADHS (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018).

Kinder mit ADHS zeigen im Vergleich mit ihrer Altersgruppe häufiger Lern- und Leistungsstörungen. So zeigen 12 – 39% eine Lesestörung, 12 – 26% eine Rechtschreibstörung und 12 – 33% eine Rechenstörung, wobei in der Altersgruppe jeweils nur 4 – 8% betroffen sind. Ausserdem zeigen von den Kindern mit ADHS bis zu 35% eine Sprachentwicklungsverzögerung und bis zu 52% eine Verzögerung in der motorischen Koordination. Bedenkt man, dass viele Kinder mit ADHS keine Lernstörung, sondern nur eine Lernschwäche aufweisen, sind bis zu 85% betroffen (Born & Oehler, 2019; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016). Beim IQ zeigt sich ein anderes Bild: Die IQ-Werte haben nichts mit einer ADHS zu tun, was sich durch eine gleiche Verteilung des

Intelligenzquotienten bei Kindern mit und ohne ADHS zeigt (Brown, 2018).

Im Zusammenhang mit schulischem Lernen ist wichtig zu wissen, dass bei Kindern mit ADHS...

- Anstrengungsbereitschaft und Motivation oft reduziert sind, weshalb sie auf unmittelbare Verstärkung angewiesen sind.
- die Selbststeuerung der Gefühle nur geringfügig möglich ist, was zu einer niedrigen Frustrationstoleranz führt.
- Lernen sehr von Gefühlen dem Lernstoff gegenüber abhängig ist. Diese können nur schlecht kontrolliert und unterdrückt werden, wodurch es der Lernstoff teilweise gar nicht erst ins Gedächtnis schafft.
- durch Probleme in der Steuerung und Kontrolle der Aufmerksamkeit viel Informationskapazität für die Beachtung unwichtiger Reize «verschenkt» wird.
- durch fehlendes Durchhaltevermögen Lernstoff oft nur oberflächlich eingepägt wird und dadurch längerfristig wieder verloren geht.
- die Attribution von Erfolg und Misserfolg stabil und nicht von situationalen (z.B. Aufgabenschwierigkeit) oder persönlichen (z.B. Anstrengung, Vorbereitung) Faktoren abhängig erfolgt. Das ist bezogen auf schulisches Lernen problematisch, da die angenommene Selbstwirksamkeit sehr klein ist (kann selbst nichts zu Erfolg oder Misserfolg beitragen).
- der Attributionsstil selbstwertdienlich geschieht: Sie zeigen eine grosse Diskrepanz zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlicher Leistung, wobei sie ihre Leistungen immer deutlich besser einschätzen, als diese objektiv gemessen wirklich sind (Born & Oehler, 2019; Gawrilow, 2016).

Eigenständiges Arbeiten, Selbstorganisation, partnerschaftliches Lernen und Teamarbeit werden in unserem Schulsystem schon früh gefordert. Dies ist für Kinder und Jugendliche mit ADHS kaum leistbar. Im Unterricht sind sie angewiesen auf eine klare und stringente Planung, klare, unmissverständliche, explizite Arbeitsanweisungen, wenig Methodenwechsel, wenig Gruppenarbeit, grafomotorische Unterstützung, Hilfe bei der Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit und viel Lob (Born & Oehler, 2019; Gawrilow et al., 2018).

### 3.3 Diagnostik

Die Diagnosestellung für ADHS ist sehr aufwändig und orientiert sich an den bereits erläuterten ADHS-Kernsymptomen, welche seit mindestens 6 Monaten in mehreren Lebensbereichen auftreten und ein deutliches Leiden verursachen müssen (Born & Oehler, 2019; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

#### 3.3.1 Kriterien zur Diagnose nach ICD-10 / DSM-5

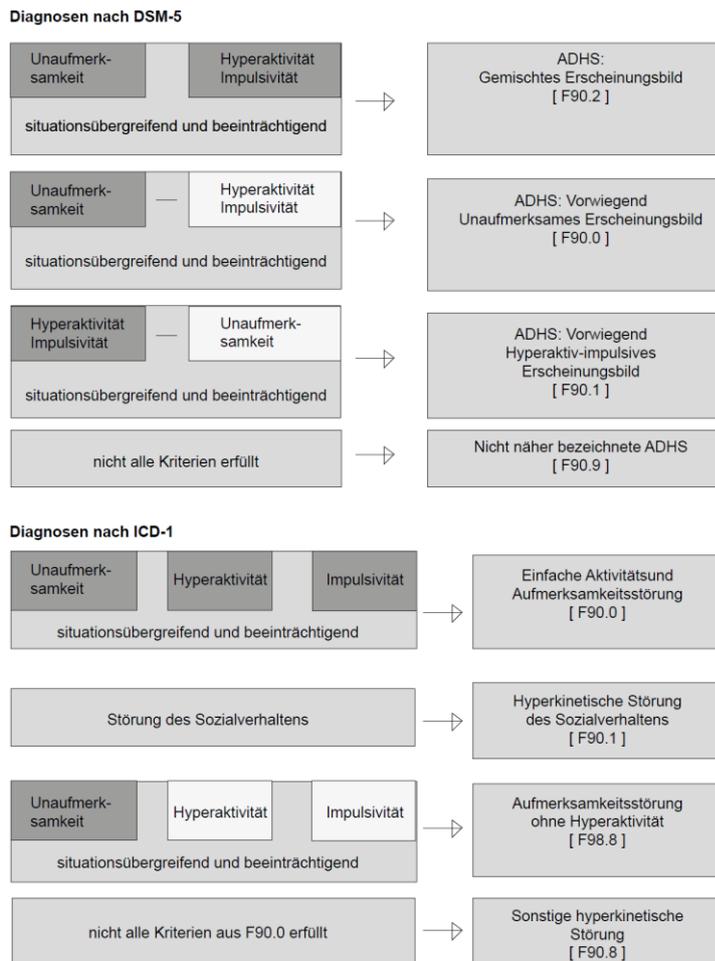
Eine ADHS-Diagnose kann entweder nach dem DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) oder der ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) vorgenommen werden. In der Schweiz erfolgt die Diagnosestellung meist mittels DSM-, in Deutschland mittels ICD-Klassifikationssystem. In wissenschaftlichen Arbeiten findet sich fast nur die Verwendung der DSM-Kriterien.

Bei einer Diagnosestellung nach **DSM-5** muss der Beginn der Störung vor dem 12. Lebensjahr vorliegen. Es werden drei Erscheinungsformen der ADHS unterschieden: Treten die Kernsymptome Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität gemeinsam auf, wird eine **ADHS mit gemischtem**

**Erscheinungsbild** diagnostiziert. Ist vordergründig das Kernsymptom der Unaufmerksamkeit festzustellen, wird eine **ADHS mit vorwiegend unaufmerksamem Erscheinungsbild** diagnostiziert. Stehen Hyperaktivität und Impulsivität im Vordergrund, wird eine **ADHS mit vorwiegend hyperaktiv-impulsivem Erscheinungsbild** diagnostiziert (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

Bei einer Diagnosestellung nach **ICD-10** muss der Beginn der Störung schon vor dem 6. Lebensjahr vorliegen. Es werden auch hier drei Erscheinungsformen unterschieden: Bei Vorliegen der drei Kernsymptome Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität, wird eine **einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung** diagnostiziert. Wird zusätzlich zu den drei Kernsymptomen ein andauerndes und wiederkehrendes Muster dissozialen, aggressiven und aufmüpfigen Verhaltens gezeigt, wird eine **Hyperkinetische Störung des Sozialverhaltens** diagnostiziert. Bei Kindern, die nur unaufmerksam, aber nicht hyperaktiv-impulsiv sind, wird eine **Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität** diagnostiziert (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

Die folgende Grafik verdeutlicht die Unterschiede der Diagnosekriterien nach DSM-5 oder ICD-10:



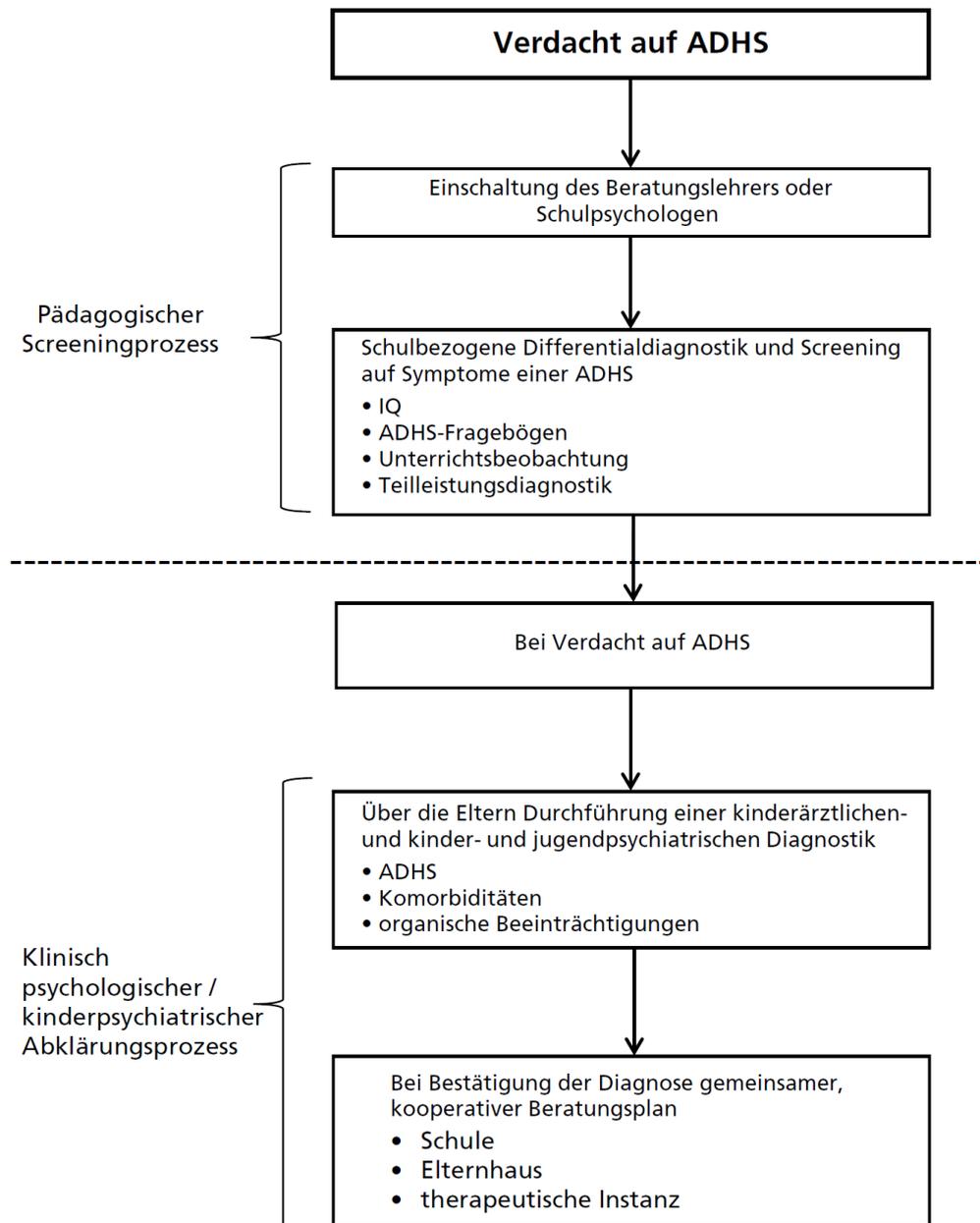
**Abbildung 9: Kriterien zur Diagnose einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung nach DSM-5 und einer hyperkinetischen Störung nach ICD-10 (Gawrilow, 2016, S. 27)**

### 3.3.2 Ablauf einer diagnostischen Abklärung

Oft wird ein ADHS-Verdacht erstmals in der Schule augenfällig. Ein auffälliges, motorisches Verhalten, Probleme im feinmotorischen Bereich, Konzentrationsschwierigkeiten, eine stark abnehmende

Qualität der Arbeiten, mangelhafte Problemlösestrategien, Schwierigkeiten im sprachlichen Bereich, unmöglicher Bedürfnisaufschub, Probleme mit dem Einhalten von Regeln und emotionale Labilität sind mögliche Indikatoren (Born & Oehler, 2019; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016). Wichtig ist dabei aber unbedingt auch das relative Lebensalter im Hinterkopf zu behalten: Kinder, die in ihrer jeweiligen Klasse zu den jüngeren gehören, haben eine stark erhöhte Wahrscheinlichkeit eine ADHS-Diagnose zu erhalten (Gawrilow, 2016).

Erhärtet sich der ADHS-Verdacht aus Sicht der Schule, läuft die Diagnostik wie folgt ab:



**Abbildung 10: Ablauf einer diagnostischen Abklärung auf Vorliegen einer ADHS aus Sicht der Schule**  
(Frölich et al., 2014, S. 59)

Wie aus der vorliegenden Grafik klar wird, erfolgt die Diagnosestellung über eine kinderärztliche und kinder- und jugendpsychiatrische Fachperson.

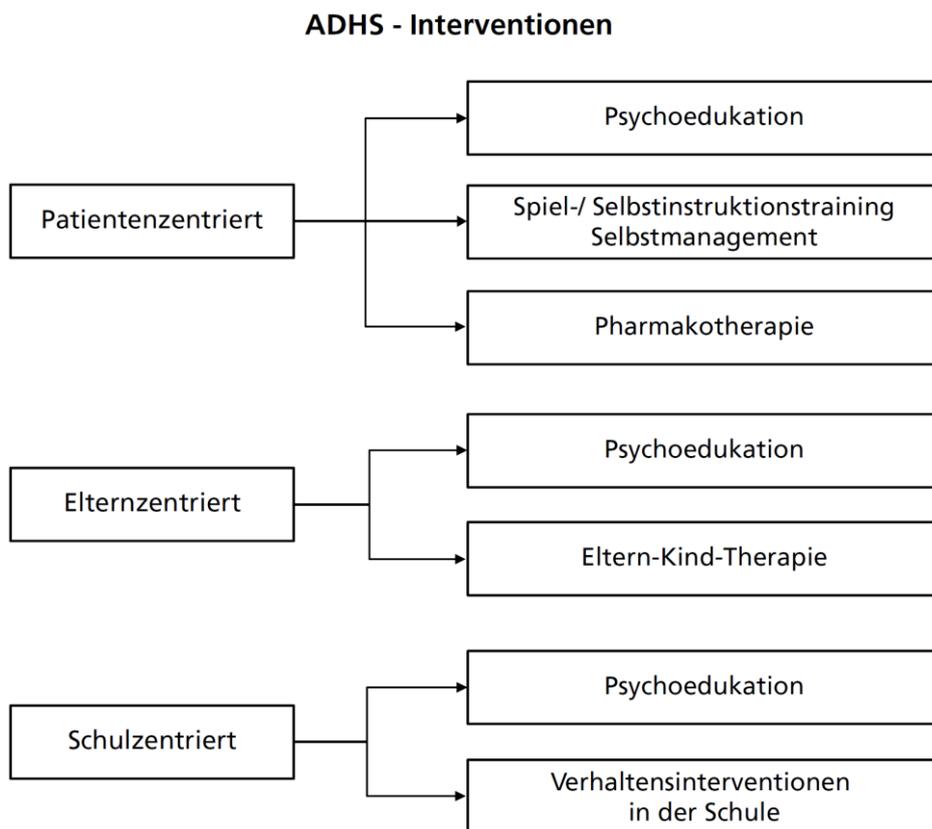
Bestandteile einer mehrdimensionalen Diagnostik sollten eine ausführliche Anamnese, Verhaltensbeobachtung, Leistungsdiagnostik, Aufmerksamkeitsdiagnostik, Erfassung der Emotionalität und neurologische Untersuchung sein (Gawrilow, 2016).

### 3.4 Möglichkeiten der Intervention / Therapie

Eine frühe Intervention und Therapie ist dringend anzustreben, da sie der Entwicklung von komorbiden Störungen entgegenzuwirken vermag (Gawrilow, 2016).

Grundsätzlich bieten sich als Interventions- und Therapiemöglichkeiten Beratung und Psychoedukation, Pharmakotherapie (Medikation), kognitive Verhaltenstherapie, Elterntrainings, pädagogisch-psychologische Funktionstrainings und Neurofeedback an (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

Die folgende Grafik zeigt eine Übersicht der verschiedenen ADHS-Interventionen und ordnet diese den verschiedenen Bereichen (Patient, Schule, Eltern) zu:



**Abbildung 11: Interventionen bei ADHS** (Frölich et al., 2014, S. 64)

Es wird ein multimodales Behandlungskonzept empfohlen, da sich durch die positiven Wirkfaktoren der verschiedenen Bereiche ein grösstmöglicher Erfolg einstellen kann (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

#### Pharmakotherapie

Da die Behandlung mit Medikamenten bei ADHS ein zentrales Thema ist, wird hier auf diese Interventionsform als einzige noch spezifisch eingegangen.

Die bei ADHS verschriebenen Psychostimulanzien beeinflussen den Botenstoffwechsel (Dopamin, Noradrenalin) in der Form, dass es zeitbegrenzt zu stärkerer neuronaler Verfügbarkeit der Botenstoffe in spezifischen Hirnregionen kommt, wodurch bei 80% der von ADHS Betroffenen eine Wirksamkeit in allen drei Bereichen der Kernsymptome sowie auch bei komorbid auftretenden Symptomen festzustellen ist. Bei 20% der Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen ist trotz Medikation keine

Veränderung zu beobachten (DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

43.1% der 13- bis 14-jährigen Kinder mit ADHS werden aktuell medikamentös behandelt (Gawrilow et al., 2018) wobei meist Methylphenidat zum Einsatz kommt. Erhältlich sind verschiedene Produkte, die sich vor allem durch ihre Wirkdauer unterscheiden (kurzwirksame: 4-6h, langwirksame: 6-8h, ultralangwirksame: 10-12h). Es kann zu Nebenwirkungen wie Appetitverlust, Schlafstörungen sowie Kopf- und Magenschmerzen kommen, welche sich bei Präparaten mit längerer Wirkdauer verstärken. Amphetaminpräparate wirken ähnlich wie Methylphenidat, kommen aber wegen erhöhtem Suchtpotential nur zum Einsatz, wenn die Pharmakotherapie mit Methylphenidat nicht erfolgreich ist. Atomoxetin hat eine etwas andere Wirkweise als Methylphenidat und Amphetamin. Es entwickelt erst nach einigen Wochen der Einnahme eine Wirkung und bleibt in der Effektstärke unter den beiden anderen Produkten (Frölich et al., 2014).

Eine medikamentöse Behandlung wirkt sich während der Behandlung positiv auf die schulischen Fähigkeiten aus, reduziert Schulprobleme längerfristig und vermag sogar atypische Hirnstrukturen zu normalisieren. Trotz der positiven Effekte in allen Bereichen ist die durchschnittliche Einnahmedauer mit 105 Tagen verhältnismässig kurz. Gründe dafür sind in den auftretenden Nebenwirkungen, dem subjektiven Erleben des Erfolgs der Behandlung oder auch Ängsten zu suchen (Brown, 2018). Wird die Pharmakotherapie beendet, verschwinden auch sämtliche positiven Effekte wieder (DGKJP, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016; Gawrilow et al., 2018; Neuhaus, 2016).

## **4. Zusammenhang Arbeitsgedächtnis und ADHS**

Dem aufmerksamen Leser werden in den letzten Kapiteln bereits gewisse Parallelen zwischen Arbeitsgedächtnis und ADHS aufgefallen sein. In diesem Kapitel werden die Zusammenhänge mit Theorie hinterlegt begründet, Arbeitsgedächtnisbesonderheiten von Kindern mit ADHS thematisiert und ein alternatives Erklärungsmodell für ADHS vorgestellt.

### **4.1 Arbeitsgedächtnisdefizit als ADHS-Kernsymptom**

Der Zusammenhang von Arbeitsgedächtnisdefiziten und ADHS wird seit mehr als 25 Jahren intensiv beforscht (Gawrilow, 2016).

Diverse Studien zeigen, dass Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit ADHS deutliche Schwächen im Arbeitsgedächtnis aufweisen, dies auch bei hohem IQ (Born & Oehler, 2019; Brown, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016). Bei Heidler (2013) liest man, dass Arbeitsgedächtnisdefizite zentraler Bestandteil nahezu aller Erklärungshypothesen von sowohl Verhaltens- als auch kognitiven Problemen bei ADHS sind und Brunsting (2011) konstatiert schlicht, dass sich Menschen mit ADHS von Menschen ohne ADHS primär im Bereich des Arbeitsgedächtnisses unterscheiden.

Mit Bildgebungsstudien konnten durch die Feststellung eines geringeren Volumens im Frontal- und Parietalkortex und Abnormalitäten im Dopaminsystem (für Arbeitsgedächtnisprozesse sehr bedeutsam) die Studienergebnisse zu Arbeitsgedächtnisdefiziten bei Kindern mit ADHS untermauert werden (Klingberg, 2016).

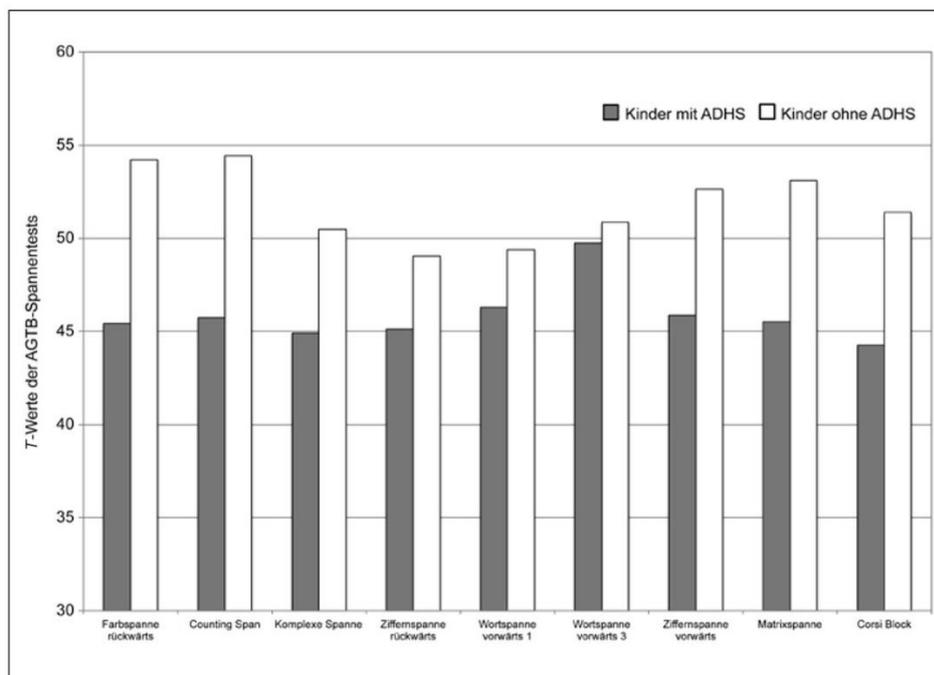
Kinder mit sehr schwachen Arbeitsgedächtnisleistungen wurden in einer Studie von Gathercole und Alloway (2008) erstaunlicherweise von den Lehrpersonen nicht als vergesslich oder mental schwach beschrieben. Die Lehrpersonen beschrieben betroffene Kinder ausnahmslos als auffällig durch Konzentrationsprobleme und eine sehr kurze Aufmerksamkeitsspanne, einfach ablenkbar und nur fokussiert bei Inhalten, die sie sehr interessieren. Dies sind alles Symptome, die auch Kindern mit ADHS (unaufmerksam oder kombinierter Subtyp) zugeschrieben werden können. Es wird vermutet, dass diese Symptome von der Unfähigkeit herkommen, mentale Repräsentationen aktiv im Arbeitsgedächtnis aufrechtzuerhalten und für die Verhaltenssteuerung zu nutzen (ebd.).

Dadurch erstaunt es nicht, dass in neueren Arbeiten immer wieder die Forderung zu lesen ist, ein Arbeitsgedächtnisdefizit als weiteres Kernsymptom neurokognitiver Auffälligkeiten bei ADHS zu definieren (Brown, 2018; Gawrilow, 2016; Gawrilow, Oberbremer & Hasselhorn, 2012).

### **4.2 Arbeitsgedächtnisbesonderheiten von Kindern mit ADHS**

Betrachtet man die einzelnen Teilbereiche des Arbeitsgedächtnisses (nach dem Modell von Baddeley) von Kindern mit ADHS genauer, fällt auf, dass die Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis deutlich kleiner ausfallen als im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis sowie in der zentralen Exekutive. Je nach Metastudie wurden die grössten Effekte für Defizite in der zentralen Exekutive (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson & Tannock, 2005; Martinussen & Tannock, 2006) oder für das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis (Nigg, 2006) festgestellt. Studien zum phonologischen Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit ADHS zeigen uneinheitliche Resultate. Dadurch liegt die Vermutung nahe, dass Kinder mit ADHS weniger oder keine Probleme mit dem phonologischen Arbeitsgedächtnis haben. Ausserdem scheinen visuell-räumliche Arbeitsgedächtnisdefizite vor allem mit dem ADHS-

Kernsymptom der Unaufmerksamkeit zusammenzuhängen (Rapport et al., 2008). Die Kritik an den bisherigen Studien, die Ergebnisse wären zu wenig abgestützt, da in den einzelnen Teilbereichen des Arbeitsgedächtnisses jeweils nur ein Test zum Einsatz kam, wurde bei der Arbeitsgedächtnis-testbatterie für Kinder von 5 bis 12 Jahren (AGTB 5-12) aufgenommen. Die AGTB 5-12 verwendet erstmals mehrere Subaufgaben je einer zu erfassenden Komponente (Hasselhorn et al., 2012). Unter Verwendung der AGTB 5-12 vermochte eine empirische Studie zu zeigen, dass Kinder mit ADHS verglichen mit Kindern ohne ADHS signifikant schwächere Ergebnisse im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Martixspanne, Corsiblock) und in fast allen Aufgaben, die die zentrale Exekutive einbeziehen (Farbspanne rückwärts, Counting Span, Komplexe Spanne, Ziffernspanne rückwärts) erzielten. Bei Aufgaben, die das phonologische Arbeitsgedächtnis testen (Wortspanne vorwärts 1, Wortspanne vorwärts 3, Ziffernspanne vorwärts), schnitten die Kinder mit ADHS zwar ebenfalls schlechter ab als die Kinder ohne ADHS, die Ergebnisse erreichten jedoch keine Signifikanz. Das folgende Säulendiagramm stellt die Ergebnisse der genannten Studie dar (Gawrilow et al., 2012):



**Abbildung 12: Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne ADHS in den AGTB-Spannaufgaben**  
(Gawrilow et al., 2012, S. 123)

Mit dieser Studie vermochten Gawrilow et al. (2012) die Ergebnisse rezenter Studien zum Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit ADHS zu replizieren. Sie erweitern diese durch die Anwendung einer standardisierten Testbatterie (AGTB 5-12) mit mehreren Subtests zur Erfassung des phonologischen und visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses und der zentral-exekutiven Arbeitsgedächtnisfunktionen.

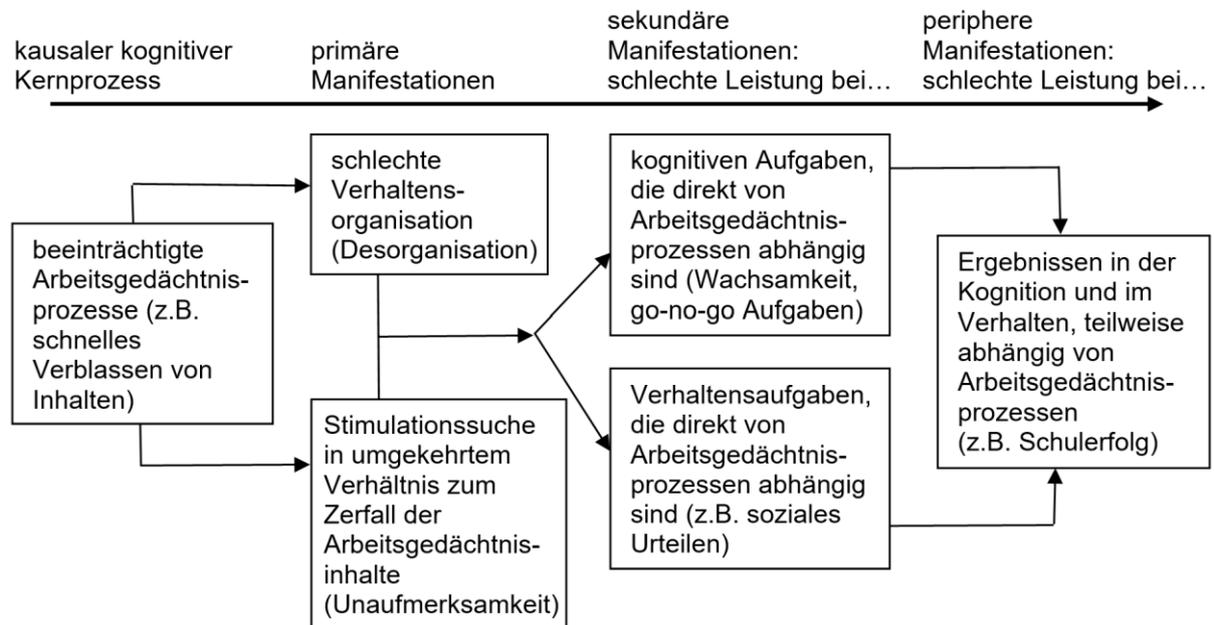
#### 4.3 ein alternatives Erklärungsmodell

Rapport, Chung, Shore und Isaacs (2001) gehen in ihrer Arbeit noch einen Schritt weiter. Sie fordern nicht nur ein Arbeitsgedächtnisdefizit als weiteres Kernsymptom neurokognitiver Auffälligkeiten bei ADHS zu definieren, sondern postulieren ein Alternativmodell, das Arbeitsgedächtnisdefizite als Kernkomponente der ADHS-Defizite annimmt.

Aus ihrer Sicht sind Arbeitsgedächtnisdefizite die Konsequenz einer oder mehrerer genetischer

Substrate. Diese führen zu mehreren primären Merkmalen der ADHS (Desorganisation, Unaufmerksamkeit). Impulsivität und Hyperaktivität werden nur als Nebenprodukte verstanden, welche durch negative Verstärkung der Umwelt aufrechterhalten werden.

Im Folgenden ist das beschriebene Modell von Rapport et al. (2001) grafisch dargestellt:



**Abbildung 13: Modell zu primären, sekundären und peripheren Manifestationen von Verhalten und Kognition aufgrund hypothetischer Arbeitsgedächtnisprozessdefizite bei Kindern mit ADHS**  
(Rapport et al., 2001; Übersetzung aus dem Englischen durch die Verfasserin)

Dieses Modell steht dem Modell von Barkley (1997) gegenüber, das bei ADHS von einem primären Inhibitionsdefizit ausgeht, welches die verschiedenen exekutiven Funktionen (darunter das Arbeitsgedächtnis) negativ beeinflusst und zum ADHS-typischen Verhalten führt.

Beide Modelle haben ihre Berechtigung, wobei das Modell von Barkley (1997) in der ADHS-Theorie weiter verbreitet zum Einsatz kommt (Brown, 2018; Frölich et al., 2014; Gawrilow, 2016).

Zur Unterstützung des Modells von Rapport et al. (2001) soll an dieser Stelle auf zwei Studien hingewiesen werden: Lee, Riccio und Hynd (2004) belegen, dass die Inhibitionsdefizite bei ADHS im Vergleich zu komplexeren exekutiven Funktionen wie dem Arbeitsgedächtnis sekundär sind. Aldersen, Rapport, Hudec, Sarver und Kofler (2010) zeigen auf, dass Inhibitionsdefizite die Folge von Arbeitsgedächtnisdefiziten (zentrale Exekutive) sind und nicht umgekehrt.

Nachdem theoretischer Hintergrund und Zusammenhang von Arbeitsgedächtnis und ADHS dargestellt wurden, wendet sich diese Arbeit nun der Forschung der letzten 20 Jahre in diesen Bereichen (Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS) zu.

Erwartet werden Ergebnisse zur Trainierbarkeit des Arbeitsgedächtnisses von Kindern mit ADHS, die Rückschlüsse für die schulische/heilpädagogische Förderung zulassen.

## 5. Literaturcorpus und methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel wird die Zusammenstellung des Literaturcorpus (bestehend aus 15 Publikationen), das Vorgehen bei der Analyse der Publikationen und die dafür ausgewählte Methodik beschrieben. Ausserdem werden die inkludierten Publikationen kurz inhaltlich dargestellt und das Vorgehen zur qualitativen Inhaltsanalyse wird erklärt.

### 5.1 Recherche der Literatur

Für die systematische Suche und Zusammenstellung der Forschung der letzten 20 Jahre im Bereich «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS» wurden mittels jeweils separater Stichwort- und Schlagwortsuche die einzelnen EBSCO-Fachdatenbanken (MEDLINE, ERIC, Education Source, APA Psycinfo, PSYINDEX) durchsucht. Informationen zu den Fachdatenbanken werden am Schluss dieses Kapitels aufgeführt.

Bei der Suche über den EBSCO-Host ist ein separates Durchsuchen der einzelnen Fachdatenbanken (anstatt einer EBSCO-Gesamtabfrage) sinnvoll, da so zusätzlich mit den datenbankspezifischen Schlagworten gearbeitet werden kann. Die Verschlagwortung wird jeweils durch Bibliothekar\*innen vorgenommen und kann auf dem EBSCO-Host (zweites Feld oben links in der blauen Kopfzeile) eingesehen werden. Die genauen Daten zur Stichwort- und Schlagwortsuche sind Anhang 1 zu entnehmen.

Auf eine zusätzliche Suche nach in Metastudien, Reviews und Analysen genannten Studien sowie auf eine zusätzliche Suche auf anderen Kanälen wurde verzichtet, da diese einerseits den zeitlichen Rahmen dieser Masterarbeit gesprengt hätten und andererseits Aufwand und zu erwartender Ertrag in keinem lohnenden Verhältnis stehen. Publikationen, die in den gefundenen Studien oder in der für den Theorieteil bearbeiteten Literatur genannt wurden, wurden zusätzlich integriert.

Informationen zu den verwendeten Fachdatenbanken:

**MEDLINE** wurde von der National Library of Medicine erstellt und nutzt die Indexierung der medizinischen Datenbank (MeSH) für Suchläufe in Zitaten aus mehr als 5400 aktuellen biomedizinischen Zeitschriften. Die Datenbank bietet fundierte medizinische Informationen zu den Themen Allgemeinmedizin, Pflege, Zahnmedizin, Tiermedizin, Gesundheitssystem, vorklinische Wissenschaften und vielen weiteren.

**ERIC** ist die Abkürzung für **E**ducation **R**esource **I**nformation **C**enter und bietet Zugriff auf Bildungsliteratur und Bildungsressourcen. Diese Datenbank enthält über 1.3 Millionen Datensätze und bietet Zugriff auf Informationen aus Fachzeitschriften, die im *Current Index of Journals in Education* und im *Resources in Education Index* aufgeführt sind.

**Education Source** richtet sich an Studenten, Lehrende und Forschende sowie an Entscheidungsträger. Die Sammlung enthält Indexierungen und Abstracts für über 2850 Fachzeitschriften sowie Volltexte für über 1800 Zeitschriften, 550 Bücher, Zitate für über 4 Millionen Artikel und über 100'000 Tests im Bildungssektor. Diese Datenbank deckt alle Erziehungsphasen ab, angefangen bei der frühen Kindheit bis zur höheren Schulausbildung.

**APA Psycinfo** ist eine angesehene Quelle der American Psychological Association (APA) für Abstracts wissenschaftlicher Artikel, Buchkapitel, Bücher und Dissertationen. Sie ist die

umfangreichste Ressource für wissenschaftlich geprüfte Literatur in den Bereichen Verhaltenswissenschaft und geistige Gesundheit. Sie enthält ca. 3 Millionen Datensätze und Zusammenfassungen, die bis ins 17. Jahrhundert zurückgehen.

**PSYINDEX** (Literature and Audiovisual Media with PSYINDEX Tests) ist die umfassendste Abstract-Datenbank für psychologische Literatur, audiovisuelle Medien, Interventionsprogramme und Tests aus dem deutschsprachigen Raum.

Die Informationen zu den verwendeten Fachdatenbanken wurden aus folgender Quelle übernommen: <https://web-b-ebshost-com.ezproxy.hfh.ch/ehost/search/selectdb?sid=97ed28a5-433a-4e69-93c7-9d00cb783c40%40pdc-v-sessmgr02&vid=1&lg=1> (abgerufen am 22.09.2021).

## 5.2 Methodisches Vorgehen

Nach systematischer Suche in den genannten Datenbanken ging es in einem nächsten Schritt darum, die erzielten Treffer auf die für die vorliegende Arbeit relevanten Forschungsberichte zu reduzieren. Dazu wurden Inklusions-/Exklusionskriterien formuliert.

Zur Formulierung der Inklusions-/Exklusionskriterien für die Aufnahme von Forschungsberichten wurde das üblicherweise in der Medizin eingesetzte PICO System wie folgt verwendet (Quelle: [https://en.wikipedia.org/wiki/PICO\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/PICO_process), abgerufen am 30.01.2021):

**P** – Patient, Problem or Population: **Kinder im Primarschulalter mit ADHS** (sowohl Studien, die im schulischen als auch Studien, die im klinischen Kontext durchgeführt wurden): Das Alter wird hier auf 7 – 12 Jahre festgelegt, wobei zur Inklusion mehr als die Hälfte der untersuchten Population in diesem Alter sein muss und keine Probanden jünger als 5 oder älter als 14 Jahre sein dürfen.

**I** – Intervention: **Arbeitsgedächtnistraining**

**C** – Comparison, control or comparator: **aktive Kontrollgruppe** (Kontrollgruppe erhält in der Studie das gleiche Setting (gleiche Rahmenbedingungen), trainiert jedoch nicht mit dem gleichen Programm; so wird verhindert, dass der Erfolg durch die Rahmenbedingungen und nicht durch das eigentliche Training zu Stande kommt)

**O** – Outcome(s): **Verbesserung der Arbeitsgedächtnisleistung** (-spanne/-kapazität)

Weiteres Inklusionskriterium ist die Publikationssprache Englisch oder Deutsch. Dazu ist bereits an diesem Punkt anzumerken, dass vor allem mit Material in Englischer Sprache zu rechnen ist.

Es werden auch nicht randomisiert kontrollierte Querschnittstudien inkludiert, rein qualitative Berichte werden ausgeschlossen.

Bewusst wurden die Kriterien so festgelegt, dass sie einen möglichst breiten Blick auf die Forschungsstudien zulassen. Es geht primär darum, zu erfassen welche Interventionen einen positiven Effekt erzielen; welche Intervention den positivsten Effekt erzielt ist nicht zentral. Auch ein statistischer Vergleich der einzelnen Studien wird nicht angestrebt. Dies ermöglicht eine grosse Varietät an Ergebnissen und bedeutet die grösstmögliche Vielfalt an daraus resultierenden Umsetzungsideen für den Schulalltag.

Nach diesen Kriterien wurden die erzielten Treffer systematisch reduziert. Das genaue Vorgehen mit den einzelnen Teilschritten zur Reduktion der erzielten Treffer ist im Study Flow (Anhang 2) aufgeführt. Daraus ist ersichtlich, dass 15 Publikationen alle PICO-Kriterien erfüllten und zur qualitativen Inhaltsanalyse verwendet werden konnten.

Es handelt sich um die folgenden Publikationen (geordnet nach Erscheinungsjahr, begonnen mit der am weitesten zurückliegenden):

Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24 (6), 781-791.

<https://dx.doi.org/10.1076/jcen.24.6.781.8395>

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P, Dahlström, K. et al. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD – A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44 (2), 177-186.

<https://dx.doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>

Ivarsson, M. & Strohmayer, S. (2010). *Working memory training improves arithmetic skills and verbal working memory capacity in children with ADHD (Dissertation)*.

Abrufbar unter: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:378617/FULLTEXT01.pdf>

Prins, P., Dovis, S., Ponsioen, A., ten Brink, E. & van der Oord, S. (2011). Does Computerized Working Memory Training with Game Elements Enhance Motivation and Training Efficacy in Children with ADHD? *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (3), 115-122.

<https://dx.doi.org/10.1089/cyber.2009.0206>

Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Iosif, A-M., Dixon, J. F., Miller, M. R. et al. (2012). Will Working Memory Training Generalize to Improve Off-Task Behavior in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder? *Neurotherapeutics*, 9, 639-648.

<https://dx.doi.org/10.1007/s13311-012-0124-y>

Chacko, A., Bedard, A. C., Marks, D. J., Feirsen, N., Uderman, J. Z., Chimiklis, A. et al. (2013). A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (3), 247-255. <https://dx.doi.org/10.1111/jcpp.12146>

van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K. & Slaats-Willemse, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (8), 886-896. <https://dx.doi.org/10.1111/jcpp.12218>

van der Donk, M., Hiemstra-Beernink, A.-C., Tjeenk-Kalff, A., van der Leij, A. & Lindauer, R. (2015). Cognitive training for children with ADHD: a randomized controlled trial of cogmed working memory training and 'paying attention in class'. *Frontiers in Psychology*, 6 (1081), 1-13.

<https://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01081>

Bigorra, A., Garolera, M., Guijarro, S. & Hervás, A. (2016). Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: a randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25, 853-867. <https://dx.doi.org/10.1007/s00787-015-0804-3>

- Chacko, A., Bedard, A.-C. V., Marks, D., Gopalan, G. Feirsen, N., Uderman, J. et al. (2017). Sequenced neurocognitive and behavioral parent training for the treatment of ADHD in school-age children, *Child Neuropsychology*, 42 (4), 427-450.  
<https://dx.doi.org/10.1080/09297049.2017.1282450>
- Kofler, M. J., Sarver, D. E., Austin, K. Schaefer, H., Holland, E., Aduen P. A. et al. (2018). Can Working Memory Training Work for ADHD? Development of Central Executive Training and Comparison with Behavioral Parent Training. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 86 (12), 964-979. <https://dx.doi.org/10.1037/ccp0000308>
- Kajka, N. (2019). The influence of metacognitive training on the improvement of working memory in children with ADHD. *Current Problems of Psychiatry*, 20 (3), 217-227.  
<https://dx.doi.org/10.2478/cpp-2019-0015>
- Dentz, A., Guay, M.-C., Gauthier, B., Romo, L. & Parent, V. (2020). Is the Cogmed program effective for youths with attention deficit/hyperactivity disorder under pharmacological treatment? *Applied Cognitive Psychology*, 34 (3), 577-589. <https://dx.doi.org/10.1002/acp.3633>
- Jones, M. R., Katz, B., Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M. & Shah, P. (2020). Exploring N-Back Cognitive Training for Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24 (5), 704-719.  
<https://dx.doi.org/10.1177/1087054718779230>
- Kofler, M. J., Wells, E. L., Singh, L. J., Soto, E. F., Irwin, L. N., Groves, N. B. et al. (2020). A randomized controlled trial of central executive training (CET) versus inhibitory control training (ICT) for ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 88 (8), 738-756.  
<https://dx.doi.org/10.1037/ccp0000550>

### 5.3 Übersicht der inkludierten Studien

Es folgt eine kurze inhaltliche Darstellung der genannten Studien aufgrund der jeweiligen Abstracts. Da es sich bei allen Studien um Publikationen in Englischer Sprache handelt, wurde während der Arbeit mit den Studien (abstract-screen, fulltext-screen, data-extraction) zur Übersetzung einzelner Worte oder Textpassagen neben der eigenhändigen Übersetzung auf den Online-Übersetzungsdienst von Google zurückgegriffen (verfügbar unter: <https://translate.google.com/?hl=de>).

Folgender Hinweis ist an dieser Stelle wichtig: Die Studie von Chacko et al. (2017) arbeitet mit den gleichen Studienteilnehmer\*innen wie Chacko et al. (2013). Da bei Chacko et al. (2017) jedoch ein zusätzliches Trainingselement hinzugefügt wird, werden die Studien vorerst einzeln aufgeführt.

#### 5.3.1 Klingberg et al. (2002)

In der vorliegenden Studie mit 14 Teilnehmer\*innen mit ADHS wurde ein neues Trainingsparadigma mit intensivem und adaptivem Training von Arbeitsgedächtnisaufgaben angewendet und der Trainingseffekt durch ein doppelblindes, Placebo-kontrolliertes Design evaluiert. Das Training führte zu signifikant gesteigerter Leistung bei den trainierten Arbeitsgedächtnisaufgaben sowie signifikant

verbesserten Leistungen bei einer untrainierten visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisaufgabe und bei Raven's progressiven Matrizen (nonverbale komplexe Denkaufgabe). Ausserdem hat sich die motorische Aktivität (gemessen mit der Anzahl der Kopfbewegungen während eines computergestützten Tests) in der Interventionsgruppe signifikant reduziert. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Leistung bei Arbeitsgedächtnisaufgaben durch Training signifikant verbessert werden kann und sich der Trainingseffekt auch auf nicht trainierte Aufgaben, die Arbeitsgedächtnisleistung erfordern, überträgt. Das Training verbesserte die Leistung bei Aufgaben im Zusammenhang mit dem präfrontalen Kortex und hatte auch einen signifikanten Einfluss auf die motorische Aktivität bei Kindern mit ADHS. Die Ergebnisse legen somit nahe, dass Arbeitsgedächtnistraining bei der Linderung der ADHS-Symptome möglicherweise von klinischem Nutzen sein könnte.

### **5.3.2 Klingberg et al. (2005)**

Die Teilnehmer\*innen der Studie (53 Kinder mit ADHS (davon 44 auswertbare Datensätze), 7 – 12 Jahre alt, ohne Medikation) wurden randomisiert (zufällig) zu einem adaptiven Arbeitsgedächtnistrainings-Computerprogramm oder einem nicht-adaptiven Vergleichsprogramm zugewiesen. Als wichtigste Überprüfung des erzielten Fortschritts wurde die Span-Board-Aufgabe definiert, eine visuell-räumliche Arbeitsgedächtnisaufgabe, die nicht Bestandteil des Trainingsprogramms war. Für diese Aufgabe konnte ein signifikanter Trainingseffekt festgestellt werden, sowohl direkt nach der Intervention als auch drei Monate später. Darüber hinaus wurden signifikante Effekte in den Bereichen phonologisches Arbeitsgedächtnis, Reaktionshemmung und komplexes Denken festgestellt. Die Elternbewertungen zeigten eine signifikante Verringerung der Symptome der Unaufmerksamkeit und Hyperaktivität/Impulsivität, sowohl direkt nach der Intervention als auch drei Monate später. Schlussfolgerungen: Diese Studie zeigt, dass das Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit ADHS durch adaptives Training verbessert werden kann und das Training ausserdem zu Verbesserungen in den Bereichen Reaktionshemmung und logisches Denken sowie zu einer Reduktion der von den Eltern bewerteten ADHS-Symptome führte.

### **5.3.3 Ivarsson und Strohmayr (2010)**

Diese Studie zielte darauf ab, die Auswirkungen von Arbeitsgedächtnistraining auf das Arbeitsgedächtnis, die schulischen Fähigkeiten und die Verhaltenssymptome bei Kindern mit ADHS zu untersuchen. 32 Kinder (davon 21 auswertbare Datensätze) im Alter von 6 bis 11 Jahren wurden randomisiert einem Arbeitsgedächtnistraining oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. Das Arbeitsgedächtnistraining bestand aus neun Aufgaben, die das Arbeitsgedächtnis mit adaptivem Schwierigkeitsgrad beanspruchten. Alle Kinder trainierten zu Hause, wobei ihre Eltern als Aufsichtspersonen fungierten.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Arbeitsgedächtnistraining zu einer signifikanten Verbesserung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der arithmetischen Fähigkeiten führt.

### **5.3.4 Prins et al. (2011)**

Diese Studie untersuchte die Vorteile des Hinzufügens von Game-Elementen zu computerisiertem Arbeitsgedächtnistraining. Konkret wurde untersucht, ob Game-Elemente die Motivation und die Trainingsleistung von Kindern mit ADHS steigern würden und ob dies die Trainingseffizienz

verbessern würde. Insgesamt 51 Kinder mit ADHS im Alter zwischen 7 und 12 Jahren wurden randomisiert einem Arbeitsgedächtnistraining in einem Gaming-Format oder einem regulären computerisierten Arbeitsgedächtnistraining zugeteilt. Beide Gruppen absolvierten drei wöchentliche Arbeitsgedächtnistrainingseinheiten. Kinder, die der Game-Version des Arbeitsgedächtnistrainings zugeteilt waren, zeigten höhere Motivation, bessere Trainingsleistung und bessere Arbeitsgedächtnisleistung nach Abschluss des Trainings als Kinder, die das reguläre Arbeitsgedächtnistraining verwendeten. Es wird geschlossen, dass Arbeitsgedächtnistraining mit Game-Elementen die Motivation, die Trainingsleistung und das Arbeitsgedächtnis von Kindern mit ADHS signifikant verbessert. Die Ergebnisse dieser Studie sind ermutigend und könnten weitreichende praktische Auswirkungen auf die Rolle der Game-Elemente bei der Gestaltung und Umsetzung neuer Interventionen für Kinder mit ADHS haben.

### **5.3.5 Green et al. (2012)**

Computergestützte Trainingsprogramme für das Arbeitsgedächtnis werden immer häufiger verfügbar. Wie hoch die Wirksamkeit dieser Programme zur Verbesserung funktionaler Defizite bei Störungen wie der Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) auch über den Trainingskontext hinaus ist, wurde bis zur Durchführung dieser Studie jedoch kaum untersucht. Das Ziel dieser Studie war es deshalb, zu untersuchen inwieweit Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS, Unaufmerksamkeitssymptome («off-task»-Verhalten) während der Erledigung schulischer Aufgaben zu reduzieren vermag.

Der Effekt des adaptiven, computergestützten Arbeitsgedächtnistrainings wurde mit einem nicht-adaptiven Computertraining in einer randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten Studie bei 26 Kindern mit ADHS (7 – 14 Jahre alt) untersucht. Das «Restricted Academic Situations Task (RAST)»-Überwachungssystem (Kodierung der während einem gewissen Zeitraum gezeigten Unaufmerksamkeitssymptome) wurde verwendet, um Aspekte des «off-task»-Verhaltens während der Erledigung einer schulischen Aufgabe zu erheben. Zusätzlich wurden Traditionelle Messinstrumente für ADHS-Symptome (Conners' Parent Rating Scale) und Arbeitsgedächtnisfähigkeiten (standardisierte Arbeitsgedächtnistests) eingesetzt.

Adaptives Arbeitsgedächtnistraining führte zu einer signifikanten Reduktion des durch das RAST-Überwachungssystem aufgezeichneten «off-task»-Verhaltens und zu einer signifikanten Verbesserung bei den Arbeitsgedächtnistests. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen bezüglich Bewertungsskalen der Eltern (Conners' Parent Rating Scale). Die Erkenntnisse verleihen Einblick in die Generalisierbarkeit der Effekte von Arbeitsgedächtnistraining und den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnisdefiziten und «off-task»-Verhalten und deuten darauf hin, dass Arbeitsgedächtnistraining einen Mechanismus zur indirekten Veränderung von Schulleistungen bei Kindern mit ADHS bieten könnte.

### **5.3.6 Chacko et al. (2013)**

Das Cogmed Arbeitsgedächtnistraining (CWMT) hat beträchtliche Aufmerksamkeit als vielversprechende Intervention zur Behandlung der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern erhalten. Gleichzeitig sollte die Wirksamkeit von CWMT wegen methodischer Schwächen früherer klinischer Studien in Frage gestellt werden. Insbesondere mangelnde

Gleichwertigkeit in zentralen Aspekten des CWMT (z.B. bedingte Verstärkung, Time-on-Task während dem Computertraining, Eltern-Kind Interaktionen, unterstützendes Coaching), die bei Placebo-Versionen zu wenig berücksichtigt wurden, könnten die positiven Ergebnisse in früheren Studien erklären. In dieser Studie wurden 85 Kinder mit ADHS (7- bis 11-jährig) randomisiert entweder dem normalen CWMT-aktiv (adaptives Computerprogramm) oder einem gut kontrollierten nicht-adaptiven CWMT zugeteilt. Die Überprüfung bezüglich erzielter Fortschritte fand vor sowie drei Wochen nach der Intervention statt. CWMT-aktive Teilnehmende zeigten signifikant grössere Verbesserungen des verbalen (phonologischen) und nonverbalen (visuell-räumlichen) Arbeitsgedächtnisspeichers. Es wurden jedoch keine erkennbaren Verbesserungen in Arbeitsgedächtnisspeicher plus Verarbeitung/Manipulation festgestellt. Darüber hinaus wurden für alle anderen erhobenen Ergebnisse keine Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen beobachtet.

Dadurch wird gefolgert, dass CWMT bei Verwendung einer strengeren Vergleichsbedingung nur Auswirkungen auf bestimmte Aspekte des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern mit ADHS zeigt, jedoch die Übertragung der Interventionserfolge auf andere Funktionsbereiche nicht zu fördern scheint.

### **5.3.7 van Dongen-Boomsma et al. (2014)**

Für jüngere Kinder mit ADHS lagen bis zur Durchführung dieser Studie noch keine Studien zum Training des Arbeitsgedächtnisses und dessen Einfluss auf die ADHS-Kernsymptome vor. Es wurde deshalb die vorliegende tripele-blinde, randomisierte, Placebo-kontrollierte Studie entwickelt, um die Wirksamkeit von Cogmed Arbeitsgedächtnistraining (CWMT) bei jüngeren Kindern mit ADHS zu untersuchen. 51 Kinder (5–7 Jahre alt, davon 47 auswertbare Datensätze) mit einer ADHS-Diagnose (ohne aktuelle Medikation) wurden nach dem Zufallsprinzip für 25 Sitzungen über 5 Wochen der aktiven (adaptiven) oder der Placebo- (nicht adaptiven) Trainingsbedingung zugeteilt. Die primäre Messung der Resultate betraf die Verhaltenssymptome von ADHS, gemessen mit der ADHS Rating Scale IV (ADHD-RS). Sekundär gemessene Resultate waren die neurokognitiven Funktionen, die exekutiven Funktionen und die globalen klinischen Funktionen.

Bei einer verbalen (phonologischen) Arbeitsgedächtnisaufgabe (adapted Digit Span WISC-III, backward condition) verbesserte sich die aktive Gruppe gegenüber der Placebo-Gruppe signifikant. Die Verbesserung im ADHD-RS und dem Behavior Rating Inventory of Executive Function waren für beide Gruppen signifikant, zeigten jedoch keinen signifikanten Gruppenunterschied.

Diese Studie konnte keine belastbaren Beweise für den Nutzen von CWMT gegenüber dem Placebo-Training in Bezug auf Verhaltenssymptome, neurokognitive, exekutive und globale klinische Funktionen bei jüngeren Kindern mit ADHS finden.

### **5.3.8 van der Donk et al. (2015)**

Das Ziel dieser randomisiert kontrollierten Studie war es, frühere Studien zum Cogmed Arbeitsgedächtnistraining (CWMT) bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) zu replizieren und zu erweitern.

An der vorliegenden randomisiert kontrollierten Studie nahmen 102 Kinder mit ADHS im Alter zwischen 8 und 12 Jahren (mit und ohne Medikation) teil. Die Kinder wurden nach dem Zufallsprinzip CWMT oder einem neuen kombinierten kompensatorischen Arbeitsgedächtnis- und Exekutivfunktionstraining namens «Paying Attention in Class» zugeteilt. Als primäre Resultate wurden

die neurokognitiven Funktionen und die schulische Leistung gemessen. Sekundäre Resultate enthielten Bewertungen des Verhaltens in der Klasse, der Verhaltensprobleme und der Lebensqualität. Die Überprüfung erfolgte vor, direkt nach und 6 Monate nach der Intervention. Die Ergebnisse zeigten nur einen replizierten Behandlungseffekt für das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis zugunsten der CWMT. Für die Ergebnisse in den Bereichen Schulleistung, Verhalten im Unterricht oder Lebensqualität wurden keine Effekte gefunden.

### **5.3.9 Bigorra et al. (2016)**

Das Hauptziel dieser Studie war die Analyse des positiven Einflusses von computergestütztem Arbeitsgedächtnistraining (CWMT) auf die exekutiven Funktionen (EF). Ein sekundäres Ziel war die Beurteilung der Wirksamkeit bei leistungsbasierten EF-Messungen (PBMEF), Lernen, klinischen Symptomen und funktioneller Beeinträchtigung.

66 Kinder mit kombiniertem ADHS-Subtyp (7 – 12 Jahre alt) aus der Kinder- und Jugendpsychiatrie (Spanien) nahmen an dieser randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten, klinischen Parallelgruppen-Studie teil. Die Teilnehmer\*innen wurden randomisiert einer experimentellen Gruppe (CWMT) oder einer Kontrollgruppe (Placebo-Training) zugeteilt. Die Messungen (Exekutivfunktionen (PBMEF), Schulleistungstests, Fragebogen zu klinischen Symptomen und Funktionsbeeinträchtigung) wurden vor (T0), 1–2 Wochen nach (T1) und 6 Monate nach (T2) der Intervention durchgeführt.

Bei der Elterneinschätzung der Exekutivfunktionen zeigten sich sowohl zwischen T1 und T2 als auch zwischen T0 und T2 signifikante Verbesserungen in den Bereichen Metakognition und den Unterskalen «Arbeitsgedächtnis» und «Planung/Organisation». Bei der Lehrereinschätzung der Exekutivfunktionen konnten signifikante Verbesserungen von T0 zu T1 und T2 in den Bereichen Metakognition und in den Unterskalen «Initiieren», «Arbeitsgedächtnis» und «Überwachen und Verschieben» festgestellt werden. Ebenfalls signifikante Verbesserungen wurden bei PBMEF, ADHS-Symptomen und der Funktionsbeeinträchtigung erreicht.

CWMT zeigte signifikante Auswirkungen auf ADHS-Defizite durch Erzielung eines «long-term far-transfer»-Effekts.

### **5.3.10 Chacko et al. (2017)**

Die vorliegende Studie untersuchte das Potenzial der Kombination einer neurokognitiven Intervention mit Behavioral Parent Training (BPT) zur Verbesserung exekutiver Funktionen (EFs), psychiatrischer Symptome und multipler Indizien für funktionelle Beeinträchtigungen bei Kindern (7 bis 11 Jahre alt) mit ADHS. Dazu wurden 85 Kinder in einem randomisiert kontrollierten Studiendesign entweder Cogmed Arbeitsgedächtnistraining (CWMT) gefolgt von einer empirisch unterstützten, manualisierten BPT-Intervention oder einer Placebo-Version von CWMT gefolgt von der gleichen BPT-Intervention zugeteilt.

Gemessen wurden Arbeitsgedächtnisspeicherung (Aufmerksamkeitskontrolle/Kurzzeitgedächtnis), Arbeitsgedächtnisverarbeitung und -manipulation, ADHS-Symptome und Symptome einer oppositionellen Verhaltensstörung (ODD), Beeinträchtigung bei der Eltern-Kind-Dynamik, familiäre Beeinträchtigung und funktionelle Probleme.

Die Ergebnisse deuten auf spezifische Effekte vom kombinierten CWMT- und BPT-Programm auf verbale (phonologische) und nonverbale (visuell-räumliche) Arbeitsgedächtnisspeicherung und

nonverbale Arbeitsgedächtnisverarbeitung und Manipulation. Bezüglich ADHS-Symptome, ODD-Symptome und funktionelle Ergebnisse konnten keine zusätzlichen Vorteile festgestellt werden.

### **5.3.11 Kofler et al. (2018)**

Arbeitsgedächtnisdefizite wurden experimentell und entwicklungsbezogen mit ADHS-Symptomen/Beeinträchtigungen in Verbindung gebracht. Leider gelang es vorhandenen Trainingsprogrammen für das Arbeitsgedächtnis bisher nicht, diese Symptome/Beeinträchtigungen zu reduzieren. Die Autor\*innen dieser Studie stellten die Hypothese auf, dass dies daran liegen könnte, dass es den vorhandenen Programmen nur unzureichend gelingt, die Arbeitsgedächtniskomponenten, die mit den ADHS-Symptomen zusammenhängen, spezifisch anzuzielen.

Die vorliegende Studie beschreibt die Entwicklung, empirische Grundlage und erste Erprobung von einem Training der zentralen Exekutive (CET) im Vergleich zu Behavioral Parent Training (BPT). Dazu wurden Kinder mit ADHS (8 – 13 Jahre alt) entweder mit BPT oder mit CET behandelt.

Primär wurden die Fortschritte im phonologischen und im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und sekundär die Symptome der Hyperaktivität während dem Arbeitsgedächtnistest (durch Anwendung eines Aktigraphen) sowie Effekte in zwei «far-transfer»-Aufgaben gemessen.

Die Ergebnisse zeigten, dass CET wie erwartet hinsichtlich der Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses BPT überlegen war. Ebenfalls wurde eine Überlegenheit von CET bei der Reduzierung der Hyperaktivitätssymptome und bei beiden «far-transfer»-Aufgaben festgestellt. Die Ergebnisse implizieren weiteres Einsetzen und Testen von CET und unterstützen die Hypothese, dass durch verbessertes Anzielen relevanter Arbeitsgedächtnisbereiche, die bestehenden Einschränkungen bezüglich Verringerung der ADHS-Symptomatik überwunden werden könnten.

### **5.3.12 Kajka (2019)**

Ziel der Studie war es zu überprüfen, ob das Arbeitsgedächtnis nach drei Monaten metakognitivem Training unter Verwendung von Gedächtnistechniken wie MindMaps oder Skizzieren bei Kindern mit ADHS gestärkt wird. Dazu wurden die 45 Teilnehmer\*innen randomisiert entweder der MindMap-Gruppe, der Skizzen-Gruppe oder der passiven Kontrollgruppe zugewiesen.

Die Messung der Fortschritte wurde vor und direkt nach der Intervention mit dem «Deferred Naming Test» (erinnern, ob jeweils 2 Bilder zuvor das gleiche Bild gezeigt wurde) vorgenommen.

Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass das Arbeitsgedächtnis sich in jeder der drei Gruppen verbesserte, wobei die MindMap-Gruppe die grössten und die passive Kontrollgruppe die kleinsten Fortschritte erzielte. Aufgrund dieses Ergebnisses kommt Kajka zum Schluss, dass MindMaps eine wichtige Ergänzung zu anderen Therapieformen für Kinder mit ADHS sein könnten.

### **5.3.13 Dentz et al. (2020)**

Das Hauptziel dieser Studie war es, die Auswirkungen des Cogmed-Trainingsprogramms auf das Arbeitsgedächtnis bei Kindern im Alter von 7 bis 13 Jahren mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) zu untersuchen. Ein sekundäres Ziel war es, die Übertragbarkeit der Effekte auf ADHS-Symptome, logisches Denken, Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen, Inhibition, Leseverständnis und mathematisches Denken zu untersuchen. Die Teilnehmer\*innen befanden sich in pharmakologischer Behandlung wegen des kombinierten ADHS-Typs und

mindestens einer komorbiden Störung. Sie wurden randomisiert einer Interventionsgruppe, die das Cogmed-Programm erhielt, und einer aktiven Kontrollgruppe, die eine Vergleichsversion des Trainings mit niedriger Intensität erhielt, zugeteilt.

Messungen der Fortschritte wurden 6 Wochen vor Beginn der Intervention, unmittelbar vor Beginn und 1 Woche nach Abschluss der Intervention vorgenommen.

Die Ergebnisse zeigten keinerlei signifikante Wirkung, die dem Cogmed-Programm zugeschrieben werden kann. Die Tatsache, dass die Teilnehmenden zum Zeitpunkt des Trainings und der Evaluation Medikamente einnahmen, normalisierte ihre Leistungen und schränkte die mögliche Feststellung von Effekten ein. Darüber hinaus führte das kognitive Training auch nicht zu einer Verringerung der ADHS-Symptome oder zu einer Verbesserung der anderen gemessenen kognitiven Funktionen oder der schulischen Leistung.

#### **5.3.14 Jones et al. (2020)**

In dieser Studie wurde die Wirksamkeit des *n*-back-Trainings bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) in einer randomisiert kontrollierten Studie untersucht. Dazu wurden 41 Kinder mit ADHS (7 – 14 Jahre alt) mit einer *n*-back-Aufgabe (erinnern, ob ein präsentiertes Bild *n* Bilder zuvor schon präsentiert wurde) trainiert. Ihre Leistung wurde mit der einer aktiven Kontrollgruppe (39 Kinder) verglichen, die ein Training in Allgemeinwissen und Wortschatz erhielt. Als Ergebnisse konnte der Trainingstransfer der *n*-back-Gruppe auf eine untrainierte *n*-back-Aufgabe und auf einen Bereich der Inhibition festgestellt werden. Die Effekte korrelierten mit dem erzielten Trainingsfortschritt.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass *n*-back-Training nützlich sein könnte, um einige der kognitiven und verhaltensbezogenen Probleme im Zusammenhang mit ADHS anzugehen.

#### **5.3.15 Kofler et al. (2020)**

Diese Studie baut auf den Erkenntnissen der ebenfalls bereits genannten Studie von Kofler et al. (2018) auf und setzt die Erforschung der Hypothese, dass durch gezielt angesetztes Arbeitsgedächtnistraining ADHS-Kernsymptome verringert werden können, fort.

Kinder mit ADHS im Alter von 8 – 12 Jahren wurden randomisiert mit verdeckter Zuordnung entweder einem Training der zentralen Exekutive (CET) oder einem neu entwickelten Inhibitions-Kontrolltraining (ICT) zugewiesen.

Als Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass das CET dem ICT in der Verbesserung des phonologischen und visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses sowie hinsichtlich der Verbesserung eines Inhibitionsbereichs (Go/No-Go, aber nicht Stoppsignal-Inhibition) überlegen ist. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass eine CET-bedingte Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses zu einer signifikanten Reduktion der Hyperaktivität (während der Arbeitsgedächtnis- und Inhibitionstestung) führte. CET war der ICT auch bei den lehrerbewerteten ADHS-Symptomen (blind) und den elternbewerteten ADHS-Symptomen überlegen.

CET-bezogene Verbesserungen blieben auch nach 2 – 4 Monaten aufrechterhalten; ICT-bezogene Verbesserungen blieben für Aufmerksamkeitsprobleme aufrechterhalten, aber nicht für Hyperaktivität/Impulsivität (Elternbericht).

Die Ergebnisse unterstützen den Einsatz von CET zur Defizitbehandlung der Exekutivfunktionen und zur Bekämpfung von ADHS-Verhaltenssymptomen bei Kindern mit ADHS. Die Ergebnisse für ICT sind bestenfalls gemischt und weisen auf die Notwendigkeit weiterer Forschung hin.

#### **5.4 Vorgehen zur qualitativen Inhaltsanalyse**

Bei der qualitativen Analyse der gefundenen Forschungsstudien wird das Vorgehen nach Mayring (2015) angewendet. Zur Vereinfachung und Vereinheitlichung des Datenmaterials werden in einem ersten Schritt Kategorien gebildet. Mayring unterscheidet zwischen der deduktiven Kategorienbildung (Kategorien werden vor der Analyse des Datenmaterials aufgestellt und definiert; nur Inhalte des Datenmaterials, die einer vorher definierten Kategorie zugeordnet werden können, werden verwendet) und der induktiven Kategorienbildung (Kategorien werden erst nach der Analyse des Datenmaterials aufgestellt und definiert, sie ergeben sich aus der Auseinandersetzung mit dem Datenmaterial), wobei sich beide Methoden nicht ausschließen und auch gemeinsam zum Einsatz kommen können.

Nach der Kategorienbildung wird das gesamte Datenmaterial kodiert (alle relevanten Textstellen werden den passenden Kategorien zugeordnet).

Lassen sich die einzelnen Kategorien nur schwer voneinander abgrenzen, gibt es Überschneidungen, oder werden die Datensätze durch verschiedene Personen ausgewertet, wird ein Kodierleitfaden erstellt. Dieser soll eine Definition der einzelnen Bestandteile einer Kategorie, Ankerbeispiele (konkrete Textstellen aus dem Datenmaterial als Musterbeispiele für die Kategorie) und Kodierregeln, welche eine eindeutige Zuordnung sicherstellen, enthalten (ebd.).

Da durch die zuvor definierten PICO-Kriterien im vorliegenden Fall das Datenmaterial recht homogen ist und bereits klar ist, nach welchen Gesichtspunkten die Datenanalyse stattfinden soll, kommt hier in erster Linie die deduktive Kategorienbildung zum Einsatz. Die deduktiv definierten Kategorien sind:

- Population: Anzahl, Alter, Medikation
- angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität
- Kontrollgruppendesign
- Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Testdurchführung
- Ergebnisse

Die induktive Kategorienbildung wird bei dieser Arbeit nur eingesetzt, wenn sich bei der Auswertung des Datenmaterials eine weitere Kategorie als sinnvoll erweisen sollte. Dies war beim Bearbeiten des vorliegenden Datenmaterials nicht der Fall, weshalb auf eine zusätzliche induktive Kategorienbildung verzichtet wurde.

Da sich die einzelnen hier definierten Kategorien klar voneinander abgrenzen lassen, keine Überschneidungen vorhanden sind und das Datenmaterial von nur einer Person ausgewertet wird, wurde auf das Erstellen eines Kodierleitfadens verzichtet.

Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit wurde anhand der definierten Kategorien eine Vergleichstabelle nach Melzer (2015) erstellt (Anhang 3).

## 6. qualitative Inhaltsanalyse

Die im letzten Kapitel vorgestellten Studien werden in diesem Kapitel ausgewertet und einander gegenübergestellt. Die Publikationen Chacko et al. (2013) und Chacko et al. (2017) werden als eine Studie behandelt, wobei die Ergebnisse von Chacko et al. (2017) als Ergebnisse drei Monate nach Durchführung der Intervention für Chacko et al. (2013) behandelt werden. Zwecks eines korrekten Quellennachweises werden immer beide Publikationen genannt, ausser es wird spezifisch nur auf eine Publikation Bezug genommen. Auch in der Vergleichstabelle (Anhang 3) werden die beiden Publikationen einzeln aufgeführt, damit nachvollziehbar bleibt, welche Daten in welcher Publikation nachzulesen sind.

Neben der qualitativen Inhaltsanalyse entlang der definierten Kriterien, geht es vor allem darum, alle Interventionen, die einen positiven Effekt auf das Arbeitsgedächtnis erzielen, genauer anzuschauen und miteinander zu vergleichen. Folgende Fragen sollen für die ganze Analyse im Hinterkopf behalten werden: Wo gibt es Parallelen im Studiendesign / in der Intervention? Welche Unterschiede fallen auf? Können ähnliche Interventionen gruppiert werden? Gibt es Interventionen, zu denen mehr Studien vorhanden sind als zu anderen? Welches Fazit kann bezogen auf die Trainierbarkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Primarschulkindern mit ADHS gezogen werden?

Im letzten Teil dieses Kapitels wird die Bedeutung der Forschungsergebnisse für die heilpädagogische Förderung diskutiert und Empfehlungen werden abgeleitet.

### 6.1 Vergleich und Gegenüberstellung der Studien

Der Vergleich und die Gegenüberstellung der Studien geschehen entlang der gebildeten Kategorien aufgrund der Vergleichstabelle im Anhang 3. Zusätzlich werden am Schluss selektiv zentrale Erkenntnisse zusammengefasst.

Zur besseren Lesbarkeit werden in diesem Kapitel alle Quellenangaben in Klammern grau dargestellt. Es droht sonst wegen der zahlreichen Quellenangaben der Überblick verloren zu gehen.

#### 6.1.1 Population: Anzahl, Alter, Medikation

Die zusammengestellten Studien sind durch die zuvor definierten Inklusions-/Exklusionskriterien nur insofern homogen, als dass alle Teilnehmer\*innen mit ADHS diagnostiziert wurden (jeder Subtyp) und das Alter grösstenteils zwischen 7 und 12 Jahren liegt. Anzahl der Teilnehmer\*innen und Medikation wurden nicht als Inklusions-/Exklusionskriterium festgelegt und führen deshalb zu Heterogenität im Bereich der Population.

Was die **ADHS-Diagnose** angeht, schliessen sechs Studien Teilnehmer\*innen jeden ADHS-Subtyps (unaufmerksam, impulsiv-hyperaktiv und gemischt) ein (Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011; van der Donk et al., 2015), zwei Studien schliessen nur Teilnehmer\*innen mit unaufmerksamem oder kombiniertem Subtyp ein (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Klingberg et al., 2005), drei Studien schliessen nur Teilnehmer\*innen mit kombiniertem ADHS-Subtyp ein (Bigorra et al., 2016; Dentz et al., 2020; Kajka, 2019) und drei Studien machen keine Aussage bezüglich ADHS-Subtyp (Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2002; van Dongen-Boomsma et al., 2014). Bezüglich Interpretation der Ergebnisse ist deshalb festzuhalten, dass vor allem Aussagen unabhängig der ADHS-Subtypen zu machen sind. Spezifische

Aussagen könnten zum kombinierten Subtyp (Bigorra et al., 2016; Dentz et al., 2020; Kajka, 2019) und zu Teilnehmer\*innen, die das Symptom der Unaufmerksamkeit zeigen (alleiniges oder kombiniertes Auftreten) gemacht werden (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Kajka, 2019; Klingberg et al., 2005).

Die durchschnittliche **Teilnehmendenzahl** der zusammengestellten Studien ist ( $M$ ) 50.5, wobei die kleinste Studie 14 (Klingberg et al., 2002), die grösste Studie 89 Teilnehmer\*innen (van der Donk et al., 2015) umfasst. Die Standardabweichung in der Teilnehmendenzahl ist ( $SD$ ) 22.83, was bedeutet, dass die Teilnehmendenzahlen aller inkludierten Studien um durchschnittlich 22.83 Teilnehmer\*innen vom Mittelwert abweichen.

In einer vielbeachteten Publikation formulieren Simons et al. (2016) eine Stichprobe von weniger als 20 Teilnehmer\*innen pro Gruppe (Experimental- und Kontrollgruppe) als substanzielles Problem. Bei fünf der hier inkludierten Studien ist die Teilnehmendenzahl für ein vertrauenswürdigeres Ergebnis folglich zu klein (Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Kajka, 2019; Klingberg et al., 2002), weshalb die Ergebnisse dieser Studien mit Vorsicht interpretiert werden sollten.

Werden diese Studien nicht berücksichtigt, erhöht sich die durchschnittliche Teilnehmendenzahl der verbleibenden neun Studien auf ( $M$ ) 62.8 und die Standardabweichung verringert sich auf ( $SD$ ) 17.23.

Bezüglich **Alter** untersuchen drei Studien genau den festgelegten Altersbereich von 7 – 12 Jahren (Bigorra et al., 2016; Klingberg et al., 2005; Prins et al. 2011), vier Studien überschneiden bis auf ein Jahr, untersuchen also den Altersbereich 6 – 12 Jahre, 8 – 12 Jahre, 7 – 11 Jahre oder 7 – 13 Jahre (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Kofler et al., 2020; van der Donk et al., 2015), vier Studien überschneiden bis auf zwei Jahre (Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Kofler et al., 2018), zwei Studien zeigen grössere Abweichungen im Altersbereich bei Erfüllung der definierten Inklusions-/Exklusionskriterien (Klingberg et al., 2002; van Dongen-Boomsma et al., 2014) und eine Studie nennt als Studienteilnehmer\*innen Kinder im Schulalter, gibt aber nur Durchschnittsalter ( $M=10.41$ ) und Standardabweichung ( $SD=1.42$ ) an (Kajka, 2018). Zusammenfassend ist festzustellen, dass der gesamte festgelegte Altersbereich von 7 – 12 Jahren mit den zusammengestellten Studien zu einem sehr grossen Teil abgebildet wird und dadurch Aussagen mit hoher Relevanz in diesem Altersbereich gemacht werden können.

Die meisten zusammengestellten Studien beschäftigen sich gleichzeitig mit Teilnehmer\*innen mit und ohne **Medikation**; nämlich acht Studien (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2002; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; van der Donk et al., 2015). Bei vier Studien nahmen nur Teilnehmer\*innen ohne Medikation (Bigorra et al., 2016; Klingberg et al., 2005; Prins et al., 2011; van Dongen-Boomsma et al., 2014) und bei einer Studie nur Teilnehmer\*innen mit Medikation teil (Dentz et al., 2020). Eine Studie macht keine Aussage bezüglich Medikation der Teilnehmer\*innen (Kajka, 2019).

Obwohl dem Kriterium «Tests zur Überprüfung» zugehörig, soll bereits hier angemerkt werden, dass die Studien Kofler et al. (2018) und Kofler et al. (2020) jeweils sämtliche Teilnehmer\*innen getestet haben, ohne dass diese unter Medikamenteneinfluss stehen durften (nur kurz- und mittelfristig wirksame Medikamente, deren Einnahme spätestens 24h vor dem Test unterbrochen wurde).

Bezüglich Population der Studien fällt ausserdem auf, dass bei allen Studien, bei denen Informationen zum **Geschlecht** angegeben wurden (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011; van Dongen-Boomsma et al., 2014), deutlich mehr männliche als weibliche Personen an den Studien teilnahmen (über alle Studien hinweg: 384 männliche und 128 weibliche Teilnehmende, was daran liegen könnte, dass bei Mädchen weit weniger oft ADHS diagnostiziert wird, als bei Knaben; vgl. Theorieteil).

Neun Studien schliessen Teilnehmer\*innen mit **komorbid auftretenden Störungen** teilweise oder komplett aus (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014), eine Studie schliesst nur Teilnehmer\*innen mit mindestens einer komorbiden Störungen ein (Dentz et al., 2020) und fünf Studien machen keine Aussage bezüglich Inklusion/Exklusion von Teilnehmer\*innen mit komorbid auftretenden Störungen (Klingberg et al., 2002; Kajka, 2019; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011).

Bezüglich **Intelligenzquotient** legen sechs Studien einen IQ < 80 als Exklusionskriterium fest (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Green et al., 2012; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014). Alle anderen Studien machen keine Aussage bezüglich IQ (Dentz et al., 2020; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Kajka, 2019; Klingberg et al., 2002; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011).

Als einzige der vorliegenden Studien setzt Kofler et al. (2020) ein **unterdurchschnittliches Abschneiden bei den Arbeitsgedächtnistests** vor Interventionsbeginn als Inklusionskriterium voraus. Alle anderen Studien machen keine Aussage bezüglich Arbeitsgedächtnisleistung vor Interventionsbeginn.

### 6.1.2 angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität

Bei der Auseinandersetzung mit den angewendeten Interventionsmethoden fällt schnell auf, dass ein Training (und dessen Vorläuferprogramme) die Studien stark dominiert: In acht Studien kam das Cogmed Arbeitsgedächtnistraining zum Einsatz (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014), davon in einer Studie zusätzlich ergänzt mit «behavioral parent training» (Chacko et al., 2017). Bei Cogmed handelt es sich um ein computerisiertes Arbeitsgedächtnistraining zu 10 Aufgabenbereichen (visuell-räumliche und phonologische Speicher- sowie Speicher- + Manipulationsaufgaben, angereichert mit positivem Feedback und einem Belohnungsspiel), das sich im Schwierigkeitsgrad den Leistungen der Teilnehmenden anpasst (adaptiv). Das Programm wird während 5 Wochen mit insgesamt 25 Trainings à 45min durchgeführt.

In den restlichen Studien kamen verschiedene andere Interventionen zum Einsatz:

- Ivarsson & Strohmayer (2010): Memory Games Senior (ähnlich Cogmed), während 5 Wochen, insgesamt 25 Trainings à 45min
- Prins et al. (2011): nonadaptives visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnistraining (3 – 6 aufleuchtende Quadrate, die reproduziert werden müssen), angereichert mit Game-Elementen, während 3 Wochen, insgesamt 3 Trainings à 30min (wobei die Teilnehmenden jeweils nach 15min

- entscheiden können, ob sie weiterspielen oder lieber ein neutrales Magazin lesen möchten)
- Kofler et al. (2018) und Kofler et al. (2020): Training der zentralen Exekutive (CET) bestehend aus adaptiven Aufgaben zum «dual-processing» (Informationen bearbeiten während andere Informationen präsent gehalten werden, z.B. complex span), «continuos updating» (aktives Hinzufügen und Löschen von Gedächtniselementen) und «serial reordering» (mentale Manipulation der zeitlichen/sequenziellen Ordnung), in Game-Format, während 10 Wochen mit jeweils 1h professionell begleitetem Training und 2 – 3 mal pro Woche zu Hause (à 15min)
  - Kajka (2019): Training von mnemonischen Techniken wie Mindmap oder Skizzieren, während 3 Monaten, insgesamt 25 Lektionen à 45min (2 Lektionen pro Woche)
  - Jones et al. (2020): adaptives, visuell-räumliches *n*-back-Training (erinnern, ob ein präsentiertes Bild *n* Bilder zuvor schon präsentiert wurde) in Game-Format, während 5 Wochen, insgesamt 20 Trainings à 15min

Die meisten Interventionen kommen von der insgesamt aufgewendeten Trainingszeit und der Art des Trainings recht ähnlich daher (adaptives, computerisiertes Training über 5 – 10 Wochen mit insgesamt ca. 25 Trainingseinheiten). Die folgenden Studien weichen in einem oder mehreren Bereichen markant von diesem Design ab: Die Intervention von Prins et al. (2011) verwendet ein non-adaptives und deutlich kürzeres (nur drei Trainingseinheiten à 30min) Computertraining. Das Training von Kajka (2019) ist ebenfalls non-adaptiv, ausserdem nicht computerisiert und beschäftigt sich mehr mit dem Trainieren von Gedächtnistechniken als mit eigentlichem Arbeitsgedächtnistraining.

### 6.1.3 Kontrollgruppendesign

Auch beim Kontrollgruppendesign ist eine Art von aktiver Kontrollgruppe vorherrschend: acht Studien (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; Prins et al., 2011; van Dongen-Boomsma et al., 2014) wenden als aktive Kontrollgruppe das gleiche Programm wie für die Interventionsgruppe an, mit dem einzigen Unterschied, dass das Kontrollgruppenprogramm sich im Niveau nicht anpasst, sondern für den gesamten Trainingszeitraum auf dem gleich tiefen Niveau verbleibt (oder umgekehrt). Dieses Design entspricht nicht ganz dem von Simons et al. (2016) als ideal vorgeschlagenen Studiendesign. Laut diesem sollte das Kontrollgruppendesign so nah am Interventionsgruppendesign wie möglich sein und sich nur bezüglich des Interventionsinhalts selbst davon unterscheiden, was teilweise auch in Metastudien als einschränkender Faktor (jedoch nicht als Exklusionskriterium) genannt wurde (Wu, 2020). Ein solches Kontrollgruppendesign wird durch ein adaptives Computer-Lesetraining (Ivarsson & Strohmayer, 2010), durch das Programm «paying attention in class», das neben adaptiven Arbeitsgedächtnisaufgaben Strategietraining beinhaltet (van der Donk et al., 2015), durch Vergleich von Mindmap und Skizzieren (Kajka, 2019), durch ein computerisiertes Wissenstraining (Jones et al., 2020) und durch ein adaptives Computer-Inhibitionstraining (Kofler et al., 2020) erreicht. Kofler et al. (2018) erreichen durch das behavioral parent training (BPT: 10-Stufen-Programm zur Schulung der Eltern in Fähigkeiten zum Umgang mit dem Verhalten ihrer Kinder) bezüglich Arbeitsgedächtnistraining kein adäquates aktives Kontrollgruppendesign, da sich dieses sehr stark von den Bedingungen der Interventionsgruppe unterscheidet (bei BPT werden die Eltern und nicht die Teilnehmer\*innen selbst trainiert).

#### 6.1.4 Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Testdurchführung

Bei kaum einer der Studien wurden zur Überprüfung der Fortschritte die gleichen Tests angewendet, wie bei einer anderen Studie, weshalb hier nicht auf einzelne Tests eingegangen wird, sondern allgemeine Aussagen gemacht werden.

Zur Überprüfung des **Arbeitsgedächtnis** wurden in acht Studien Aufgaben zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und zum phonologischen Arbeitsgedächtnis eingesetzt, die sowohl Speicherung (einfache Gedächtnisspanne = Kurzzeitgedächtnis) als auch Speicherung + Manipulation (Arbeitsgedächtnisspanne) testen und auch nicht trainierte Aufgabenformate beinhalten (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014). Bei drei Studien wurde das Arbeitsgedächtnis mit reinen Arbeitsgedächtnisaufgaben überprüft und es wurden keinerlei Aufgaben zum Kurzzeitgedächtnis gestellt (Bigorra et al., 2016; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020). Teilweise wurde zur Überprüfung des Arbeitsgedächtnis und anderer exekutiver Funktionen zusätzlich der BRIEF-Einschätzungsbogen verwendet (Bigorra et al., 2016; Dentz et al., 2020; Jones et al., 2020; van der Donk et al., 2015). Zwei Studien überprüfen einzig das visuell-räumliche Gedächtnis: Klingberg et al. (2002) setzen eine trainierte Version einer räumlich-visuellen Kurzzeitgedächtnisaufgabe und die untrainierte Span-Board-Aufgabe (räumlich-visuelles Kurzzeit- (Aufgabe vorwärts) sowie Arbeitsgedächtnis (Aufgabe rückwärts)), Prins et al. (2011) setzen den Corsi Block-Tapping Test vorwärts (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis) und rückwärts (visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis) ein und eine Studie (Kajka, 2019) setzt zur Überprüfung des Arbeitsgedächtnis einzig den «deferred naming test» (phonologisches Arbeitsgedächtnis) ein.

Acht Studien überprüften zusätzlich die **Inhibition** durch Reaktionshemmungsaufgaben (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2020; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014).

Zur Einschätzung der Veränderung der **ADHS-Symptome** wurden in sechs Studien Aktigraphen, die die motorische Aktivität oder das «off-task»-Verhalten erfassen (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Green et al., 2012; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020) und in zehn Studien subjektive Einschätzungsbogen (Eltern/Lehrer) eingesetzt (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2020; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014).

In sechs Studien wurden zusätzlich Tests zur Einschätzung der **Schulleistungen** eingesetzt (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; van der Donk et al., 2015). Es sei aber schon jetzt auf die von Gathercole (2014) formulierten Bedenken hingewiesen, dass ein standardisierter Schulleistungstest viel zu wenig sensibel auf kleine Veränderungen in den Leistungen eingeht und diese deshalb kaum zu erfassen vermag.

In den meisten Studien wurde auf ein verdecktes Studien- und Testdesign geachtet (**blind**). Einzig bei drei Studien findet sich keine Aussage dazu (Jones et al., 2020; Kajka, 2019; Prins et al., 2011),

weshalb davon ausgegangen werden muss, dass diese nicht blind waren.

Was die **Testzeitpunkte** angeht, überprüfen sämtliche Studien die Fortschritte direkt vor (pre) und nach (post) Durchführung der Intervention. Zusätzlich überprüfen fünf Studien die Fortschritte auch 3 Monate (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005) oder 6 Monate (Bigorra et al., 2016; van der Donk et al., 2015) nach Abschluss der Intervention (follow-up). Eine Studie weist einen zusätzlichen Testzeitpunkt 6 Wochen vor Beginn der Intervention auf (Dentz et al., 2020).

### 6.1.5 Ergebnisse

Die Studie von Kajka (2019) wird beim Vergleich der Ergebnisse nicht berücksichtigt. Dies aufgrund der vielen bereits genannten Unzulänglichkeiten in verschiedenen Bereichen und dem zusätzlich von den restlichen Studien stark abweichenden Studiendesign (kein computerisiertes Arbeitsgedächtnistraining).

Wie bereits erwähnt werden die Publikationen von Chacko et al. (2013) und Chacko et al. (2017) als eine Studie behandelt, wobei die Ergebnisse von Chacko et al. (2017) als Überprüfungszeitpunkt drei Monate nach Ende der Studie von Chacko et al. (2013) genutzt werden.

Ganz allgemein lässt sich sagen, dass fast sämtliche Studien neben den Verbesserungen in trainierten Bereichen, eine **signifikante Verbesserung** bei untrainierten visuell-räumlichen oder untrainierten phonologischen (oder beiden) **Arbeitsgedächtnisaufgaben** feststellen konnten (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020; Green et al., 2012; Ivarsson & Strohmayer, 2010; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2002; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014). Einzig die Studie von Dentz et al. (2020) konnte keinerlei signifikante Verbesserungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses vorweisen. Dies erklären sich die Autor\*innen der Studie damit, dass der Fakt, dass alle Studienteilnehmer\*innen unter Medikation standen, möglicherweise dazu geführt hat, dass nicht mehr viel Spielraum für Effekte bestand. Möglicherweise könnte es auch an der recht kleinen Stichprobe von 36 Teilnehmenden gelegen haben (vgl. Simons et al., 2016).

Diese Ergebnisse mögen dazu verleiten, die Frage ob und wie sich das Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit ADHS trainieren lässt, pauschal wie folgt zu beantworten: *Mit adaptivem, computerisierten Arbeitsgedächtnistraining lässt sich die Arbeitsgedächtnisleistung von Primarschulkindern mit ADHS verbessern.* Diese Antwort würde hier jedoch vorschnell gegeben: Bei vielen Studien wird die Verbesserung des Kurzzeitgedächtnisses mitgetestet (vgl. Kapitel 6.1.4), was zur Verfälschung der Aussage bezüglich Arbeitsgedächtnis führen könnte, ausserdem bieten Studien mit einer ungenügend grossen Stichprobe (weniger als 20 Teilnehmer\*innen pro Vergleichsgruppe) keine verlässlichen Ergebnisse (Simons et al., 2016).

Im Folgenden sollen deshalb die Ergebnisse der Studien bezüglich Fortschritte im Arbeitsgedächtnis (nicht Kurzzeitgedächtnis) und bezüglich Grösse der Stichprobe genauer angeschaut werden.

Im ersten Schritt werden die Studien weggestrichen, die nach Simons et al. (2016) eine ungenügend grosse Stichprobe (weniger als 20 Teilnehmer\*innen pro Vergleichsgruppe) aufweisen. Übrig bleiben neun Studien (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Jones et al., 2020;

Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Prins et al., 2011; van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014).

Im zweiten Schritt wird angeschaut, ob die Ergebnisse zum Arbeitsgedächtnis von den Ergebnissen zum Kurzzeitgedächtnis getrennt ausgewertet werden.

Die Studien von Klingberg et al. (2005), Prins et al. (2011) und van der Donk et al. (2015) weisen die Ergebnisse bezogen auf das getestete Kurzzeitgedächtnis/Arbeitsgedächtnis weder im visuell-räumlichen noch im phonologischen Bereich einzeln aus, sondern verwenden einen Durchschnitt der jeweils erreichten Werte. Die Aussagen zu den Ergebnissen beinhalten deshalb zur Hälfte die Kurzzeitgedächtniswerte und können nicht als vertrauenswürdige Aussagen zum Arbeitsgedächtnis behandelt werden.

Die Studie von Chacko et al. (2013/2017) weist die Ergebnisse im Kurzzeitgedächtnis und Arbeitsgedächtnis jeweils einzeln aus, was Rückschlüsse auf das Arbeitsgedächtnis zulässt. Van Dongen-Boomsma et al. (2014) unterscheiden die Ergebnisse der einzelnen Bereiche ebenfalls, trotzdem ist nur ein Rückschluss auf das phonologische Arbeitsgedächtnis möglich, da im visuell-räumlichen Bereich einzig mit einer Kurzzeitgedächtnisaufgabe überprüft wird.

Die Studie von Jones et al. (2020) prüft im visuell-räumlichen Bereich nur das Arbeitsgedächtnis, weshalb diese Resultate verwendet werden können, im phonologischen Bereich werden die Ergebnisse von Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis leider nicht getrennt aufgeführt, sondern der Durchschnitt verwendet.

Wie bereits in Kapitel 6.1.4 aufgeführt, testen die Studien von Bigorra et al. (2016), Kofler et al. (2018) und Kofler et al. (2020) mit reinen Arbeitsgedächtnisaufgaben, weshalb die Ergebnisse dieser Studien ohne weitere Überprüfung als vertrauenswürdige Aussagen zum Arbeitsgedächtnis behandelt werden können.

Übrig bleiben so vier Studien, die verwendbare Ergebnisse im Bereich des phonologischen und räumlich-visuellen Arbeitsgedächtnis liefern (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020). Ausserdem bleiben eine Studie, die verwendbare Ergebnisse im Bereich des phonologischen Arbeitsgedächtnisses liefert (van Dongen-Boomsma et al., 2014) und eine Studie, die verwendbare Ergebnisse im Bereich des räumlich-visuellen Arbeitsgedächtnisses liefert (Jones et al., 2020) übrig.

Aufgrund von Zusammentragen und Vergleichen dieser Ergebnisse lassen sich die folgenden zentralen Aussagen zu den **mit Arbeitsgedächtnistraining erzielten Erfolgen** machen:

- Das **Cogmed** Arbeitsgedächtnistraining erzielte bei Kindern mit ADHS (kombinierter Typ), ohne Medikation signifikante Verbesserungen im phonologischen (van Dongen-Boomsma et al., 2014) sowie visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Bigorra et al., 2016). Die Signifikanz blieb auch sechs Monate nach Abschluss der Intervention bestehen (Bigorra et al., 2016). Bei Kindern mit ADHS (unaufmerksamer und kombinierter Typ), mit und ohne Medikation konnten bei Überwachung der Trainingszeit keine signifikanten Verbesserungen des Arbeitsgedächtnis direkt nach der Intervention festgestellt werden. Drei Monate nach Abschluss der Intervention wurden die Verbesserungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis jedoch signifikant (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017).

- Ein adaptives computerisiertes **n-back-Training** erzielte bei Kindern mit ADHS, mit und ohne Medikation signifikante Verbesserungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis direkt nach der Intervention. Das phonologische Arbeitsgedächtnis wie auch die längerfristige Entwicklung wurden nicht erfasst (Jones et al., 2020).
- Das **Training der zentralen Exekutive (CET)** erzielte bei Kindern mit ADHS, mit und ohne Medikation signifikante Verbesserungen im phonologischen sowie visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis direkt nach der Intervention. Die längerfristige Entwicklung wurde nicht erfasst (Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020).

Aufgrund dieser Erkenntnisse ist festzuhalten, dass sich das **Arbeitsgedächtnis von Primarschulkindern mit ADHS trainieren lässt**, wobei die Erfolgsaussichten bei einem Training, das das Arbeitsgedächtnis direkt anzielt (Speicherung + Manipulation) grundsätzlich grösser sind. Diese Feststellung ändert sich auch nicht, wenn die Ergebnisse der Studie von Kofler et al. (2018) aufgrund des unzureichenden Kontrollgruppendesigns nicht berücksichtigt werden.

Auf eine spezifische Aussage bezüglich ADHS-Subtyp muss hier leider verzichtet werden, da keine genügend grosse Anzahl Studien mehr vorliegt, die allgemeine Rückschlüsse zulassen würde.

Auf die erzielten Ergebnisse in den Bereichen Inhibition, ADHS-Symptome und Schulleistungen wird hier nur zusammenfassend eingegangen, da die Ergebnisse im Bereich des Arbeitsgedächtnisses im Fokus dieser Arbeit stehen.

Von den acht Studien, die die **Inhibition** erfasst haben, konnten zwei Studien signifikante Verbesserungen in diesem Bereich feststellen (Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2020).

Bei der Erfassung der **ADHS-Symptome** konnten von den sechs Studien, die Aktigraphen eingesetzt haben, vier Studien eine Reduktion der ADHS-Symptome feststellen (Green et al., 2012; Klingberg et al., 2002; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020). Von den zehn Studien, die Einschätzungsbogen eingesetzt haben, konnten fünf Studien eine Verringerung der ADHS-Symptome feststellen (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Green et al., 2012; Klingberg et al., 2005; Kofler et al., 2020).

Von den sechs Studien, die die **Schulleistungen** erfasst haben, konnte nur eine Studie signifikante Verbesserungen im Bereich Arithmetik feststellen (Ivarsson & Strohmayer, 2010). Die Bedenken von Gathercole (2014) bezüglich der ungenügenden Sensibilität von Schulleistungstests auf kleine Veränderungen in diesem Bereich scheinen sich hier zu bestätigen.

#### **6.1.6 zentrale Erkenntnisse**

Im Folgenden werden zusätzliche zentrale Erkenntnisse genannt, die durch die intensive Auseinandersetzung mit den genannten Studien erarbeitet wurden. Diese sind selektiv gewählt und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Ein grosses Augenmerk verdienen die (wenigen) Studien, die nicht nur direkt vor und nach der Intervention, sondern auch 3 – 6 Monate später eine Überprüfung durchgeführt haben (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015). Sämtliche Studien haben bei dieser Überprüfung eine bleibende Signifikanz der

Resultate festgestellt. Teilweise wurde die Signifikanz sogar noch verstärkt (Bigorra et al., 2016) oder Bereiche, die direkt nach der Intervention keine Signifikanz erreicht haben, wurden bei der 3 – 6 Monate späteren Überprüfung signifikant (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017). Dies spricht für einen positiven Langzeiteffekt von Arbeitsgedächtnistraining.

Grundsätzlich scheinen Kinder und Jugendliche mit dem unaufmerksamen ADHS-Subtyp am meisten von kognitiven Interventionen zu profitieren (vgl. z.B. van der Donk et al., 2015). Die Studie von Kane et al. (2007) vermochte zu zeigen, dass eine kleine Arbeitsgedächtniskapazität direkt verbunden ist mit Tagträumen und dem Versäumnis, zugewiesene Arbeiten auszuführen. Dies lässt den Schluss zu, dass die Wahrscheinlichkeit an Arbeitsgedächtnisdefiziten zu leiden, beim unaufmerksamen ADHS-Subtyp erhöht ist und ein Arbeitsgedächtnisdefizit den Erfolg einer kognitiven Intervention begünstigt. Dieser Fakt wurde einzig in der Studie von Kofler et al. (2020) als Inklusionskriterium berücksichtigt.

Was den Einfluss von Medikation auf den Erfolg eines Arbeitsgedächtnistrainings angeht, lässt sich bisher keine eindeutige Aussage machen.

Das Cogmed Arbeitsgedächtnistraining wurde mit Abstand am intensivsten erforscht und diskutiert. Dies mag daran liegen, dass dieses Programm schon sehr lange auf dem Markt ist und mit grossen Versprechungen wirbt. Trotz der intensiven Forschung ist es aufgrund der vorliegenden Studien nicht möglich, ein abschliessendes Urteil zu sprechen. Dies vor allem, nimmt man den Vorwurf ernst, ein nicht-adaptives Placebo-Training entspräche nicht einem adäquaten Kontrollgruppendesign (Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Wu, 2020). Es bestehen aktuell keine Studien mit ADHS-Betroffenen zu Cogmed mit einer genügend grossen Stichprobe und so gefordertem Kontrollgruppendesign. Spannend wäre auf dem Hintergrund der zusammengestellten Forschung vor allem auch der Vergleich von Cogmed mit einem Arbeitsgedächtnistraining, das nur Aufgaben zur Speicherung + Manipulation enthält, wie es in den Studien von Jones et al. (2020), Kofler et al. (2018) und Kofler et al. (2020) angewendet wurde. An diesem Punkt soll deshalb auf die Studie von Yu, Li, An und Liu (2015) hingewiesen werden, die wegen der Publikationssprache (nur Abstract in Englisch verfügbar, Volltext in Chinesisch) exkludiert wurde. Diese Studie verglich Cogmed mit einem Arbeitsgedächtnis-Updating-Training (WMU), dessen Aufgaben nur Speicherung + Manipulation beinhalten. Die Ergebnisse zeigen eine klare Überlegenheit des WMU, sind aber wegen der kleinen Stichprobe von 28 Teilnehmenden mit Vorsicht zu behandeln.

Bezogen auf das Modell von Rapport et al. (2001), das im Theorieteil vorgestellt wurde, sind die Ergebnisse der Studie von Kofler et al. (2020) spannend. Besagtes Modell nimmt Arbeitsgedächtnisdefizite als zentrale Ursache der ADHS-Probleme an und nicht Defizite in der Inhibition wie von Barkley (1997) postuliert. Der Vergleich eines Arbeitsgedächtnistrainings (CET) und eines Inhibitionskontrolltrainings (ICT), wie durch Kofler et al. vorgenommen, lässt Rückschlüsse auf die theoretischen Modelle von Rapport et al. (2001) und Barkley zu (1997): Dass CET laut Ergebnissen der Studie sowohl in allen Arbeitsgedächtnisbereichen, der Reduktion der ADHS-Symptome wie sogar auch in einem Inhibitionsbereich (go/no-go) signifikant besser abschneidet als ICT, begünstigt klar das Modell von Rapport et al. (2001) und spricht gegen dasjenige von Barkley (1997).

Wie bereits in verschiedenen Bereichen dieser Arbeit impliziert und am Schluss vieler der genannten Studien und Metastudien zu finden, drängt sich der Bedarf nach zusätzlicher Forschung zu Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS auf. Dies primär bezogen auf:

- Studien, die nicht nur direkt nach der Intervention, sondern auch nach mehreren Monaten eine Überprüfung der Fortschritte vornehmen (Cortese et al., 2015; Ivarsson & Strohmayr, 2010; van der Donk et al., 2015).
- Studien, die ein aktives Kontrollgruppendesign im Sinne von Simons et al. (2016) und nicht eine «Placebo»-Kontrollgruppe verwenden (Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020; Wu, 2020).
- Studien, die die Ergebnisse neben einer aktiven Kontrollgruppe zusätzlich auch mit einer passiven Kontrollgruppe vergleichen. Dies weil bei den Kontrollgruppen teilweise ebenfalls grosse Trainingsfortschritte erzielt wurden (van der Donk et al., 2015; van Dongen-Boomsma et al., 2014).
- Studien mit Teilnehmenden, die neben ADHS auch Arbeitsgedächtnisdefizite aufweisen (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Dentz et al., 2020).
- Studien, die untersuchen welche Länge und Intensität einer Intervention die positivsten Ergebnisse aufweist (Ivarsson & Strohmayr, 2010).
- Studien, die das Cogmed-Training mit Interventionen vergleichen, die nur aus Aufgaben zur Speicherung + Manipulation von Gedächtnisinhalten (z.B. CET) bestehen.

## **6.2 Bedeutung der Ergebnisse für die heilpädagogische Förderung**

Die dargestellten Ergebnisse der Studien sind für die heilpädagogische Förderung zentral. Sie besagen, dass sich bestehende Arbeitsgedächtnisdefizite bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS durch intensives Training verringern lassen und dadurch eine bessere Ausgangslage für schulisches Lernen geschaffen werden kann.

In diesem Kapitel werden Interventionen, die sich bei der Studiauswertung als erfolgreich erwiesen haben (Cogmed, CET), genauer angeschaut. Daraus folgernd werden Rückschlüsse für die heilpädagogische Förderung in der Regelschule gezogen.

### **6.2.1 Cogmed Arbeitsgedächtnistraining**

Dem Cogmed Arbeitsgedächtnistraining wurde in der Vergangenheit immer wieder vorgeworfen, primär das Kurzzeitgedächtnis und nicht das Arbeitsgedächtnis zu trainieren. Dies weil die meisten Aufgaben nur aus der Speicherung und nicht Speicherung + Manipulation von Gedächtnisinhalten bestehen. Da das Programm öffentlich zugänglich ist ([www.cogmed.com](http://www.cogmed.com)), lässt sich dieser Vorwurf gut überprüfen: Das aktuelle Cogmed-Training besteht aus 5 Aufgaben zum Kurzzeitgedächtnis (davon 4 zum visuell-räumlichen und 1 zum phonologischen Kurzzeitgedächtnis) und aus 6 Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis (davon 3 zum visuell-räumlichen, 1 zum phonologischen und 2 kombinierte Aufgaben zum visuell-räumlichen und phonologischen Arbeitsgedächtnis). Damit die Einteilung nachvollzogen werden kann, folgt die Erklärung und Einordnung der einzelnen Cogmed-Aufgaben:

«Grid»

Lichter in einem Netz von 4 x 4 Feldern leuchten in einer Reihenfolge auf und müssen nach Ende der Sequenz in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis).

«Digits»

Zahlen werden auf einem Nummernblock in einer Reihenfolge angeklickt und gleichzeitig vorgesprochen. Nach Ende der Sequenz müssen diese in rückwärtiger Reihenfolge auf dem Nummernblock angeklickt werden (visuell-räumliches und phonologisches Arbeitsgedächtnis).

«Hidden digits»

Zahlen werden in einer Reihenfolge gezeigt und vorgesprochen. Nach Ende der Sequenz müssen diese in rückwärtiger Reihenfolge auf einem Nummernblock angeklickt werden (phonologisches Arbeitsgedächtnis).

«Assembly»

Buchstaben werden in einer Reihenfolge gezeigt und vorgesprochen. Nach Ende der Sequenz müssen diese in gleicher Reihenfolge aus einer Auswahl von jeweils drei Buchstaben angeklickt werden (phonologisches Kurzzeitgedächtnis).

«Random»

Unregelmässig verteilte Kreise leuchten in einer Reihenfolge auf und müssen nach Ende der Sequenz in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis).

«Chaos»

Sich langsam bewegende, unterschiedliche Formen leuchten in einer Reihenfolge auf und müssen nach Ende der Sequenz unter Berücksichtigung der Bewegung in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis).

«Circle»

In einem Kreis angeordnete Lichter leuchten in einer Reihenfolge auf, während dieser sich weiterdreht. Nach Ende der Sequenz müssen die Lichter unter Berücksichtigung der Rotation in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis).

«Cube»

Die Flächen eines Würfels leuchten in einer Reihenfolge auf und müssen nach Ende der Sequenz in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis).

«Room»

Die Flächen eines Raums leuchten in einer Reihenfolge auf und müssen nach Ende der Sequenz in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis).

«Sort»

In einem Netz mit 4 x 4 Feldern werden Zahlen aufgedeckt. Nach Ende der Sequenz müssen die Felder nach Höhe der darunter verborgenen Zahlen angeklickt werden (visuell-räumliches und phonologisches Arbeitsgedächtnis).

«Rotating grid»

Lichter in einem Netz von 4 x 4 Feldern leuchten in einer Reihenfolge auf. Nach Ende der Sequenz rotiert das Netz um 90° und die Lichter müssen unter Berücksichtigung der Rotation in der gleichen Reihenfolge angeklickt werden (visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis).

Das Cogmed-Programm besteht folglich fast zur Hälfte aus Aufgaben, die das Kurzzeitgedächtnis trainieren. Ob dies den Erfolg bezüglich Verbesserung des Arbeitsgedächtnis schmälert, kann aufgrund der aktuellen Studienlage nicht beantwortet werden.

Steeger, Gondoli, Gibson und Morrissey (2016) argumentieren in ihrer Studie, dass ein kombiniertes Training von Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis Defizite bei Verarbeitungs- und Manipulationsaspekten kompensieren kann. Dies weil aufgrund des Modells von Baddeley und Hitch (1974) die Speicherkapazitäten in den einzelnen Kurzzeitgedächtnisbereichen (visuell-räumlicher Notizblock, phonologische Schleife) automatisch auch Einfluss auf die Arbeitsgedächtniskapazität nehmen. Diese Argumentation würde theoretisch für ein kombiniertes Training von Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis sprechen, eine empirische Untersuchung dazu wäre wünschenswert.

### **6.2.2 Training der zentralen Exekutive (CET)**

Anders als Cogmed ist das von Kofler et al. (2018, 2020) entwickelte Training der zentralen Exekutive (CET) nicht öffentlich zugänglich. Aus den Forschungsunterlagen ist zwar ersichtlich, welche Bereiche trainiert werden, es ist jedoch nicht möglich den genauen Inhalt zu eruieren. Das Training besteht aus insgesamt neun Aufgaben, die jeweils die zentralen Exekutiven Prozesse (Aktualisierung, duale Verarbeitung, Neuordnung) mit den einzelnen Domänen (phonologisch, visuell, räumlich) kombinieren.

Kasper, Aldersen und Hudec (2012) kamen in ihrer Metaanalyse zum Schluss, dass Kurzzeitgedächtnisdefizite keine grosse Rolle bezüglich Ausprägung der ADHS-Symptomatik spielen, Arbeitsgedächtnisdefizite hingegen schon. Deshalb sollte das Arbeitsgedächtnis direkt angesteuert werden. Diese Feststellung würde, bezogen auf Kinder und Jugendliche mit ADHS, für ein Training wie das hier beschriebene oder auch das von Jones et al. (2020) angewendete *n*-back-Training sprechen. Auch in diesem Bereich fehlt jedoch eine empirische Untersuchung.

### **6.2.3 Aussagen bezüglich Motivation**

Das Ergebnis der Studie von Prins et al. (2011) bezüglich Motivation, Trainingsfortschritt und Compliance bei einem Arbeitsgedächtnistraining im Game-Format ist gerade für die Arbeit mit ADHS-Betroffenen sehr zentral. ADHS zeichnet sich in der Symptomatik unter anderem auch dadurch aus, dass es den Betroffenen schwerfällt, motiviert und konzentriert bei der Sache zu bleiben (vgl. Theorieteil). Wird das Arbeitsgedächtnistraining im Game-Format präsentiert (Animation, Story, Ziel, Belohnungen, Identifikation), sind Kinder und Jugendliche mit ADHS motivierter und langanhaltender bei der Sache und erzielen dadurch grössere Trainingsfortschritte. Sowohl Cogmed als auch CET oder das genannte *n*-back-Training kommen im Game-Format daher.

### **6.2.4 Anforderungen aus Sicht heilpädagogischer Förderung**

Aufgrund der Ausführungen in den letzten Abschnitten sind für die heilpädagogische Förderung im Bereich Arbeitsgedächtnis folgende Anforderungen an ein Programm zentral: Es sollte adaptiv sein, nicht nur Kurzzeitgedächtnis-, sondern zumindest gleich viele Arbeitsgedächtnisaufgaben enthalten und möglichst im Game-Format aufbereitet sein.

Das nächste Kapitel untersucht das Vorhandensein solcher Fördermaterialien und die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen dieser für die heilpädagogische Förderung.

## 7. Heilpädagogische/schulische Fördermaterialien

In diesem Kapitel werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie Theorie und Erkenntnisse aus der Forschung in der Praxis angewendet werden könnten.

Es werden aktuell im deutschsprachigen Raum erhältliche Fördermaterialien vorgestellt, auf dem Hintergrund der Forschungsergebnisse beurteilt und bezüglich Eignung für den Einsatz in der Regelschule eingeschätzt. Neben Computerprogrammen und Lehrmitteln zum Arbeitsgedächtnistraining werden auch vielversprechende Apps und Gesellschaftsspiele vorgestellt. Die Recherche gestaltet sich aufwändig: Da Fördermaterialien und Lehrmittel nirgendwo zentral erfasst werden, muss auf die Suche über verschiedene Bibliotheken und über Google zurückgegriffen werden. Dadurch handelt es sich in jedem hier ausgeführten Bereich nur um eine Auswahl vorhandener Materialien. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Wie bereits in Kapitel 6.2.1 für Cogmed, werden auch die Übungen aller folgenden Programme, Lehrmittel und Apps bezüglich Domäne (visuell-räumlich / phonologisch) und Speicherung (Kurzzeit- / Arbeitsgedächtnis) erfasst. Auf die entsprechenden Anhänge wird laufend hingewiesen.

Neben den im letzten Kapitel formulierten Anforderungen an ein Programm zum Training des Arbeitsgedächtnisses, wird ein Augenmerk auf die trainierte Domäne (visuell-räumlich oder phonologisch) gelegt. Wie im Theorieteil erläutert, sind bei ADHS-Betroffenen vor allem Defizite im visuell-räumlichen und weniger im phonologischen Bereich zu erwarten, ausserdem in der zentralen Exekutive. Aus diesem Grund sollte ein Training mindestens gleich viele Aufgaben im visuell-räumlichen wie im phonologischen Bereich aufweisen und möglichst die zentrale Exekutive (also das Arbeits- und nicht nur das Kurzzeitgedächtnis) involvieren (Gawrilow et al., 2012; Martinussen et al., 2005).

### 7.1 Computerprogramme

Die festgehaltenen Anforderungen an ein Programm zur heilpädagogischen Förderung legen die Suche nach einem Computerprogramm nahe. Die bekanntesten in deutscher Sprache erhältlichen Gehirntaining-Programme sind Cogmed ([www.cogmed.com](http://www.cogmed.com)), Neuronation ([www.neuronation.com](http://www.neuronation.com)) und Cognifit ([www.cognifit.com](http://www.cognifit.com)). Alle drei haben einen wissenschaftlichen Hintergrund und publizieren auf ihren Homepages verschiedene Studien, die die Wirksamkeit der Programme belegen sollen. Etwas weniger bekannt sind die Programme Lumosity ([www.lumosity.com](http://www.lumosity.com)) und iHirn ([www.ihirn.unibe.ch](http://www.ihirn.unibe.ch)). Diese weisen ebenfalls einen wissenschaftlichen Hintergrund auf und belegen ihre Wirksamkeit mit mindestens einer publizierten Studie. Im Folgenden werden die Computerprogramme (in alphabetischer Reihenfolge) kurz dargestellt und bezüglich ihrer Eignung zum Einsatz in der Regelschule eingeschätzt.

#### 7.1.1 Cogmed

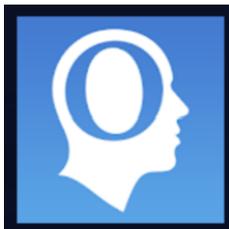


Cogmed ([www.cogmed.com](http://www.cogmed.com)) ist das bisher am intensivsten erforschte Arbeitsgedächtnis-Trainingsprogramm (vergl. Kapitel 5 und 6). Es ist adaptiv, besteht aus 5 Aufgaben zum Kurzzeitgedächtnis (4 zum visuell-räumlichen, 1 zum phonologischen Kurzzeitgedächtnis) und aus 6 Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis (3 zum visuell-räumlichen, 1 zum phonologischen und 2 kombinierte Aufgaben zum visuell-räumlichen und phonologischen Arbeitsgedächtnis, vergl. Kapitel

6.2.1). Es ist in Game-Format aufbereitet und auf Deutsch erhältlich. Die formulierten Anforderungen sind dadurch vollständig erreicht.

Das Programm wird (wie in den Forschungsstudien) über 5 – 10 Wochen durchgeführt und besteht aus 25 – 40 Trainingseinheiten à 25 – 50min. Die Trainingseinheiten werden automatisch zusammengestellt. Es wird betont, wie wichtig es ist, das Programm komplett durchzuführen und abzuschliessen. Im schulischen Kontext bedeutet dies, dass täglich eine Lektion investiert wird, in der das betroffene Kind mit Cogmed arbeitet (z.B. unterstützt durch eine Klassenassistenz oder später auch selbständig). Hat das Kind zu Hause Zugang zu einem Computer und sind die Eltern bereit, die Durchführung des Programms zu unterstützen, können die Cogmed-Sequenzen auch teilweise oder komplett zu Hause durchgeführt werden. Der Erwerb eines Zugangs zu Cogmed ist etwas aufwändig: Es muss zuerst ein Cogmed-Provider gefunden werden, der das deutschsprachige Programm vertreibt. Momentan gibt es keine Provider in der Deutschschweiz. In Deutschland ist z.B. die Pearson Klinik in Frankfurt am Main ein Cogmed-Provider. Eine Trainerlizenz kostet dort jährlich 850.- € und berechtigt zu unbegrenztem Erstellen von Trainingszugängen.

### 7.1.2 Cognifit



Bei Cognifit ([www.cognifit.com](http://www.cognifit.com)) kann sowohl über den Computer als auch über eine App auf das Training zugegriffen werden. Es ist auf eine sehr breite Altersgruppe (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) ausgelegt, was sich vor allem in der Optik zeigt. Cognifit ist ein umfassendes Gehirntraining, das nicht nur Gedächtnisaufgaben enthält. Nach einem Einstufungstest werden automatisch Trainingseinheiten zusammengestellt. Diese setzen sich aus fünf Teilbereichen zusammen: Gedächtnis, logisches Denken, Wahrnehmung, Koordination und Aufmerksamkeit. Die Übungen sind adaptiv und können auch einzeln angewählt werden. Im Bereich «Gedächtnis» sind 4 Übungen zum Kurzzeitgedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis) und 3 Übungen zum Arbeitsgedächtnis (2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis) zu finden. Um welche Übungen es sich dabei handelt, kann Anhang 5 (Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben) entnommen werden. Um Verbesserungen zu erreichen, wird empfohlen, wöchentlich 3 x 15 – 20min zu trainieren. Über den Zeitraum wird keine Aussage gemacht. Eine Einzellizenz kostet jährlich 119.99 €, meldet man mehrere Schüler/innen an, werden die einzelnen Lizenzen etwas günstiger. Das Training kann gut in den Schulalltag integriert werden, bietet jedoch mit nur 3 Übungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses sehr wenig für die anfallenden Kosten. Was die Anforderungen ans Training betrifft, sind diese bezüglich Adaptivität und Sprache erfüllt. Das Training bietet nur wenige Arbeitsgedächtnisaufgaben und enthält keine Game-Elemente.

### 7.1.3 iHirn



Bei iHirn ([www.ihirn.unibe.ch](http://www.ihirn.unibe.ch)) handelt es sich um die Weiterentwicklung des von der Uni Bern entwickelten Trainingsprogramms «BrainTwister». Es kann sowohl über den Computer als auch über eine App auf das Training zugegriffen werden und es eignet sich für den Einsatz bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Die Vollversion besteht aus 10 verschiedenen Übungen, die teilweise ebenfalls

mit einer Rückwärts-Kondition gelöst werden können. Bei Anwählen der Rückwärts-Kondition, sollen die präsentierten Inhalte in rückwärtiger Reihenfolge erinnert werden. Dadurch sind insgesamt 15 adaptive Aufgabentypen vorhanden, davon 3 Kurzzeitgedächtnis- (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 kombiniert visuell-räumliches/phonologisches Kurzzeitgedächtnis) und 12 Arbeitsgedächtnisaufgaben (4 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 2 phonologisches Arbeitsgedächtnis, 6 kombiniert visuell-räumliches/phonologisches Arbeitsgedächtnis). Die Zusammenstellung der einzelnen Aufgaben ist ebenfalls Anhang 5 zu entnehmen. Es wird nicht automatisch ein Training zusammengestellt, die Aufgaben werden einzeln angewählt. Für jede Aufgabe wird eine Leistungskurve erfasst und erfolgreich gelöste Aufgaben werden mit Sternen belohnt.

Es wird empfohlen, das Training an 5 Tagen pro Woche für 10 – 15 min durchzuführen. Um Effekte zu zeigen sind mindestens drei Wochen Training nötig. Das Training kann gut in den Schulalltag integriert oder als Teil der Hausaufgaben durchgeführt werden.

Die Vollversion (Einzellizenz) kostet einmalig 22.- CHF, es können aber auch Einzelpakete mit 3 – 4 Übungen erworben werden (für 9.- bis 12.- CHF).

Die formulierten Anforderungen ans Training werden fast vollständig erreicht, einzig die Aufbereitung in Game-Format fehlt.

#### 7.1.4 Lumosity



Wie bei Cognifit handelt es sich auch bei Lumosity ([www.lumosity.com](http://www.lumosity.com)) um ein umfassendes Gehirntaining, das nicht nur Aufgaben zum Gedächtnis enthält. Lumosity ist auf ein breites Publikum (Kinder bis Erwachsene) ausgerichtet und online sowie als App erhältlich.

Nach einem Einstufungstest werden automatische Trainingseinheiten aus den Bereichen Schnelligkeit, Gedächtnis, Konzentration, Flexibilität, Problembewältigung und Mathematik zusammengestellt. Die verschiedenen adaptiven Aufgaben können aber auch einzeln angewählt werden. Im Bereich «Gedächtnis» sind eine Übung zum Kurzzeitgedächtnis (visuell-räumlich) und 4 Übungen zum Arbeitsgedächtnis (3 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis) zu finden (Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben: Anhang 5). Für Zeitraum und Intensität des Trainings werden keine Empfehlungen gemacht.

Eine Einzellizenz kostet 11.95 \$ pro Monat, 59.95 \$ pro Jahr oder einmalig 299.95 \$. Das Training kann gut in den Schulalltag integriert werden, nutzt man jedoch nur die Gedächtnisübungen, sind die Kosten unverhältnismässig hoch. Die formulierten Anforderungen ans Training sind fast vollständig erreicht; nur die Aufbereitung in Game-Format fehlt.

#### 7.1.5 Neuronation



Neuronation ([www.neuronation.com](http://www.neuronation.com)) ist die grösste deutsche Plattform für wissenschaftlich fundiertes Gehirntaining, wird vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und kooperiert mit dem Klinikum der Charité in Berlin. Wie Cognifit und Lumosity ist auch Neuronation ein umfassendes Gehirntaining, das nicht nur auf den Bereich «Gedächtnis»

abzielt. Es richtet sich an ein breites Publikum (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) und ist online oder als App zugänglich.

Nach einem Einstufungstest werden automatisch Trainingseinheiten aus den Bereichen Geschwindigkeit, schlussfolgerndes Denken, Aufmerksamkeit und Gedächtnis zusammengestellt. Die verschiedenen adaptiven Aufgaben können aber auch einzeln angewählt werden. Im Bereich «Gedächtnis» sind 2 Übungen zum Kurzzeitgedächtnis (phonologisch) und 11 Übungen zum Arbeitsgedächtnis (5 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 6 phonologisches Arbeitsgedächtnis) zu finden (Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben: Anhang 5). Für Zeitraum und Intensität des Trainings werden keine Empfehlungen gemacht, es kann jedoch bei der Zusammenstellung des Trainings aus vier Stufen zwischen «leicht» (3 x 5min pro Woche) bis «maximal» (7 x 14min pro Woche) gewählt werden.

Eine Einzellizenz kostet 20.- CHF pro Monat, 115.- CHF pro Jahr oder einmalig 399.- CHF. Das Training kann gut in den Schulalltag integriert werden. Auch wenn verglichen mit Cognifit oder Lumosity hier deutlich mehr im Bereich «Gedächtnis» geboten wird, sind die Kosten doch immer noch verhältnismässig hoch. Die formulierten Anforderungen ans Training sind fast vollständig erreicht; nur die Aufbereitung in Game-Format fehlt auch hier.

### **7.1.6 zentrale Erkenntnisse zu den erhältlichen Computerprogrammen**

Cogmed ist das einzige Computerprogramm, das in Game-Format aufbereitet ist und dadurch die formulierten Anforderungen vollständig erfüllt. Die hohen jährlichen Kosten für eine Trainerlizenz machen den Einsatz in der Regelschule sehr schwierig; erst wenn mehrere Kinder zusammenkommen, die das Programm gleichzeitig nutzen, wird es überhaupt finanzierbar. Es stellt sich die (schulpolitische) Frage, ob ein so hoher Betrag für die Förderung einzelner Schüler\*innen überhaupt bewilligt wird. Vor dem gleichen Problem steht man letztendlich mit Cognifit und Neuronation: Die jährlich anfallenden Kosten sind für eine Regelschule kaum zusätzlich zu finanzieren. Bei Lumosity sind die Kosten deutlich kleiner, jedoch für die zur Verfügung stehenden Gedächtnisaufgaben immer noch sehr hoch.

Das iHirn-Training kommt zwar optisch weniger modern daher und ist dadurch etwas weniger ansprechend als die bereits genannten Programme, besticht jedoch durch die kleinen Anschaffungskosten und die vielfältigen Arbeitsgedächtnisaufgaben. Es eignet sich deshalb insgesamt für den Einsatz in der Regelschule am besten und ist zu empfehlen.

Wegen der eher dürftigen Ausbeute an deutschsprachigen Computerprogrammen, entstand die Idee, zusätzlich nach Gedächtnistrainings-Apps zu suchen, die die formulierten Anforderungskriterien erfüllen und sich für den Einsatz in der Regelschule oder als Empfehlung an die Eltern eignen.

## **7.2 Apps**

Neben den bereits formulierten Kriterien (adaptiv, Fokus auf Arbeitsgedächtnis, Game-Format, deutschsprachig) kam dazu, dass die Apps für Android konzipiert sein müssen. Dies weil an den meisten Schulen im Kanton Zürich Tablets oder Convertibles mit dieser Oberfläche eingesetzt werden.

Werden im Google-Playstore die Begriffe «Gedächtnis», «Gedächtnistraining», «Gehirn» oder

«Gehirntraining» eingegeben, finden sich gesamthaft knapp 200 verschiedene Apps. Nach der Reduktion der Treffer durch Aussortieren aller Apps, die nicht deutschsprachig (oder annähernd sprachfrei) sind, bleiben 112 Apps.

Für diesen Teil der Masterarbeit wurden einerseits alle durch die Suche im Google-Playstore erzielten Treffer (112 Apps) getestet und ausgewertet, ausserdem wurde in diversen Foren und Publikationen nach Empfehlungen für Gedächtnistraining-Apps gesucht und die Trefferliste entsprechend ergänzt. Viele der gefundenen Apps beschäftigen sich nur mit einer Trainingsaufgabe (meist Memory), sind wenig ansprechend oder nicht benutzerfreundlich gestaltet und wurden deshalb ebenfalls aussortiert. Übrig bleiben 26 Apps (darunter auch die bereits bei den Computerprogrammen genannten), die zwecks besserer Vergleichbarkeit in einer Tabelle erfasst und mit Fokus auf den zuvor formulierten Anforderungskriterien ausgewertet wurden. Diese Tabelle ist im Anhang (Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses: Anhang 4) zu finden.

Zur besseren Einschätzung von Domäne (visuell-räumlich / phonologisch) und Speicherung (Kurzzeit- / Arbeitsgedächtnis) wurden sämtliche Aufgaben der verschiedenen Apps erfasst und klassifiziert (Anhang 5: Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses; Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben).

Wie zu erwarten war, erfüllt keine der Apps die formulierten Anforderungen vollständig, einige bieten aber für den Schulalltag durchaus spannende Möglichkeiten. Im Folgenden wird kurz auf diejenigen Apps eingegangen, die die definierten Anforderungen grösstenteils erfüllen.

### 7.2.1 Cognition Flex



Die App Cognition Flex stammt von einer schwedischen Nonprofit-Organisation um Torkel Klingberg (Cogmed) und weist einen wissenschaftlichen Hintergrund auf. Ziel der App ist es, das mathematische Grundverständnis aufzubauen und das Arbeitsgedächtnis zu trainieren. Die App besteht aus 5 Übungen zur visuellen/räumlichen Wahrnehmung, 2 Übungen zum mathematischen

Grundverständnis und 6 Übungen zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 3 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Die Zusammenstellung der Gedächtnis-Übungen ist Anhang 5 zu entnehmen.

Die Übungen werden während dem Training einzeln angewählt, weshalb gut nur mit den Gedächtnisübungen gearbeitet werden kann. Die Fortschritte in jedem Bereich werden aufgezeichnet und im Lehreraccount gespeichert.

Die App ist sehr ansprechend gestaltet und ist komplett sprachfrei konzipiert. Die einzelnen Aufgaben sind dadurch leicht verständlich und können auch von jüngeren Kindern selbständig bearbeitet werden. Durch das neutrale Design kann die App auch gut bei älteren Kindern und Jugendlichen eingesetzt werden.

Es wird ein intensives Training (20min/Tag an 3 – 5 Tagen/Woche) während 8 – 10 Wochen empfohlen. Je nach Fortschritt wird das Programm danach beendet oder pausiert und später ein zweiter solcher Übungsblock durchgeführt.

Die App erfüllt alle formulierten Anforderungen, einzig die Aufbereitung in Game-Format fehlt. Sie eignet sich sehr gut zum Einsatz in der Regelschule und ist gratis herunterladbar (werbungsfrei).

### 7.2.2 Gedächtnisspiele



Die App Gedächtnisspiele ist ansprechend gestaltet und bietet verschiedene Übungen in den Bereichen Inhibition, Problemlösung, Wahrnehmung und Gedächtnis (3 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 3 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Die Zusammenstellung der Gedächtnis-Übungen ist Anhang 5 zu entnehmen.

Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. Die Übungen sind so konzipiert, dass man sich durch verschiedene Schwierigkeitsstufen spielt. Eine erreichte Stufe wird gespeichert und beim nächsten Training steigt man dort wieder ein. Die Gratisversion enthält nur wenig Werbung, welche für 2.45 CHF entfernt werden kann.

Die App ist im Regelunterricht gut einsetzbar, erreicht die formulierten Anforderungen aber nur teilweise. Sie weist keinen wissenschaftlichen Hintergrund auf.

### 7.2.3 Mental Up



Mental Up wurde am UCL Institute of Education unter Mitarbeit von Lehrpersonen entwickelt. Die App ist auf Kinder ausgerichtet und kommt in ansprechendem Game-Format daher. Sie bietet zahlreiche Übungen in den Bereichen Geschwindigkeit, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Logik und Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 3 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 4 phonologisches Arbeitsgedächtnis) sowie zusätzliche Übungen zu schulischen Inhalten (Sprache, Mathematik, Geometrie). Die Zusammenstellung der Gedächtnis-Übungen ist Anhang 5 zu entnehmen.

Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. Die Übungen sind so konzipiert, dass man sich durch verschiedene Schwierigkeitsstufen spielt.

Die App ist als Gratisversion erhältlich, bei welcher jedoch nur wenige Übungen freigeschaltet sind. Die Vollversion kostet 27.-/Jahr.

Die App eignet sich als Gedächtnistraining für den Einsatz im Regelunterricht nur beschränkt. Dies liegt vor allem an den unverhältnismässig hohen Kosten. Auch die formulierten Anforderungen werden nur teilweise erreicht. Sucht man aber nach einer App (z.B. auf Nachfrage von Eltern), mit der sowohl schulische Inhalte als auch das Gehirn trainiert werden können, ist Mental Up empfehlenswert.

### 7.2.4 Peak



Die Gehirntraining-App Peak wurde von Neurowissenschaftlern der Universität Cambridge entwickelt und durch wissenschaftliche Studien überprüft. Sie bietet verschiedene adaptive Übungen in den Bereichen Sprache, Problemlösung, Konzentration, Flexibilität, Emotion, Koordination und Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 4 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Die Zusammenstellung der Gedächtnis-Übungen ist Anhang 5 zu entnehmen.

Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. Empfohlen ist ein wöchentliches Training von 3 x 15min.

Die Gratisversion der App bietet nur Zugang zu sehr wenigen Übungen. Die Vollversion kann 7 Tage lang kostenlos getestet werden, danach kostet sie 34.-/Jahr oder einmalig 100.- CHF. Peak ist von den Inhalten und vom Hintergrund her den bei den Computerprogrammen vorgestellten Apps von Cognifit und Neuronation sehr ähnlich, kostet aber weit weniger.

Die App lässt sich gut in den Regelunterricht integrieren und erfüllt alle formulierten Anforderungen, bis auf das Game-Format. Nutzt man nur die 6 Gedächtnisübungen sind die Kosten jedoch unverhältnismässig hoch.

### 7.2.5 Trainiere dein Gehirn - Gedächtnisspiele



Die App «Trainiere dein Gehirn – Gedächtnisspiele» ist auf Kinder ausgelegt, sehr einfach zu bedienen und ansprechend gestaltet. Sie besteht aus 10 abwechslungsreichen Übungen zum Gedächtnis (4 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 3 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Die Zusammenstellung der Übungen ist Anhang 5 zu entnehmen.

Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. Die Übungen sind so konzipiert, dass man sich durch verschiedene Schwierigkeitsstufen spielt. Eine erreichte Stufe wird gespeichert und beim nächsten Training steigt man dort wieder ein. Die Gratisversion enthält nur wenig Werbung und bietet Zugriff auf 4 Kurzzeit- und alle 4 Arbeitsgedächtnisübungen. Für 2.80 kann die Vollversion freigeschaltet werden (zusätzliche 2 Kurzzeitgedächtnisübungen sowie Entfernen der Werbung).

Die App ist im Regelunterricht einsetzbar, erreicht die formulierten Anforderungen aber nur teilweise. Durch die einfache Handhabung könnte sie für den (spielerischen) Einsatz zu Hause empfohlen werden. Sie weist keinen wissenschaftlichen Hintergrund auf.

### 7.2.6 Vektor



Die App Vektor weist den gleichen Hintergrund und die gleichen Inhalte auf, wie die bereits vorgestellte App «Cognition Flex» und ist kostenlos. Der einzige Unterschied besteht darin, dass sie in Game-Design daherkommt und alle von Prins et al. (2011) geforderten Game-Elemente aufweist (Story, übergeordnetes Ziel, Hauptfigur mit der man sich identifiziert, Animation, direkte Belohnung). Die adaptiven Übungen werden automatisch zusammengestellt (durch das Game-Design ist es nicht möglich einzelne Übungen auszuwählen), wodurch automatisch auch Übungen zur Mathematik und zur visuellen/räumlichen Wahrnehmung trainiert werden. Es wird empfohlen das ganze Programm durchzuspielen (40 Sitzungen à 30min innerhalb von 8 – 10 Wochen). Durch die sprachfreie Aufbereitung und hohe Benutzerfreundlichkeit, kann das Programm auch schon von kleineren Kindern (ab Vorschulalter) problemlos selbständig bearbeitet werden und eignet sich deshalb sowohl für den Einsatz in der Regelschule als auch zu Hause. Der Einsatz des Programms ist für Kinder, die zusätzlich zu einer Arbeitsgedächtnisschwäche auch Schwierigkeiten in der mathematischen Grundvorstellung und der visuellen/räumlichen Wahrnehmung haben, sehr zu empfehlen.

### 7.2.7 zentrale Erkenntnisse zu den Apps

Die beiden Apps «Cognition Flex» und «Vektor» erweisen sich für den Einsatz in der Regelschule als grossartige Möglichkeit. Für ein spezifisches Arbeitsgedächtnistraining können bei «Cognition Flex» die Übungen einzeln angewählt werden. Um die Motivation aufrecht zu erhalten, ist zu überlegen, ob als zusätzlicher Anreiz bei Erreichen gewisser Punktzahlen eine kleine Belohnung in Aussicht gestellt werden soll. Bei Kindern, die sich trotzdem nicht recht motivieren lassen oder bei Kindern die zusätzlich zu den Arbeitsgedächtnisdefiziten auch Defizite in den mathematischen Grundvorstellungen und in der visuellen/räumlichen Wahrnehmung mitbringen, macht der Einsatz von «Vektor» Sinn. Die bereits bei den Computerprogrammen empfohlene App iHirn bleibt durch die sehr vielfältigen Aufgaben zum Training des Arbeitsgedächtnis empfehlenswert, unterliegt aber bezüglich Designs dem ansprechenderen «Cognition Flex».

Die beiden Apps «Gedächtnisspiele» und «Trainiere dein Gehirn – Gedächtnisspiele» eignen sich weniger für das spezifische Arbeitsgedächtnistraining und den Einsatz in der Schule, könnten aber eine Liste mit App-Empfehlungen für Eltern ergänzen. So auch die App «Mental Up», welche als kombiniertes Training für Schul- und Gedächtnisinhalte konzipiert ist.

## 7.3 Lehrmittel

Die Suche nach geeigneten Lehrmitteln zum Training des Arbeitsgedächtnisses gestaltet sich schwierig. Es gibt keinerlei deutschsprachige Lehrmittel/Programme, die sich mit einem spezifischen Arbeitsgedächtnistraining befassen. Jedoch konnten einige Publikationen gefunden werden, die unter anderem auch Aufgaben zum Arbeitsgedächtnistraining enthalten. Diese werden hier aufgelistet und eingeschätzt. Die einzelnen Aufgaben zum Arbeitsgedächtnistraining sind in Anhang 6 (Lehrmittel: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben) zusammengestellt und bezüglich Domäne (visuell-räumlich / phonologisch) und Speicher (Kurzzeit- / Arbeitsgedächtnis) eingeschätzt.

Publikationen, die sich mit dem Vermitteln und Üben von Mnemotechniken und Gedächtnisstrategien befassen, jedoch kein Arbeitsgedächtnistraining beinhalten, werden hier nicht berücksichtigt.

### 7.3.1 Das Memo-Training (Everts & Ritter, 2017)



Regula Everts  
Barbara Ritter  
**Das Memo-  
Training**  
Memo, der vergessliche Elefant.  
Mit Gedächtnistraining spielerisch  
zum Lernerfolg  
2. überarbeitete Auflage



Das Memo-Training vermittelt einerseits fünf verschiedene Gedächtnisstrategien und enthält andererseits auch Übungen zum Training des Arbeitsgedächtnisses. Das ganze Programm ist eingebettet in eine ansprechende Rahmengeschichte. Die Übungen zum Gedächtnis (4 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 5 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 5 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 6 phonologisches Arbeitsgedächtnis) können einzeln eingesetzt werden und sind adaptiv konzipiert (Zusammenstellung der Übungen: Anhang 6).

Wird das ganze Training durchgeführt (inklusive vermitteln und trainieren der Gedächtnisstrategien), erstreckt sich dieses über 6 – 7 Wochen, wobei jeweils eine Stunde pro Woche einzusetzen ist. Das Memo-Training ist auf Kindergarten und Unterstufe ausgerichtet, die Übungen können aber gut auch noch in der Mittelstufe eingesetzt werden.

Die Wirksamkeit des Memo-Trainings wurde in einer wissenschaftlichen Studie überprüft (passive Kontrollgruppe). Es konnten signifikante Verbesserungen im Arbeitsgedächtnis festgestellt werden.

### 7.3.2 Aufmerksamkeitstraining (Brunsting, 2015)



Das Aufmerksamkeitstraining ist auf Kinder mit ADS (ADHS – unaufmerksamem Typ) ausgelegt und hat die Verbesserung der Aufmerksamkeit und Konzentration zum Ziel. Dazu kommen viele verschiedene Übungen und Spiele zum Einsatz, davon 8 Gedächtnisübungen (4 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 4 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Diese können einzeln eingesetzt werden und sind adaptiv konzipiert (Zusammenstellung der Übungen: Anhang 6).

Das Aufmerksamkeitstraining ist ab dem 2. Schuljahr einsetzbar. Die Übungen eignen sich zum Training bis ins Erwachsenenalter. Das

Training ist als Gruppentraining konzipiert. Bei sehr schwachen Schüler\*innen wird der Einsatz im Einzelsetting empfohlen. Zu Trainingsdauer und -intensität wird keine Aussage gemacht.

Das Aufmerksamkeitstraining wurde bisher nicht wissenschaftlich überprüft.

### 7.3.3 Nele und Noa im Regenwald (Roebers, Röthlisberger, Neuenschwander & Cimeli, 2014)



«Nele und Noa im Regenwald» ist eine Spielesammlung zur Förderung der exekutiven Funktionen. 7 der Spiele trainieren das Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 4 phonologisches Arbeitsgedächtnis). Diese können einzeln eingesetzt werden und sind jeweils in drei verschiedenen Schwierigkeitsstufen konzipiert (Zusammenstellung

der Spiele: Anhang 6). Für die Einführung und Durchführung der meisten Spiele ist mit einem Zeitaufwand von 45min zu rechnen. Es gibt aber auch einige kurze Kreis- oder Auflockerungsspiele.

Die Spiele sind auf Kindergarten und Unterstufe ausgerichtet und für den Einsatz mit der ganzen Klasse konzipiert. Um für alle Kinder einen grossen Trainingseffekt zu erreichen, sind diese für die Spiele in möglichst leistungshomogene Gruppen einzuteilen (bezüglich Gedächtnisleistung).

Die Wirksamkeit der Spielesammlung wurde mit einer wissenschaftlichen Studie überprüft (passive Kontrollgruppe). Es konnten signifikante Verbesserungen in der Reaktionshemmung, im Arbeitsgedächtnis und in der flexiblen Aufmerksamkeitssteuerung festgestellt werden.

### 7.3.4 Besser lernen (Stuber-Bartmann, 2018)



»Besser lernen« hat die Förderung von Selbstregulation und exekutiven Funktionen durch kurze, individuell einsetzbare Spiele zum Ziel. 17 der Spiele trainieren das Gedächtnis (2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 4 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 9 phonologisches Arbeitsgedächtnis, 2 kombiniert visuell-räumliches/phonologisches Arbeitsgedächtnis, Zusammenstellung der Spiele: Anhang 6). Die meisten Spiele sind schnell erklärt und eignen sich als kurze Spiele für zwischendurch. Die Spiele sind auf die Primarschule ausgerichtet und für den Einsatz in der ganzen Klasse konzipiert. Die Spiele wurden nicht wissenschaftlich überprüft.

### 7.3.5 fex – Förderung exekutiver Funktionen (Walk & Evers, 2013)



Auch «fex – Förderung exekutiver Funktionen» ist eine Sammlung von kurzen, individuell einsetzbaren Spielen. 9 der Spiele trainieren das Gedächtnis (1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 6 phonologisches Arbeitsgedächtnis, 2 kombiniert visuell-räumliches/phonologisches Arbeitsgedächtnis, Zusammenstellung der Spiele: Anhang 6).

Die Spiele sind schnell erklärt und eignen sich als kurze Spiele für zwischendurch. Die Spiele sind auf die Primarschule ausgerichtet und für den Einsatz in der ganzen Klasse oder in Gruppen konzipiert. Durch verschiedene Spielvarianten kann das Niveau angepasst werden. Die

Spiele wurden bisher nicht wissenschaftlich überprüft.

### 7.3.6 zentrale Erkenntnisse zu den Lehrmitteln

Das Memo-Training bietet vielfältige, abwechslungsreiche und ausgewogene Übungen zum Training des Arbeitsgedächtnisses, die durch die Bearbeitung im Einzelsetting adaptiv durchgeführt werden können. Für ein gezieltes Arbeitsgedächtnistraining sind diese Übungen deshalb sehr zu empfehlen. Soll das Arbeitsgedächtnis spielerisch mit der ganzen Klasse trainiert werden, eignen sich die Spiele aus «Besser lernen» besonders.

Es ist anzumerken, dass die Übungen und Spiele der Lehrmittel den Effekt eines computerisierten, adaptiven Arbeitsgedächtnistrainings sicherlich nicht zu erreichen vermögen. Sie lassen sich aber einfacher in den Schulalltag integrieren und ermöglichen ein niederschwelliges Training, das sicherlich wirkungsvoller ist, als wenn durch fehlende Rahmenbedingungen oder Infrastruktur komplett auf ein Training des Arbeitsgedächtnisses verzichtet werden muss. Gerade die Spiele können gut zur Auflockerung des Unterrichts zum Beispiel anstatt eines Bewegungs- oder Kopfrechenspiels eingesetzt werden.

## 7.4 Gesellschaftsspiele

Neben dem Klassiker «Memory» gibt es mittlerweile viele Gesellschaftsspiele, bei denen das Arbeitsgedächtnis intensiv gebraucht und dadurch trainiert wird. Gerade in der heilpädagogischen Förderung bietet sich der Einsatz von Gesellschaftsspielen als Einstieg, Auflockerung oder Abschluss einer Förderlektion in der Kleingruppe an. Auch Eltern sind oft sehr dankbar um Hinweise auf sinnvolle Spiele, die zu Hause gemeinsam gespielt werden können.

Bei den folgenden Spielen handelt es sich um die Favoriten der Verfasserin. Alle sind auf der Unterstufe praxiserprobt, regelmässig im Einsatz und erschwinglich.

Für umfangreichere Empfehlungen lohnt sich ein Blick auf die Spieleempfehlungen zur Förderung und Erhaltung von Hirnfunktionen des Ostschweizer Kinderspitals

(<https://www.kispisg.ch/downloads/kompetenzen/neuropsychologie/foerderung-und-erhaltung-von-hirnfunktionen-mit-gesellschaftsspielen.pdf>) und auf die Spielliste der Lernpraxis Zürich

(<https://www.lernpraxis.ch/sites/default/files/files/Spielliste%20Lernpraxis%20Kevin%20Wingeier%20Version%201.2.pdf>).

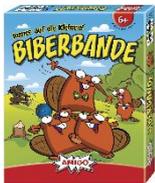
#### 7.4.1 Alles Tomate! (Knizia, 2016)



»Alles Tomate!« ist ein Merkspiel, bei dem Motive rund um den Bauernhof (Tiere, Gemüse, Früchte, ...) erinnert werden müssen. Es sind jeweils gleichzeitig 7 Motive im Spiel, welche zufällig (wenn die entsprechende Farbe erscheint) abgerufen werden müssen und laufend ersetzt werden. Richtig (und am schnellsten) erinnerte Motive dürfen behalten werden. Ziel ist es, möglichst viele Motive zu sammeln.

Ist das Spiel in dieser Form zu schwierig, können problemlos eine oder mehrere Motivkategorien weggelassen werden, wodurch gleichzeitig weniger Motive erinnert werden müssen. Da einzelne Motive während dem Spiel laufend mit neuen ersetzt werden, ist das **phonologische Arbeitsgedächtnis** gefordert. Das Spiel eignet sich zum Einsatz in Kindergarten bis Mittelstufe.

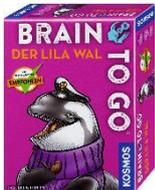
#### 7.4.2 Biberbande (Stambler, 2004)



Bei «Biberbande» soll mit den eigenen vier verdeckten Karten ein möglichst tiefer Wert erreicht werden. Dabei dürfen vorerst nur die äusseren zwei angeschaut und eingepägt werden, durch Sonderkarten können aber nach und nach auch die restlichen Karten angeschaut und in jeder Runde gegen andere Karten getauscht werden. Wer den tiefsten Wert erreicht, gewinnt.

Da sich Zahlenwert und Platz der eigenen Karten immer wieder ändern, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** gefordert. Das Spiel eignet sich für den Einsatz in Kindergarten bis Mittelstufe.

#### 7.4.3 Brain to go – Der lila Wal (Hiron, 2018)



Bei «Der lila Wal» liegen 9 Karten mit Meerestieren vor unterschiedlichen Hintergrundfarben aus und sollen eingepägt werden. Danach werden sie verdeckt. In jeder Runde soll nun nach Vorgabe ein bestimmter Meeresbewohner oder eine bestimmte Farbe aufgedeckt werden. Richtig aufgedeckte Karten werden behalten und durch neue Karten ersetzt. Ziel ist es, so viele Karten wie möglich zu sammeln. Ist das

Spiel in dieser Form zu einfach/schwierig kann problemlos mit weniger/mehr Karten gespielt werden. Da sich die Motive und ihr Platz laufend verändern, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel ist für Unter- bis Oberstufe geeignet.

#### 7.4.4 Brain to go – Gans schön verdächtig (Knizia, 2018)



Bei «Gans schön verdächtig» sollen je nach Schwierigkeitsgrad drei bis sechs Verdächtige erinnert werden. Diese unterscheiden sich in Kleidungsstil, Farbe und einem Tier, welche je nach Würfelerggebnis abgerufen werden sollen.

Da sich Verbrecher und Platz stetig verändern, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel ist für Unter- bis Oberstufe geeignet.

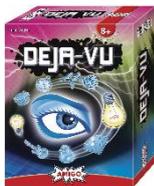
#### 7.4.5 Brain to go – Schwein oder nicht Schwein (Baumann, 2018)



Bei «Schwein oder nicht Schwein» werden Karten aufgenommen und kurz eingepägt, danach ist nur noch die Kartenrückseite sichtbar, wobei laufend neue Karten dazu genommen und eingepägt werden. Ziel des Spiels ist es, mit den eigenen Karten und den offen aufliegenden Karten in der Mitte möglichst viele Paare zu bilden.

Da sich die Motive und deren Reihenfolge durch Ablegen und Aufnehmen laufend verändern, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel eignet sich für den Einsatz in Unter- bis Oberstufe.

#### 7.4.6 DEJA-VU (Meister, 2017)



Bei «Deja-Vu» werden laufend neue Karten mit jeweils 1 - 3 abgebildeten Gegenständen aufgedeckt. Diese sollen erinnert werden und dürfen, sobald sie ein zweites Mal erscheinen, geschnappt werden. Es gewinnt, wer die meisten Gegenstände richtig gesammelt hat.

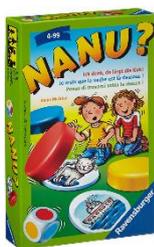
Da laufend neue Gegenstände hinzukommen, beziehungsweise bereits doppelt erschienene Gegenstände nicht mehr erinnert werden müssen, ist das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel eignet sich zum Einsatz in Unter- bis Oberstufe.

#### 7.4.7 Die fiesen 7 (Zeimet, 2016)



Bei «Die fiesen 7» werden reihum Karten abgelegt und jeweils bis sieben hoch und wieder heruntergezählt. Je nach gelegten Karten muss man ausserdem sich räuspern, still sein oder aussetzen. Wer einen Fehler macht, muss alle abgelegten Karten auf den eigenen Stapel nehmen. Wer keine Karten mehr besitzt, gewinnt. Da gleichzeitig die genannten Zahlen sowie die richtigen Reaktionen erinnert werden müssen, ist das **phonologische Arbeitsgedächtnis** gefordert. Das Spiel eignet sich für Unter- bis Oberstufe.

#### 7.4.8 NANU? (Meister, 2001)



Bei «NANU?» werden von 24 Bildkärtchen fünf unter farbigen Deckeln versteckt. Der Farbwürfel entscheidet, welches erinnert werden soll. Wurde das richtige Bildkärtchen genannt, wird ein neues unter dem Deckel versteckt. Es gewinnt, wer die meisten Bildkärtchen gesammelt hat. Da sich die verdeckten Bildkärtchen laufend ändern, ist das **phonologische Arbeitsgedächtnis** gefordert. Das Spiel eignet sich für den Einsatz in Kindergarten und Unterstufe.

#### 7.4.9 Plumpsack (Staupe, 2003)



Acht Karten mit verschiedenen Motiven sind verdeckt im Kreis ausgelegt und müssen erinnert werden. Der «Plumpsack» wird zu einer Karte hingelegt, wird diese richtig erinnert, zieht der Plumpsack um die Anzahl der darauf angegebenen Schritte weiter und die Karte, bei der der Plumpsack nun landet, muss ebenfalls erinnert werden.

Werden alle Karten richtig erinnert, bis der Plumpsack wieder bei der Anfangskarte landet, darf diese behalten werden und wird durch eine neue Karte ersetzt. Wer zuerst 6 Karten besitzt, gewinnt. Ist das Spiel mit acht Karten zu einfach/schwierig kann problemlos mit weniger/mehr Karten gespielt werden.

Da gleichzeitig Motiv und Platz erinnert werden müssen, die Motive in unterschiedlicher Reihenfolge auftauchen und laufend neue Motive dazukommen, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel eignet sich zum Einsatz in Kindergarten bis Mittelstufe.

#### 7.4.10 Poule, Poule (Bossart, 2019)



Bei «Poule, Poule» werden der Reihe nach Karten vom Stapel offen auf einen Ablagestapel gelegt. Dabei gilt es, die Eier zu zählen und bei fünf Eiern zu unterbrechen. Auf den Karten sind jedoch nicht nur Eier abgebildet, sondern auch Hühner und Füchse. Ein Huhn setzt sich auf ein vorhandenes Ei, was gedanklich berücksichtigt werden muss, ein erscheinender Fuchs vertreibt das letzte Huhn, was wieder ein Ei mehr bedeutet. Bei weiteren Spielvarianten kommen zusätzliche Charaktere (Hund, Ente, ...) ins Spiel, die ebenfalls Einfluss auf die im Spiel befindenden Eier nehmen. Wer dreimal richtig unterbricht, gewinnt.

Da sowohl die Anzahl gerade vorhandener Eier als auch die Auswirkung der zusätzlichen Charaktere berücksichtigt werden müssen, ist das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel eignet sich für den Einsatz in Unter- bis Oberstufe.

#### 7.4.11 Särge schubsen (Chapeau, 2014)



Bei «Särge schubsen» sollen die Inhalte (Farbe und Symbol) von den eigenen vier Särgen erinnert und je nach Würfelergebnis abgerufen werden. Passende (richtig erinnerte) Särge werden aufgedeckt, können aber unter Umständen wieder zugedeckt oder ausgetauscht werden. Ziel ist es, möglichst rasch alle eigenen Särge aufzudecken.

Da sich die eigenen Särge und deren Platz immer wieder verändern können und diese laufend mit dem Würfelergebnis verglichen werden müssen, sind das **visuell-räumliche** und das **phonologische Arbeitsgedächtnis** intensiv gefordert. Das Spiel ist für Unter- bis Oberstufe geeignet.

#### 7.4.12 zentrale Erkenntnisse zu den Gesellschaftsspielen

Alle vorgestellten Spiele fordern das Arbeitsgedächtnis. Für Kinder mit ADHS sind die Spiele, die neben dem phonologischen auch das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis involvieren zu empfehlen. Von den vorgestellten Spielen sind das «Biberbande», «Plumpsack», «Särge schubsen» sowie die drei «Brain to go»-Spiele. Um ein erfolgreiches Training zu ermöglichen und Frust zu vermeiden, empfiehlt es sich in möglichst homogenen Gruppen (bezüglich Arbeitsgedächtnisleistung) zu spielen. Auch bei den Gesellschaftsspielen ist anzumerken, dass der Effekt eines computerisierten, adaptiven Arbeitsgedächtnistrainings niemals erreicht werden kann. Sie ermöglichen jedoch abwechslungsreiche Übungsanlässe zum Training des Arbeitsgedächtnisses sowohl in der Schule als auch zu Hause.

Nachdem in diesem Kapitel die Möglichkeiten und Grenzen von Arbeitsgedächtnistraining in der Regelschule aufgezeigt wurden, weitet sich im nächsten Kapitel der Blick auf die ganze Masterarbeit und die Synthese der einzelnen Teilbereiche aus.

## 8. Diskussion

In diesem Teil werden die einzelnen Kapitel der Arbeit hinsichtlich gewonnener Erkenntnisse und Fragestellung zusammengeführt, die Relevanz der Ergebnisse für die Berufspraxis erläutert und ein Ausblick für mögliche weitere Forschungsarbeiten gegeben.

### 8.1 Zusammenführung der Erkenntnisse, Beantwortung der Fragestellung

Die systematische Zusammenstellung und theoriegeleitete Auswertung der Forschung im Bereich «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS» hat zu verschiedenen zentralen Erkenntnissen geführt, welche folgendermassen zusammengefasst werden können:

- **Das Arbeitsgedächtnis von Primarschulkindern mit ADHS lässt sich erfolgreich trainieren.** Dies belegen zahlreiche Studien durch Feststellung eines signifikanten Transfereffekts auf untrainierte Arbeitsgedächtnisaufgaben (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Kofler et al., 2018; Kofler et al., 2020).
- Ein Training, das das **Arbeitsgedächtnis direkt anzielt** (nur Aufgaben zur Speicherung + Manipulation von Gedächtnisinhalten), vergrössert die Erfolgsaussichten (Kofler et al., 2020).
- **Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS erzielt einen positiven Langzeiteffekt:** Sämtliche Studien, die die Teilnehmenden 3 – 6 Monate nach Abschluss des Arbeitsgedächtnistrainings erneut getestet haben, stellten eine bleibende Signifikanz der Resultate fest (Bigorra et al., 2016; Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017; Jones et al., 2020; Klingberg et al., 2005; van der Donk et al., 2015). Teilweise wurde die Signifikanz sogar noch verstärkt (Bigorra et al., 2016) oder Bereiche, die direkt nach der Intervention keine Signifikanz erreicht haben, wurden bei der 3 – 6 Monate späteren Überprüfung signifikant (Chacko et al., 2013/Chacko et al., 2017).
- Kinder mit ADHS des **unaufmerksamen Subtyps profitieren am meisten** von einem Arbeitsgedächtnistraining (van der Donk et al., 2015).
- Ein **Arbeitsgedächtnistraining in Game-Format** führt zu signifikant höherer Motivation, höherer Compliance und signifikant besseren Resultaten (Prins et al., 2011).
- Zum **Einfluss von Medikamenten** auf die Effekte von Arbeitsgedächtnistraining kann wegen ungenügender Datenlage keine Aussage gemacht werden.
- Bezüglich **Transfereffekt auf weitere Bereiche** wie Inhibition, Reduktion der ADHS-Symptome und Schulleistungen (far-transfer) sind die Ergebnisse der Studien gemischt und lassen deshalb keine Aussage zu.

Durch die Auswertung und Analyse der Forschungslage wurden **Anforderungen an ein Trainingsprogramm** zur heilpädagogischen Förderung an der Regelschule formuliert. Zur Erzielung grösstmöglicher Effekte sollte dieses adaptiv sein, mindestens gleich viele (oder mehr) Arbeitsgedächtnis- wie Kurzzeitgedächtnisaufgaben enthalten und in Game-Format gestaltet sein. Diese Anforderungen legen die Suche nach einem Computerprogramm nahe. Das Computerprogramm Cogmed ([www.cogmed.com](http://www.cogmed.com)) erfüllt diese Anforderungen komplett, ist jedoch für einen Einzeleinsatz in der Regelschule teuer (ca. 850 € jährlich).

Die hohen Kosten sprechen auch gegen einen Einsatz der Programme Cognifit ([www.cognifit.com](http://www.cognifit.com)), Lumosity ([www.lumosity.com](http://www.lumosity.com)) und Neuronation ([www.neuronation.com](http://www.neuronation.com)), welche die Anforderungen

bis auf ein fehlendes Game-Design ebenfalls erfüllen. Das Programm iHirn ([www.ihirn.unibe.ch](http://www.ihirn.unibe.ch)) bietet eine sehr umfangreiche Aufgabensammlung zu einem kleinen Preis (9.- bis 22.- CHF) und erfüllt die Anforderungen bis auf ein fehlendes Game-Design ebenfalls. Es ist für den Einsatz in der Primarschule sehr zu empfehlen. Die Ausweitung der Suche auf Apps ergibt zusätzlich zwei spannende Treffer: Die App Cognition Flex erfüllt die Anforderungen ebenfalls bis auf ein fehlendes Game-Design, die App Vektor ist in ansprechendem Game-Design aufbereitet, enthält aber neben den Gedächtnistraining-Aufgaben auch Aufgaben in den Bereichen visuelle Wahrnehmung und mathematische Grundvorstellungen, welche durch das Game-Design automatisch mittrainiert werden. Beide Apps sind sprachfrei konzipiert und gratis. Sie sind für den Einsatz in der Primarschule sehr zu empfehlen. Verglichen mit iHirn kommen Cognition Flex und Vektor in ansprecherem Design daher und sind benutzerfreundlicher, bieten aber deutlich weniger verschiedene Aufgaben.

Es gibt keine deutschsprachigen Lehrmittel, die den Fokus auf einem spezifischen Arbeitsgedächtnistraining haben. Die adaptiv aufgebauten Arbeitsgedächtnisübungen aus dem «Memo-Training» (Everts & Ritter, 2017) können jedoch gut auch einzeln eingesetzt werden. Sie erfüllen die Anforderungen ebenfalls (bis auf fehlendes Game-Design) und sind für den Einsatz nicht an den Zugang zu einem Computer gebunden. Die Arbeit mit den Übungen des «Memo-Training» bedeutet jedoch einen zusätzlichen Aufwand an personellen Ressourcen, da das Kind während der Bearbeitung der Übungen eins-zu-eins begleitet werden muss.

Die umfangreichen Spiele-Vorschläge aus «Besser lernen» (Stuber-Bartmann, 2018) sind auf das Arbeitsgedächtnis ausgerichtet und eignen sich für den Einsatz in der ganzen Klasse, wodurch sie ressourcenschonend und niederschwellig eingesetzt werden können. Durch den Spielcharakter geht die Adaptivität verloren, es entsteht aber eine Art Game-Design. So auch bei Gesellschaftsspielen, welche gut zur Auflockerung der Förderlektionen in Kleingruppen eingesetzt oder für den Einsatz zu Hause empfohlen werden können. Speziell hervorzuheben sind hier «Biberbande», «Plumpsack», «Särge schubsen» sowie die «Brain to go»-Spiele, welche alle sowohl das visuell-räumliche wie auch das phonologische Arbeitsgedächtnis trainieren.

Durch Kombination der verschiedenen genannten Programme, Lehrmittel und Spiele kann das Arbeitsgedächtnis auf unterschiedlichste Arten trainiert werden. So könnte grundsätzlich gezielt ein Computerprogramm (iHirn) oder eine App (Cognition Flex) eingesetzt und durch kurze Spiele (Besser lernen) für die ganze Klasse und Gesellschaftsspiele in der Fördergruppe ergänzt werden.

Zur Überprüfung der Fragestellung folgt zuerst die Auflistung der erreichten Ziele.

In dieser Masterarbeit gelingt es:

- den theoretischen Hintergrund von Arbeitsgedächtnis, ADHS und deren Zusammenhang aufzuzeigen,
- die Forschungslage zu Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS unter Berücksichtigung der wichtigsten Publikationen der letzten 20 Jahre darzustellen,
- durch Analyse der Forschungsergebnisse Anforderungen an ein Arbeitsgedächtnistraining in der Regelschule zu formulieren,
- diese Anforderungen auf bestehende Computerprogramme, Apps, Lehrmittel und Gesellschaftsspiele anzuwenden und
- Empfehlungen zum Arbeitsgedächtnistraining in der Regelschule zu machen.

Die Arbeit liefert dadurch eine **umfassende Beantwortung der Fragestellung**: «*Wie stellt sich die Forschungslage zu Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern im Primarschulalter mit ADHS unter Berücksichtigung der wichtigsten Publikationen der letzten 20 Jahre dar und wie können Erkenntnisse aus der Analyse dieser Publikationen in der heilpädagogischen Förderung an der Regelschule berücksichtigt und umgesetzt werden?*».

## 8.2 Relevanz der Ergebnisse für die Berufspraxis

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind für die Berufspraxis relevant, zeigen sie doch auf, dass Möglichkeiten bestehen, Kinder mit ADHS im Bereich des Arbeitsgedächtnisses gezielt und erfolgreich zu unterstützen.

Es ist zu hoffen, dass diese Arbeit dazu beiträgt, dass Arbeitsgedächtnisdefizite in der Praxis nicht mehr übersehen und betroffene Kinder dadurch als unaufmerksam, wenig anstrengungsbereit und unmotiviert charakterisiert werden (vgl. Theorieteil). Eine mögliche Arbeitsgedächtnisschwäche sollte erkannt, abgeklärt und durch gezieltes Training (und möglicherweise begleitende kompensatorische Massnahmen) gefördert werden kann.

Das Bewusstsein für die Wichtigkeit des Arbeitsgedächtnisses ist bisher im deutschsprachigen Raum in den Regelschulen leider kaum vorhanden. Der Fokus liegt stark auf den Leistungen in den einzelnen Schulfächern und der spezifischen Unterstützung in diesen. Diese Arbeit zeigt eine neue Perspektive.

## 8.3 Ausblick für weitere Forschungsarbeiten

Auf den weiteren Forschungsbedarf, was Studien zum Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS angeht, wurde bereits in Kapitel 6.1.6 eingegangen.

Allgemein lässt sich sagen, dass in diesem Bereich noch erheblicher Forschungsbedarf besteht. Hervorgehoben soll hier nochmals die Wichtigkeit längerfristiger Studien werden, die nicht nur direkt nach der Intervention, sondern auch nach mehreren Monaten (oder Jahren) eine Überprüfung der Effekte vornehmen. Auch Studien, die Cogmed mit anderen erfolgreichen Trainingsprogrammen (wie z.B. CET) und nicht nur mit einer nicht-adaptiven Version des gleichen Programms vergleichen, wären aufschlussreich.

Ein Blick in die verschiedenen Studienregister (<https://clinicaltrials.gov/>, <https://trialsearch.who.int/>, <https://www.drks.de/>, <https://www.kofam.ch/>) führt zu zwei spannenden Studien, die zur Zeit laufen: Die Ergebnisse der Studie von Kofler et al. (2020) werden momentan mit einer grossangelegten Studie mit 250 Teilnehmer\*innen überprüft. Ergebnisse sind Ende 2022 zu erwarten (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03324464?term=cet&cond=Adhd&draw=2&rank=2>). Spannend ist vor allem, ob es gelingt die signifikante Reduktion der ADHS-Symptome zu replizieren.

In der Schweiz/Deutschland läuft momentan ebenfalls eine grossangelegte Studie mit Cogmed (<https://stadt.winterthur.ch/gemeinde/verwaltung/stadtkanzlei/kommunikation-stadt-winterthur/medienmitteilungen-stadt-winterthur/forschungsprojekt-kids-win-erste-erkenntnisse-ueberzeugen>). Die Langzeitstudie begleitet knapp 600 Winterthurer und gut 400 Mainzer Primarschulkinder (ohne Fokus auf ADHS) über mehrere Jahre hinweg. Erste vielversprechende Ergebnisse wurden bereits publiziert.

## 9. Reflexion

In diesem letzten Kapitel folgen die persönliche, kritische Würdigung und Reflexion der Arbeit und des Entstehungsprozesses durch die Verfasserin. Mit den Schlussworten wird die Arbeit abgerundet und ein persönlicher Ausblick gegeben. Da in diesem Kapitel ausschliesslich persönliche Inhalte zentral sind, wird bewusst die Ich-Form gewählt.

### 9.1 kritische Würdigung

Das Ziel dieser Masterarbeit liegt im Wesentlichen darin, einen Erkenntnisgewinn über Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS zu erlangen und die Essenz dieser Erkenntnisse für eine Umsetzung in der Praxis zu nutzen. Im Folgenden werden die Herausforderungen aufgezeigt, die sich bei der Erreichung dieses Ziels gestellt haben und der Entstehungsprozess reflektiert.

Das Arbeitsgedächtnis als theoretisches Konstrukt wurde bisher in meiner (pädagogisch ausgerichteten) Ausbildung nur am Rande gestreift. So wurde mir schon beim ersten Literaturstudium bewusst, dass ich mich zunehmend in einem mir völlig fremden Gebiet bewege, in welches ich mich zuerst gründlich einarbeiten muss. Das Fehlen einer einheitlichen Theorie zum Arbeitsgedächtnis kam erschwerend dazu.

Die Thematik empfand ich als sehr spannend und die intensive Auseinandersetzung führte zu einem grossen Wissenszuwachs. Immer wieder stiess ich beim Erstellen der Masterarbeit aber durch den fehlenden psychologischen/neurologischen Hintergrund an die Grenzen meines Wissens, war gezwungen nochmals in die Theorie einzutauchen und so sich zeigende Wissenslücken zu schliessen. Das Gefühl, «Arbeitsgedächtnis» nur ansatzweise erfasst zu haben, blieb bis zum Schluss.

Beim theoretischen Hintergrund von ADHS sah die Ausgangslage deutlich anders aus. In dieses Thema hatte ich mich bereits während dem Studium an der PHZH, im Schulalltag und erneut während dem Studium an der HfH interessiert vertieft. Spannend und neu war in diesem Bereich für mich aber vor allem, ADHS zunehmend als kognitive Störung zu verstehen (und nicht als reine Verhaltensstörung) und die Zusammenhänge mit dem Arbeitsgedächtnis zu erkennen.

Die Zusammenstellung und Auswertung der Forschung im Bereich «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS» bedeutete ein spannendes und für mich komplett neues Feld, in das ich mich gerne einarbeiten und vertiefen wollte.

Bei der Auseinandersetzung mit den Forschungsergebnissen galt es genau zu überprüfen, ob ein genanntes Training oder die zur Überprüfung eingesetzten Tests letztendlich wirklich das Arbeitsgedächtnis beinhalteten oder mehr auf das Kurzzeitgedächtnis abzielten. Anders als in der theoretischen Literatur dazu, wurde diese Unterscheidung in den Studien selbst meist nicht gemacht und auch das Kurzzeitgedächtnis als Arbeitsgedächtnis «verkauft».

Für den Transfer der Forschungsergebnisse in den heilpädagogischen Förderunterricht, zeigte sich die Situation, wie sie im schulischen Alltag oft anzutreffen ist: Die gewünschten Anforderungen sind kaum vollständig zu erfüllen und es gilt flexibel und einfallsreich mit dem Vorhandenen umzugehen. Da eine systematische Suche, wie sie bei den Forschungsstudien angewendet wurde, nicht möglich war, wurde in diesem Teil der Arbeit kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es ist mir bewusst,

dass es sich bei der Zusammenstellung der Empfehlungen um eine theoriegeleitete aber letztendlich subjektive Auswahl handelt.

## **9.2 Schlussworte, persönlicher Ausblick**

In der vorliegenden Literatarbeit ist es aus meiner Sicht gut gelungen, die Erkenntnisse aus Theorie und Wissenschaft nachvollziehbar darzustellen und in die Praxis zu transferieren.

Obwohl das behandelte Thema aktuell im Schulunterricht kaum Beachtung findet, erfahre ich von vielen Seiten im Schulfeld grosses Interesse an den Inhalten meiner Masterarbeit. Es freut mich sehr, dass ich bereits verschiedentlich angefragt wurde, ob ich bereit wäre, dazu ein Referat zu halten.

Es ist mir ein Anliegen, das Thema «Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS» wie auch «Arbeitsgedächtnis» im Allgemeinen, Schritt für Schritt in die Praxis zu tragen.

Durch die intensive Auseinandersetzung mit den verschiedenen Computerprogrammen und Apps im Bereich des Arbeitsgedächtnistrainings und deren Aufgabeninhalten, sind zahlreiche Ideen entstanden. Diese haben sich zu einem recht klaren Bild verbunden, wie ein ideales Programm zum Arbeitsgedächtnistraining in der Schule aussehen könnte. Es würde mich reizen, diese Ideen zur Entwicklung eines Computerprogramms oder einer App zu nutzen.

In der Hoffnung, dass «Arbeitsgedächtnis» in ferner Zukunft ein selbstverständlicher, integrativer Bestandteil des Schulbetriebs wird, werde ich mit grossem Interesse die laufende Forschung verfolgen. Ausserdem werde ich mich weiter in die Thematik vertiefen und in meiner täglichen Arbeit in der Regelschule für vielfältige Übungsanlässe zum Arbeitsgedächtnistraining sorgen. Denn eines wurde im Laufe der Arbeit immer wieder klar: Der in der Pädagogik oft bemühte Leitsatz «Übung macht den Meister!» hat auch (oder gerade) für das Arbeitsgedächtnis zentrale Bedeutung.

## **Danksagung**

Ein grosser Dank gebührt Dr. David von Allmen, Advanced Researcher an der HfH und Betreuer meiner Masterarbeit. Seine zahlreichen Erklärungen, Hinweise und wertvollen Anregungen, die Literaturempfehlungen und vor allem die Unterstützung bei der Recherche und Zusammenstellung der Forschungslage und dem methodischen Vorgehen waren mir eine enorme Hilfe. Dadurch erst konnte die vorliegende Arbeit zustande kommen.

Agnes Weidmann, SHP und Mentorin an der PHZH danke ich für die Korrekturen, die kritischen Fragen, zahlreichen Hinweise und ermutigenden Worte, immer mit einem Auge auf der Praxis.

Ebenfalls danken möchte ich den Lehrerinnen und Therapeutinnen meines Jahrgangsteams sowie meiner Schulleitung. Sie alle haben sehr viel Verständnis und motivierendes Interesse für meine Masterarbeit aufgebracht. Es ist mir eine Freude, in diesem wertschätzenden Umfeld arbeiten zu dürfen.

Zum Abschluss danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die grosse Unterstützung verschiedenster Art und Weise, insbesondere meinem Mann und meinen beiden Kindern, die während der Schreibphase oft auf mich verzichten mussten. Sie alle haben in den letzten Monaten viel Verständnis aufgebracht und mich unterstützt wo sie konnten.

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptareale des Arbeitsgedächtnisses .....	4
Abbildung 2: Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin .....	6
Abbildung 3: Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch .....	7
Abbildung 4: Modell der eingebetteten Prozesse von Cowan .....	8
Abbildung 5: Vereinfachtes Modell der möglichen Zustände von Gedächtnisinformationen im konzentrischen Arbeitsgedächtnismodell nach Oberauer .....	9
Abbildung 6: Modell von Barkley .....	17
Abbildung 7: Modell der ADHS nach Döpfner et al. ....	18
Abbildung 8: Störungen neuronaler Netze bei der ADHS .....	19
Abbildung 9: Kriterien zur Diagnose einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung nach DSM-5 und einer hyperkinetischen Störung nach ICD-10 .....	21
Abbildung 10: Ablauf einer diagnostischen Abklärung auf Vorliegen einer ADHS .....	22
Abbildung 11: Interventionen bei ADHS .....	23
Abbildung 12: Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne ADHS in den AGTB-Spannenaufgaben.....	26
Abbildung 13: Modell zu primären, sekundären und peripheren Manifestationen von Verhalten und Kognition aufgrund hypothetischer Arbeitsgedächtnisprozessdefizite bei Kindern mit ADHS .....	27

## 11. Literaturverzeichnis

- Aeberhard, B., Christen, S., Felder, I., Messerli, N. & Szabo, M. (2009). *Abgeklärt – was jetzt? Ableitung von pädagogischen Unterstützungs- und Fördermassnahmen aus der testpsychologischen Diagnostik*. Bern: Edition Soziothek.
- Alderson, R. M., Rapport, M. D., Hudec, K. L., Sarver, D. E. & Kofler, M. J. (2010). Competing core processes in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Do working memory deficiencies underlie behavioral inhibition deficits?. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38, 597-507. <https://dx.doi.org/10.1007/s10802-010-9387-0>
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Harcourt Assessment.
- Alloway, T. P. & Alloway, R. (2010). Investigating the Predictive Roles of Working Memory and IQ in Academic Attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20-29. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003>
- Alloway, T. P. & Alloway, R. (2013). *The Working Memory Advantage*. New York: Simon & Schuster.
- App Holdings. (2021). *Gehirntrainer* (Version 8.6.5) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raghu.braingame>
- App Holdings. (2021). *Skillz – Logisches Denkspiel* (Version 5.2.7) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.rention.mind.skillz>
- appilis LLC. (2021). *Brainilis – Denkspiele* (Version android-70) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.appilis.brain.android>
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Hrsg.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (2. Aufl., S. 89-195). New York: Academic Press.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 224, 82-90. <https://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0871-82>
- Ayasis. (2021). *MentalUP – Lernspiele & Denkspiele* (Version 7.2.2) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ayasis.mentalup>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component in working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. [https://dx.doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://dx.doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Hrsg.), *Recent advances in learning and motivation* (8. Aufl., S. 47-89). New York: Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121 (1), 65-94. <https://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Barkley, R. A. (2011). *Barkley Deficits in Executive Function Scale (BDEFS)*. New York : Guilford Press.
- Baumann, D. (2018). *Brain to go. Schwein oder nicht Schwein* [Spiel]. KOSMOS. <https://www.spieletest.at/gesellschaftsspiel/24612/Brain-to-Go---Schwein-oder-nicht-Schwein>
- BBG Entertainment. (2018). *Einstein Gehirntrainer* (Version 1.6.1) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.bbg.EinsteinHD>
- Berti, S. (2010). Arbeitsgedächtnis: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft eines theoretischen Konstruktes. *Psychologische Rundschau*, 61 (1), 3-9. <https://dx.doi.org/10.1026/0033-3042/a000004>

- Bigorra, A., Garolera, M., Guijarro, S. & Hervás, A. (2016). Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: a randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25, 853-867. <https://dx.doi.org/10.1007/s00787-015-0804-3>
- Born, A. & Oehler, C. (2019). *Lernen mit ADHS-Kindern. Ein Praxishandbuch für Eltern, Lehrer und Therapeuten* (11., erweiterte und aktualisierte Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Bossart, Ch. (2019). *Poule Poule* [Spiel]. Game Factory. <https://www.gamefactory-spiele.com/poule-poule>
- Branded Brothers. (2021). *Gedächtnistrainer: memo spiele* (Version 1.14) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brandedbrothers.memorytrainer>
- Brown, T. (2018). *ADHS bei Kindern und Erwachsenen – eine neue Sichtweise*. Bern: Hogrefe.
- Brunsting, M. (2011). *Lernschwierigkeiten – Wie exekutive Funktionen helfen können*. Bern: Haupt.
- Brunsting, M. (2015). *Aufmerksamkeitstraining*. Schaffhausen: SCHUBI Lernmedien AG
- Chacko, A., Bedard, A. C., Marks, D. J., Feirsen, N., Uderman, J. Z., Chimiklis, A. et al. (2013). A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (3), 247-255. <https://dx.doi.org/10.1111/jcpp.12146>
- Chacko, A., Bedard, A. C., Marks, D., Gopalan, G. Feirsen, N., Uderman, J. et al. (2017). Sequenced neurocognitive and behavioral parent training for the treatment of ADHD in school-age children, *Child Neuropsychology*, 42 (4), 427-450. <https://dx.doi.org/10.1080/09297049.2017.1282450>
- Chapeau, Th. (2014). *Särge schubsen* [Spiel]. Drei Magier Spiele. <https://www.dreimagier.de/spiele/saerge-schubsen/>
- CogniFit Inc. (2021). *Gehirnfitness von Cognifit* (Version 4.3.11) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cognifit.app>
- Cognition Matters Sweden AB. (2020). *Vektor* (Version 1.8.8) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.cognitionmatters.vektor&hl=en>
- Cognition Matters Sweden AB. (2021). *Cognition Flex* (Version 1.8.14) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.cognitionmatters.cognitionflex>
- Content Arcade Games. (2021). *Denkspiele – Geschicklichkeitsspiele* (Version 3.25) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brainix.free.brain.games>
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittman, R. W. et al. (2015). Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 54 (3), 164-174. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jaac.2014.12.010>
- Cowan, N. (1997). *Attention and memory. An integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of Working Memory. In A. Miyake & P. Shah (Hrsg.), *Models of Working Memory. Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (S. 62-101). New York : Cambridge University Press.
- Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 19, 450-466. [https://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](https://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6)

- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie e.V. (DGKJP), Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde e.V. (DGPPN) & Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin e.V. (DGSPJ) (2018). *Langfassung der interdisziplinären evidenz- und konsensbasierten (S3) Leitlinie "Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter"*. AWMF-Registernummer 028-045. Verfügbar unter [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/028-045l\\_S3\\_ADHS\\_2018-06.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/028-045l_S3_ADHS_2018-06.pdf)
- DMSG, Bundesverband e. V. (2019). *MS Kognition* (Version 2.3) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.dmsg.mskognition>
- Döpfner, M., Banaschewski, T. & Sonuga-Barke, E. (2008). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen (ADHS). In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (6. Aufl., S. 257-276). Göttingen: Hogrefe.
- Drechsler, R. & Steinhausen, H.-C. (2013). *BRIEF. Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen*. Göttingen: Hogrefe.
- Elevate Labs. (2021). *Elevate – Brain Training* (Version 5.51.0) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wonder>
- Everts, R. & Ritter, B. (2017). *Das Memo-Training*. Bern: Hogrefe.
- First Century Thinking LLC. (2018). *Brainia: Gehirntraining Spiele für den Geist* (Version 2.1.0) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.firstcenturythinking.braintraining>
- Frölich, J., Döpfner, M. & Banaschewski, T. (2014). *ADHS in Schule und Unterricht. Pädagogisch didaktische Ansätze im Rahmen des multimodalen Behandlungskonzepts*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2008). *Working memory & learning. A practical guide for teachers*. London: SAGE.
- Gathercole, S. E. (2014). Commentary: Working memory training and ADHD – where does its potential lie?. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (3), 256-257. <https://dx.doi.org/10.1111/jcpp.12196>
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2016). Arbeitsgedächtnis verstehen. Ein Leitfaden fürs Klassenzimmer. In S. Kubesch (Hrsg.), *Exekutive Funktionen und Selbstregulation* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl., S. 323-336). Bern: Hogrefe.
- Gathercole, S. E., Lamont, E. & Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. In S. Pickering (Hrsg.), *Working memory and education* (S. 214-240). Oxford: Elsevier.
- Gawrilow, C. (2016). *Lehrbuch ADHS* (2., aktualisierte Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Gawrilow, C., Guderjahn, L. & Gold, A. (2018). *Störungsfreier Unterricht trotz ADHS. Mit Schülern Selbstregulation trainieren – ein Lehrermanual* (2., aktualisierte Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Gawrilow, C., Oberbremer, L. & Hasselhorn, M. (2012). Arbeitsgedächtnisbesonderheiten von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses* (S. 113-131). Göttingen: Hogrefe.
- Godline Studios. (2021). *The Best Brain Training* (Version 4.8) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=godlinestudios.brain.training>
- Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Iosif, A-M., Dixon, J. F., Miller, M. R. et al. (2012). Will Working Memory Training Generalize to Improve Off-Task Behavior in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder?. *Neurotherapeutics*, 9, 639-648. <https://dx.doi.org/10.1007/s13311-012-0124-y>

- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2017). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren* (4., aktualisierte Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Hasselhorn, M., Schumann-Hengsteler, R., Gronauer, J., Grube, D., Mähler, C., Schmid, I. et al. (2012). *Arbeitsgedächtnistestbatterie für Kinder von 5 bis 12 Jahren (AGTB 5-12)*. Göttingen: Hogrefe.
- Heidler, M.-D. (2013). *Das Arbeitsgedächtnis. Ein Überblick für Sprachtherapeuten, Linguisten und Pädagogen*. Bad Honnef: Hippocampus.
- Hiron, M. (2018). *Brain to go. Der lila Wal* [Spiel]. KOSMOS.  
<https://www.spieletest.at/gesellschaftsspiel/24610/Brain-to-Go---Der-lila-Wal>
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning D. L., Hilton, K. A. & Elliott, J. G. (2009). Working Memory Deficits can be Overcome: Impacts of Training and Medication on Working Memory in Children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24 (6), 827-836.  
<https://dx.doi.org/10.1002/acp.1589>
- Horstmann, G. & Dreibach, G. (2017). *Allgemeine Psychologie 2. Lernen – Emotion – Motivation – Gedächtnis* (2., vollständig überarbeitete Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Ivarsson, M. & Strohmayer, S. (2010). *Working memory training improves arithmetic skills and verbal working memory capacity in children with ADHD (Dissertation)*.  
Abrufbar unter: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:378617/FULLTEXT01.pdf>
- Jäncke, L. (2017). *Lehrbuch Kognitive Neuro-Wissenschaften* (2., überarbeitete Aufl.). Bern: Hogrefe.
- Jones, M. R., Katz, B., Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M. & Shah, P. (2020). Exploring N-Back Cognitive Training for Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24 (5), 704-719.  
<https://dx.doi.org/10.1177/1087054718779230>
- Kajka, N. (2019). The influence of metacognitive training on the improvement of working memory in children with ADHD. *Current Problems of Psychiatry*, 20 (3), 217-227.  
<https://dx.doi.org/10.2478/cpp-2019-0015>
- Kane, M. J., Brown, L. H., McVay, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germys, I. & Kwapil, T. R. (2007). For Whom the Mind Wanders, and When: An Experience-Sampling Study of Working Memory and Executive Control in Daily Life. *Psychological Science*, 18, 614-621.  
<https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01948.x>
- Kasper, L. J., Aldersen, R. M. und Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with ADHD: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 32, 605-617.  
<https://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2012.07.001>
- Klingberg, T. (2016). Training und Plastizität des Arbeitsgedächtnisses. In S. Kubesch (Hrsg.), *Exekutive Funktionen und Selbstregulation* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl., S. 117-135). Bern: Hogrefe.
- Klingberg, T. (2021). *Cogmed* [Computerprogramm]. Neural Assembly. [www.cogmed.com](http://www.cogmed.com)
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K. et al. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD – A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44 (2), 177-186.  
<https://dx.doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24 (6), 781-791.  
<https://dx.doi.org/10.1076/jcen.24.6.781.8395>
- Knizia, R. (2016). *Alles Tomate!* [Spiel]. Zoch.  
[https://www.zoch-verlag.com/zoch\\_de/kategorien/kartenspiele/alles-tomate-601105035-de.html](https://www.zoch-verlag.com/zoch_de/kategorien/kartenspiele/alles-tomate-601105035-de.html)

- Knizia, R. (2018). *Brain to go. Gans schön verdächtig* [Spiel]. KOSMOS.  
<https://www.spieletest.at/gesellschaftsspiel/24611/Brain-to-Go---Ganz-schoen-verdaechtig>
- Kofler, M. J., Sarver, D. E., Austin, K., Schaefer, H., Holland, E., Aduen P. A. et al. (2018). Can Working Memory Training Work for ADHD? Development of Central Executive Training and Comparison with Behavioral Parent Training. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 86* (12), 964-979. <https://dx.doi.org/10.1037/ccp0000308>
- Kofler, M. J., Wells, E. L., Singh, L. J., Soto, E. F., Irwin, L. N., Groves, N. B. et al. (2020). A randomized controlled trial of central executive training (CET) versus inhibitory control training (ICT) for ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 88* (8), 738-756.  
<https://dx.doi.org/10.1037/ccp0000550>
- Krajewski, K. & Ennemoser, M. (2010). Die Berücksichtigung begrenzter Arbeitsgedächtnisressourcen in Unterricht und Lernförderung. In H.-P. Trolldenier, P. Lenhard & P. Marx (Hrsg.), *Brennpunkte der Gedächtnisforschung. Entwicklungs- und pädagogisch-psychologische Perspektiven* (S. 337-365). Göttingen: Hogrefe.
- Kubesch, S. (2016), *Exekutive Funktionen und Selbstregulation* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl.). Bern: Hogrefe.
- Laurentiu Popa. (2021). *Smarter – Gehirn-Trainer & Denkspiele* (Version 4.2.2) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.rention.smarter>
- Lee, D., Riccio, C. A. & Hynd, G. W. (2004). The role of executive functions in attention deficit hyperactivity disorder: testing predictions from two models. *Canadian Journal of School Psychology, 19*, 167-189. <https://dx.doi.org/10.1177/082957350401900109>
- Lepach, A. & Petermann, F. (2008). *BASIC-MLT: Battery for assessment in children: Merk- und Lernfähigkeitstest für 6- bis 16-Jährige*. Bern: Huber.
- LevelUp Brain games. (2021). *Synapptico* (Version 1.24) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.iig.synapptico>
- Lidzba, K., Everts, R. & Reuner, G. (2019). *Neuropsychologie bei Kindern und Jugendlichen. Fortschritte der Neuropsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Lumos Labs, Inc. (2021). *Lumosity #1 Gehirnspele & kognitive Trainings-App* (Version 2021.08.27.2110334) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lumoslabs.lumosity>
- Mähler, C. & Schuchardt, K. (2012). Die Bedeutung der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses für die Differenzialdiagnostik von Lernstörungen. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses* (S. 59-76). Göttingen: Hogrefe.
- Margelisch, K. (2014). *Komplexes Arbeitsgedächtnis-Training bei 8- bis 9-jährigen Kindern*. Saarbrücken: AV Akademikerverlag.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S. & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 44*, 377-384.  
<https://dx.doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Martinussen, R. & Tannock, R. (2006). Working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder with and without comorbid language learning disorders. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 28*, 1073-1094.  
<https://dx.doi.org/10.1080/13803390500205700>
- Maple Media. (2020). *Spiele für Gedächtnis* (Version 3.7.3RC-GP(127)) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.memory.brain.training.games>

- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Meister, H. (2001). *NANU?* [Spiel]. Ravensburger.  
<https://www.ravensburger.de/produkte/spiele/mitbringsspiele/nanu-23063/index.html>
- Meister, H. (2017). *Deja-Vu* [Spiel]. AMIGO.  
<https://www.spielbude.ch/Spiele/Familien Spiele/208844/11/Deja-vu.htm>
- Melchers, P. & Melchers, M. (2004). *KABC-II – Kaufmann Assessment Battery for Children – II. Deutschsprachige Fassung*. Frankfurt a. M.: Pearson.
- Melzer, C. (2015). Literaturrecherche und Literaturreview. In K. Koch & S. Ellinger (Hrsg.), *Empirische Forschungsmethoden in der Heil- und Sonderpädagogik* (S. 339-348). Göttingen: Hogrefe.
- Memorado GmbH. (2019). *Memorado Gehirnjogging Spiele* (Version 2.0.8) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.memorado.brain.games>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97. <https://dx.doi.org/10.1037/h0043158>
- Mindware Consulting, Inc. (2021). *Denkspiele* (Version 3.4.0) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=mindware.mindgames>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wagner, T. D. (2000). The unity and diversity of executive Functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.  
<https://dx.doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Neuhaus, C. (2016). *ADHS bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Symptome, Ursachen, Diagnose und Behandlung* (4., überarbeitete und erweiterte Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- NeuroNation. (2021). *Neuronation – Gedächtnistraining & Gehirnjogging* (Version 3.6.41) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.nn.mobile.app.main>
- Nigg, J. T. (2006). *What causes ADHD? Understanding what goes wrong and why*. New York: Guilford.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: Exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 28, 411-421.  
<https://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.28.3.411>
- PopReach Incorporated. (2021). *Peak – Gehirntraining* (Version 4.14.0) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brainbow.peak.app>
- Prins, P., DAVIS, S., Ponsioen, A., ten Brink, E. & van der Oord, S. (2011). Does Computerized Working Memory Training with Game Elements Enhance Motivation and Training Efficacy in Children with ADHD?. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (3), 115-122.  
<https://dx.doi.org/10.1089/cyber.2009.0206>
- Rappaport, M. D., Alderson, R. M., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Bolden, J. & Sims, V. (2008). Working memory deficits in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The contribution of central executive and subsystem processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36, 825-837. <https://dx.doi.org/10.1007/s10802-008-9215-y>
- Rappaport, M. D., Chung, K. M., Shore, G. & Isaacs, P. (2001). A conceptual model of child psychopathology: Implications for understanding attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and treatment efficacy. *Journal of Clinical Child Psychology – Special Edition*, 30, 48-58.  
[https://dx.doi.org/10.1207/S15374424JCCP3001\\_6](https://dx.doi.org/10.1207/S15374424JCCP3001_6)

- Roebbers, C.M., Röthlisgerber, M. Neuenschwander, R. & Cimeli P. (2014). *Nele und Noa im Regenwald*. München: Reinhardt.
- Schelling, D. (1997). *Block Tapping Test*. Frankfurt: Swets Test Services.
- Seitz-Stein, K., Schumann-Hengsteler, R., Zoelch, C., Grube, D., Mähler, C. & Hasselhorn, M. (2012). Diagnostik der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern zwischen 5 und 12 Jahren: Die Arbeitsgedächtnistestbatterie AGTB 5-12. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses* (S. 1-22). Göttingen: Hogrefe.
- Senior Games. (2021). *Trainiere dein Gehirn – Gedächtnisspiele* (Version 2.8.2) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tellmewow.senior.memory>
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., et al. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work?. *Psychological Science in the Public Interest*, 17 (3), 103-186. <https://dx.doi.org/10.1177/1529100616661983>
- Staupe, R. (2003). *Der Plumpsack geht um* [Spiel]. AMIGO. <https://www.amigo-spiele.de/spiel/der-plumpsack-geht-um>
- Steeper, C. M., Gondoli, D. M., Gibson, B. S. & Morrissey, R. A. (2016). Combined cognitive and parent training interventions for adolescents with ADHD and their mothers: A randomized controlled trial. *Child Neuropsychology*, 22 (4), 349-419. <https://dx.doi.org/10.1080/09297049.2014.994485>
- Stambler, M. (2004). *Biberbande* [Spiel]. AMIGO. <https://www.amigo-spiele.de/spiel/biberbande>
- Stuber-Bartmann, S. (2017). *Besser lernen. Ein Praxisbuch zur Förderung von Selbstregulation und exekutiven Funktionen in der Grundschule*. München: Ernst Reinhardt.
- Sugar Social Networks Ltd. (2021). *Brain Gym: Gehirn training Spiele IQ Test Out* (Version 2.0.3) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.SugarSocialNetwork.BrainMax>
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *The Psychology of Learning and Motivation*, 43, 215-266. [https://dx.doi.org/10.1016/S0079-7421\(03\)01015-6](https://dx.doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01015-6)
- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E. & Glasziou P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, 994-1001. <https://dx.doi.org/10.1542/peds.2014-3482>
- Train your brain. (2021). *Gedächtnisspiele* (Version 1.0.6) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.memory.brain.training.smart.games>
- University of Bern. (2021). *iHirn* (Version 1.0.0) [Mobile App]. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=unibe.psy.ihirn>
- van der Donk, M., Hiemstra-Beernink, A.-C., Tjeenk-Kalff, A., van der Leij, A. & Lindauer, R. (2015). Cognitive training for children with ADHD: a randomized controlled trial of cogmed working memory training and ‘paying attention in class’. *Frontiers in Psychology*, 6 (1081), 1-13. <https://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01081>
- van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K. & Slaats-Willemse, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (8), 886-896. <https://dx.doi.org/10.1111/jcpp.12218>
- Walk, L. M. & Evers, W. F. (2013). *fex. Förderung exekutiver Funktionen*. Berlin: Wehrfritz.
- Wechsler, D. (2017). *Wechsler Intelligence Scale for Children – Fifth Edition (WISC-V)* (dt. Bearbeitung durch F. Petermann). Frankfurt a. M.: Pearson Assessment.

Wu, Y. (2020). Does Cogmed Working Memory Training Improve School-age ADHD Children's Academic Achievement?. *Cambridge Educational Research e-Journal (CERJ)*, 7, 141-167. <https://dx.doi.org/10.17863/CAM.58318>

Yu, X., Li, K.-G., Liu, Y., An, X.-Y. & Liu, X.-P. (2015). Interventional Effects of Working Memory Updating Training and Cogmed Working Memory Training on Children with ADHD. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, 23 (2), 201-205. <https://dx.doi.org/10.16128/j.cnki.1005-3611.2015.02.003>

Zeimet, J. (2016). *Die fiesen 7* [Spiel]. Drei Hasen in der Abendsonne GmbH. <https://www.dreihasenspiele.de/spiele-shop/die-fiesen-7/>

## **12. Anhang**

**Anhang 1** Daten zur Stichwort- und Schlagwortsuche

**Anhang 2** Study Flow

**Anhang 3** Vergleichstabelle Forschungsstand Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS

**Anhang 4** Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses

**Anhang 5** Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben

**Anhang 6** Lehrmittel: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben

**Suche MEDLINE**

Konzept	Feld	Search terms
ADHD	MeSH	(MH "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity")
		OR
ADHD	Title	(TI ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		OR
ADHD	Abstract	(AB ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		AND
Working memory	MeSH	(MH "Memory, Short-Term")
		OR
Working memory	Title	(TI ("working memory" OR "short*term memory"))
		OR
Working memory	Abstract	(AB ("working memory" OR "short*term memory"))
		AND
Training	Title	(TI ("training"))
		OR
Training	Abstract	(AB ("training"))

## SEARCH TERM:

((MH "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity") OR (TI ("adhd" OR "attention\*deficit\*")) OR (AB ("adhd" OR "attention\*deficit\*"))) AND ((MH "Memory, Short-Term") OR (TI ("working memory" OR "short\*term memory")) OR (AB ("working memory" OR "short\*term memory"))) AND ((TI ("training")) OR (AB ("training")))

Suche in **MEDLINE** via EBSCO (17.2.2021) liefert **142 Treffer**.

## Suche ERIC

Konzept	Feld	Search terms
ADHD	Thesaurus	(DE "Attention Deficit Hyperactivity Disorder")
		OR
ADHD	Title	(TI ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		OR
ADHD	Abstract	(AB ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		AND
Working memory	Thesaurus	(DE "Short Term Memory")
		OR
Working memory	Title	(TI ("working memory" OR "short term memory"))
		OR
Working memory	Abstract	(AB ("working memory" OR "short term memory"))
		AND
Training	Title	(TI ("training"))
		OR
Training	Abstract	(AB ("training"))

SEARCH TERM:

((DE "Attention Deficit Hyperactivity Disorder") OR (TI ("adhd" OR "attention\*deficit\*")) OR (AB ("adhd" OR "attention\*deficit\*"))) AND ((DE "Short Term Memory") OR (TI ("working memory" OR "short term memory")) OR (AB ("working memory" OR "short term memory"))) AND ((TI ("training")) OR (AB ("training")))

Suche in **ERIC** via EBSCO (17.2.2021) liefert **28 Treffer**.

## Suche Education Source

Konzept	Feld	Search terms
ADHD	Thesaurus	(DE "Attention-deficit hyperactivity disorder")
		OR
ADHD	Title	(TI ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		OR
ADHD	Abstract	(AB ("adhd" OR "attention*deficit*"))
		AND
Working memory	Thesaurus	(DE "Short-term memory")
		OR
Working memory	Title	(TI ("working memory" OR "short*term memory"))
		OR
Working memory	Abstract	(AB ("working memory" OR "short*term memory"))
		AND
Training	Title	(TI ("training"))
		OR
Training	Abstract	(AB ("training"))

SEARCH TERM:

((DE "Attention-deficit hyperactivity disorder") OR (TI ("adhd" OR "attention\*deficit\*")) OR (AB ("adhd" OR "attention\*deficit\*"))) AND ((DE "Short-term memory") OR (TI ("working memory" OR "short\*term memory")) OR (AB ("working memory" OR "short\*term memory"))) AND ((TI ("training")) OR (AB ("training")))

Suche in **Education Source** via EBSCO (17.2.2021) liefert **27 Treffer**.

## Suche APA Psycinfo

Konzept	Feld	Search terms
ADHD	APA Thesaurus	(DE "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity ")
		OR
ADHD	Title	(TI ("adhd" OR "attention*deficit**"))
		OR
ADHD	Abstract	(AB ("adhd" OR "attention*deficit**"))
		AND
Working memory	APA Thesaurus	(DE "Short Term Memory")
		OR
Working memory	Title	(TI ("working memory" OR "short term memory"))
		OR
Working memory	Abstract	(AB ("working memory" OR "short term memory"))
		AND
Training	Title	(TI ("training"))
		OR
Training	Abstract	(AB ("training"))

SEARCH TERM:

((DE "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity") OR (TI ("adhd" OR "attention\*deficit\*\*")) OR (AB ("adhd" OR "attention\*deficit\*\*"))) AND ((DE "Short Term Memory") OR (TI ("working memory" OR "short term memory")) OR (AB ("working memory" OR "short term memory"))) AND ((TI ("training")) OR (AB ("training")))

Suche in **APA PsycInfo** via EBSCO (17.2.2021) liefert **175 Treffer**.

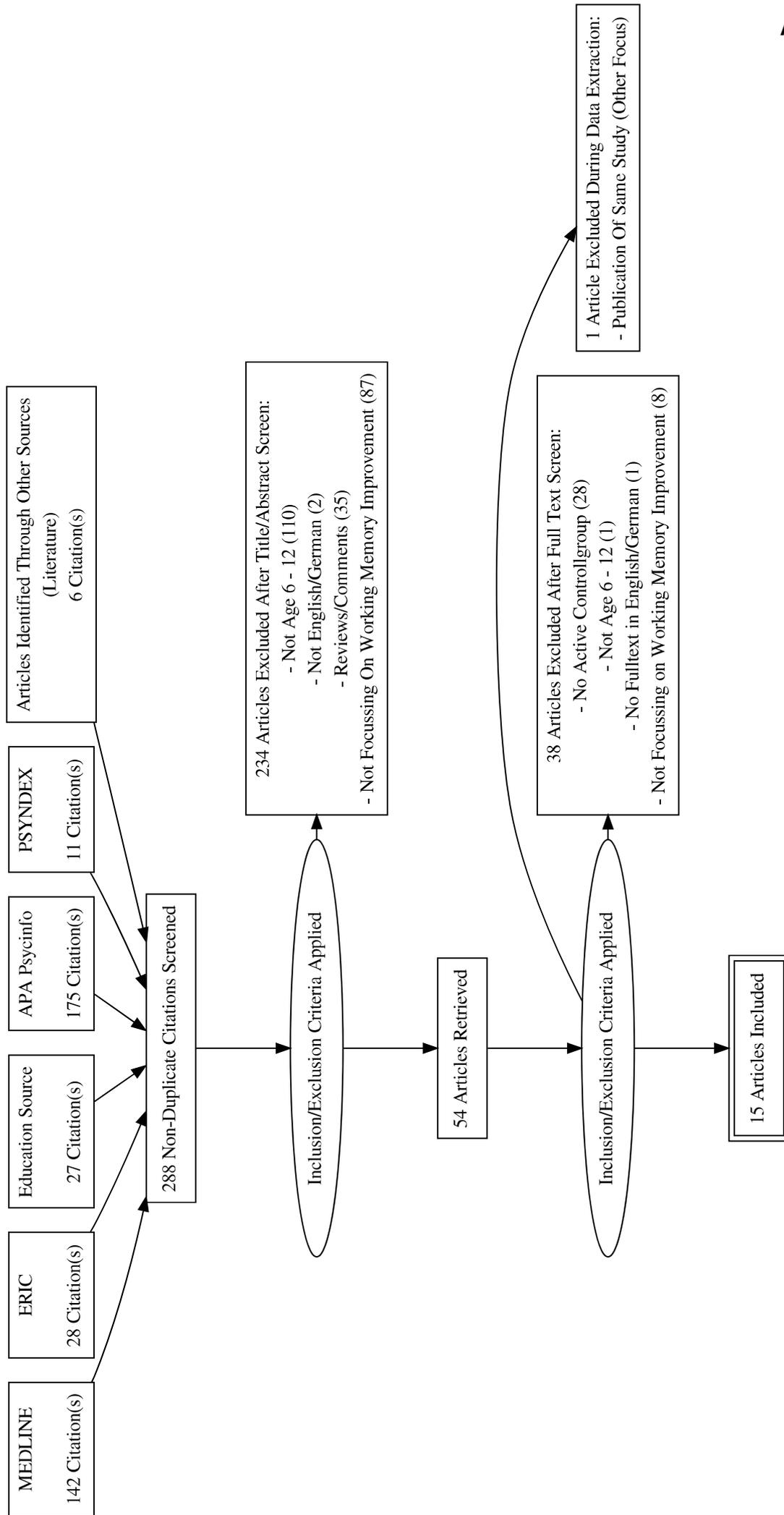
## Suche PSYINDEX

Konzept	Feld	Search terms
ADHD	Thesaurus	(DE "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity")
		OR
ADHD	Title	(TI ("adhd" OR "attention*deficit**"))
		OR
ADHD	Abstract	(AB ("adhd" OR "attention*deficit**"))
		AND
Working memory	Thesaurus	(DE "Short Term Memory")
		OR
Working memory	Title	(TI ("working memory" OR "short term memory"))
		OR
Working memory	Abstract	(AB ("working memory" OR "short term memory"))
		AND
Training	Title	(TI ("training"))
		OR
Training	Abstract	(AB ("training"))

SEARCH TERM:

((DE "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity") OR (TI ("adhd" OR "attention\*deficit\*\*")) OR (AB ("adhd" OR "attention\*deficit\*\*"))) AND ((DE "Short Term Memory") OR (TI ("working memory" OR "short term memory")) OR (AB ("working memory" OR "short term memory"))) AND ((TI ("training")) OR (AB ("training")))

Suche in **PSYINDEX** via EBSCO (17.2.2021) liefert **11 Treffer**.



Forschungsstand Arbeitsgedächtnistraining bei Kindern mit ADHS

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Klingberg et al., 2002	<b>Training of Working Memory in Children With ADHS</b>	14 Teilnehmende mit ADHS mit & ohne Medikation (11m, 3f), 7 - 15 Jahre	7 Teilnehmende (6m, 1f), davon 3 mit Medikation: Computerprogramm (visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis(AG)-Aufgaben, kombinierte visuell-räumliche & phonologische AG-Aufgabe, "Choice reaction time"-Aufgabe), das die Schwierigkeit der Aufgabe dem Niveau anpasst Aufträge dem Niveau anpasst Zeitraum/intensität: mind. 5 Wochen, mind. 20min pro Tag (30 tasks pro Bereich), 4 - 6 Tage pro Woche (zu Hause)	7 Teilnehmende (5m, 2f), davon 2 mit Medikation: aktiv, erhielten Placebo-Computerprogramm, das sich in der Schwierigkeit nicht anpasst und nur 10min Training (nur 10 tasks pro Bereich) anbietet	<b>Tests (double-blind):</b> visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, Span board vorwärts (visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis (KZG)) + rückwärts (visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis (AG)), Stroop task, Raven's Matrizen, Choice reaction time task (für Inhibition), Infrarotmarker (für motorische Unruhe) <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- signifikant verbesserte Leistungen auch bei nicht trainierten visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis-Aufgaben & Raven's Matrizen - signifikante Reduktion von motorischer Unruhe (Kopfbewegungen 74% reduziert, zum Vergleich: bei Einzelgabe von Methylphenidat nur Reduktion um 62%) - keine signifikanten Verbesserungen in der "Choice reaction time"-Aufgabe
Klingberg et al., 2005	<b>Computerized Training of Working Memory in Children With ADHS - A Randomized, Controlled Trial</b>	44 Teilnehmende mit ADHS (29 kombinierter Subtyp, 15 unaufmerksamere Subtyp) ohne Medikation (35m, 9f), IQ >80, keine komorbiden Störungen 7 - 12 Jahre	22 Teilnehmende (17m, 5f): Computerprogramm (visuell-räumliches AG, phonologisches AG), das die Schwierigkeit der Aufgabe dem Niveau anpasst (RoboMemo), zu Hause Zeitraum/intensität: mind. 20 Tage à 90 AG-Versuche (ca. 40min Woche)	22 Teilnehmende (18m, 4f): aktiv, randomisiert, erhielten Placebo-Computerprogramm, das sich in der Schwierigkeit nicht anpasst, bei ansonsten genau gleichen Trainingsbedingungen wie bei der Interventionsgruppe	<b>Tests (triple-blind: Testende, Eltern, Kinder):</b> Span-board vorwärts + rückwärts (WAIS-RNI) für visuell-räumliches KZG/AG, Digit-span vorwärts + rückwärts (WISC-III) für phonologisches KZG/AG, Stroop für Inhibition, Raven's Matrizen für logisches Denken, Infrarotmarker für motorische Unruhe, DSM-IV und Conners für ADHS-Symptome <b>Zeitpunkte:</b> pre, post & 3-months follow-up	- signifikant verbesserte Leistungen bei span-board Aufgaben (untrainiert) sowohl post als auch follow-up - signifikant verbesserte Leistungen bei Digit-span, Stroop (untrainiert) und Raven's (untrainiert) sowohl post als auch follow up - Reduktion der ADHS-Symptome war bei den Elternrückmeldungen (nicht bei den Lehrerrückmeldungen) signifikant - keine signifikante Reduktion der motorischen Unruhe
Ivarsson & Strohmayer, 2010	<b>Working memory training improves arithmetic skills and verbal working memory capacity in children with ADHS</b>	21 Teilnehmende mit ADHS (alle Subtypen) mit & ohne Medikation (18m, 3f), kein Autismus, 6 - 11 Jahre	8 Teilnehmende (7m, 1f): adaptives Computerprogramm: Memory Games Senior (2008), zu Hause Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à ca. 45min (mind. 20 mussten abgeschlossen sein), bestehend aus 9 Aufgabenbereichen, 90 AG-Versuche, integriertes Belohnungssystem (Punkte einlösbar in Computergame)	13 Teilnehmende (11m, 2f): aktiv, randomisiert, erhielten Lesetraining: Reading World (2003), gleiches Design wie Interventionsgruppe, jedoch nur ca. 25min Trainingszeit, kein Belohnungssystem	<b>Tests (Testende blind):</b> verbal learning test (AVLT inkl. Delayed recall), span-board vorwärts (visuo-spatial KZG), arithmetic (WISC-III), backward word span (phonologisches AG), letter-chains (Dekodiergeschwindigkeit), word-chains (Wortidentifikation), SNAP für ADHS-Symptome (DSM-IV), Leiter-R für Verhalten <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- signifikante Verbesserung in der word span Aufgabe (phonologisches AG) - keine signifikante Verbesserung in der span-board Aufgabe (nur Tendenz zur Verbesserung) - signifikante Verbesserung in den arithmetischen Fertigkeiten - keine signifikanten Unterschiede im sprachlichen Bereich (beide Gruppen haben sich gleichwertig verbessert) - keine signifikante Verminderung der ADHS-Symptome

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Prins et al., 2011	<b>Does Computerized Working Memory Training with Game Elements Enhance Motivation and Training Efficacy in Children with ADHD?</b>	51 Teilnehmende mit ADHS (alle Subtypen) ohne Medikation (42m, 9f), 7 - 12 Jahre	27 Teilnehmende (21m, 6f): nonadaptives visuell-räumliches KZG-Training mit aufleuchtenden Quadraten (3 - 6), angereichert mit Game-Elementen (Animation, Story, Ziel, Belohnungen, Identifikation (Kind wählt einen Charakter)), in einem fensterlosen Raum Zeitraum/intensität: 3 Wochen, gesamt 3 Trainings à 30min bestehend aus einem Aufgabenbereich (max. 110 Sequenzen), nach 15min konnten die Teilnehmenden entscheiden, ob sie weiterspielen oder lieber ein "neutrales" Magazin lesen möchten	24 Teilnehmende (21m, 3f): aktiv, randomisiert, matched für Alter, Geschlecht, IQ, komorbide Störungen, Computer-Skills, erhielten adaptives visuell-räumliches KZG-Training mit aufleuchtenden Quadraten, gleiches Design wie Interventionsgruppe (3 x 30min/Training à max. 110 Sequenzen) -> Schwierigkeitsgrad im Schnitt gleich wie bei der Interventionsgruppe	<b>Tests:</b> Corsi Block-Tapping Test (visuell-räumliches KZG/AG, untrainiert), Erhebung Motivation (Zeit im Training, Performanz, Fragebogen) <b>Zeitpunkte:</b> pre- & post	- Kontrollgruppe zeigte signifikant höhere Absenzeit im Training (42%) als Interventionsgruppe (9%) - Interventionsgruppe bearbeitete signifikant höhere Anzahl Sequenzen (32%) als Kontrollgruppe - signifikant höhere Trainingsmotivation in der Interventionsgruppe (erhoben durch Fragebogen) - signifikant weniger inkorrekte Sequenzen in der Interventionsgruppe (31%) als in der Kontrollgruppe (49%) - signifikant verbesserte KZG/AG-Spanne bei der Interventionsgruppe
Green et al., 2012	<b>Will Working Memory Training Generalize to Improve Off-Task Behavior in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder?</b>	26 Teilnehmende mit ADHS (alle Subtypen) mit (10) & ohne (16) Medikation (18m, 8f), IQ>80, keine komorbiden Störungen, 7 - 14 Jahre	12 Teilnehmende (8m, 4f, 8 med): Cogmed WMT (adaptives Training von visuell-räumlichem & phonologischem KZG & AG, angereichert mit Feedback und einem Belohnungsspiel am Ende jedes Trainings), zu Hause Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à ca. 45min (mind. 20 mussten abgeschlossen sein), bestehend aus 10 Aufgabenbereichen, 90 Versuche	14 Teilnehmende (9m, 5f, 2 med): aktiv, randomisiert, matched für Alter, Geschlecht, erhielten non-adaptives AG-Training ansonsten gleiches Design wie Experimentaltgruppe	<b>Tests (Forschende &amp; Teilnehmende blind):</b> RAST (off-task Verhalten), WMI aus WISC-IV (KZG/AG (untrainiert) inkl. Digit-Span vorwärts + rückwärts, Letter-Number Sequence; manipulation), CPRS-R (ADHS-Symptome) <b>Zeitpunkte:</b> pre- & post	- signifikante Reduktion des off-task Verhaltens in der Interventionsgruppe (unter Berücksichtigung ungleicher Verteilung der Teilnehmenden mit Medikation) - signifikante Verminderung der Ablenkung durch Spielen mit Objekt in der Interventionsgruppe - keine signifikante Veränderung in den Bereichen "Aufstehen" oder "Schwatzen" - signifikante Verbesserung im WISC WM Index in der Interventionsgruppe - signifikante Verminderung der durch die Eltern wahrgenommenen ADHS-Symptome (CPRS-R) in beiden Gruppen

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Chacko et al., 2013	<b>A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: A replication in a diverse sample using a control condition</b>	85 Teilnehmende mit ADHS (kombinierter & unaufmerksamer Subtyp) mit & ohne Medikation (66m, 19f), IQ>80, kein Autismus, 7 - 11 Jahre	44 Teilnehmende: Cogmed WMT (zusätzlich wurde die aktive Trainingszeit (30 - 45min) überwacht und das Programm wenn nötig angepasst), zu Hause Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à ca. 45min (mind. 20 mussten abgeschlossen sein), bestehend aus 10 A aufgabenbereichen (visuell-räumliches und phonologisches KZG/AG), 90 Versuche	41 Teilnehmende: aktiv, randomisiert, erhielten non-adaptives AG-Training ansonsten gleiches Design wie Experimentaltalgruppe, inkl. Überwachung der Trainingszeit	<b>Tests (all blind):</b> DBD (ADHS-Symptome), AWMA (visuell-räumliches & phonologisches KZG/AG: Dot-Matrix (visuell-räumliches KZG), Spacial Recall (visuell-räumliches AG), Digit Recall (phonologisches KZG), Listening Recall (phonologisches AG)), Bewegungssensoren an Hüfte und Knöchel (motorische Unruhe), A-X Continuus Performance Test (Aufmerksamkeit, Impulskontrolle), WRAT4-PMV (Academic Achievement) <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- signifikante Abnahme der ADHS-Symptome (Eiterneinschätzung) in beiden Gruppen - signifikante Verbesserung in allen AWMA-Bereichen in beiden Gruppen - signifikant grössere Verbesserungen der Interventionsgruppe in (near transfer) visuell-räumlichem und phonologischem KZG (nicht in AG) - keine signifikanten Veränderungen in motorischer Unruhe, Aufmerksamkeit und Impulskontrolle - signifikante Verbesserung des Academic Achievement in beiden Gruppen
van Dongen-Boomsma et al., 2014	<b>Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial</b>	47 Teilnehmende mit ADHS ohne Medikation (34m, 13f), IQ>80, keine komorbiden Störungen, 5 - 7 Jahre	26 Teilnehmende (18m, 8f): Cogmed JM (4 - 7 Jahre) Working Memory Training, zu Hause Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à 15min (mind. 20 mussten abgeschlossen sein), bestehend aus 7 visuell-räumlichen AG-Aufgaben	21 Teilnehmende (16m, 5f): aktiv, randomisiert, matched für Alter und Geschlecht, erhielten non-adaptives AG-Training	<b>Tests (all-blind):</b> ADHS Rating Scale IV (ADHS-Symptome), Digit-Span forward + backward aus WISC-III (phonologisches KZG/AG), Knox Cubes (Leidse Diagnostische test (visuell-räumliches KZG), WPPSI-R-Sentences (Gedächtnis für Sätze), Raven's (logisches Denken), Day-night Stroop Aufgabe (Inhibition), SA-DOTS-Q2K (visuelle Daueraufmerksamkeit) <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe (verglichen mit der Kontrollgruppe) in der phonologischen Arbeitsgedächtnisaufgabe (near-transfer) - keine signifikante Verringerung der ADHS-Symptome

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
van der Donk et al., 2015	<b>Cognitive training for children with ADHD: a randomized controlled trial of cogmed working memory training and 'paying attention in class'</b>	89 Teilnehmende mit ADHD (alle Subtypen) mit & ohne Medikation, IQ>80, keine komorbiden Störungen, 8- 12 Jahre	47 Teilnehmende: Cogmed Working Memory Training bestehend aus 12 verschiedenen, adaptiven visuell-räumlichen & phonologischen KZG/AG-Aufgaben, in der Schule (ohne Information/Involvation KLP) Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à 30 - 45min mit 90 Aufgaben	42 Teilnehmende: aktiv, randomisiert, erhielten Programm 'Paying attention in Class': AG & kompensatorisches Training der exekutiven Funktionen bestehend aus Psychoedukation (exekutive Funktionen in Zusammenhang mit Verhalten in der Klasse), 3 adaptive analoge (paper&pencil) AG-Übungen mit 30 Aufgaben, Übertragung der gelernten Strategien auf die Klassenraum-Situation durch Training und Reflexion, KLP wurde stark involviert, ansonsten gleiches Setting wie Interventionsgruppe (Ort, Zeitraum, Intensität)	<b>Tests (Forschende blind):</b> creature counting & score (Aufmerksamkeit), Digit Span vorwärts + rückwärts (phonologisches KZG/AG), Span Board vorwärts + rückwärts (visuell-räumliches KZG/AG), Six Part test (Planung), Nepsy-II-nI (Inhibition), BRIEF (exekutive Funktionen), Lesen/Schreiben/ Rechnen (akademische Leistung), Learning Condition Test (Benehmen in der Klasse), Child Behaviour Checklist (Verhaltensprobleme), Kidscreen-27 (Lebensqualität) <b>Zeitpunkte:</b> pre, post & 6-month-follow-up	- signifikante Verbesserungen in beiden Gruppen wurden für Aufmerksamkeit (post), phonologisches KZG/AG (post&follow-up), visuell-räumliches KZG/AG (post&follow-up), Inhibition (post&follow-up), Verhalten (post), Metakognition (post&follow-up) und Planen (follow-up) festgestellt - signifikante Verbesserung im visuell-räumliches KZG/AG (Span Board) bei der Cogmed-Gruppe im Vergleich zur PAC-Gruppe - keine signifikanten Ergebnisse bezüglich akademischer Leistung - signifikante Verbesserung des Verhaltens in der Cogmed-Gruppe (follow-up), jedoch nicht signifikant im Vergleich mit der PAC-Gruppe - signifikante Verbesserungen im Verhalten (post&follow-up) in beiden Gruppen - keine signifikanten Veränderungen bezüglich Lebensqualität
Bigorra et al., 2016	<b>Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: a randomized controlled trial</b>	61 Teilnehmende mit ADHD (kombinierter Subtyp) ohne Medikation, IQ>80, kein Autismus/Angststörung/Lernstörung, 7 - 12 Jahre	31 Teilnehmende: Cogmed Working Memory Training RoboMemo (adaptive visuell-räumliche & phonologische KZG/AG Aufgaben), zu Hause Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 25 Trainings à 30 - 45min mit 90 Aufgaben	30 Teilnehmende: aktiv, randomisiert, erhielten non-adaptives AG-Training: MegaMemo	<b>Tests (all-blind):</b> BRIEF (exekutive Funktionen), Conners (ADHS-Symptome, Aufmerksamkeit, Inhibition), WISC-IV (Digit Span rückwärts: phonologisches AG, Letter-Number-Sequencing: phonologisches AG), WMS-III (Spatial Span rückwärts: visuell-räumliches AG), WCST-64 (kognitive Flexibilität), TMT B (Task switching), Leseverständnistest <b>Zeitpunkte:</b> pre, post & 6-month-follow-up	- signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe in EF-Scales von post bis 6-month-follow-up (nicht pre bis post) - signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe in Metakognition (post/follow-up) - signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe in AG (pre/post sowie post/follow-up) - signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe in Planung/Organisation (post/follow-up) - signifikante Reduktion der ADHS-Symptome (Conners, pre/post sowie post/follow-up) - keine signifikanten Unterschiede beim Leseverständnis

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Chacko et al., 2017	<b>Sequenced neurocognitive and behavioral parent training for the treatment of ADHD in school-age children</b>	85 Teilnehmende mit ADHS (kombinierter & unaufmerksamem Subtyp) mit & ohne Medikation (66m, 19f), IQ>80, kein Autismus, 7 - 11 Jahre (gleiche Daten wie Chacko et al. 2013, jedoch ausgewertet mit anschliessendem BPT)	44 Teilnehmende: Cogmed Working Memory Training (siehe Chacko et al. 2013), anschliessend: behavioral parent training (BPT) Zeitraum/intensität: 9 Wochen mit jeweils einer Sitzung à 2h pro Woche	41 Teilnehmende: aktiv, randomisiert, erhielten non-adaptives AG-Training + behavioral parent training	<b>Tests (all blind):</b> DBD (ADHS- Symptome), AWMA (visuell-räumliches & phonologisches KZG/AG; Dot-Matrix (visuell-räumliches KZG), Spacial Recall (visuell-räumliches AG), Digit Recall (visuell-räumliches AG), Listening Recall (phonologisches KZG), (phonologisches AG)), Bewegungssensoren an Hüfte und Knöchel (motorische Unruhe), A-X Continuos Performance Test (Aufmerksamkeit, Impulskontrolle), WRAT4-PMV (Academic Achievement) <b>Zeitpunkte:</b> pre-BPT & post-BPT	- signifikante Verbesserung bei der Dot-Matrix (visuell-räumliches KZG), bei Digit Recall (phonologisches KZG) und Spatial Matrix (visuell-räumliches AG) in der Interventionsgruppe (post-BPT -> grössere Effekte als pre & post CWMT) - kein signifikanter Effekt auf Listening Recall (phonologisches AG) und ADHS-Symptome bei Vergleich der beiden Gruppen, jedoch signifikante Verbesserungen in beiden Gruppen - keine Verbesserung der Eltern-Kind- Beziehung
Kofler et al., 2018	<b>Can Working Memory Training for ADHD? Development of Central Executive Training and Comparison with Behavioral Parent Training</b>	54 Teilnehmende mit ADHS (alle Subtypen), mit (24) & ohne (30) Medikation (33m, 21f) 8 - 13 Jahre	27 Teilnehmende (9 mit Med.): Central Executive Training (CET) bestehend aus dual-processing (Information bearbeiten während andere Information online gehalten wird, z.B. complex span), continuous updating (aktives Hinzufügen und Löschen von Gedächtniselementen) und serial reordering (mentale Manipulation der zeitlichen/sequenziellen Ordnung), adaptiv, in Game-Format Zeitraum/intensität: 10 Wochen mit jeweils 1h professionell begleitetem Training und Training zu Hause (15min/Tag, 2-3 Tage/Woche)	27 Teilnehmende (15 mit Med.): aktiv, randomisiert, matched für komorbide Störungen, Subtyp, überprüft für Medikation und Lernstörungen (keine signifikanten Gruppenunterschiede), erhielten behavioral parent training (BPT) mit möglichst gleichem Rahmenbedingungen wie CET (nur bedingt möglich, da bei BPT die Eltern trainiert werden)	<b>Tests (blind):</b> phonological (PHWM) und visuospatial (VSWM) computerized WM tests (Rapport et al. (2009)), Einsatz von Aktigraphen an beiden Knöcheln und der dominanten Hand (Bewegungsaufzeichnung während Test) in Uhr-Design, <u>keine</u> Medikation mind. 24h vor den Tests <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- Die CET-Gruppe machte signifikant grössere Fortschritte im phonologischen (PHWM) und visuell-räumlichen (VSWM) AG, als die BPT- Gruppe. - signifikante Reduktion der Bewegungen während den Kontrollaktivitäten (Paint- Computerprogramm) zu Beginn und Ende des Tests, während dem VSWM-Test bei der CET- Gruppe (gegenüber der BPT-Gruppe), jedoch nicht beim PHWM-Test - signifikanter Zusammenhang zwischen Verbesserung AG und objektive Abnahme von Hyperaktivität
Kajka, 2019	<b>The influence of metacognitive training on the improvement of working memory in children with ADHD</b>	45 Teilnehmende mit ADHS (kombinierter Subtyp), im Schulalter (M =10.41, SD =1.42)	15 Teilnehmende: Mind Maps 15 Teilnehmende: Skizzieren Zeitraum/intensität: jeweils 25 Lektionen (2L/Wo) innerhalb von ca. 3 Monaten	Vergleich von Mind Maps, Skizzieren und passiver Kontrollgruppe (15TN), randomisiert	<b>Tests:</b> Deferred Naming Test (erinnern, welches Bild 2 Bilder zuvor gezeigt wurde: visuell-räumliches AG) <b>Zeitpunkte:</b> pre & post	- alle drei Gruppen haben sich signifikant verbessert - grösste Verbesserung in der Mind Maps - Gruppe (signifikant gegenüber passiver Kontrollgruppe), Verbesserung in der Skizzen- Gruppe grösser als in der passiven Kontrollgruppe (jedoch nicht signifikant)

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Dentz et al., 2020	<b>Is the Cogmed program effective for youths with attention deficit/hyperactivity disorder under pharmacological treatment?</b>	36 Teilnehmende (30m, 6f) mit ADHS (kombinierter Typ), mit Medikation, mit komorbidem LD, ODD oder TS, ohne Autismus, internalisierender Störung oder Entwicklungsstörung 7 - 13 Jahre	17 Teilnehmende (13m, 4f): Cogmed	19 Teilnehmende (17m, 2f): aktiv, randomisiert, matched für Alter, Geschlecht, komorbiden Störungen, AG, erhielten non-adaptives AG-Training	<b>Tests (blind):</b> digit span vorwärts + rückwärts (phonologisches KZG/AG), letter-number sequencing (phonologisches AG) aus WISC-IV, spacial span vorwärts + rückwärts (visuell-räumliches KZG/AG) aus Wechsler nonverbal scale of ability, BRIEF (exekutive Funktionen), Raven's (logisches Denken), CPT-II (Inhibition und Aufmerksamkeit), Conners (ADHS-Symptome), WIAT-II (Leseverständnis & Mathematik) <b>Zeitpunkte:</b> 6 Wo pre, pre & post	- keine signifikanten Ergebnisse in keinem der getesteten Bereiche (AG, ADHS-Symptome, andere kognitive Funktionen, akademische Performanz)
Jones et al., 2020	<b>Exploring N-Back Cognitive Training for Children With ADHS</b>	80 Teilnehmende mit ADHS (55m, 25f) mit (34) & ohne (46) Medikation, keine komorbiden Störungen, 7 - 14 Jahre	41 Teilnehmende (28m, 13f), davon 19 med: adaptives n-back training (visuell-räumlich) in Game-Format Zeitraum/intensität: 5 Wochen, gesamt 20 (davon 4 im Labor) Trainings à 15min (mind. 15 Trainings beendet)	39 Teilnehmende (27m, 12f) davon 15 med: aktiv, randomisiert, matched für Alter, Geschlecht, logisches Denken (Raven's), ADHS-Symptomstärke, erhielten "Wissenstraining" in den Bereichen: vocabulary, history, general knowledge	<b>Tests:</b> untrained n-back (visuell-räumliches AG), multiple-choice-quiz, CPT (Aufmerksamkeit & Inhibition), digit span vorwärts + rückwärts (phonologisches KZG/AG), following directions (phonologisches AG), CBCL (ADHS-Symptome), BRIEF (exekutive Funktionen), CPRS-R:L (Hyperaktivität), Tests für Leseverständnis, Raven's (logisches Denken), Leseflüssigkeit und Mathematik (akademische Leistung) <b>Zeitpunkte:</b> pre, post & 3month-follow-up	- signifikante Verbesserung bei der Interventionsgruppe verglichen mit der Kontrollgruppe in den untrainierten n-back Aufgaben (post) und der Impulsivität (post) - Bei der Interventionsgruppe konnte kein unterschiedlicher Effekt bei Kindern mit und ohne Medikation festgestellt werden (alle profitierten in gleicher Weise) - Umso grösser der Trainingsfortschritt, umso besser das Abschneiden in inhibition, Reduktion ADHS-Symptome, akademische Leistung, logisches Denken - kein Unterschied beim multiple-choice-Quiz - keine Verbesserung im phonologischen AG

Quelle: Autor*innen, Erscheinungsjahr	Titel	Population: Anzahl, Alter, Medikation	angewendete Intervention, Trainingszeitraum, Intensität,	Kontrollgruppe	Tests zur Überprüfung, Zeitpunkte der Tests	Ergebnisse
Kofler et al., 2020	<b>A Randomized Controlled Trial of Central Executive Training (CET) Versus Inhibitory Control Training (ICT) for ADHD</b>	54 Teilnehmende (42m, 12f) mit ADHS (alle Subtypen) mit (19) & ohne (35) Medikation, unterdurchschnittliches Abschnneiden im AG-Pretest, 8-12 Jahre	25 Teilnehmende davon 10 med: Central Executive Training (CET) bestehend aus dual-processing (Information bearbeiten während andere Information online gehalten wird, z.B. complex span), continuous updating (aktives hinzufügen und löschen von Gedächtniselementen) und serial reordering (mentale Manipulation der zeitlichen/sequentiellen Ordnung), adaptiv, in Game-Format Zeitraum/intensität: 10 Wochen mit jeweils 1h professionell begleitetem Training und Training zu Hause (15min/Tag, 2-3 Tage/Woche)	29 Teilnehmende davon 9 med: aktiv, randomisiert, keine signifikanten Gruppendifferenzen in komorbiden Störungen und in Medikation, erhielten Inhibitory Control Training (ICT) mit gleichen Rahmenbedingungen wie CET	<b>Tests (Evaluators blind):</b> go/no-go (Inhibition), stop-signal (Inhibition), phonologische & visuell-räumliches Reordering (AG), Einsatz von Aktigraphen an beiden Knöcheln und der dominanten Hand (Bewegungsaufzeichnung während Test) in Uhr-Design, BASC-3 & ADHS-RS-5 (ADHS-Symptome), keine Medikation mind. 24h vor den Tests <b>Zeitpunkte:</b> pre, mid & post, 2-4-month-follow-up (nur für ADHS-Symptome)	- CET erreicht im Vergleich mit ICT signifikante Verbesserung im phonologischen & visuell-räumlichen AG - CET erreicht im Vergleich mit ICT signifikante Verbesserung in go/no-go, jedoch nicht in stop-signal (gleiche Verbesserung in beiden Gruppen) - CET erreicht signifikant höhere Reduktion der ADHS-Symptome (Eltern- & Lehrereinschätzung) als ICT (wobei auch ICT signifikante Reduktion der ADHS-Symptome erreicht), beim 2-4-month-follow-up (Eltereinschätzung) blieben die Ergebnisse für CET unverändert, bei ICT waren keine Effekte (verglichen mit pre) mehr feststellbar - CET erreicht signifikante Reduktion der Hyperaktivität während dem phonologischen AG-Test - Ein Zusammenhang zwischen AG-Verbesserung und Abnahme von Hyperaktivität wurde festgestellt. - Ein Zusammenhang zwischen Trainingszeit und AG-/Inhibitions-Verbesserung wurde bei CET festgestellt (nicht bei ICT)

## Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses (Android)

	Name Kosten Autor, Jahr	Sprache	adaptiv	in Game- Format	visuell- räumliches Kurzzeit- gedächtnis	phono- logisches Kurzzeit- gedächtnis	visuell- räumliches Arbeits- gedächtnis	phono- logisches Arbeits- gedächtnis	zusätzliche Übungen	Bemerkungen
	<b>BrainGym</b> gratis (Werbung kann für 6.10 pro Jahr entfernt werden) Sugar Social Networks Ltd, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X	X		X	- Logik - Aufmerksamkeit - Mathe	- 23 versch. Übungen: 5 zu Logik, 6 zu Aufmerksamkeit, 6 zu Mathe, 6 zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>2 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird automatisch ein Training zusammengestellt, es können aber auch einzelne Übungen gewählt werden. - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level)
	<b>Brainia</b> gratis (Werbung kann für 3.-/Monat entfernt werden) First Century Thinking LLC, 2018	Deutsch	teilw.	nein	X		X	X	- Logik - Mathematik - Wörter (Englisch) - Reaktion	- 35 versch. Übungen: 8 zu Logik, 8 zu Mathematik, 7 zu Wörter (Englisch), 6 zur Reaktion, 6 zum Gedächtnis (2 visuell- räumliches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell- räumliches Arbeitsgedächtnis, 3 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - adaptiv, aber jeweils nur drei versch. Stufen - Es wird automatisch ein Training zusammengestellt, Übungen können aber auch einzelne ausgewählt werden. - wenig Werbung (Gratisversion)
	<b>Brainilis</b> gratis (Werbung kann für 3.- entfernt werden) appilis LLC, 2021	Deutsch	nein	nein	X	X	X	X	- Logik - Mathematik - Konzentration	- 36 versch. Übungen: 9 zu Logik, 9 zu Mathematik, 9 zur Konzentration, 9 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 6 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es kann zwischen drei Schwierigkeitsstufen gewählt werden. - Es wird automatisch ein Training zusammengestellt, Übungen können aber auch einzelne ausgewählt werden. - sehr wenig Werbung (Gratisversion)
	<b>Cognifit</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 19.99/Monat oder 119.99/Jahr CogniFit Inc, 2021	Deutsch	ja	nein	X	X	X	X	- Wahrnehmung - logisches Denken - Koordination - Aufmerksamkeit	- 43 versch. Übungen: 14 zur Wahrnehmung, 6 zum logischen Denken, 5 zur Koordination, 9 zur Aufmerksamkeit, 9 zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>2 visuell- räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis, 2 Benennung</b> ) - In der Gratisversion ist keine der Gedächtnistrainingsaufgaben freigeschaltet. - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - keine Werbung - wird laufend weiterentwickelt/erweitert - auch am Computer möglich
	<b>Cognition Flex</b> gratis Cognition Matters Sweden AB, 2021	Englisch (sprachfrei spielbar)	ja	nein	X		X	X	- visuelle, räumliche Wahrnehmung - Mathematik	- 13 versch. Übungen: 5 zur visuellen/ räumlichen Wahrnehmung, 2 zu Mathematik, 2 zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis, <b>3 zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, 1 zum phonologischen Arbeitsgedächtnis</b> - Übungen können einzeln ausgewählt werden, es kann deshalb gut nur mit den vier Übungen zum Arbeitsgedächtnis trainiert werden. - auch am Computer möglich (als Chrome- Erweiterung) - keine Werbung - sehr ansprechend gestaltet - Belohnungssystem (Punkte)
	<b>Denkspiele</b> gratis (Werbung alle 6min, kann für 2.90 entfernt werden) Mindware Consulting, Inc, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X		X	X	- Geschwindigkeit - Wahrnehmung - Aufmerksamkeit - Flexibilität	- 32 versch. Übungen: 10 zur Geschwindigkeit, 3 zur Wahrnehmung, 4 zur Aufmerksamkeit, 2 zur Flexibilität, 13 zum Gedächtnis (2 visuell- räumliches Kurzzeitgedächtnis, <b>4 visuell- räumliches Arbeitsgedächtnis, 7 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird automatisch ein Training zusammengestellt, Übungen können aber auch einzelne ausgewählt werden. - Während der Übung passt sich diese dem Können an, wird die Übung wiederholt, beginnt sie aber wieder auf dem tiefsten Level.

	Name Kosten Autor, Jahr	Sprache	adaptiv	in Game- Format	visuell- räumliches Kurzzeit- gedächtnis	phono- logisches Kurzzeit- gedächtnis	visuell- räumliches Arbeits- gedächtnis	phono- logisches Arbeits- gedächtnis	zusätzliche Übungen	Bemerkungen
	<b>Denkspiele - Geschicklichkeitsspiele</b> gratis (Werbung kann für 1.- entfernt werden) Content Arcade Games, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X		X	X	- Geschwindigkeit - Problemlösen - Flexibilität - Aufmerksamkeit - Mathe - Inhibition	- 28 versch. Übungen: 3 zur Geschwindigkeit, 5 zum Problemlösen, 4 zur Flexibilität, 5 zur Aufmerksamkeit, 3 zu Mathe, 3 zur Inhibition, 5 zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, <b>2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Übungen können einzeln ausgewählt werden - Während der Übung passt sich diese dem Können an, wird die Übung wiederholt, beginnt sie aber wieder auf dem tiefsten Level. - wenig Werbung
	<b>Einstein Gehirn-trainer</b> 3.- BBG Entertainment, 2018	Deutsch	ja	nein	X	X	X	X	- Logik - Rechnen - Sehen	- 24 versch. Übungen: 6 zur Logik, 6 zum Rechnen, 6 zum Sehen, 6 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 3 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - täglicher Einstufungstest, danach können <b>Übungen einzeln gewählt werden</b>
	<b>Elevate</b> 7 Tage kostenlos, danach 39.- /Jahr Elevate Labs, 2021	Englisch	ja	nein		X			- Writing - Speaking - Reading - Math	- 44 versch. Übungen: 9 zu Writing, 9 zu Speaking, 9 zu Reading, 12 zu Math, 5 zum Gedächtnis (phonologisches Kurzzeitgedächtnis) -kein Fokus auf Gedächtnistraining
	<b>Gedächtnis-spiele</b> gratis (Werbung kann für 2.45 entfernt werden) Train your brain, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X	X	X	X	- Inhibition - Problemlösung - Wahrnehmung	- 23 versch. Übungen: 5 zur Inhibition, 4 zur Problemlösung, 5 zur Wahrnehmung, 9 zum Gedächtnis (3 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 3 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 1 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level) - wenig Werbung
	<b>Gedächtnis-trainer: memo spiele</b> gratis (Vollzugriff: 7.32) Branded Brothers, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X	X	X	X		- 6 versch. Übungen zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 2 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird automatisch ein tägliches Programm zusammengestellt, oder man kann die Übungen einzeln anwählen. - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level)
	<b>Gehirn-trainer</b> gratis (Werbung entfernen: 1.-) App Holdings, 2021	Deutsch (schlecht übersetzt)	teilw.	nein	X	X	X	X	- Konzentration - Mathematik	- 24 versch. Übungen: 9 zur Konzentration, 5 zu Mathematik, 10 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>3 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 4 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - viel Werbung nach jedem Spiel - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level)
	<b>iHirn</b> 9.- bis 22.- (je nach Umfang) University of Bern, 2021	Deutsch	ja	nein	X	X	X	X		- 10 versch. Übungen, teilweise kann die gleiche Übung mit "Rückwärts-Kondition" gespielt werden, wodurch insgesamt 15 Aufgabentypen vorhanden sind (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 kombiniert visuell-räumliches/ phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>4 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 2 phonologisches Arbeitsgedächtnis, 6 kombiniert visuell-räumliches/phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Man kann entweder das Gesamtpaket (22.-) oder Einzelpakete à 3 Übungen (9.-) oder à 4 Übungen (12.-) kaufen. - Leistungskurve für jede Übung abrufbar. - Belohnungssystem (Sterne)

	Name Kosten Autor, Jahr	Sprache	adaptiv	in Game- Format	visuell- räumliches Kurzzeit- gedächtnis	phono- logisches Kurzzeit- gedächtnis	visuell- räumliches Arbeits- gedächtnis	phono- logisches Arbeits- gedächtnis	zusätzliche Übungen	Bemerkungen
	<b>Lumosity</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 11.95/Monat 59.95/Jahr oder einmalig 299.95 Lumos Labs, Inc., 2021	Deutsch	ja	nein	X		X	X	- Konzentration - Denkgeschwindigkeit - Flexibilität - Problemlösung - Mathematik	- 27 versch. Übungen: 5 zur Konzentration, 7 zur Geschwindigkeit, 5 zur Flexibilität, 2 zur Problemlösung, 3 zur Mathematik, 5 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, <b>3 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> , <b>1 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion ist nur die Aufgabe zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis freigeschaltet. - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - keine Werbung - Einstufungstest - wird laufend weiterentwickelt/erweitert - auch am Computer möglich
	<b>Memorado</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 7 Tage kostenlos, danach 49.-/Jahr Memorado GmbH, 2019	Deutsch	teilw.	nein	X		X		- Konzentration - Arbeitstempo - Reaktion - Logik	- 14 versch. Übungen: 3 zur Konzentration, 2 zum Arbeitstempo, 3 zur Reaktion, 4 zur Logik, 2 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion ist nur die Aufgabe zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis freigeschaltet. - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - keine Werbung - am Computer nicht mehr verfügbar (veraltet) - Trotz Einstufungstest startet man am Anfang überall bei Level 1 und muss sich durch jedes Level spielen (auch wenn viel zu einfach).
	<b>Mental Up</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 7 Tage kostenlos, danach 27.-/Jahr Ayasis, 2021	Deutsch	teilw.	ja	X	X	X	X	- Geschwindigkeit - Aufmerksamkeit - Geometrie - Wahrnehmung - Logik - Sprache - Mathematik	- 134 versch. Übungen: 9 zur Geschwindigkeit, 23 zur Aufmerksamkeit, 10 zur Geometrie, 23 zur Wahrnehmung, 12 zur Logik, 12 zur Sprache, 34 zur Mathematik, 11 zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 3 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>2 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> , <b>4 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion ist eine Aufgabe zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis, eine Aufgabe zum phonologischen Kurzzeitgedächtnis und eine Aufgabe zum phonologischen Arbeitsgedächtnis freigeschaltet. - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden (dann werden sie im Spielplan jedoch nicht berücksichtigt). - keine Werbung - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level) - wird laufend weiterentwickelt/erweitert - <b>auf Kinder ausgerichtet</b>
	<b>MS Kognition</b> gratis DMSG, Bundes- verband e. V., 2019	Deutsch	nein	nein				X	- Aufmerksamkeit - Wortfindung - Planungsfähigkeit	- 9 versch. Übungen: 3 zur Aufmerksamkeit, <b>4 zum phonologischen Arbeitsgedächtnis</b> , 1 zur Wortfindung, 1 zur Planungsfähigkeit - Übungen können einzeln ausgewählt werden; während der Übung passt sich diese dem Können an, wird die Übung wiederholt, beginnt sie aber wieder auf dem tiefsten Level. - keine Werbung

	Name Kosten Autor, Jahr	Sprache	adaptiv	in Game- Format	visuell- räumliches Kurzzeit- gedächtnis	phono- logisches Kurzzeit- gedächtnis	visuell- räumliches Arbeits- gedächtnis	phono- logisches Arbeits- gedächtnis	zusätzliche Übungen	Bemerkungen
	<b>Neuronation</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 20./Monat, 115./Jahr oder einmalig 399.- <i>NeuroNation 2021</i>	Deutsch	ja	nein		X	X	X	- Aufmerksamkeit - logisches Denken - Denkgeschwindigkeit	- 33 versch. Übungen: 7 zur Aufmerksamkeit, 7 zur Geschwindigkeit, 6 zum logischen Denken, 13 zum Gedächtnis (2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 5 <b>visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> , 6 <b>phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - In der Gratisversion ist eine Aufgabe zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und eine Aufgabe zum phonologischen Arbeitsgedächtnis freigeschaltet. - In der Gratisversion wird nach jeder Aufgabe Werbung eingespielt. - Einstufungstest - wird laufend weiterentwickelt/erweitert - auch am Computer möglich
	<b>Peak</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: 7 Tage kostenlos, danach 34./Jahr oder einmalig 100.- <i>PopReach Incorporated 2021</i>	Deutsch	ja	nein	X		X	X	- Sprache - Problemlösung - Konzentration - Flexibilität - Emotion - Koordination	- 42 versch. Übungen: 6 zur Sprache, 9 zur Problemlösung, 10 zur Konzentration, 7 zur Flexibilität, 2 zur Emotion, 2 zur Koordination, 6 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 4 <b>visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> , 1 <b>phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion ist keine der Gedächtnisaufgaben freigeschaltet. - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - keine Werbung - Einstufungstest - wird laufend weiterentwickelt/erweitert
	<b>Skillz</b> gratis App Holdings, 2021	Deutsch	ja	nein	?	?	?	?	?	- Man spielt sich durch div. Levels und versch. Übungen (nach vorgegebener Reihenfolge), diese lassen sich danach nicht nochmals spielen, auch gibt es keine Übersicht aller vorhandener Übungen. - Es lässt sich nicht beurteilen inwiefern das Arbeitsgedächtnis trainiert wird.
	<b>Smarter - Gehirn- Trainer &amp; Denkspiele</b> gratis (Werbung kann für 1.- entfernt werden) <i>Laurentiu Popa, 2021</i>	Deutsch	nein	nein	?	?	?	?	- Genauigkeit - Koordination - Mathematik - Logik - Geschicklichkeit - Multitasking - Aufmerksamkeit	- div. versch. Übungen zu Genauigkeit, Koordination, Mathematik, Logik, Geschicklichkeit, Multitasking, Aufmerksamkeit, Gedächtnis - Da jedes Level im Bereich Gedächtnis wieder eine komplett neue Übung bedeutet, die nicht auf die letzte aufbaut, lässt sich nicht beurteilen, in welchen Bereichen genau trainiert wird. - wenig Werbung - für Arbeitsgedächtnistraining wenig geeignet, da wild zwischen den verschiedenen Aufgabentypen gewechselt wird
	<b>Spiele für Gedächtnis</b> gratis (Werbung entfernen: 3.-) <i>Maple Media, 2020</i>	Deutsch	ja	nein	X	X	X	X	- Aufmerksamkeit - Geschwindigkeit - Flexibilität - Problemlösung - Wahrnehmung	- 26 versch. Übungen: 2 zur Aufmerksamkeit, 6 zur Geschwindigkeit, 4 zur Flexibilität, 5 zur Problemlösung, 2 zur Wahrnehmung, 7 zum Gedächtnis (3 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, 1 <b>visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> , 2 <b>phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Es wird jeweils ein Trainingsprogramm zusammengestellt, die Übungen können aber auch einzeln ausgewählt werden. - wenig Werbung
	<b>Synaptico</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: einmalig 5.10 <i>LevelUp Brain games, 2021</i>	Deutsch	teilw.	nein	X		X		- Geschwindigkeit - Wahrnehmung - Problemlösung - Konzentration	- 14 versch. Übungen: 2 zur Geschwindigkeit, 3 zur Wahrnehmung, 3 zur Problemlösung, 3 zur Konzentration, 3 zum Gedächtnis (1 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 <b>visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion ist eine Aufgabe zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis freigeschaltet. - keine Werbung - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level)

	Name Kosten Autor, Jahr	Sprache	adaptiv	in Game- Format	visuell- räumliches Kurzzeit- gedächtnis	phono- logisches Kurzzeit- gedächtnis	visuell- räumliches Arbeits- gedächtnis	phono- logisches Arbeits- gedächtnis	zusätzliche Übungen	Bemerkungen
	<b>The Best Brain Training</b> gratis (Werbung kann für 4.99 entfernt werden) Godline Studios, 2021	Englisch	nein	nein	X	X	X	X	- Mathematik - logisches Denken - visuelle Wahrnehmung - Planen	- 30 versch. Übungen: 6 zur Mathematik, 6 zum logischen Denken, 6 zur visuellen Wahrnehmung, 6 zum Planen, 6 zum Gedächtnis (2 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 1 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 2 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - Schwierigkeit kann jeweils aus drei Levels gewählt werden - In Gratisversion wird jeweils nach 2 - 3 Spielen Werbung eingeblendet.
	<b>Trainiere dein Gehirn - Gedächtnisspiele</b> gratis (beschränkt) Vollzugriff: einmalig 2.80 Senior Games, 2021	Deutsch	teilw.	nein	X	X	X	X		- 10 versch. Gedächtnisübungen (4 visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis, 2 phonologisches Kurzzeitgedächtnis, <b>1 visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis, 3 phonologisches Arbeitsgedächtnis</b> ) - In der Gratisversion sind 3 Aufgaben zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis, 1 Aufgabe zum phonologischen Kurzzeitgedächtnis, 1 Aufgabe zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und 3 Aufgaben zum phonologischen Arbeitsgedächtnis freigeschaltet. - wenig Werbung - nur teilweise adaptiv (man spielt sich durch versch. Level) <b>- auf Kinder ausgerichtet</b>
	<b>Vektor</b> gratis Cognition Matters Sweden AB., 2020	Englisch (sprachfrei spielbar)	ja	ja	X		X	X	- visuelle, räumliche Wahrnehmung - Mathematik	- 13 versch. Übungen: 5 zur visuellen/räumlichen Wahrnehmung, 2 zu Mathematik, 2 zum visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis, <b>3 zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, 1 zum phonologischen Arbeitsgedächtnis</b> - gleiche Übungen wie bei Cognition Flex, jedoch durch Aufbereitung in Gameformat nicht einzeln anwählbar - auch am Computer möglich (als Chrome-Erweiterung) - keine Werbung - sehr ansprechend gestaltet <b>- auf Kinder ausgerichtet</b>

## Apps zum Trainieren des Arbeitsgedächtnisses: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben

App	Name der Übung	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis
<b>BrainGym</b> 	Memocholy	X			
	Specimen				X
	Launchpad		X		
	Space Farm				X
	Yes Or No?		X		
	Flip	X			
<b>Brainia</b> 	Mustergedächtnis	X			
	Namensgedächtnis				X
	Kurzzeitgedächtnis				X
	Ablaufgedächtnis	X			
	Farbwechsel			X	
	Formenwechsel				X
<b>Brainilis</b> 	Memory			X	
	Unterschiede				X
	Positionen				X
	Zahlen				X
	Bildersuche				X
	Kalender	X			
	Gewicht				X
	Nachtisch				X
<b>Cognifit</b> 	Süßwarenfabrik		X		
	Zahlen am Fließband		X		
	Subtraktionen				X
	Seerosen			X	
	Jigsaw 9	X			
	Totem-Steine			X	
	Mandala	X			
<b>Cognition Flex / Vektor</b> 	Grid	X			
	Memo Crush			X	
	3d-Grid	X			
	Circle			X	
	Digits Backwards				X
	Moving			X	

App	Name der Übung	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis
<b>Denkspiele</b> 	Raumgedächtnis	X			
	Weg merken	X			
	Doppelt erinnern				X
	Gedächtnismemory			X	
	Reihenfolge merken				X
	Wörter merken 1				X
	Wörter merken 2				X
	Wörter merken 2+				X
	Gesichter merken 1			X	
	Gesichter merken 2			X	
	Objekt merken Level 1			X	
	Objektgedächtnis 1				X
	Objektgedächtnis 2				X
	<b>Einstein Gehirntrainer</b> 	Bilderfolge		X	
Wer ist wer?					X
Mein Heimweg					X
Vom Kleinen zum Grossen				X	
Fangen Sie Robo!		X			
Obstkorb					X
<b>Elevate</b> 	Focus		X		
	Name-Recall		X		
	Retention		X		
	Sequencing		X		
	Synthesis		X		
<b>Gedächtnisspiele</b> 	Speichergitter	X			
	Brach den Weg	X			
	Passen Sie das Paar an	X			
	Bild zurückrufen		X		
	Rotierendes Gitter			X	
	Merke dir die Nummer		X		
	Neue Nummer finden				X
	Wie		X		
	Neuling			X	
<b>Gedächtnistrainer memo spiele</b> 	Memo-Match	X			
	Der Weg			X	
	Matrixkachel	X			
	Neue				X
	Kartenanzahl				X
	Simon Sound		X		

App	Name der Übung	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis
<b>Gehirntrainer</b> 	Erinnerungsvermögen		X		
	Erinnere dich an Gesichter				X
	Farben versus Gehirn				X
	Gedächtnisabgleich				X
	Schnelle Entscheidungsfähigkeit			X	
	Grid-Herausforderung	X			
	Hörspeicher		X		
	Word Memory Herausforderung				X
	Rotationsspeicher			X	
<b>iHirn</b> 	Tiermerk-Aufgabe (vorwärts)				X
	Tiermerk-Aufgabe (rückwärts)				X
	räumliche komplexe Merkaufgabe (vorwärts)			X	X
	räumliche komplexe Merkaufgabe (rückwärts)			X	X
	twisted Memory			X	X
	N-back: für den Einstieg			X	
	Single N-back Aufgabe			X	
	Duale N-back Aufgabe			X	X
	Konsistenz single N-back			X	
	Schachspiel (vorwärts)	X			
	Schachspiel (rückwärts)			X	
	Geographiespiel (vorwärts)	X	X		
	Geographiespiel (rückwärts)			X	X
	Planetenaufgabe (vorwärts)	X	X		
Planetenaufgabe (rückwärts)			X	X	
<b>Lumosity</b> 	Hotel Gedächtnis			X	
	Querdenker			X	
	Kacheln Knobeln	X			
	Flippervorhersage			X	
	Meerinnerungen				X
<b>Memorado</b> 	Power Memory	X			
	Passende Paare			X	

App	Name der Übung	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis
<b>Mental Up</b> 	Gesehen oder nicht				X
	Blöcke brechen	X			
	Fliegende Karten		X		
	Singende Eichhörnchen	X			
	Speicherkarten			X	
	Überraschungsclovn		X		
	Buchstaben-Hockey			X	
	Meine Instrumente				X
	Wortschatz				X
	Vogelgesang				X
	Buchstabenkorb		X		
<b>MS Kognition</b> 	Reihenspeicher				X
	Vorletzter				X
	Störenfried				X
	Wer war's?				X
<b>Neuronation</b> 	Zahlenkönig				X
	Fokusmeister		X		
	Parallelrechner				X
	Doppelmerker				X
	Multimerker			X	
	Merkfluss				X
	Pfadfinder			X	
	Rückfinder			X	
	Blitzmerker			X	
	Spiegelbild			X	
	Kartenmerker		X		
	Platzmerker				X
	Drehmemory				X
<b>Peak</b> 	Partial Match			X	
	Spin Cycle			X	
	Perilous Path			X	
	Baggage Claim				X
	Memory Sweep	X			
	Bounce			X	

App	Name der Übung	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis
<b>Spiele für Gedächtnis</b> 	Speicher-Mosaik	X			
	Hexagons	X			
	Honigwaben			X	
	Gehe auf der Spur	X			
	Icon's Vortex				X
	Finde ein Bild				X
	Memory Sequence			X	
<b>Synapptico</b> 	Zahlen merken			X	
	Kacheln merken	X			
	Karten merken			X	
<b>The Best Brain Training</b> 	Hidden animals		X		
	Simon says	X			
	Find the pairs				X
	Remember square	X			
	New cell			X	
	Photographic memory				X
<b>Trainiere dein Gehirn - Gedächtnisspiele</b> 	Kartenpaar	X			
	Pizza kochen		X		
	Helle Quadrate	X			
	Gesichter und Namen				X
	Risikoreicher Weg			X	
	Farb-Challenge	X			
	Finden Sie das Neue				X
	Einkaufsliste				X
	Den Code Knacken		X		
	Springende Bälle	X			

## Lehrmittel: Zusammenstellung der Gedächtnisaufgaben

Lehrmittel	Name der Übung / des Spiels	visuell-räumliches Kurzzeitgedächtnis	phono-logisches Kurzzeitgedächtnis	visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis	phono-logisches Arbeitsgedächtnis	
 <p><b>Das Memo-Training</b> Memo, der vergessliche Elefant. Mit Gedächtnistraining spielerisch zum Lernerfolg. 2. überarbeitete Auflage hogrefe</p>	Möwen füttern			X		
	Memo bei den Rentieren (vorwärts)		X			
	Memo bei den Rentieren (rückwärts)				X	
	Froschzirkus (vorwärts)	X				
	Froschzirkus (rückwärts)			X		
	Maschine der tausend Geräusche (vorwärts)		X			
	Maschine der tausend Geräusche (rückwärts)				X	
	Beeren pflücken (vorwärts)	X				
	Beeren pflücken (rückwärts)			X		
	Waldergäusche (vorwärts)		X			
	Waldergäusche (rückwärts)				X	
	Finde den Krebs			X		
	Trommeltanz (vorwärts)		X			
	Trommeltanz (rückwärts)				X	
	Verflixt! (vorwärts)	X				
	Verflixt! (rückwärts)			X		
	Afrikanische Städte (vorwärts)		X			
	Afrikanische Städte (rückwärts)				X	
	Tierspuren	X				
Tierstimmen				X		
 <p><b>Aufmerksamkeits-training</b> ADS – Hintergründe und Ursachen Marika Banzing</p>	Buchstabenreihen (vorwärts)		X			
	Buchstabenreihen (rückwärts)				X	
	Wörterreihen (vorwärts)		X			
	Wörterreihen (rückwärts)				X	
	Bilder (vorwärts)		X			
	Bilder (rückwärts)				X	
	Zahlenreihen (vorwärts)		X			
	Zahlenreihen (rückwärts)				X	
 <p><b>Nele und Noa im Regenwald</b> Bilder-Material zur Förderung exekutiver Funktionen E. Reinhardt</p>	Frecher Affe (Spielvariante 3)				X	
	Medizinfrau (Spielvariante A & B)		X			
	Medizinfrau (Spielvariante C - F)					X
	Tag oder Nacht (Spielvariante 3)					X
	Weg zum Fluss					X
	Zeichensprache (Spielvariante 1)	X				
	Zeichensprache (Spielvariante 2)				X	

Lehrmittel	Name der Übung / des Spiels	visuell-räumliches Kurzzeit-gedächtnis	phono-logisches Kurzzeit-gedächtnis	visuell-räumliches Arbeits-gedächtnis	phono-logisches Arbeits-gedächtnis
<b>Besser lernen</b>  <p>Sabine Stuber-Bartmann <b>Besser lernen</b> Ein Praxisbuch zur Förderung von Selbstregulation und exekutiven Funktionen in der Grundschule 3. Auflage</p>	Spiel 1: Wörterschatzsuche				X
	Spiel 2: Lernwörter buchstabieren				X
	Spiel 3: Zahlen hören				X
	Spiel 4: Zahlenreihen				X
	Spiel 6: Wie viel			X	
	Spiel 11: Wo bist du?			X	
	Spiel 12: Kim-Spiel mit Personen			X	X
	Spiel 13: Kim-Spiel im Raum			X	X
	Spiel 15: Schlüsselspiel				X
	Spiel 18: 1 - 2 - 3 gemerkt und bewegt				X
	Spiel 29: Tier-Spiel				X
	Spiel 30: Obstsalat auditiv			X	
	Spiel 31: gehörte Memorykarten merken			X	
	Spiel 32: Obstsalat (Stufe 2)				X
	<b>fex - Förderung exekutiver Funktionen</b>  <p>Lisa M. Mohr Wolke P. Evers <b>fex Förderung exekutiver Funktionen</b> WISSENSCHAFT PRAXIS FÖRDERSPIELE ZNL Wehrhritz</p>	1, 2, 3 - Fex			
Bin ich ein Zwerg?					X
Eine Ente mit zwei Beinen					X
Gute Frage, nächste Frage!					X
Ich packe meinen Koffer					X
Planetenball				X	
Memo der Sinne				X	X
Schlapp hat den Hut verloren					X
Wie war das noch?				X	X