



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Aufmerksamkeitsfunktionen im Vorschulalter –  
Eine retrospektive Datenanalyse bei  
Kindern mit einem Hirntumor

Verfasserin

Nadine Möller

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl:	298
Studienrichtung:	Psychologie
Betreuer:	Ass.-Prof. Dr. Pia Deimann



*Für meine Mama, Kerstin Möller und meine Schwester Caroline,  
die mir immer beiseite stehen und mich daran erinnern niemals aufzugeben, sei der  
Weg auch noch so steinig.*



## **DANKSAGUNG**

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben!

Bedanken möchte ich mich in erster Linie bei meiner Betreuerin Mag. Dr. Ulrike Leiss, die mich mit dem außerordentlich komplexen und interessanten Thema vertraut machte und mich mit ihrem Wissen und ihren Vorschlägen unterstützte und bereicherte. Ebenfalls gilt Mag. Liesa Weiler mein besonderer Dank, die sich immer wieder mit den Inhalten meiner Arbeit befasste, mir bei der Optimierung der Taxonomie half und mich vor allem auf dem letzten Stück unterstützte. Ein Dank geht auch an Mag. Dr. Thomas Pletschko, der mit seiner fachlichen Kompetenz stets den Prozess dieser Arbeit unterstützte und mir auch in persönlicher Angelegenheit beiseite stand.

Ebenso bedanke ich mich sehr bei meinen Betreuerinnen der Universität Wien, Ass.-Prof. Dr. Deimann und Ass.-Prof. Dr. Kastner-Koller für ihre fachliche aber auch private Unterstützung, um diese Arbeit zu beenden.

Weiterhin gilt ein großer Dank meinen „wir schaffen das schon irgendwann“ – Partnern, Irene Ritter, Hanna Aschauer und Felix Früchtenicht mit denen ich gemeinsam die unzähligen Stunden bei Patientenakten und Dateneingabe lustig verbrachte, die mir aber auch bei Fragen bezüglich der Diplomarbeit oder in privaten Angelegenheiten zur Seite standen. Ebenso bedanke ich mich bei allen im AKH-Tätigen die immer mit guten fachlichen Vorschlägen und Anregungen da waren und mir halfen.

Ich möchte mich bei meiner Mama bedanken, die immer für mich da war, die sich mit dem Thema auseinandersetzte, mir bei Formulierungen half und mit kritischen Fragen hinter mir stand. Auch bedanke ich mich bei meiner Schwester, die mir auf dem letzten steilen Stück der Arbeit half und beinahe jeden Tag mit mir verbrachte, um diese Arbeit fertig zu stellen. Danke auch an meinen Freund, der mich aufbaute und mir durch seine sehr guten Kochkünste neue Energie gab.

Abschließend bedanke ich mich sehr bei meiner Trainingsgruppe „Lisi“, die mit mir die Zeit neben dem Schreiben sinnvoll, manchmal auch auf dem Zahnfleisch kriechend, bei gemeinsamen Trainings sowie Spielabenden oder gemeinsamen Aktivitäten verbrachte und meinen Kopf frei für neue Ideen machte. Ebenso danke ich Clemens Moßburger der mir bei der Formatierung half.



---

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>I</b>	<b>THEORETISCHER TEIL</b> .....	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>10</b>
1.2	AKTUELLER STAND DER FORSCHUNG .....	10
<b>2</b>	<b>BEGRIFFSDEFINITION AUFMERKSAMKEIT</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>ALLGEMEINE PRINZIPIEN DER AUFMERKSAMKEITSENTWICKLUNG</b> .....	<b>13</b>
3.1	WEITERE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE AUFMERKSAMKEIT .....	19
<b>4</b>	<b>KOMPONENTEN DER AUFMERKSAMKEIT IM VORSCHULALTER UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENTWICKLUNG</b> .....	<b>22</b>
4.1	INTENSITÄT.....	24
4.1.1	<i>Alertness</i> .....	24
4.1.2	<i>Daueraufmerksamkeit und Vigilanz</i> .....	26
4.2	ORIENTIERUNG .....	28
4.2.1	<i>Ausrichtung der Aufmerksamkeit</i> .....	29
4.2.1.1	Räumliche Orientierung .....	30
4.2.1.2	Akustische Orientierung .....	31
4.2.1.3	Visuelle Orientierung.....	31
4.2.1.4	Orientierungsreaktion.....	31
4.2.3	<i>Aufmerksamkeitskontrolle</i> .....	31
4.2.3.1	Freiwillige Aufmerksamkeit .....	32
4.2.3.2	Hemmung.....	33
4.3	SELEKTIVE AUFMERKSAMKEIT .....	35
4.4	FOKUSSIERTER AUFMERKSAMKEIT .....	37
<b>5</b>	<b>TAXONOMIE DER EINZELNEN AUFMERKSAMKEITSFUNKTIONEN IM VORSCHULALTER</b> .....	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>LOKALISATION DER AUFMERKSAMKEITSNETZWERKE</b> .....	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>RELEVANTE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE KOGNITIVE ENTWICKLUNG</b> .....	<b>44</b>
7.1	ALTER UND KRANKHEITSDAUER .....	44
7.2	GESCHLECHT .....	45
7.3	KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER BEI HIRNTUMOREN.....	46
7.4	KRANKHEITSSPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE AUFMERKSAMKEITSLISTUNG .....	47
<b>8</b>	<b>NEUROPSYCHOLOGISCHE VERFAHREN ZUR PRÜFUNG DER AUFMERKSAMKEIT FÜR DAS VORSCHULALTER</b> .....	<b>50</b>
8.1	CPT – CONTINUOUS PERFORMANCE TEST.....	53

8.2	CAPT – CONTINUOUS ATTENTION PERFORMANCE TEST .....	53
8.3	KHV-VK – KONZENTRATIONS-HANDLUNGSVERFAHREN FÜR VORSCHULKINDER .....	55
8.4	MKVK – MARBURGER KONZENTRATIONSTEST FÜR VORSCHULKINDER .....	56
8.6	TEA-CH-K – TEST ZUR ERFASSUNG VON KONZENTRATION UND AUFMERKSAMKEIT IM KINDERGARTENALTER .....	58
8.7	BUEVA II – BASISDIAGNOSTIKUM FÜR UMSCHRIEBENE ENTWICKLUNGSSTÖRUNGEN IM VORSCHULALTER – VERSION II.....	60
8.8	HAWIVA-III – HANNOVER-WECHSLER-INTELLIGENZTEST FÜR DAS VORSCHULALTER - III .....	61
8.9	KET-KID – KOGNITIVER ENTWICKLUNGSTEST FÜR DAS KINDERGARTENALTER .....	63
<b>II</b>	<b>EMPIRISCHER TEIL .....</b>	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>ZIELSETZUNG.....</b>	<b>65</b>
<b>10</b>	<b>FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN .....</b>	<b>65</b>
<b>11</b>	<b>METHODE.....</b>	<b>68</b>
11.1	METHODISCHE DURCHFÜHRUNG.....	68
11.2	MESSINSTRUMENTE .....	69
11.2.1	<i>Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter.....</i>	<i>69</i>
11.2.2	<i>Konzentrationshandlungsverfahren für Vorschulkinder.....</i>	<i>70</i>
11.2.3	<i>Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung für Kinder .....</i>	<i>71</i>
11.2.3.1	Alertness.....	71
11.2.3.2	Ablenkbarkeit .....	71
11.2.3.3	Daueraufmerksamkeit.....	71
11.2.3.4	Geteilte Aufmerksamkeit.....	72
11.3	STICHPROBE.....	72
11.4	STATISCHE AUSWERTUNG .....	77
<b>12</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>79</b>
12.1	FORSCHUNGSFRAGE 1: UNTERSCHIEDE ZUR NORMSTICHPROBE.....	79
12.2	FORSCHUNGSFRAGE 2: ALTER UND KRANKHEITSDAUER.....	82
12.2.1	<i>Bestehen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Alter der Vorschulkinder mit einem Hirntumor? .....</i>	<i>82</i>
12.2.2	<i>Hat das Diagnosealter einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung? .....</i>	<i>83</i>
12.2.3	<i>Hat die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung?.....</i>	<i>84</i>
12.3	FORSCHUNGSFRAGE 3: GESCHLECHT UND ERKRANKUNG .....	85
12.4	FORSCHUNGSFRAGE 4: KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER.....	87
12.4.1	<i>Lassen sich Unterschiede in den Leistungen von Kindern mit einem Hirntumor hinsichtlich der Tumorlokalisation feststellen? .....</i>	<i>87</i>

---

12.4.2 Gibt es einen Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungsformen – Chemotherapie, Strahlentherapie, und einem operativen Eingriff – und der Aufmerksamkeitsleistung? .....	91
12.5 FORSCHUNGSFRAGE 5: AUFMERKSAMKEITSVERFAHREN .....	96
12.5.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen KHV-VK und BUEVA Aufmerksamkeit I?.....	96
Messen diese dieselben Konstrukte der Aufmerksamkeit?.....	96
12.5.2 Eignen sich KHV-VK und BUEVA Aufmerksamkeit I als Prädiktoren für spätere Aufmerksamkeitsleistungen, die mittels KiTAP erfasst werden können?.....	97
<b>13 DISKUSSION .....</b>	<b>104</b>
<b>14 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>112</b>
<b>III LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>XXXIX</b>
<b>IV ANHANG.....</b>	<b>XXX</b>
PRÜFUNG DER VORAUSSETZUNGEN STATISTISCHER VERFAHREN.....	XXX
<b>V ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>LX</b>
<b>VI TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>LXI</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>LXIV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>LXV</b>
<b>CURRICULUM VITAE: NADINE MÖLLER .....</b>	<b>LXVIII</b>

---

# I THEORETISCHER TEIL

---

## 1 EINLEITUNG

Das Vorschulalter stellt eine wichtige Phase in der Entwicklung des Kindes dar und kann durch Störungen oder Erkrankungen erheblich beeinflusst werden. Im Bereich des Vorschulalters liegen nur wenige Untersuchungen, vor allem bei Kindern mit einem Hirntumor, welche aufgrund ihrer Erkrankung mit Spätfolgen zu kämpfen haben, vor. Die vorliegende Arbeit sollte zum einen einen Überblick über die in der Literatur beschriebenen Aufmerksamkeitskonstrukte im Vorschulalter bzw. eine inhaltliche Einbettung in eine Taxonomie ermöglichen. Ebenso wurde die zeitliche Entwicklung der einzelnen Komponenten diskutiert. In diesem Zusammenhang wurde auch ein Überblick sämtlicher Testverfahren zur Überprüfung der Aufmerksamkeit bei Kindern im Vorschulalter, die bis zum jetzigen Zeitpunkt Anwendung fanden, hinsichtlich ihrer Konzepte kurz beschrieben. Zum anderen ging es neben der inhaltlichen Auseinandersetzung der Aufmerksamkeit im Vorschulalter um die Analyse der Aufmerksamkeit bei einer Stichprobe von Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren, die an einem Hirntumor erkrankten. Die Leistungen der erkrankten Kinder wurden mit einer Normstichprobe verglichen. Anhand des Alters, Geschlechts sowie krankheitsrelevanter Parameter fanden weitere Analysen statt. Abschließend wurden die einzelnen Testverfahren auf ihren Zusammenhang und deren Vorhersagekraft für spätere Leistungen in der Aufmerksamkeit untersucht.

### 1.2 AKTUELLER STAND DER FORSCHUNG

Nach Angaben der Krebsstatistik 2013 steigt die Inzidenzrate der Krebserkrankungen bei Kindern bis 14 Jahre jährlich um 0,5% konsistent an (Siegel, Naishadham, & Jemal, 2013, S. 29). Krebs stellt bei Kindern die zweithäufigste Todesursache dar (Kaatsch, 2010), wobei Gehirntumore nach Leukämie die häufigste Krebserkrankung darstellt (vgl. Jemal et al., 2008; Kaatsch, 2010).

Durch die enormen Fortschritte in der Diagnosestellung und der Behandlung von tumor erkrankten Kindern und Jugendlichen konnte in den letzten Jahren ein

---

deutlicher Anstieg der Überlebensrate verzeichnet werden (Tallen, Henze, Creutzig, Dworzak, & Klingebiel, 2009).

Tumore des zentralen Nervensystems machen insgesamt ca. 25% aller Krebserkrankungen bei Kindern und Jugendlichen aus (Siegel et al., 2013, S. 29). Dabei machen embryonale Tumore wie Neuroblastome, Medulloblastome, Keimzelltumore aber auch Nephroblastome für mehr als ein Viertel aller malignen Erkrankungen bei Kindern verantwortlich aus (Kaatsch, 2010, S. 281). Beinahe die Hälfte aller Tumore bei pädiatrischen Patientinnen/ Patienten sind infratentoriell (Kleinhirntumore, Hirnstamm, IV. Ventrikel) lokalisiert (Slavc & Chocholous, 2012).

Kinder unter 15 Jahre, welche die Diagnose eines Hirntumors bekamen, hatten in den Jahren zwischen 1975 und 1977 noch eine Fünfjahres Überlebensrate von 57%, diese Rate stieg in den Jahren 1996 bis 2004 auf 74% an (Ries et al., 2008, S.16). Siegel et al. (2013, S. 29) liefern für die Jahre zwischen 2002 und 2009 eine Fünfjahres Überlebensrate bei Krebserkrankungen in den Vereinigten Staaten von 83%. Die Überlebensrate für eine Dauer von fünf Jahren wird in Europa derzeit auf rund 81% geschätzt (Kaatsch, 2010, S. 277).

Anhand dieser Überlebensraten stellt sich insbesondere bei Hirntumorpatienten die Frage nach den Langzeitfolgen der Erkrankung unter denen viele der Überlebenden leiden, welche sich in neurologischen Defiziten, endokrinologischen Beeinträchtigungen sowie Hördefiziten und in einer verschlechterten Lebensqualität widerspiegeln (vgl. Heimans & Taphoorn, 2002; Slavc & Chocholous, 2012). Zu den neurologischen Defiziten zählen motorische Probleme, Verminderungen der intellektuellen Fähigkeiten sowie Schwächen im Bereich der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses und der exekutiven Funktionen (De Ruiter, Van Mourik, Schouten-Van Meeteren, Grootenhuis, & Oosterlaan, 2012). Gerade Kinder und Jugendliche die zu den sogenannten „Survivors“ (Überlebenden) gehören, tragen ein erhöhtes Risiko (vgl. Butler & Mulhern, 2005; De Ruiter et al., 2012). Defizite in diesen Bereichen können sich schwerwiegend auf schulische Leistungen und Erfolge sowie auf psychosoziale Funktionsweisen auswirken (Bhat et al., 2005).

Um eine Zunahme der Problematik zu verhindern ist die vermehrte Auseinandersetzung mit den Folgen der Erkrankung und deren Behandlung der Tumorerkrankten von größter Bedeutung und findet zunehmend immer mehr statt (vgl. Babcock et al., 2008; Heubrock & Petermann, 2000; Packer, 2008). Einschränkungen bei Überlebenden mit einem Hirntumor zeigen sich vor allem in

---

spezifischen Aspekten der Aufmerksamkeitsfunktionen, wie der selektiven Aufmerksamkeit, mentaler Flexibilität und der Verarbeitungsgeschwindigkeit (Reeves et al., 2006). Einige Studien berichteten über Defizite in der fokussierten Aufmerksamkeit und der Daueraufmerksamkeit bei pädiatrischen Hirntumorpatientinnen/ -patienten (vgl. Mulhern et al., 2001; Reddick, 2003).

## **2 BEGRIFFSDEFINITION AUFMERKSAMKEIT**

Eine einheitliche Definition zum Begriff der Aufmerksamkeit liegt bis heute nicht vor und wird bereits seit Jahrzehnten in der Literatur diskutiert.

Aufmerksamkeit kann als ein multidimensionales Konstrukt mit verschiedenen Subkomponenten und Funktionen angesehen werden (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002). Die Aufmerksamkeit ist keine zentrale und einheitliche Funktion (Sturm, Willmes, & Orgass, 1997) sondern teilt sich vielmehr in Aspekte der Intensität (Alertness, Daueraufmerksamkeit, Vigilanz) und Selektivität (selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) auf (van Zomeren & Brouwer, 1994). Schmidt-Atzert, Krumm und Bühner (2008) beschreiben die Aufmerksamkeit als eine Selektion unmittelbar wahrgenommener und external relevanter Reize, wobei die Selektion willentlich oder unwillentlich geschieht. Durch die zielgerichtete oder unwillentliche (Stimulus gesteuerte) Intention ergibt sich die Relevanz des Ereignisses oder des Reizes. Die Aufmerksamkeit dient dazu, unter den zahlreichen Reizen, die auf jeden einzelnen einströmen, jene auszuwählen, welche relevant sind und somit weiterverarbeitet werden sollen um das kognitive System nicht zu überlasten (Schmidt-Atzert et al., 2008). Dieser Filtermechanismus wird im Laufe der frühen Entwicklung effizienter, wenn Kinder einen größeren Anteil ihrer Aufmerksamkeitskapazität nutzen, um relevante Aufgaben oder Stimuli zu fokussieren (Lane & Pearson, 1982). Die Aufmerksamkeit stellt außerdem für die kognitiven Fähigkeiten (Aufnehmen und Behalten von Informationen) einen wichtigen Regulator dar, fungiert also somit als Filter von Reizen. Für das Lernen ist dieser Regulator sehr bedeutsam, da bewusste Informationen zugänglicher sind als unbewusste Informationen, was jedoch eine gewisse Aufmerksamkeit erfordert (Dennis et al., 1998).

---

Um die Aufmerksamkeit von der Konzentration abgrenzen zu können wird von Schmidt-Atzert, Büttner und Bühner (2004) vorgeschlagen, die Aufmerksamkeit auf die Wahrnehmung zu begrenzen, wobei sie jedoch anführen, dass es einen Überschneidungsbereich der beiden Komponenten Aufmerksamkeit und Konzentration gibt. Auch Westhoff und Hagemeister (2005) ordnen die Aufmerksamkeit der Wahrnehmung zu.

Die Grundlage für die Entwicklung anderer kognitiver Fähigkeiten bilden die Aufmerksamkeitsfunktionen (Anderson & Pentland, 1998; Sanders, Stevens, Coch, & Neville, 2006) und können als Basisleistung für sowohl intellektuelle als auch praktische Tätigkeiten angesehen werden (Sturm, 2005). Posner und Rothbart (2007) beschreiben die Aufmerksamkeit als die wichtigste kognitive Fähigkeit für ein adaptives Verhalten in der Kindheit und für die Bewältigung der täglichen Anforderungen sowohl in der Schule als auch in sozialen Interaktionen.

Für den Erwerb von Wissen stellen sowohl das Gedächtnis als auch die Aufmerksamkeit die zentralen Prozesse dar. Im Prozess der Aufnahme von Informationen ist es wichtig wach und aufmerksam zu sein, um zwischen den dargebotenen Informationen diejenigen auswählen zu können, die bedeutsam für das weitere Handeln sind (Dennis et al., 1998).

Außerdem dient die Aufmerksamkeit als Ausgangspunkt von Mechanismen, die dem Bewusstsein unterliegen und unsere Gedanken und Gefühle in einer freiwilligen Art und Weise regulieren (Posner & Rothbart, 2007).

### **3 ALLGEMEINE PRINZIPIEN DER AUFMERKSAMKEITSENTWICKLUNG**

Neben der kognitiven Entwicklung spielen auch andere Bereiche wie die Familienstruktur, die Erziehung, das Temperament, bestimmte Lebensereignisse aber auch die Bindung eine wesentliche Rolle in der Entwicklung der Aufmerksamkeit. Im Folgenden wird jedoch nur auf die kognitive Entwicklung im Zusammenhang mit der Aufmerksamkeit eingegangen.

Die Entwicklung der Aufmerksamkeit ist ein mehrstufiger Prozess in welchem sich die verschiedenen Komponenten zu unterschiedlichen Zeiten entwickeln, beginnend im Säuglingsalter bis hin zur Fortsetzung in der Adoleszenz (Welsh & Pennington, 1988). Dabei verhält sich die Entwicklung der Aufmerksamkeit umgekehrt U-förmig

---

(vgl. Oakes & Tellinghuisen, 1994) und unterstützt die Grundlagen für den Entwicklungsgewinn in allen anderen exekutiven Funktionskomponenten während dem Vorschulalter (Garon, Bryson, & Smith, 2008). Die verschiedenen Aufmerksamkeitsfunktionen beziehen spezifische anatomische Bereiche des Gehirns mit ein (Posner & Rothbart, 2007).

In der normalen Entwicklung tritt die Formung der Funktionen während der fortschreitenden Myelinisierung auf und ist von einer kortikalen Verdünnung begleitet (Mahone & Schneider, 2012). Die Myelinisierung beginnt kurz vor der Geburt und vollzieht sich bis ins zweite Lebensjahr. Die rechte Hirnhälfte ist im Gegensatz zur linken bei der Geburt meist etwas weiter entwickelt, jedoch ist der Hirnstamm bereits vollständig verschaltet. Zwischen Geburt und Adoleszenz kommt es zu einer 16-fachen Zunahme der neuralen Geschwindigkeit. Die Verbindungen zwischen beiden Hirnhälften nehmen sprunghaft zwischen dem ersten und zweiten Lebensjahr zu und ermöglichen den Informationsaustausch zwischen beiden Hemisphären. Durch das Umfeld erfolgt eine rasante Zunahme der Synapsen in den ersten drei Jahren. Mit unterschiedlicher Intensität und Geschwindigkeit findet eine Überproduktion an Synapsen statt. Die höchste Dichte an Synapsen wird im Hinterhauptlappen (verantwortlich für visuelle Wahrnehmung) in den ersten Lebenswochen erreicht. Weitestgehend erfolgt eine Überproduktion an Synapsen im Stirnlappen, welcher unter anderem für die Aufmerksamkeit verantwortlich ist, erst zwischen dem dritten und sechsten Lebensjahr. Dreijährige Kinder zeigen im Gegensatz zu Erwachsenen eine doppelt so hohe Hirnaktivität (Textor, 2010).

Eine schnelle Veränderung der neuralen Aktivität in den lokalen Hirnarealen wird durch die Aufmerksamkeit erreicht (Harman, Rothbart, & Posner, 1997).

Aufmerksamkeitsfunktionen, welche dem posterioren und parietalen Arealen des Gehirns zugeordnet sind, wie die Aktivität und die visuell-räumliche Orientierung, zeigen eine frühere Entwicklung als andere exekutive Funktionen, welche mit der langsameren Reifung des anterioren Bereichs im frontalen und präfrontalen Cortex verbunden sind (vgl. Casey, Tottenham, Liston, & Durston, 2005; Fan et al., 2002). Dies deutet auf einen Einfluss des Alters in verschiedenen Wegen der Aufmerksamkeit im Laufe der Entwicklung hin (Sobeh & Spijkers, 2011), was anhand der einzelnen Komponenten im nächsten Abschnitt deutlich wird.

Innerhalb des Aufmerksamkeitssystems gibt es zwei konkurrierende Prozesse. Zum einen den Bottom-up Prozess, welcher eine automatische Orientierung bzw.

---

Aufmerksamkeit hin zu sensorischen Ereignissen in der Umwelt beschreibt und abhängig vom posterior parietalen Kortex ist. Zum anderen wird die Top-down Kontrolle beschrieben, wodurch eine bewusste Kontrolle der Aufmerksamkeit resultiert. Dieser Prozess ist vom präfrontalen Kortex und seinen Verbindungen abhängig (Mahone & Schneider, 2012). Anhand des Top-down Prozesses können Informationen aus der Umwelt selektiert und kontrolliert weiter verarbeitet werden, während Informationen, welche nicht aus den verschiedenen Umgebungsfaktoren selektiert wurden keine Weiterverarbeitung erfahren (Broadbent, 1958).

Belege zeigen eine Reifung des präfrontalen Kortex mit seinen Verbindungen während dem Säuglingsalter, womit die Grundlage für die Entstehung höherer kognitiver Prozesse sowie der Top-down Kontrolle der Aufmerksamkeit entsteht (Columbo & Cheatham, 2006). Die Aufmerksamkeit scheint zudem schon von Geburt an auf die unterschiedlichen Sinnesmodalitäten verteilt zu sein (Krist & Schwarzer, 2007).

Bei Säuglingen und Kleinkindern stellt die Aufmerksamkeit die Fähigkeit dar, sich hinsichtlich Ereignissen, Objekten, Aufgaben oder Problemen zu orientieren, den Fokus zu verlagern und aufrecht zu erhalten, welche in der sie umgebenen Umwelt auftreten. Diese Fähigkeiten sind abhängig von der Funktion der Aufmerksamkeitsnetzwerke im Gehirn (Posner, & Peterson, 1990).

Sowohl die beiden Prozesse Bottom-up und Top-down als auch die eben beschriebenen Fähigkeiten verdeutlichen das enge Zusammenspiel der einzelnen Komponenten (Aktivierung, Orientierung, selektive Aufmerksamkeit) welche im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

Die Kontrolle von Distress stellt in den ersten Monaten eine Hauptaufgabe im Säuglings- und Kleinkindalter für den Betreuer/die Betreuerin aber auch für das Kind dar, wobei die Aufmerksamkeit eine wichtige Rolle in dieser Regulation spielt (Harman et al., 1997). Die Bezugsperson versucht das Kind in Aktivitäten zu involvieren welche die Aufmerksamkeit betreffen um somit den Distress zu reduzieren (Posner & Rothbart, 2000).

Säuglinge (von der Geburt bis zum ersten Lebensmonat) können die Umwelt noch nicht zielgerichtet explorieren. Sie nutzen die eigene motorische Aktivität wodurch sie zufällig neue Erfahrungen machen und über ihre Handlungen eine spontane Kontrolle gewinnen. Dies beschreibt Piaget als Zirkulärreaktion. Aus denen sich immer wiederholenden Bewegungen werden Gewohnheiten und die Fähigkeit auf

---

Anforderungen in der Umwelt zu reagieren beginnt sich langsam auszubilden. Zwischen dem ersten und vierten Monat beginnt sich die Objektkonstanz zu entwickeln (Berk, 2005).

Die visuelle Aufmerksamkeit verändert sich innerhalb des ersten Lebensjahres signifikant (Perra & Gattis, 2012) und geht mit einer erhöhten Alertness und demzufolge mit einer besseren Aufmerksamkeitsbindung einher (vgl. Colombo, 2001; Ruff & Rothbart, 1996). Durch die Bindung der Aufmerksamkeit ist es möglich Informationen aus der Umwelt aufzunehmen. Zudem unterstützt diese den Säugling darin den visuellen und mentalen (gedanklichen) Foki anderer zu folgen (Joint Attention) (vgl. Bakeman & Adamson, 1984; Richards, 1998; Ruff & Rothbart, 2001). Die gemeinsame Aufmerksamkeit (Joint Attention) stellt einen Meilenstein in der sozial kognitiven Entwicklung dar (Tomasello, 1999) und erlaubt es den Neugeborenen an sozialen Interaktionen teilzuhaben (Gredebäck, Fikke, & Melinder, 2010). Bereits drei Monate junge Säuglinge können der Blickrichtung eines Erwachsenen folgen (D'Entremont, 2000). Dies verbessert sich mit zunehmendem Alter und kann bei allen Kindern im Alter von 14 Monaten beobachtet werden (Scaife & Brunner, 1975). Selbst wenn die Blickrichtung auf einem Computerbildschirm demonstriert wird, sind Säuglinge mit fünf bzw. sechs Monaten fähig dieser zu folgen (Theuring, Gredebäck, & Hauf, 2007). Das sozial-kognitive System (Bräuer, Call, & Tomasello, 2005) setzt voraus, dass Säuglinge in der Lage sind zu verstehen, dass sich die Blickrichtung anderer verschiebt um etwas Interessantes oder Ungewöhnliches zu beobachten.

Jedoch gelingt es den Kindern zwischen drei und vier Monaten noch nicht ihren Blick von einem Objekt zu lösen. Diese Schwierigkeit entsteht durch die eben erst begonnene Entwicklung der Verbindung zwischen Basalganglien und superior Colliculus, während die Parietallappen bereits ausreifen (Hood, Atkinson, & Braddick, 1998). Das Lösen von einem Objekt kommt erst mit der willentlich gesteuerten visuellen Aufmerksamkeit zu Stande, welche an Hirnprozesse, die den Thalamus, die frontalen Augenfelder und das anteriore Cingulum einbeziehen, gekoppelt sind (Pauen & Vonderlin, 2009). Die Erfassung eines komplexen visuellen Reizes und die Erkenntnis dass dieser sich von einem anderen unterscheidet gelingt Säuglingen dann im Alter von vier bzw. fünf Monaten und dauert maximal zehn Sekunden (Slater, Brown, Mattock, & Bornstein, 1996). Die Aufmerksamkeit wird zudem zwischen dem vierten und sechsten Monat zunehmend flexibler (Hood et al., 1998).

---

Die Kinder beginnen mit etwa vier bis acht Monaten aufrecht zu sitzen, zu greifen und Gegenstände in ihrer Umgebung zu manipulieren. Die Aufmerksamkeit kann, durch diese motorischen Fähigkeiten, nach außen auf die Umwelt gerichtet werden (Berk, 2005).

Im Alter von sechs Monaten zeigen Kleinkinder in einer Studie von Collie und Hayne (1999) bereits eine mentale Repräsentation, die es erlaubt Informationen aus der Umwelt und den eigenen Handlungen im Inneren darzustellen. So waren diese Kleinkinder in der Lage eine bestimmte Aktion, welche ihnen von Erwachsenen vorgezeigt wurde auch noch einen Tag später nachzuahmen (Collie & Hayne, 1999). Erfahrungen können durch die mentale Repräsentation im Bewusstsein repräsentiert werden und ermöglichen so eine aufgeschobene Nachahmung von Handlungen. Mit zunehmendem Alter gelingt es den Kleinkindern (12 – 18 Monate) auch nach monatelanger Verzögerung die Handlungen nachzuahmen (Berk, 2005).

Ein weiterer wichtiger Übergang tritt ungefähr mit zwölf Monaten auf, bei dem sich die Kinder bereitwilliger an neuartige Gegenstände gewöhnen. Wurde die Aufmerksamkeit der Kinder noch von der Neuartigkeit der Objekte gesteuert rückt diese zunehmend mehr in den Hintergrund und beeinflusst die Aufmerksamkeit weniger (Ruff & Capozzoli, 2003). Auch sind Kinder in diesem Alter fähig sich auf zielgerichtetes Verhalten einzulassen und komplexere Handlungen auszuführen (Berk, 2005). Ruff und Rothbart (1996) nehmen an, das es zwei Aufmerksamkeitssysteme gibt. Ein frühes System bei welchem die Aufmerksamkeit vor allem von der Neuartigkeit des Objektes und der Ereignisse beeinflusst wird und ein Späteres in welchem selbstgenerierte und zielorientierte Pläne und Aufgaben einen Hauptanreiz für die Daueraufmerksamkeit und fokussierte Aufmerksamkeit darstellen. Das erste System sollte sich ungefähr ab dem zwölften Monat an vermindern, hingegen kommt es zu einer Entwicklung des zweiten Systems mit der Zunahme der kognitiven Reifung und der verbesserten Selbstregulationsfähigkeit (Ruff & Rothbart, 1996). Die Selbstregulation beinhaltet komplexe Fragen über die Natur der Volition und ihrer Beziehung zur genetischen Ausstattung und zu sozialen Erfahrungen (Posner & Rothbart, 2000).

Im Säuglingsalter wird eine wichtige Voraussetzung für die spätere Selbstregulation erworben, indem das Kind erfährt, das es in seiner Umwelt anhand seines Verhaltens und seiner Reaktionen etwas erreichen kann. Daher sind die Reaktionen der Bezugsperson von großer Bedeutung (Papousek, 2001).

---

Einige neuropsychologische Modelle zur Aufmerksamkeitsentwicklung kommen darin überein, dass die Entwicklung der Aufmerksamkeit von einer Veränderung subkortikaler Verarbeitung hin in Richtung erhöhter kortikaler Kontrolle der Aufmerksamkeit begleitet wird (vgl. Colombo, 2001; Johnson, 2005; Posner & Petersen, 1990). Im Alter von 26 Monaten (2;2 Jahre) kommt es dann zu einem Wechsel in der Steuerung der Aufmerksamkeit, welche nun kognitiv und nicht mehr durch vorhandene Stimulusfaktoren erfolgt (Ruff & Rothbart, 1996).

Die Wahrnehmung und Aufmerksamkeit sind zu Beginn der Entwicklung noch eng aneinander gekoppelt. Dies ändert sich erst im Laufe der Entwicklung bis die selektive Ausrichtung und die Erhaltung der Aufmerksamkeit unter die interne Kontrolle gerät (Krist & Schwarzer, 2007). Die Vorschulzeit ist von solch einem Übergang gekennzeichnet. Die aufmerksame Beschäftigung wird bei Kindern im Vorschulalter immer mehr endogen und weniger exogen gesteuert (vgl. Goldberg, Maurer, & Lewis, 2001; Ruff & Capozzoli, 2003). Das Kind übernimmt zunehmend gleichwertige Regulationsanteile um sich folglich unter der Anleitung von Bezugspersonen zu steuern. Normalerweise ist die Fähigkeit sich selbst zu regulieren und sich unter eigener Anleitung selbst zu steuern bis zum Schulalter erreicht (Pauen & Vonderlin, 2009).

Essentielle Entwicklungsveränderungen, welche ungefähr in den Altersbereichen der Zwei- bis Sechs-, Zehn- bis Zwölf- und Vierzehn- bis Sechzehnjährigen auftreten, werden von Epstein (1986) berichtet. Während dieser kritischen Perioden kommt es zu rapiden Veränderungen sowohl im Verhalten als auch in den neuronalen Strukturen (Sobeh & Spijkers, 2011). Diesbezüglich wird die Verbindung zwischen der Variabilität in der Entwicklung der Aufmerksamkeitsfunktionen (wie auch anderer kognitiver Fähigkeiten) und der neuralen Entwicklung (Myelinisierung und Dendritenausbildung) verdeutlicht (Casey et al., 2005). Insgesamt tritt die funktionelle Entwicklung der Aufmerksamkeit bei Vorschulkindern über einen Prozess der aktiven neuralen Entwicklung, Großteils genetisch vorbestimmt, aber auch durch einen dynamischen Prozess der Formung und Fähigkeiten die durch Erfahrung und potentiell ändernde genetische Expressionen zu Stande kommen, auf (Blair & Raver, 2012). Ruff und Rothbart (1996) weisen darauf hin, dass die Aufmerksamkeit mehr von kognitiven Faktoren wie dem Planen und Artikulieren des Zieles und der Unterstützung durch die Selbstregulationsprozesse, d.h. beispielsweise das Adaptieren der Aktionen zu einem Ziel und die Hemmungskontrolle, beherrscht wird.

---

Diese Veränderungen in der Aufmerksamkeit stimmen mit der Entwicklung des präfrontalen Kortex überein (Diamond, Kirkham, & Amso, 2002).

Földényi, Tagwerker-Neuenschwander, Giovanoli, Schallberger und Steinhausen (1999) geben an dass sich wohl die meisten Aufmerksamkeitsfunktionen bei Kindern im Alter zwischen 6 und 10 Jahren entwickeln und verbessern. Dies konnten bereits auch Kunert, Derichs und Irle (1996) feststellen.

Zusätzlich müssen auch die Selbstwirksamkeitserfahrung und die damit verbundenen Motivationsprozesse beachtet werden, die bei der Ausdauer und Regulation der Aufmerksamkeit eine Rolle spielen (Watson, 1972). Belohnungserwartungen, Bedürfnisse nach sozialer Akzeptanz, Kompetenz- und Erfolgsbedürfnisse und Bedürfnisse der Selbstwirksamkeit im Hinblick auf eigene Zielvorstellungen und deren Realisierung stellen innere Motivationssysteme dar, welche mit dem präfrontalen Bereich vernetzt und für die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit verantwortlich sind (Papousek, 2012).

Diese Theorie wird insbesondere durch Untersuchungen von Aufmerksamkeitsstörungen gestützt. So lassen Ergebnisse von ERP (Event Related Potentials) Studien vermuten, dass Aufmerksamkeitsstörungen bei Kindern, entweder an der Aufmerksamkeit für aufgabenirrelevante Stimuli an sich oder an der langsamen kognitiven Verarbeitung liegen. Diese Befunde unterstützen teilweise die Sicht, dass Aufmerksamkeitsstörungen, vor allem bei Patienten mit einem Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom, auffällige Defizite in energetischen Prozessen widerspiegeln (Informationseinbettung, Organisation) (Sergeant & van der Meere, 1990). Weitere Erklärungen für Störungen in der Aufmerksamkeit könnten die mangelnden Fähigkeiten des Kindes sein sich von einem spezifischen Aspekt zu lösen oder nicht fähig ist genügend Aufmerksamkeit aufbringen zu können (Pauen & Vonderlin, 2009).

### 3.1 WEITERE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE AUFMERKSAMKEIT

Im Folgenden wird ein weiterer wichtiger Faktor beschrieben, der für die Aufmerksamkeit eine Rolle spielt, aber keine Komponente der Aufmerksamkeit an sich darstellt. Einzelne Bereiche der exekutiven Funktionen zeigen einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit und sollen im Folgenden Beachtung finden.

---

Exekutive Funktionen stellen die Fähigkeit motorische, emotionale und sensorische Prozesse dar um übergeordnete Ziele zu koordinieren. Dabei werden unerwünschte Motivationstendenzen oder Reaktionen unterdrückt (Goschke & Dreisbach, 2008). Zu den exekutiven Funktionen gehören das Arbeitsgedächtnis, die Inhibition und die kognitive Flexibilität (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006). Diese Funktionen werden den höheren kognitiven Fähigkeiten zugeordnet (Kubesch, 2007) und stellen zentrale Kontrollfunktionen, anhand dessen das Verhalten gesteuert werden kann, dar (Röthlisberger, Neuenschwander, Michel, & Roebbers, 2010). Vor allem in Situationen, in denen Entscheidungen getroffen werden müssen, welche zu nicht routinierten Situationen gehören, sind diese Kontrollfunktionen wichtig (Shallice & Burgess, 1998).

Laut Papousek (2012) kommt es bei Kindern ab Mitte des zweiten Halbjahres (im ersten Lebensjahr) zur Entwicklung der präfrontalen inhibitorischen Kontrollfunktionen. Diese entwickeln sich gleichzeitig mit den Fähigkeiten zur Handlungsplanung, zur Ausführung sequentieller Handlungen und zum zielorientierten intentionalen Handeln. In der Übergangsperiode zwischen dem neunten und 18 Monat kommt es zu einer erhöhten Kontrolle der Aufmerksamkeit durch die exekutiven Funktionen (Hrabok et al., 2007), wobei die exekutiven Funktionen eng mit der Schulbereitschaft verbunden sind (vgl. Blair & Razza, 2007; McClelland et al., 2007). Besonders die kognitive Flexibilität befähigt die Kinder ihre Perspektive, Gedankenmuster oder den Fokus der Aufmerksamkeit zu wechseln (Diamond, 2006). Bereits Kinder im Alter von sechs Jahren sind dazu in der Lage sowohl strategisches Verhalten als auch Planen zu zeigen (Welsh et al., 1991). Die Messung der exekutiven Funktionen wird primär durch die Hemmung erfasst (Bush et al., 2000), wobei der Erfolg in den exekutiven Funktionen ein Zusammenspiel von Arbeitsgedächtnis und Hemmung erfordert (Roberts & Pennington, 1996). Das Arbeitsgedächtnis kann konzeptuell als höhere Form der Aufmerksamkeit angesehen werden (Engle, 2002). Daher kann angenommen werden, dass das Arbeitsgedächtnis einen Teil des exekutiven Aufmerksamkeitsnetzwerkes darstellt (Hrabok et al., 2007). Das exekutive Aufmerksamkeitsnetzwerk ist zudem mit der Ziel- und Fehlererkennung, mit hemmendem und zielgerichtetem Verhalten sowie mit der Konfliktlösung verbunden (Bush et al., 2000). Das Netzwerk steht übergreifend auch mit anderen Hirnbereichen in Verbindung, welche die allgemeine Intelligenz

---

betreffen. Dies zeigt sich beispielsweise beim Lösen von Konflikten (Duncan et al., 2000).

Studien weisen darauf hin, dass der Entwicklungsbeginn der exekutiven Aufmerksamkeitsfunktionen zu unterschiedlichen Abschnitten stattfindet, beginnend im Kleinkindalter bis hin zur Adoleszenz (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, & Catroppa, 2001a). Dabei wird der Altersbereich des Kleinkindes im Bereich zwischen dem ersten und dritten Lebensjahr eingeordnet und die Adoleszenz, welche sich an die späte Kindheit anschließt, ab dem vollendeten 14. Lebensjahr (manchmal auch schon ab dem zwölften Lebensjahr) und bis ins Erwachsenenalter hinein reicht (Macha, 2012).

Das Netzwerk der exekutiven Aufmerksamkeit befindet sich im präfrontalen Kortex und im anterior cingulären Kortex (Posner & Rothbart, 2007) sowie im motorischen Bereich und in Teilen der Basalganglien (Berger et al., 2000). Der anterior cinguläre Kortex spielt vor allem bei Kontrollfunktionen und der Verarbeitung von Informationen innerhalb einzelner Aufmerksamkeitsstrukturen eine wesentliche Rolle (Gwiggner, 2004) und reguliert durch seine Aktivität andere Hirnareale, unter anderem den sensorischen Bereich (Posner & Rothbart, 2007). Jedoch werden die exekutiven Funktionen weder funktionell noch strukturell zu einer Einheit gezählt (Kubesch, 2007).

Die langsame Entwicklung der exekutiven Funktionen der Aufmerksamkeit steht im Zusammenhang mit der langsamen Reifung des präfrontalen Cortex (Diamond et al., 2002). Van de Weijer-Bergsma et al. (2008) beschreiben die Entwicklung des exekutiven Kontrollsystems mit Beginn des Krabbelalters bei Säuglingen, bei welchem Areale des frontalen Kortex, speziell des präfrontalen Kortex involviert sind. In dieser Zeit ist die Aufmerksamkeit mit mehr geplanten, selbstregulierten Aktivitäten verbunden (van de Weijer-Bergsma et al., 2008).

Das exekutive Netzwerk ist ebenso in der Selbstregulation von positiven und negativen Affekten sowie in einer umfassenden Varietät von kognitiven Aufgaben die der Intelligenz unterliegen, involviert (Duncan et al., 2000). Die Selbstregulation exekutiver Aufmerksamkeit entwickelt sich relativ spät bei Kindern und setzt sich im frühen Schulalter fort (Posner & Rothbart, 2000).

Individuelle Unterschiede in der exekutiven Aufmerksamkeit und das immer freiwilligere Aufmerksamkeitssystem haben, wie bereits erwähnt, einen bedeutenden Einfluss in der frühen Entwicklung der Verhaltens- und emotionalen Kontrolle

---

(Rothbart & Bates, 1998).

#### **4 KOMPONENTEN DER AUFMERKSAMKEIT IM VORSCHULALTER UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENTWICKLUNG**

In einem ersten Schritt wurden die einzelnen Aufmerksamkeitskomponenten, welche in der Literatur beschrieben werden, zeitlich in einem Zeitstrahl eingeordnet um die Entwicklung der Aufmerksamkeit im Kindes- bzw. auch im Jugendalter übersichtlich darzustellen (siehe Abbildung 1).

Anschließend wurde der aktuellen Literatur zufolge der Versuch unternommen im Detail die einzelnen Komponenten der Aufmerksamkeit zu erfassen und deren Entwicklung im Vorschulalter darzustellen. Damit soll die Vielfältigkeit und Komplexität der Aufmerksamkeit im Vorschulalter aufgezeigt werden. Konkret wird in dieser Arbeit der Altersbereich ab dem vierten Lebensjahr (3. Geburtstag) bis hin zur Einschulung mit sechs bzw. sieben Jahren beschrieben (Macha, 2012). Anhand dessen, dass die verschiedenen Aufmerksamkeitsfunktionen spezifische anatomische Bereiche des Gehirns mit einbeziehen (Posner & Rothbart, 2007), wurde zusätzlich der Zusammenhang der einzelnen anatomischen Bereiche gemeinsam mit der Aufmerksamkeit bei einigen Komponenten dargestellt. Zum einen verdeutlicht dies bei einigen Komponenten die zeitliche Entwicklung, zum anderen wird somit das Ausmaß der im Gehirn gemeinsam arbeitenden Bereiche deutlich. Außerdem wird dadurch ersichtlich, wie weitgreifend sich Störungen auswirken können.



---

## 4.1 INTENSITÄT

Die Intensität als Teil der Aufmerksamkeit kann als eine Basisfunktion betrachtet werden. Um verschiedene Tätigkeiten zu ermöglichen und ausführen zu können, gilt insbesondere die Ausdauer gemeinsam mit der Reaktionsbereitschaft bzw. Wachheit als wesentliche Voraussetzung (Weiler, 2013).

### 4.1.1 Alertness

Die Alertness stellt laut Falkensteiner, Heger-Binder, Kartusch, Marold und Swoboda (2006) den Modulator des Aufmerksamkeitssystems dar. Sie dient der Bereitstellung von Ressourcen für die weiteren Komponenten der Aufmerksamkeit und hat daher die Aufgabe der Aufmerksamkeitsaktivierung (Falkensteiner et al., 2006). Laut Sturm (2003) ist sie der grundlegende Intensitätsaspekt der Aufmerksamkeit und wird als Voraussetzung für weitere komplexe Intensitäts- und Selektivitätsaspekte der Aufmerksamkeit betrachtet. Einerseits umfasst die Alertness einen Status der allgemeinen Wachheit (tonische Alertness) mit einer charakteristischen tagesrhythmischen Variation und andererseits umfasst sie die Erhöhung der Reaktionsbereitschaft für eine kurze Zeitspanne für nachfolgende externe Reize oder Stimuli (phasische Alertness) (Sturm, 2003). Die kognitive Kontrolle der Alertness durch einen Top-down Prozess, der es ermöglicht, dass das Level der Alertness moduliert werden kann, definieren Sturm und Kollegen (1999) als selbstgenerierte Warnung unter dem Begriff der intrinsischen Alertness im Gegensatz zur phasischen Alertness, welche unter extrinsischer Kontrolle steht. Typische Aufgaben für die *tonische (intrinsische) Alertness* im Sinne eines allgemeinen Levels der Reaktionsbereitschaft umfassen simple Reaktionsaufgaben (RT). Die *Phasische Alertness* wird benötigt, wenn ein Warnstimulus in derselben oder in verschiedenen sensorischen Modalitäten dem Zielstimulus voran geht (Sturm, 2003). Posner und Peterson (1990) sehen eine enge Beziehung zwischen den zwei, auf der rechten Hemisphäre, dominanten Aufmerksamkeitsfunktionen der Warnung und der Orientierung.

Die Alertness als Komponente der Intensität stellt, wie auch in dem Modell von Weiler (Weiler & Leiss, 2013), die Basisfunktion für die Funktionsleistung der Orientierung dar, aber auch der exekutiven Aufmerksamkeit (Sturm & Willmes, 2001). Auch Posner und Peterson (1990) postulieren in ihrem Modell die Alertness als Komponente der Aktivierung für die Aufmerksamkeit. Das aufsteigende

---

Reticuläre Aktivierungs-System (ARAS) wird durch sensorische Afferenzen mobilisiert und aktiviert somit den Kortex und folglich entsteht aus diesem Tonus Aufmerksamkeit (Winter & Arasin, 2013). Bereits Stuss und Benson (1984) nannten das retikuläre System des Hirnstammes die noradrenerge Quelle der Aufmerksamkeit.

Einige Studien zeigen eine frühere Entwicklung der Aufmerksamkeitsfunktionen, die dem posterioren und parietalen Arealen des Gehirns zugeordnet sind (z.B. Aktivität). Die Entwicklung anderer exekutiver Funktionen findet, wie bereits erwähnt, aufgrund der langsameren Reifung des anterioren Bereiches im frontalen und präfrontalen Cortex später statt (Casey et al., 2005; Fan et al., 2002).

Anhand von funktional bildgebenden Studien konnte gezeigt werden, dass die Alertness, als ein Aspekt der Intensität der Aufmerksamkeit, scheinbar das rechtshemisphärische Netzwerk aktiviert (Sturm & Willmes, 2001). Dieses Wissen über die Entwicklung des Netzwerkes während des Säuglingsalters und der frühen Kindheit kommt hauptsächlich von Verhaltensbeobachtungen während dem freien Spielen, Video schauen oder mehr oder weniger strukturierten Aufgaben (van de Weijer-Bergsma, Wijnroks, & Jongmans, 2008).

Das Alerting Netzwerk scheint direkt oder indirekt über den Hirnstamm, das posteriore (hintere) Aufmerksamkeitssystem im parietalen Cortex, welcher in der räumlichen Orientierung der Aufmerksamkeit involviert ist, mit zu aktivieren (Fernandez-Duque & Posner, 1997; Posner & Peterson, 1990).

Wirksame Regulationshilfen zum Aktivieren und Aufrechterhalten der Aufmerksamkeit werden durch die bereits reifenden Hirnfunktionen ab der vierten Schwangerschaftswoche bereitgestellt. Durch basale Regulation von Beruhigung und Erregung und die Organisation der Verhaltenszustände wird die Aufmerksamkeit in den ersten Lebenswochen gesteuert. Weiter nehmen die aktiv aufmerksamen Wachzustände und die Stabilität dieser im dritten Monat zu. Das hintere Orientierungs-/Explorationssystem tritt dann in Funktion, wenn es zur Ausreifung der peripheren Sinnessysteme kommt (Papousek, 2012).

Ruff und Rothbart (1996) zeigten eine Verringerung von Fehlern und Auslassungen sowie eine Verringerung der Reaktionszeiten bei Reaktionsaufgaben bei Kindern im Alter von dreieinhalb und viereinhalb Jahren und zusätzlich einen Rückgang des Wegschauens während der Aufgabe, welche unterschiedliche Grade der Aufmerksamkeit erfordert. Földényi und Kollegen (1999) liefern Ergebnisse zur

---

Alertness, welche sich im Alter von sechs bis zehn Jahren verbessert, was anhand der Reduktion der Reaktionszeiten und der Variabilität in der Leistung erkennbar ist. Auch Sobeh und Spijkers (2011) postulieren, dass sich alle Komponenten des Aktivitätssystems – Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz – mit zunehmendem Alter der Kinder verbessern, was in verbesserten Leistungen wie schnellere Reaktionszeiten, geringere Variabilität und weniger Anteile an Auslassungen (Omission) und Fehlern auszumachen ist.

Die Stabilität in der Leistung nimmt dann zwischen dem 13. und 15. Lebensjahr weiter zu (Zimmermann & Fimm, 2002). Wobei der Frontalcortex in der Kontrolle der Leistungsvariabilität eine wichtige Rolle spielt (Stuss, Murphy, Binns, & Alexander, 2003).

Ergebnisse der Studie von Sobeh und Spijkers (2011) zeigten, dass syrische Kinder bereits unter sechs Jahren in der Lage dazu sind die Aufgabe zur Alertness (sowie die Subtests Go/No-Go und Vigilanz) in der KiTAP erfolgreich auszuführen, wohingegen Kinder über sechs Jahre alle Subtests der Aufmerksamkeitsbatterie bearbeiten konnten. Bei dieser Aufgabe zeigten Jungen geringere Reaktionszeiten als Mädchen (Sobeh & Spijkers, 2011).

#### *4.1.2 Daueraufmerksamkeit und Vigilanz*

Die Daueraufmerksamkeit beschreibt die Fähigkeit einen wachen Zustand mit einem geringen Energieaufwand über einen längeren Zeitraum herstellen und aufrechterhalten zu können (vgl. Conners, 1985; Sturm, 2003, 2005).

Eine anhaltende Aufmerksamkeit entwickelt sich bereits zwischen dem dritten und 18. Monat und wird zunächst auf statische Objekte angewandt, was anhand der visuellen Fixierung bei Neugeborenen beobachtet werden kann (Krist & Schwarzer, 2007). Mit bereits 18 Monaten ist die anhaltende Aufmerksamkeit voll entwickelt und wird während der Entwicklung immer mehr an exekutive Funktionen gekoppelt (Es kommt im Alter von ungefähr 12 Monaten zu einer Verbesserung der aufrechterhaltenden Aufmerksamkeit, vor allem beim Spielen mit Spielzeug (Ruff & Rothbart, 1996). Dieser Übergang ist davon gekennzeichnet, dass Kinder sich bereitwilliger an neuartige Objekte und Ereignisse gewöhnen. Die Neuartigkeit wird somit ein weniger wirksamer Bestimmungsfaktor der Aufmerksamkeit (Ruff & Capozzoli, 2003). Bei ein- bis viereinhalbjährigen Kindern kam es während dem freien Spiel zu einer Verbesserung der Daueraufmerksamkeit (Ruff & Lawson, 1990).

---

Zudem konnten Ruff und Capozzoli (2003) bei Kindern zwischen 2;2 und 3;5 Jahren während dem Spielen eine Abnahme der Dauer der beiläufigen Aufmerksamkeit feststellen. Eine andere Studie (Betts, McKay, Maruff, & Anderson, 2006) belegt, dass sich die Daueraufmerksamkeit zwischen dem fünften und zwölften Lebensjahr deutlich verbessert, was sich in der Geschwindigkeit, der Genauigkeit und der Variabilität zeigt. Mit Zunahme des Alters zeigen sich große und signifikante Gewinne in der beständigen Aufmerksamkeit (Ruff & Capozzoli, 2003). Aber auch mit zunehmender Komplexität der Aktivitäten und Pläne kommt es zu einer Erweiterung der Aufmerksamkeitspanne (vgl. Ruff & Lawson, 1990; Ruff & Rothbart, 1996). Ruff und Rothbart (1996) kommen zu der Annahme, dass die Daueraufmerksamkeit begleitet ist von 1. einer Verengung oder Einschränkung der Selektivität auf wenige Elemente und 2. von einem Anstieg im Grad der Bemühung oder Energie, welche auf das Aufgabenziel gerichtet ist.

Die Fähigkeit voraus zu planen und sich mit komplexen Aktivitäten zu beschäftigen, entwickelt sich im Vorschulalter weiter und unterstützt die Daueraufmerksamkeit, sofern externale Anforderungen an die Kinder gestellt werden (van de Weijer-Bergsma et al., 2008). In Studien wurde die Vorhersagekraft von früher Aufmerksamkeit auf die Entwicklung untersucht, wobei individuelle Unterschiede in der Daueraufmerksamkeit (neben der Orientierung) tatsächlich wichtige Prädiktoren für die spätere Aufmerksamkeit sowie für kognitive- und Verhaltensfunktionen darstellen (vgl. Cohen & Parmelee, 1983; Lawson & Ruff, 2004).

Die Vigilanz wird ebenfalls als Fähigkeit definiert ein bestimmtes Erregungslevel und ein bestimmtes Level an Wachheit über eine andauernde Zeitperiode aufrecht zu erhalten. Der Unterschied zur Daueraufmerksamkeit liegt in der Frequenz, mit welcher der Zielstimulus präsentiert wird, auf den reagiert werden soll. Unter vigilanten Konditionen treten kritische Stimuli in einer geringeren Frequenz auf (oft einmal pro Minute) wodurch eine sehr monotone Situation entsteht, welche hohe Anforderungen an die willentliche Regulation der verschiedenen Aufmerksamkeitslevel darstellt (Sturm, 2003).

Sobeh und Spijkers (2011) konnten in ihrer Studie mit syrischen Kindern zeigen, dass Kinder unter sechs Jahren bereits fähig waren Aufgaben zur Vigilanz erfolgreich zu bearbeiten. Anders als die Verbesserung der Orientierung während der ersten vier Lebensjahre, verbessert sich die Vigilanz nicht in dieser Zeit, ist jedoch bereits

---

funktionstüchtig bei vierjährigen Kindern. Dies legt nahe, dass die Vigilanz in einer unterstützenden Funktion tätig ist (Hrabok, Kerns, & Müller, 2007). Junge Kinder können sich auf eine Aufgabe fokussieren und relativ schnell reagieren, haben aber deutliche Schwierigkeiten darin dies konsistent zu tun. Die notwendigen Fähigkeiten für Vigilanzaufgaben tauchen daher erst zwischen dreieinhalb und viereinhalb Jahren auf (Akshoomoff, 2002).

Studien zu den Intensitätsaspekten der Aufmerksamkeit wie der Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz entdeckten eine Aktivierung des rechten inferioren parietalen Cortex zusätzlich zur rechten frontalen und subcortikalen Aktivierung (Sturm, 2003). Dies bestätigen auch Sturm und Willmes (2001), dass sowohl die Daueraufmerksamkeit als auch die Alertness, zwei Intensitätsaspekte der Aufmerksamkeit, das rechtshemisphärische Netzwerk aktivieren. Zudem scheinen der anterior cingulär Gyrus, als Zentrum für die Erwartung von Handlungen und die Vorbereitung der Aufmerksamkeitsaktivität (vgl. Carter, Botvinick, & Cohen, 1999; LaBerge & Buchsbaum, 1990), und der dorsallaterale Frontalcortex eine Top-down Kontrolle (bewusste Kontrolle), über die noradrenerge Aktivierung (bereitgestellt vom Hirnstamm), auszuüben (Robbins, 1984). Bei der Vigilanz sind zum einen das rechte lateral-parietale als auch das rechte frontal-kortikale Netzwerk und der Lokus Coeruleus involviert (Berger, Jones, Rothbart, & Posner, 2000).

## 4.2 ORIENTIERUNG

Die Orientierung ist die Selektion von Informationen sensorischer Inputs und beinhaltet eine sich anpassende Aufmerksamkeit an den Ursprung des sensorischen Signals. Diese kann offen sein sofern die Aufmerksamkeit mit Augenbewegungen begleitet wird und verdeckt, wenn keine Augenbewegungen erfolgen (Posner & Rothbart, 2007).

Das Netzwerk verfügt über ein räumliches Orientierungsnetzwerk und die Funktion der Objekterkennung. Beide Funktionen erreichen während der ersten sechs Monate volle Funktionstüchtigkeit (Johnson & Tucker, 1996). Die frühe Entwicklung der kindlichen Fähigkeit in der Orientierung der Aufmerksamkeit findet bezüglich exogener Reize statt, wie es auch bei visuellen Suchaufgaben der Fall ist (Rueda et al., 2004).

---

Hrabok und Kollegen (2007) legen nahe, dass sich die Orientierung und auch die Hemmung bis zum vierten Lebensjahr verbessern. Keine Veränderungen in der Orientierung konnten Rueda et al. (2004), vom sechsten Lebensjahr bis ins Erwachsenenalter, feststellen. Außerdem kann angenommen werden, dass die Orientierung in einer primitiven Form der Hemmung involviert ist (Hrabok et al., 2007).

Das Orientierungsnetzwerk involviert den superior parietalen Lappen, den temporalen parietalen Übergang, das frontale Augenfeld und den superior Colliculus (vgl. Mahone & Schneider, 2012; Posner & Rothbart, 2007). Vor allem aber sind frontale und posteriore Bereiche in der Orientierung aktiv (Peterson & Posner, 2012). Anhand der bedeutsamen Beteiligung der subkortikalen Strukturen im Orientierungssystem kann davon ausgegangen werden, dass das Aufmerksamkeitssystem frühzeitig im Leben auftaucht und sich entwickelt (Posner, Rothbart, Thomas-Thrapp, & Gerardi, 1998).

Posner und Peterson (1990) sehen eine enge Beziehung zwischen den zwei auf der rechten Hemisphäre dominanten Aufmerksamkeitsfunktionen der Orientierung und der Alerting. Aufgaben zur verdeckten Orientierung der Aufmerksamkeit veranlassen eine stärkere bilaterale Aktivierung in den occipital-visuellen Arealen und in Regionen des superior parietalen Cortex ebenso wie eine zusätzliche Aktivierung im rechten mittleren Frontalgirus (Sturm & Willmes, 2001). Das „anteriore“ Alertingsystem scheint das „posteriore“ Orientierungssystem im inferioren parietalen Lappen automatisch mit zu aktivieren, auch wenn die eigentliche Aufgabe nicht die verdeckte oder nur die offene Orientierung der Aufmerksamkeit anspricht (Posner & Peterson, 1990; Fernandez-Duque & Posner, 1997).

#### *4.2.1 Ausrichtung der Aufmerksamkeit*

Posner und Peterson (1990) beschreiben drei Komponenten, welche wichtig und notwendig sind um den räumlichen Fokus der Aufmerksamkeit zu verschieben. Diese sind a) das Lösen vom vorherigen Fokus (disengage), b) die Verschiebung der Aufmerksamkeit und die Bewegung zum neuen Fokus (shift) und c) die Fixierung des neuen Fokus (engage).

Mit Zunahme des Alters wird die Fähigkeit dem Blick eines anderen zu folgen immer komplexer (Gredebäck, Fikke, & Melinder, 2010) zum Beispiel dann, wenn das Ziel weiter entfernt oder versteckt ist (vgl. Corkum & Moore, 1998). Die Neuartigkeit von

---

Objekten, welche die Aufmerksamkeit vorrangig steuerte, gerät immer mehr in den Hintergrund (Ruff & Capozzoli, 2003) und erlaubt Kindern nun im Alter von ungefähr zwölf Monaten zielgerichtetes Verhalten sowie komplexere Handlungen, welches auch mit den verbesserten motorischen Fähigkeiten zusammenhängt, auszuführen (Berk, 2005).

Im zweiten und dritten Monat zeigen Säuglinge den Beginn von spezifischen Präferenzen (Ruff & Turkewitz, 1979) und sind fähiger ihre Aufmerksamkeit zu lösen (Johnson, Posner, & Rothbart, 1991). Hood und Atkinson (1993) weisen jedoch darauf hin, dass es Kindern mit drei und vier Monaten noch nicht gelingt ihren Blick von einem Objekt zu lösen. Wie bereits erwähnt, besteht auch hier ein Zusammenhang mit der Entwicklung der Verbindung zwischen Basalganglien und superior Colliculus die zu diesem Zeitpunkt erst einsetzt (Hood & Atkinson, 1993). Mit der willentlich gesteuerten visuellen Aufmerksamkeit, welche an Hirnprozesse, die den Thalamus, die frontalen Augenfelder und das anteriore Cingulum einbeziehen, gekoppelt sind, erfolgt das Lösen von einem Objekt (Pauen & Vonderlin, 2009). Zudem wird die visuelle und aktive Exploration bis zum sechsten Monat zunehmend zielgerichteter (Ettrich & Ettrich, 2005).

Insgesamt entsteht die Fähigkeit der Ausrichtung der Aufmerksamkeit bereits im ersten Lebensjahr, erreicht aber das Level eines Erwachsenen laut Welsh, Pennington, & Groisser (1991) nicht vor dem sechsten Jahr, da sowohl die Orientierung als auch komplexere Fähigkeiten, wie das Nutzen von effizienten Suchstrategien, bei Aufgaben mit visuellem Scanning involviert sind.

Dies lässt zu dem Schluss kommen, dass zwar die Fähigkeiten bereits ausgebildet und einsetzbar sind, aber nicht in der effizienten Art und Weise arbeiten wie es bei Erwachsenen der Fall ist.

#### 4.2.1.1 *Räumliche Orientierung*

Der räumlichen Orientierung werden zum einen die visuelle Orientierung und zum anderen die akustische Orientierung zugeordnet. Beide dienen dazu einen Reiz der visuell und/oder akustisch dargeboten wird auszumachen und sich diesem zu zuwenden.

Die visuell-räumliche Komponente wird dem posterioren und parietalen Arealen des Gehirns zugeordnet und zeigt eine frühzeitige Entwicklung im Leben (Casey et al., 2005; Fan et al., 2002).

---

#### 4.2.1.2 *Akustische Orientierung*

Kinder im Alter von sechs Jahre zeigten in einer Studie, in der ihnen zwei Geschichten gleichzeitig dargeboten wurden und sich in der Position (rechts/links), der Stimme (männlich/weiblich) und dem Inhalt unterschieden, selektive Aufmerksamkeitseffekte. Die Effekte in der Verarbeitung der auditorischen Informationen glichen sich mit jenen Ergebnissen von Erwachsenen. Außerdem sind bereits junge Kinder von drei bis fünf Jahren dazu fähig spezifische Informationen in einer komplexen, auditorischen Umwelt zu beachten und irrelevante simultan präsentierte Stimuli zu ignorieren. Diese Fähigkeit scheint sich sehr zeitig im Leben zu entwickeln (Sanders, Stevens, Coch, & Neville, 2006).

#### 4.2.1.3 *Visuelle Orientierung*

Die visuelle Aufmerksamkeit verbessert sich im ersten Lebensjahr und folglich besteht eine bessere Bindung der Aufmerksamkeit (Colombo, 2001), welche wiederum die Joint Attention (gemeinsame Aufmerksamkeit) unterstützt, die bereits bei Säuglingen im Alter von drei Monaten zu beobachten ist (D'Entremont, 2000).

#### 4.2.1.4 *Orientierungsreaktion*

Mit der Öffnung aller Sinneskanäle wird die Aufmerksamkeit selektiv in Form von Orientierungsreaktionen (OR, Ausmachen des Ortes auf den visuelle Aufmerksamkeit gelenkt wird) aktiviert und im Sinne der Aufmerksamkeitsaktivierung mit Hemmung der Spontanmotorik und der allgemeinen Erregung reguliert (Papousek, 2012). Dabei ist die Orientierungsreaktion, als Komponente der visuellen Aufmerksamkeit, bereits mit 18 Monaten voll entwickelt (Richards, 2005).

#### 4.2.3 *Aufmerksamkeitskontrolle*

Die Aufmerksamkeitskontrolle ist die Fähigkeit vorherrschende Reaktionen zu hemmen, die Aufmerksamkeit von einem Fokus zu einem anderen zu verschieben und eine geplante Sequenz einer Reaktion zu vollenden. In der normalen Entwicklung tritt die Formung der Aufmerksamkeit während der fortschreitenden Myelinisierung auf und wird begleitet von einer kortikalen Verdünnung und der Verbesserung der Aufmerksamkeitskontrolle (Mahone & Schneider, 2012).

Es besteht eine signifikante Entwicklung über die Kindheit hinweg, welche essentiell für die effiziente Selektion und Aufrechterhaltung von Informationen ist (Rezazadeh,

---

Wilding, & Cornish, 2011). Der Wechsel der Aufmerksamkeitskontrolle ist durch die Funktionen der exekutiven Funktionen charakterisiert (Conel, 1939-1967), wodurch es zwischen dem neunten und 18 Monat zu einer erhöhten Kontrolle der Aufmerksamkeit kommt (Hrabok et al., 2007).

Der Säugling übernimmt zunehmend eigene Anteile der interpsychischen Regulation, welches im frühen Kindesalter mit dem Konzept Effortful Control bezeichnet wird und beschreibt die Fähigkeit die Aufmerksamkeit sowie das Verhalten aktiv zu bestimmen, zu modulieren aber auch zu hemmen (Kochanska, Murray, & Harlan, 2000).

Während des Vorschulalters wird ein höheres Level an Aufmerksamkeitskontrolle immer offensichtlicher. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Kinder mit mehreren Ereignissen konfrontiert sind bei denen Aufmerksamkeit gefordert wird, auch wenn es sich um intrinsisch uninteressante Ereignisse oder Aufgaben handelt (van de Weijer-Bergsma, et al., 2008).

Der präfrontale Kortex, welcher eine bedeutende Rolle in der Entwicklung der Kontrolle (Top-down) der Aufmerksamkeit spielt, zeigt in einer Entwicklungsperiode rapide Veränderungen, beginnend im ersten Lebensjahr (Diamond, 2002) bis hin zur Fortsetzung im jungen Erwachsenenalter (Luna et al, 2001). Auch der anteriore cinguläre Gyrus entwickelt sich ab Mitte des ersten Lebensjahres und spielt in der Effortful Control eine wichtige Rolle (Pauen & Vonderlin, 2009). Hirnsysteme die der Aufmerksamkeitskontrolle unterliegen gehören zu jenen Funktionen, welche sich bereits sehr früh entwickeln, wobei sich die Fortsetzung der Reifung bis ins frühe Erwachsenenalter erstreckt (Gogtay et al., 2004).

Die Entwicklung des neuralen Systems, welche die Aufmerksamkeitskontrolle unterstützt, tritt bei Jungen und Mädchen zu verschiedenen Zeitpunkten auf (Bellis et al., 2001). Bei der Geburt sind Mädchen den Jungen in Bezug auf die physische Reifung bereits drei Wochen voraus und ein Jahr bei Schuleintritt (Eme,1992).

Insgesamt scheint es eine Verbindung zwischen der Aufmerksamkeitskontrolle und der Anpassung sowie der sozialen Kompetenz zu geben. Lehrer schätzten Vorschulkinder, welche mehr Ablenkungsstrategien einsetzten, als wesentlich kompetenter im sozialen Bereich ein (Eisenberg et al., 2004).

#### 4.2.3.1 *Freiwillige Aufmerksamkeit*

Üblicherweise entwickeln Kinder die Fähigkeit die Aufmerksamkeit freiwillig in

---

Richtung relevanter Reize in den ersten vier Lebensmonaten zu verschieben (vgl. Hunnius & Geuze, 2004; Johnson et al., 1991), wobei diese Fähigkeit scheinbar über das Alter hinweg relativ stabil bleibt (Mulder, Pitchford, Hagger, & Marlow, 2009). Luria (1973) geht von der Entwicklung eines höheren Levels eines freiwillig sozialen Aufmerksamkeitssystems aus. Elemente der willentlichen bzw. freiwilligen Aufmerksamkeit formen sich nach Diamond (1985) in den ersten Lebensjahren.

Säuglinge verfügen laut Ettrich und Ettrich (2005) bereits über unwillkürliche und willkürliche Aufmerksamkeit, was anhand von Maskenversuchen von Fantz (1975) erkennbar wurde. Jedoch muss beachtet werden, dass ein ständiger Wechsel zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Aufmerksamkeit besteht, welcher vor allem vom Alter der Kinder abhängig ist. Je jünger die Kinder sind, umso höher ist die Frequenz des Wechsels. Dies ändert sich mit Zunahme des Alters und verschiebt sich in Richtung der Phasen der willkürlichen Aufmerksamkeit (Ettrich, 1991).

Wie bereits erwähnt, entsteht zwischen dem vierten und sechsten Monat eine immer flexiblere Aufmerksamkeit (Hood et al., 1998). Ruff und Rothbart (1996) nehmen an, dass ein entwicklungsbedingter Übergang zwischen dem dritten und fünften Lebensjahr besteht, der eine Verlagerung in Richtung freiwilliger oder unabhängiger Kontrolle der Aufmerksamkeit nach sich zieht. Die aufmerksame Beschäftigung wird bei Kindern im Vorschulalter immer mehr endogen und weniger exogen gesteuert (Goldberg et al., 2001; Ruff & Capozzoli, 2003). Das immer freiwilligere Aufmerksamkeitssystem hat einen bedeutenden Einfluss in der frühen Entwicklung der Verhaltens- und emotionalen Kontrolle (Rothbart & Bates, 1998).

Es ist anzunehmen, dass dieses die Erfahrung von negativen Affekten mildert, während eine unfreiwillige Orientierung hin zu negativen Affekten die Aufmerksamkeitskapazität begrenzen kann. Zudem könnte die Zunahme der freiwilligen Kontrolle der Aufmerksamkeit einen Faktor darstellen, der es den Kindern erlaubt an Reaktionsaufgaben wie der Vigilanz teilzunehmen (Ruff & Rothbart, 1996).

#### 4.2.3.2 *Hemmung*

Die Hemmung bzw. Hemmungskontrolle wird als ein wichtiger Faktor in der Entwicklung der Aufmerksamkeit angesehen (vgl. Kopp, 1982; Vaughn, Kopp, & Krakow, 1984). Sie stellt eine Kernfunktion der exekutiven Funktionen dar und beschreibt die Fähigkeit automatische Reaktionen oder irrelevante konkurrierende Reaktionen während einer zielführenden Aktivität zu unterdrücken (Barkley, 1997).

---

Weiters entwickelt sie sich laut Diamond (1985) im ersten Lebensjahr, wobei Luria (1966) von einer Entwicklung der Komponente erst zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr ausgeht und verbessert sich kontinuierlich mit dem Alter (Rueda et al., 2004). Mit zunehmendem Alter werden die Kinder fähiger vorherrschende Reaktionen zu hemmen bzw. zu unterdrücken (Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994). Auch Hrabok und Kollegen (2007) bestätigen eine signifikante Erhöhung der Hemmung mit dem Alter, wobei ein signifikanter Übergang in der Hemmung im Alter von drei bis fünf Jahren auftritt. Die Fähigkeit von Fünfjährigen die Go-/No-Go Aufgabe der KiTAP zu bearbeiten ist ein deutlicher Indikator für die frühe Fähigkeit der Kinder Hemmungskontrolle über ihr Verhalten auszuüben (Sobeh & Spijkers, 2011), was auch in anderen Entwicklungsstudien mit Vorschulkindern beobachtet wurde (Klenberg, Korkman, & Lathi-Nuutila, 2001). Dazu berichten Pritchard und Neumann (2004) Ergebnisse bei denen Kinder nicht älter als fünf Jahre ebenso gute Leistungen wie Erwachsene bspw. bei der Hemmung von irrelevanten Reizen zeigten. Eine weitere Studie verdeutlicht, dass zwischen dreieinhalb und dem siebten Lebensjahr signifikante Veränderungen in der Fähigkeit vorherrschende verbale Reaktionen zu hemmen auftreten (Gerstadt et al., 1994). Es wird deutlich, dass es fortschreitende Altersunterschiede in der Fähigkeit Reaktionen zu hemmen gibt. Dies konnten auch Jones, Rothbart und Posner (2003) bei Kindern im Alter von drei bis vier Jahren zeigen. Im Alter von 14 Jahren stabilisiert sich die Fähigkeit zur Hemmungskontrolle und erreicht das Level eines Erwachsenen (Romine & Reynolds, 2005).

Das Alter scheint insgesamt ein guter Prädiktor für inhibitorische Kontrolle zu sein (Reck & Hund, 2011), womit frühere Ergebnisse bestätigt werden, welche eine drastische Verbesserung der exekutiven Funktionen während dem frühen Kindesalter zeigten (Carlson, 2005). Das Alter ist signifikant mit der Anzahl der Fehler in Go/No-Go Aufgaben verbunden (Hrabok et al., 2007).

Die kognitive Entwicklung führt zudem zu einem größeren Verständnis, was in der Umwelt zur Ablenkung führen kann und vermieden werden sollte (Miller & Zalenski, 1982).

Ergebnisse von Welsh et al. (1991) zeigen, dass die ersten Unterfunktionen der Aufmerksamkeit und der exekutiven Funktionen die ausgereift sind, die motorische Inhibition und die Impulskontrolle ist.

Zum anderen werden die Habituation zielrelevanter Reize sowie die

---

Orientierungsreaktionen bei störenden affektiven und motorischen Impulsen und bei ablenkenden inneren und äußeren Reizen durch das präfrontale System gehemmt und somit die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit garantiert (Papousek, 2012). Der präfrontale Kortex ist bei der Hemmung vorherrschender Reaktionen mit eingeschlossen (Diamond, 1991).

Mädchen zeigen eine bessere Leistung und ein höheres Level an Hemmungskontrolle als Jungen (vgl. Berlin & Bohlin, 2002; Carlson & Moses, 2001). Dies bestätigen auch Sobeh und Spijkers (2011) in ihrer Studie und begründen die besseren Leistungen der Mädchen gegenüber den Jungen damit, dass Go/No-Go Aufgaben sowohl die Kontrolle der Hemmung von Reaktionen als auch das Ignorieren von Distraktoren erfordert. Diese Geschlechtsunterschiede scheinen die Unterschiede in der Reifung und der Hirnorganisation widerzuspiegeln (vgl. Blumenthal, Liu, Jeffries, Zijdenbos, Rapoport, & Giedd, 2001; Giedd et al., 1999), aber es können auch kulturelle Gegebenheiten einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung haben (Rosselli & Ardila, 2003).

Zudem stellt das Hemmen des eigenen Verhaltens auf Verlangen anderer Personen einen weiteren wichtigen Entwicklungsschritt bei Kindern dar. Somit wird die Grundlage für Klein- und Vorschulkinder geschaffen die Selbstwirksamkeit zu entwickeln (Pauen & Vonderlin, 2009). Die Selbstwirksamkeit und deren Erfahrung scheinen außerdem durch assoziierte Hemmungsprozesse vor Ablenkung zu schützen (Papousek, 2012).

Sowohl der anteriore cingulate Kortex (Bush, Luu, & Posner, 2000) als auch die Insula (anterior) (Dosenbach et al., 2007) und Bereiche des präfrontalen Kortex, sofern es um die Hemmung von vorherrschenden Reaktionen geht, werden der Selbstregulationskomponente zugeschrieben (Fan, Flombaum, McCandliss, Thomas, & Posner, 2003).

Weiterhin demonstrierten Steel et al. (2001) in ihrer Studie, dass der linke inferiore Frontalgyrus hinsichtlich der Hemmungsprozesse bei der selektiven Aufmerksamkeit relevant zu sein scheint.

### 4.3 SELEKTIVE AUFMERSAMKEIT

Die selektive Aufmerksamkeit ist die Fähigkeit bestimmte Aspekte bzw. Informationen einer Aufgabe zu fokussieren und gleichzeitig die Reaktion auf

---

irrelevante Aspekte willentlich zu unterdrücken. Diese Fähigkeit wird meist mit Wahlreaktionsaufgaben gemessen (Sturm, 2003).

Die Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten erlaubt den Kindern bewusste spezifische Ziele zu setzen, wodurch die selektive Aufmerksamkeit erweitert wird (Tipper, 1992) und sowohl die Aktivität als auch die Aufmerksamkeit aufrecht erhalten werden können (Miller & Zalenski, 1982).

Passler, Isaac und Hynd (1985) nehmen an, dass verbesserte Fähigkeiten potentielle Distraktoren zu ignorieren, abnehmende Impulsivität und Exploration eine wichtige Rolle in der Fähigkeit der jungen Kinder spielen um selektiv aufmerksam zu sein.

Die Entwicklung der selektiven Aufmerksamkeit scheint zeitig im Leben aufzutreten und erstreckt sich bis ins Jugend- oder sogar Erwachsenenalter, wobei jedoch grundlegende Fähigkeiten der selektiven Aufmerksamkeit frühzeitig das Erwachseneniveau erreichen. EEG-Messungen verweisen darauf, dass dreijährige Kinder ähnliche EEG-Aufzeichnungen aufwiesen wie Erwachsene hinsichtlich der Darbietung der Testreize im entsprechenden Kanal. Wie bereits erwähnt, konnte bei Drei- bis Fünfjährigen selektive Aufmerksamkeit hinsichtlich komplexer auditorischer Reize, welche simultan präsentiert wurden, nachgewiesen werden (Sanders et al., 2006). Diese frühe Entwicklung bestätigen Rezazadeh und Kollegen (2011), die meinen dass selektive Aufmerksamkeit einer rapiden Entwicklung im Vorschul- und Kindesalter unterliegt und eine vorherrschende Komponente der Aufmerksamkeit darstellt.

Weiter zeigen Verhaltensstudien und ERP Studien (event related potential) zur Entwicklung der selektiven Aufmerksamkeit, dass die Fähigkeit zwischen konkurrierenden Stimuli und präferierten relevanten Informationen zu selektieren bereits bei sehr jungen Kindern vorkommt, sich jedoch die Geschwindigkeit und die Effizienz des Verhaltens mit der Entwicklung der Kinder erst verbessert (Ridderinkhof & van der Stelt, 2000).

Zudem konnten einige Studien eine Überlegenheit der Mädchen gegenüber Jungen im Alter von drei bis fünf Jahren, bei Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit, zeigen. Im Alter von sechs Jahren jedoch zogen die Jungen mit den Mädchen gleich und ab diesem Zeitpunkt wurden keine Geschlechtsunterschiede mehr gefunden (Klenberg et al., 2001).

Funktional bildgebende Verfahren und Studien mit Patienten mit Läsionen deckten auf, dass sowohl der präfrontale, der parietale Kortex als auch die Basalganglien und

---

das Cerebellum in Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit involviert sind (Akshoomoff & Courchesne, 1994).

Kommt es zu einer frontalen Läsion in der linken Hirnhälfte ist die Folge eine Beeinträchtigung der Aufmerksamkeitsselektivität, welche benötigt wird um schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten treffen zu können (Sturm & Büssing, 1986). Steel et al. (2001) demonstrierten das der linke inferiore Frontalgyrus hinsichtlich der Hemmungsprozesse bei der selektiven Aufmerksamkeit relevant zu sein scheint.

#### 4.4 FOKUSSIERTE AUFMERKSAMKEIT

Die fokussierte Aufmerksamkeit ist kaum von der selektiven Aufmerksamkeit zu trennen, werden sie doch oft synonym verwendet. Laut Schmidt-Atzert und Kollegen (2004) kann durch den Begriff „fokussiert“ der Selektionsaspekt betont werden. Das Fokussieren eines Gegenstandes oder einer Situation beschreibt also die Einengung des Wahrnehmungsfeldes auf eben diese und kann sowohl gerichtet als auch ungerichtet sein (Schmidt-Atzert et al., 2004).

Beim selbstwirksamen Spiel und Explorieren beschränkt sich die Dauer der fokussierten Aufmerksamkeit auf nur wenige Minuten. Mit der Reifung des präfrontalen Aktivierungssystems und der damit verbundenen Vernetzung mit dem hinteren Explorations-/Orientierungssystem kommt es zu einer länger anhaltenden Aktivierung (Papousek, 2012). Außerdem kommt es bei einer Zunahme der Komplexität der Stimuli auch zu einer verlängerten Fixierung in Richtung des Objektes, was bereits bei Neugeborenen zwischen dem dritten und 18 Monat zu beobachten ist (Krist & Schwarzer, 2007).

Die fokussierte Aufmerksamkeit zeigte sich bei Kindern zwischen zehn und 26 Monaten (2;2 Jahren) während dem Spielen in geringem Ausmaß. Dies änderte sich im Alter von 2;2 bis 3;5 Jahren (Ruff & Capozzoli, 2003). Mit zunehmendem Alter kann eine Abnahme an Ablenkbarkeit erwartet werden, vor allem wenn Kinder während dem Spielen fokussiert sind und nicht nur beiläufig beschäftigt werden. Dies konnte bei fünfjährigen Kindern beobachtet werden, die sich mit einem Spielzeug beschäftigten (Choi & Anderson, 1991).

Die Fokussierung der Aufmerksamkeit und der Aufmerksamkeitswechsel zeigten eine negative Korrelation in einer Studie von Rothbart, Ahadi und Hershey (1994).

---

Dies weist darauf hin, dass Vorschulkinder, welche ihre Aufmerksamkeit leicht wechseln können, Schwierigkeiten damit haben, den Fokus der Aufmerksamkeit aufrecht zu erhalten (Rothbart et al., 1994). Der Wechsel und die Fokussierung scheinen im frühkindlichen Alter in Konflikt miteinander und unter exogener Kontrolle zu stehen, wirken später jedoch organisiert im gemeinsamen Aufmerksamkeitssystem (Jones et al., 2003).

## **5 TAXONOMIE DER EINZELNEN AUFMERKSAMKEITSFUNKTIONEN IM VORSCHULALTER**

Das vorhergehende Kapitel zeigt nochmals mehr die Komplexität und Vielfältigkeit der Aufmerksamkeit im Vorschulalter. Aus diesem Grund soll nachfolgend eine Taxonomie (Abbildung 2) der oben beschriebenen Komponenten unter besonderer Berücksichtigung der Fähigkeit der Aufmerksamkeit im Vorschulalter vorgenommen und erläutert werden. Dabei war es von besonderer Bedeutung, die einzelnen beschriebenen Komponenten in Zusammenhang zu bringen und in einer Taxonomie zu beschreiben. Diese Darstellung erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit, soll aber einen Überblick der aktuellen Aufmerksamkeitsforschung im Vorschulalter bieten.

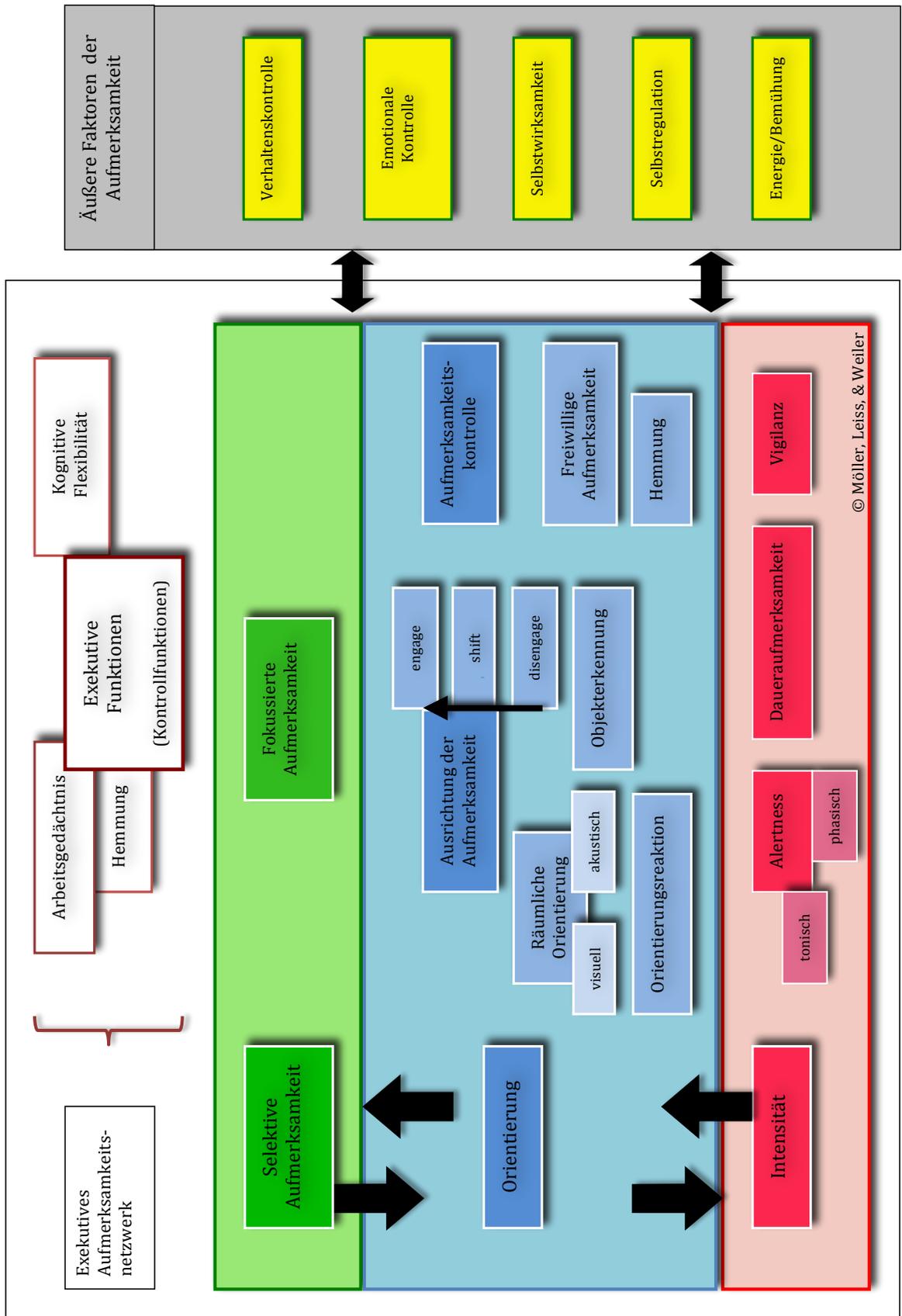


Abbildung 2: Aufmerksamkeits-Taxonomie für das Vorschulalter (Möller, Leiss, & Weiler, 2014)

---

Wie bereits erwähnt stellt die **Intensität** die Basisfunktion der Aufmerksamkeit dar. Dazu gehört die **Alertness**, welche der Modulator des Aufmerksamkeitssystems ist und Ressourcen für weitere Komponenten bereitstellt. Sie dient der Aufmerksamkeitsaktivierung (Falkensteiner et al., 2006) und teilt sich in die allgemeine Wachheit (**tonisch**), die tagesrhythmischer Variation unterliegt und intrinsisch gesteuert wird, und in die Erhöhung der Reaktionsbereitschaft (**phasisch**) welche extrinsischer Kontrolle unterliegt. Informationen der Entwicklung des Netzwerkes stammen aus Verhaltensbeobachtungen bei Säuglingen und Kindern in der frühen Kindheit.

Weiterhin spielen die Komponenten **Daueraufmerksamkeit** und **Vigilanz** eine wichtige Rolle. Beide dienen dazu einen wachen Zustand unter geringem Energieaufwand herzustellen und aufrecht erhalten zu können (Conners, 1985). Während der Entwicklung wird die Daueraufmerksamkeit immer mehr an die **exekutiven Funktionen** gekoppelt (Richards, 2005) und durch diese (Vorausplanen und Beschäftigung mit komplexen Aufgaben) unterstützt. Sie ist zudem von einer Verengung oder Einschränkung der **Selektivität** auf wenige Elemente und von einem Anstieg im Grad der **Bemühung** oder **Energie** begleitet (Ruff & Rothbart, 1996). Die Letzteren stellen äußere Faktoren der Aufmerksamkeit dar, die einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit haben. Die **Vigilanz** stellt zudem eine hohe Anforderung an die **willentliche Regulation** der verschiedenen Aufmerksamkeitslevel (Sturm, 2003), da sie bei sehr monotonen Situationen benötigt wird. Sie hat eine unterstützende Funktion bezüglich der Aufmerksamkeit (Hrabok et al., 2007).

Zusätzlich unterstützt die **Selbstwirksamkeitserfahrung** die Ausdauer der Aufmerksamkeit (Watson, 1972).

Die **Orientierung** beinhaltet die Selektion sensorischer Inputs und eine sich anpassende Aufmerksamkeit an den Ursprung des sensorischen Inputs (Posner & Rothbart, 2007).

Zur **Ausrichtung der Aufmerksamkeit** werden drei Komponenten benötigt um den räumlichen Fokus zu verschieben. Zum einen das Lösen vom Fokus (**disengage**), nachfolgend die Verschiebung der Aufmerksamkeit und die Bewegung hin zum neuen Fokus (**shift**) und abschließend die Fixierung des neuen Fokus (**engage**) (Posner & Peterson, 1990). Die Neuartigkeit eines Objektes oder einer Aufgabe rückt

---

mit Zunahme des Alters immer mehr in den Hintergrund (Ruff & Capozzoli, 2003).

Die **räumliche Orientierung**, welche ebenfalls dazu zählt, wird in die **akustische** und **visuelle** Orientierung aufgeteilt.

Bereits junge Kinder können aus einer komplexen, auditorischen Umwelt spezifische Informationen ausmachen (**akustische Orientierung**) (Sanders et al., 2006).

Durch die Verbesserung der **visuellen Orientierung** entsteht eine bessere Bindung der Aufmerksamkeit, wodurch die Joint Attention (gemeinsame Aufmerksamkeit) unterstützt wird (Colombo, 2001). Eine Komponente der visuellen Aufmerksamkeit stellt zudem die **Orientierungsreaktion** (OR) dar, welche im Sinne der Aufmerksamkeit bei Öffnung der Sinneskanäle aktiviert wird. Sie dient ebenfalls dem Ausmachen des Ortes zu welchem die Aufmerksamkeit gelenkt werden soll. Durch die **Aufmerksamkeitsaktivierung** (Alertness), die **Hemmung** (auch **Verhaltenskontrolle**) der Spontanmotorik sowie die allgemeine Erregung wird die Orientierungsreaktion reguliert und die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit garantiert (Papousek, 2012).

Vorherrschende Reaktionen zu hemmen, die Aufmerksamkeit zu verschieben (freiwillig) und Handlungen auszuführen werden unter der **Aufmerksamkeitskontrolle** zusammengefasst (Mahone & Schneider, 2012), welche wichtig zur **Selektion** und **Aufrechterhaltung** (Komponenten der Intensität) der Aufmerksamkeit ist (Rezazadeh et al., 2011). Außerdem ist der Wechsel in der Aufmerksamkeitskontrolle durch die **exekutiven Funktionen** charakterisiert (Conel, 1939-1967). Weiterhin besteht eine Verbindung zwischen der Aufmerksamkeitskontrolle und der **Verhaltenskontrolle** (Eisenberg et al., 2004) und auch die **Selbstregulation** spielt bei der Kontrolle der Aufmerksamkeit eine Rolle, welche unter anderem das Adaptieren von Aktionen ermöglicht (Ruff & Rothbart, 1996). Hinzu kommt die **Selbstwirksamkeitserfahrung** und die mit ihr einhergehenden Motivationsprozesse, welche im Zusammenhang mit der **Regulation** der Aufmerksamkeit (Watson, 1972) sowie in Verbindung mit der **Hemmung** des eigenen Verhaltens auf Verlangen anderer Personen, steht (Pauen & Vonderlin, 2009). Die **Hemmung** meint die Fähigkeit Reaktionen, die irrelevant oder automatisch sind, während einer zielführenden Aktivität zu unterdrücken (Barkley, 1997) und gehört sowohl zu der Aufmerksamkeitskontrolle als auch den exekutiven Funktionen.

Die **freiwillige Aufmerksamkeit** erlaubt die Verschiebung der Aufmerksamkeit,

---

welche im Vorschulalter (3;0 – 6;0/7;0 Jahre) immer häufiger endogen gesteuert wird (vgl. Goldberg et al., 2001; Ruff & Capozzoli, 2003) und die Kontrolle der Aufmerksamkeit immer unabhängiger wird (Ruff & Rothbart, 1996). Der ständige Wechsel von unwillkürlicher und willkürlicher Aufmerksamkeit (Ettrich & Ettrich, 2005) verschiebt sich mit dem Alter zu Gunsten der willkürlichen (freiwilligen) Phasen der Aufmerksamkeit (Ettrich, 1991). Dieses System hat einen deutlichen Einfluss in der Entwicklung der **Verhaltens-** und **emotionalen Kontrolle** (Rothbart & Bates, 1998). Zudem erlaubt die freiwillige Aufmerksamkeit die Bewältigung von Reaktionsaufgaben wie es bei der **Vigilanz** der Fall ist (Ruff & Rothbart, 1996).

Spezifische Informationen aus der Umwelt zu identifizieren und dabei Distraktoren zu ignorieren, beschreibt die **selektive Aufmerksamkeit**. Die selektive Aufmerksamkeit erweitert sich mit der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, welche es erlaubt bewusste spezifische Ziele zu setzen (Tipper, 1992). Die Abnahme der Impulsivität und Exploration spielt eine wichtige Rolle in der Fähigkeit der Kinder selektiv aufmerksam zu sein (Passler, et al., 1985).

Die **fokussierte Aufmerksamkeit** ist schwer von der selektiven zu trennen und meint eher die Einengung des Wahrnehmungsfeldes, also die Fokussierung auf ein bestimmtes Objekt mit oder ohne Zielrichtung (gerichtet) (Schmidt-Atzert et al., 2004). Mit zunehmendem Alter wird eine Abnahme der Ablenkbarkeit angenommen (Choi & Anderson, 1991). Je höher der **Wechsel der Aufmerksamkeit** desto niedriger die Fokussierung, welche unter exogener Kontrolle stehen. Dies ändert sich mit dem Alter in Richtung einer positiven Korrelation der beiden Komponenten (Rothbart et al., 1994) und einer mehr endogenen Kontrolle.

Die **exekutiven Funktionen** stellen, wie bereits weiter oben beschrieben, einen weiteren Einflussfaktor hinsichtlich der Aufmerksamkeit dar. Sie koordinieren **motorische, emotionale** und **sensorische** Prozesse (Goschke & Dreisbach, 2008) und stellen eine zentrale Kontrollfunktion dar (Davidson et al., 2006). Der **Fokus** sowie die **Kontrolle der Aufmerksamkeit** werden von der kognitiven Flexibilität (Diamond, 2006) bzw. von den exekutiven Funktionen beeinflusst (Hrabok et al., 2007). Zudem ist das Netzwerk in der **Selbstregulation** und gemeinsam mit der **freiwilligen Aufmerksamkeit** in der **Verhaltens-** und **emotionalen Kontrolle** involviert (Rothbart & Bates, 1998).

---

## 6 LOKALISATION DER AUFMERKSAMKEITSNETZWERKE

Die folgende Darstellung (Abbildung 3) dient lediglich der Orientierung und verdeutlicht die Lokalisationen der einzelnen Netzwerke im Gehirn. Die Darstellung wurde von Posner und Rothbart (2007) übernommen und beinhaltet die Aufmerksamkeitsnetzwerke Alerting, Orientierung und die exekutive Aufmerksamkeit.

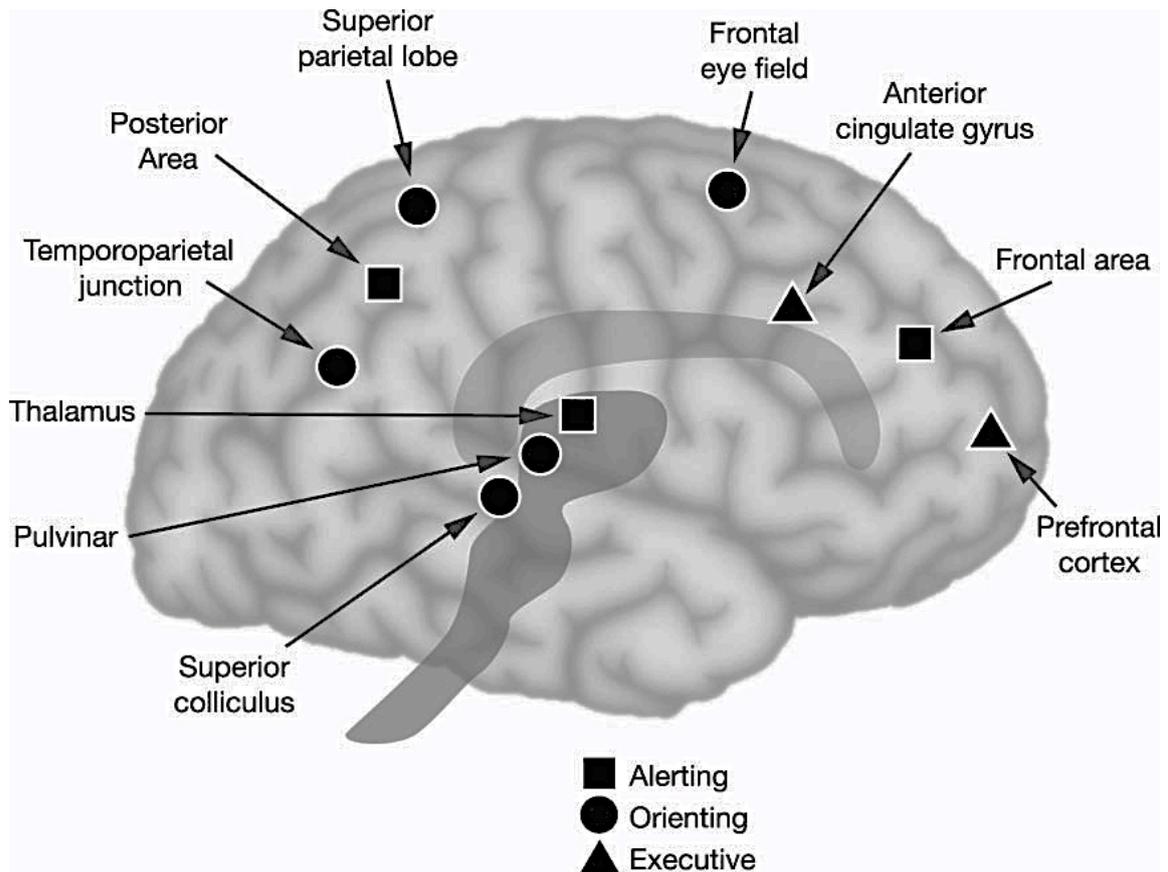


Abbildung 3: Anatomy of three attentional networks: alerting, orienting, and executive attention (Posner & Rothbart, 2007)

---

## 7 RELEVANTE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE KOGNITIVE ENTWICKLUNG

In dieser Arbeit wird speziell auf die Einflüsse von Hirntumoren und dessen Behandlung eingegangen, da diese Gegenstand der empirischen Untersuchung sind. Hinsichtlich der Hirntumorerkrankungen und deren Spätfolgen gibt es verschiedene Einflussgrößen die berücksichtigt werden müssen. Neben Alter und Geschlecht, ist die Dauer der Erkrankung, die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung sowie die Behandlungsart bzw. die Lokalisation eines Tumors bedeutende Einflussgrößen dar. Diese Faktoren werden im Folgenden zunächst allgemein und anschließend in Bezug zur Aufmerksamkeit dargestellt.

### 7.1 ALTER UND KRANKHEITSDAUER

Gehirntumore treten bei Kindern im Alter von vier bis neun Jahren am häufigsten auf (Kaatsch, 2010). Nach Angaben des Deutschen Kinderkrebsregister, welches sich auf Kinder vom ersten bis zum 15. Lebensjahr bezieht, gab es in den Jahren 2003 - 2012, jährlich durchschnittlich 781 Meldungen von Krebserkrankungen bei Kindern unter fünf Jahren und durchschnittlich 475 Fälle bei den Fünf- bis Zehnjährigen (Kaatsch & Spix, 2013, S. 4).

Einen wesentlichen Einfluss auf die neurokognitive Funktionen hat das Alter der Kinder zur Diagnosestellung (Ris, Packer, Goldwein, Jones-Wallace, & Boyett, 2001), dabei sind jüngere Patienten benachteiligt (Butler & Hasler, 2006). Dies zeigten Radcliffe, Bunin, Sutton, Goldwein und Phillips (1994) in ihrer Studie in der Kinder unter sieben Jahre bei der Diagnosestellung über einen Zeitraum von drei bis vier Jahre hinweg, einen stärkeren Abfall im Intelligenzquotienten als ältere betroffene Kinder aufwiesen. Umso jünger die Kinder bei Beginn der Tumorerkrankung sind desto größeren Einfluss hat die Erkrankung auf die fokussierte Aufmerksamkeit (Dennis, Hetherington, & Spiegler, 1998). De Ruiter et al. (2012) konnten in der Metastudie das Alter bei der Diagnose allerdings nicht als signifikanten Risikofaktor identifizieren. Auch Ellenberg et al. (2009) fanden keine Hinweise darauf, dass ein jüngeres Alter mit größeren neurokognitiven Dysfunktionen im Erwachsenenalter einhergeht.

---

Zusätzlich ist die vergangene Zeit seit der Diagnose mit schlechteren intellektuellen Ergebnissen verbunden. De Ruiter et al. schlussfolgerten 2012 in ihrer Metanalyse bei Kindern im Alter von sechs bis 16 Jahren, dass durch eine krankheitsbedingte reduzierte Aufmerksamkeit, langsamere Verarbeitungsgeschwindigkeit und Gedächtnisprobleme in schlechteren intellektuellen Ergebnissen resultieren, die wiederum den Lernprozess beeinflussen und zu einem immer größeren Abstand in den intellektuellen Funktionsweisen zwischen den pädiatrischen Hirntumorpatienten und ihren gesunden Peers führen.

Ebenso zeigten Studien, dass auch die Zeit seit der Behandlung einen deutlichen Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten hat. Anhand des Wechsler-Intelligenztest konnte gezeigt werden, dass der Intelligenzquotient im Verbalteil mit der Zunahme der Zeit seit der Behandlung, deutlich abnahm. Jedoch wurden im Handlungsteil keinerlei solche Beobachtungen gemacht (Dennis, Spiegler, Hetherington, & Greenberg, 1996). In neueren Studien zeigte sich ebenfalls eine Abnahme des IQ's über die Zeit hinweg bei der Behandlung von Medulloblastomen. Ein jüngeres Alter bei Beginn der Behandlung (unter 3 bzw. 4 Jahren) stellt ein erhöhtes Risiko eines verminderten IQ's dar (Mulhern, Merchant, Gajjar, Reddick, & Kun, 2004b). Vor allem Defizite in der Aufmerksamkeit, dem Gedächtnis und der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit hängen mit einem jüngeren Alter bei der Behandlung zusammen (vgl. Palmer et al., 2001; Maddrey et al., 2005).

Die Defizite nehmen mit der Zeit zu und gehen mit einer langsameren Rate von erwerbenden Fähigkeiten und Wissen verglichen mit gesunden Gleichaltrigen einher (vgl. Palmer et al., 2001; Ris et al., 2001).

## 7.2 GESCHLECHT

Jungen sind in jedem Alter einem höheren Risiko ausgesetzt an Krebs zu erkranken als Mädchen (Kaatsch, 2010), wonach nach Angaben des deutschen Kinderkrebsregister Jungen 30% häufiger als Mädchen betroffen sind (Kaatsch & Spix, 2013, S. 6).

In einer Studie von Gurney, Severson, Davis und Robison (1995), die Krebsfälle aus dem Surveillance, Epidemiology and End Result (SEER) Programm der Jahre 1974 – 1989 untersuchten, zeigte sich, dass Jungen, welche an einem Tumor des Zentralen Nervensystems litten, ein 14%-tiges höheres Risiko als Mädchen

---

aufwiesen (Gurney et al., 1995, S. 2189). Dabei konnten bei Astrozytomen und Gliomen sowie extrakraniellen Neuroblastomen nur geringe Geschlechtsunterschiede, bei Medulloblastomen und intrakraniellen Neuroblastomen aber wieder höhere Raten an männlich Betroffenen ausgemacht werden (Gurney et al., 1995).

Einige Studien verweisen darauf, dass das weibliche Geschlecht (zwischen 6 und 18 Jahren) einen Risikofaktor für neuropsychologische Beeinträchtigungen darstellt (vgl. Butler, Rizzi, & Bandilla, 1999; Ellenberg et al., 2009). Mädchen im Alter von sechs bis 16 Jahren zeigten in einer Studie von Butler et al. (1999) einen signifikant niedrigeren Gesamtwert im IQ und hatten auch im Bereich des Handlungsteils geringere Werte als die männlichen Betroffenen. Anhand des Childhood Cancer Survivors Study Neurocognitive Questionnaire (CCSS-NCQ), konnten Ellenberg und Kollegen (2009) aufzeigen, dass weibliche Patientinnen eine höhere Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung in der Aufgabeneffizienz und der emotionalen Regulation aufweisen.

### 7.3 KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER BEI HIRNTUMOREN

Unter krankheitsrelevante Parameter werden die Art der Behandlung und die Lokalisation eines Tumors zusammengefasst.

Bei Kindern mit einem Hirntumor werden meist, für eine maximale Heilungschance, operative Eingriffe vorgenommen (Duffner & Cohen, 1991).

Das junge Hirn ist aufgrund der schnellen Zellteilung, dem dendritischen und axonalen Auswuchs und der Myelinisierung, welche im Säuglings-, Kindes- und Adoleszenzalter stattfinden, besonders vulnerabel hinsichtlich der negativen Effekte durch die Behandlung (Rutkowski et al., 2005).

Krebsbehandlungen verursachen zwangsläufig Zellschäden, welche die normale Reifung und Myelinisierung des neuralen Weges im jungen Gehirn beanspruchen und folglich die Entwicklung der kognitiven, motorischen, verhaltensbezogenen und emotionalen Funktionsweisen beeinflussen (vgl. Khong et al., 2006; Reddick, 2003). Besonders großen Einfluss hat die Bestrahlung auf die neurokognitiven Funktionsweisen (Grill et al., 1999).

---

Copeland, deMoor und Moore (1999) bestätigen, dass Kinder mit infratentoriellen Tumoren (Kleinhirntumore) welche anhand von Bestrahlung behandelt wurden schlechtere Ergebnisse im verbalen IQ und im motorischen Bereich aufwiesen und einen schlechteren Entwicklungsverlauf zeigten als solche ohne Bestrahlung.

Anderson, Northam, Hendy und Wrennall (2001b) fanden in ihrer Studie hinsichtlich der Hemmung von Reaktionen keine Hinweise auf Probleme in diesem Bereich. Dies kann mit der Lokalisation des Tumors zusammenhängen, da die Hemmung von Reaktionen primär vom präfrontalen Kortex vermittelt wird und pädiatrische Hirntumore im Frontallappen sehr selten vorkommen.

Andererseits jedoch besteht zwischen dem Cerebellum und dem Frontallappen eine Vielzahl an Verbindungen, welche durch lokale Strahlentherapie geschädigt werden können. Liegen nicht-motorische Einschränkungen im Gehirn vor können diese trotzdem aus einer Folge der Beschädigung des Cerebellums resultieren, da das Cerebellum durch neurale Schaltkreise dazu in der Lage ist die kognitiven Funktionen zu modulieren (Cantelmi, Schweizer, & Cusimano, 2008).

Im Zusammenhang mit der Behandlung zeigt die Tumorlokalisation (supra- vs. infratentoriell) ebenfalls einen Einfluss auf neurokognitive Ergebnisse von Überlebenden pädiatrischen Hirntumorpatienten und -patientinnen. Dabei sind infratentorielle Tumore mit schlechteren Ergebnissen verbunden als supratentorielle Tumore (vgl. Mulhern, Crisco & Kun, 1983; Patel, Mullnis, Neil, & Wilson, 2011) und gehen mit höheren auditorischen Defiziten und folglich mit geringeren Leistungen einher (Patel et al., 2011). Signifikante Unterschiede (Überlebende mit einem infratentoriellen Tumor hatten schlechtere Leistungen) zeigten sich in den Schulleistungen (Lesen und Rechtschreibung), der Aufmerksamkeit/ des Arbeitsgedächtnisses (Zahlen nachsprechen vorwärts und rückwärts) und der Elternberichte über das Verhalten der Kinder (Patel et al., 2011).

#### 7.4 KRANKHEITSSPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE AUFMERKSAMKEITSLEISTUNG

Die embryonale Periode sowie das Säuglings- und frühe Kindesalter stellen die fruchtbarste Phase der Entwicklung und des Wachsens des zentralen Nervensystems dar (vgl. Fischer, 1987; Nowakowski & Hayes, 1999).

---

Kommt es zu Unterbrechungen im Entwicklungsprozess während der Wachstumsphase bei Kindern durch Schädigungen des zentralen Nervensystems, kann dies irreversible Auswirkungen auf die fortlaufende Reifung sowohl auf neuroanatomischer als auch auf kognitiver Ebene haben (Willmott, Anderson, & Anderson, 2000).

Neben den bereits genannten Langzeitfolgen stellen Aufmerksamkeitsstörungen nach einer erworbenen Hirnschädigung, vor allem im Kleinkind- und Vorschulalter, eine der häufigsten Funktionsstörungen dar. Diese haben Auswirkungen auf nahezu alle Lebensbereiche der Betroffenen (Duffner, 2010; Sturm et al., 2009).

Ergebnisse von ERP Studien (event related potentials) lassen vermuten, dass Aufmerksamkeitsstörungen bei Kindern entweder durch die Aufmerksamkeit für aufgabenirrelevante Stimuli oder einer langsamen kognitiven Verarbeitung bestehen und unterstützen zum Teil die Ansicht, dass sich diese Defizite in den energetischen Prozessen widerspiegeln (Informationseinbettung und Organisation) (Sergeant & van der Meere, 1990).

Bei Kindern mit Hirntumoren (HIT) werden Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsprobleme oft als eine Folge der Erkrankung beschrieben (Ris & Noll, 1994). Moore, Ater und Copeland (1992) verweisen darauf, dass Aufmerksamkeitsprobleme bei Kindern mit einem Hirntumor in unterschiedlichen Hirnregionen auftreten, unabhängig davon, ob zusätzliche Bestrahlung ein Teil ihrer Behandlung war oder nicht.

Neurokognitive Probleme einschließlich Aufmerksamkeitsstörungen sind das Ergebnis einer Abnahme der weißen Substanz, was eine Folge der Strahlentherapie darstellt (Reddick et al., 2003).

Trotz zahlreicher Studien sind Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsprobleme nicht vollständig erklärbar, da immer noch nicht eindeutig geklärt werden konnte, welche Tumorarten die Aufmerksamkeit beeinträchtigen und wie viel Bedeutung der Lokalisation zugeschrieben werden kann (Dennis et al., 1998). Es wird angenommen, dass kognitive Defizite bei Kindern mit einem Hirntumor mit Defiziten in den Basisprozessen verbunden sind, mit welchen Wissen erworben wird, einschließlich der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses. Probleme in diesen Bereichen begrenzen den Anteil des verfügbaren Wissens und erschweren durch die begrenzte Informationsbasis das Generieren von neuem Wissen (Dennis et al., 1998). Damit zeigt sich deutlich die Bedeutung intakter Aufmerksamkeitsfähigkeiten

---

für die Erhaltung der normalen intellektuellen und schulischen Entwicklung (Reddick et al., 2003).

Weiter zeigten Dennis et al. (1998) in ihrer Studie, dass Kinder im Alter von sieben Jahren mit einem Hirntumor im dritten oder vierten Ventrikel gleichermaßen Aufmerksamkeitsprobleme aufweisen. Dies deckt sich mit der Annahme, dass die Aufmerksamkeitsfunktionen in multiplen neuralen Bereichen einbezogen werden. Die fokussierte Aufmerksamkeit oder Vigilanz scheinen dabei häufiger betroffen zu sein als die selektive Aufmerksamkeit (Dennis et al., 1998).

Dennis und Kollegen (1998) verweisen darauf, dass nicht nur der Tumor an sich ein Risiko für Aufmerksamkeitsprobleme darstellt, sondern die Kombination von Tumor und Strahlenbehandlung. Dabei zeigten viele der klinischen Stichprobe normale Leistungen in den Aufgaben der Aufmerksamkeit, zusätzlich aber zeigten sich schlechtere Aufmerksamkeitsleistungen im Zusammenhang mit der Bestrahlung.

Ist das Kind zu Beginn der Erkrankung sehr jung, wird durch den Einfluss des Tumors auf die Aufmerksamkeitsnetzwerke, vor allem die fokussierte Aufmerksamkeit gestört. Dies zeigt sich stärker im jungen Alter als im höheren Alter. Außerdem verschlimmern sich die Defizite in der fokussierten und selektiven Aufmerksamkeit und werden mit Zunahme der Zeit seit der Behandlung immer deutlicher (Dennis et al., 1998).

Nicht klar ist, ob das Alter zur Zeit der Symptome oder die Zeit seit der Behandlung relevanter sind bspw. bei der fokussierten Aufmerksamkeit (Dennis et al., 1998).

Mulhern et al. (2004a) konnten bei Überlebenden mit einem Hirntumor, welche Defizite in der Aufmerksamkeit und Probleme in den schulischen Leistungen hatten, signifikante Verbesserungen in Bereichen der Aufmerksamkeit/Konzentration feststellen. In den Berichten von Lehrern und Eltern konnten ebenfalls Verbesserungen hinsichtlich der Aufmerksamkeitsdefizite sowie der sozialen Funktionen und schulischen Kompetenz festgestellt werden, nachdem sie eine medikamentöse Behandlung erhielten (Methylphenidat).

Oft werden Defizite und Einflussfaktoren bei Tumorerkrankten beschrieben und untersucht und die Förderung jener rückt meist etwas in den Hintergrund. Daher sei im Hinblick auf die Förderung von Tumorerkrankten eine der anspruchsvollsten und größten Versuche während der Rehabilitation von 161 Hirntumorüberlebenden im Jahre 2008 von Butler und Kollegen zu erwähnen. In der Untersuchung wurden die Patientinnen/Patienten einem kognitiven Förderunterrichtsprogramm bzw. einer

---

Warteliste zugeteilt. All jene, welche die Untersuchung unter der Bedingung der Förderung beendeten, zeigten signifikant verbesserte schulische Leistungen in Mathematik und Sprache. Weiterhin schätzten Eltern ihre Kinder in der Aufmerksamkeit/ Konzentration unter alltäglichen Bedingungen als signifikant besser ein und auch wiesen die Betroffenen, welche das Förderprogramm erhielten, ein deutlich höheres Level an metakognitiven Strategien auf (Butler et al., 2008).

## **8 NEUROPSYCHOLOGISCHE VERFAHREN ZUR PRÜFUNG DER AUFMERKSAMKEIT FÜR DAS VORSCHULALTER**

Die embryonale Periode sowie das Säuglings- und frühe Kindesalter stellen die fruchtbarste Phase der Entwicklung und des Wachsens des zentralen Nervensystems dar (vgl. Fischer, 1987; Nowakowski & Hayes, 1999). Die Untersuchung und Charakteristik der einzelnen Aspekte der Aufmerksamkeit, der Einfluss von Hirntumoren und das Umfeld des Kindes, welche das Risiko einer Beeinträchtigung erhöhen können, sind im Vorschulalter besonders bedeutsam (Dennis et al., 1998).

Daher ist auch die Diagnostik in diesem Alter von größter Bedeutung. Im Bereich der Aufmerksamkeit liegen einige Tests für das Vorschulalter vor, welche anhand der Tabelle 1 dargestellt und anschließend erläutert werden. Nicht alle Testverfahren sind reine Aufmerksamkeitstest. Einige sind Teil von umfassenden Testbatterien wie z.B. Intelligenztestmessungen.

**Tabelle 1:** Testverfahren zur Erfassung der Aufmerksamkeit für das Vorschulalter

Test	Untertest	Funktion	Aufgabe	Alter
<b>AUFMERKSAMKEITSTESTS</b>				
<b>CPT</b> <i>Continuous Performance Test</i>		visuelle Dauer- aufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit	Längere Beobachtung von Buchstaben, Reaktion auf kritischen Reiz	4 – 57;11
(Knye, Roth, Westhus, & Heine, 2003)				
<b>CAPT</b> <i>Continuous Attention Performance Test</i>		visuelle Aufmerksamkeit, auditive Aufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit	Längere Beobachtung visueller & akustischer Reize, Reaktion auf kritischen Reiz	5;0 – 11;11
(Starzacher, Nubel, Grohmann, Gaupp, & Pfeiffer, 2007)				
<b>KHV-VK</b> <i>Konzentrations- Handlungsverfahren für Vorschulkinder</i>		Daueraufmerksamkeit fokussierte Aufmerksamkeit	Aus einer Vielzahl von Karten mit 12 Symbolen den kritischen Reiz/ die kritischen Reize ausmachen und in best. Fächer ablegen	3;0 – 6;11
(Ettrich & Ettrich, 2006)				
<b>MKVK</b> <i>Marburger Konzentrationstest für Vorschulkinder</i>		Daueraufmerksamkeit fokussierte Aufmerksamkeit	Aus einer Vielzahl von Karten mit 12 Symbolen den kritischen Reiz/ die kritischen Reize ausmachen und in best. Fächer ablegen	4 – 6
(Berger, Hanschmann, Koukouraki, Wandel, & Bacher, 2011)				
<b>RT (S1-S3)</b> <i>Reaktionstest</i>		Alertness, selektive Aufmerksamkeit	Einfache Reaktionszeit- messung auf Licht- & Tonreize	5 – 12
(Schuhfried, 2012)				
<b>TEA-Ch-K</b> <i>Test zur Erfassung von Konzentration und Aufmerksamkeit im Kindergartenalter</i>	Feuerdrachen	Daueraufmerksamkeit	Visuelle & akustische Reize, Reaktion auf kritischen Reiz	4;0 – 6;6
	Eulensuche, Zauberwald	selektive Aufmerksamkeit	Zielreiz einkreisen, Zielreiz einkreisen & verbinden	
(Jäger & Sebastian, 2010)	Eulensuche & Feuerdrachen	geteilte Aufmerksamkeit	Kombination aus Eulensuche & Feuerdrachen	
	Eulenpost,	Reaktionshemmung	Visuelle & akustische Reize – Abstreichen des Zielreizes bei einem Ton;	

	Gleichwelt/ verhexte Welt		Richtige Farben der Zielreize benennen
	Eulenpost, Gleichwelt/ verhexte Welt	Aufmerksamkeits- kontrolle	s.o. Eulenpost & Gleichwelt/ verhexte Welt

### TESTBATTERIEN MIT SUBTEST "AUFMERKSAMKEIT"

<b>BUEVA II</b> <i>Basisdiagnostik für umschriebene Entwicklungs- störungen im Vorschulalter II</i>	Aufmerksam- keit	selektive Aufmerksamkeit	Schnelles Durchstreichen eines Zielreizes (Birne) in einer Reihe von Reizen	4 – 6;5
(Esser & Wyschkon, 2011)				
<b>HAWIVA</b> <i>Hannover-Wechsler- Intelligenztest für das Vorschulalter</i>	Kodieren	selektive Aufmerksamkeit	Schnelle Zuordnung von best. Strichsequenzen in geometrische Formen	4;0 – 6;11
(Ricken, Fritz, Schuck, & Preuß, 2007)	Symbolsuche		Zielreiz zwischen fünf weiteren Reizen ausmachen	4;0 – 6;11
<b>KET-KID</b> <i>Kognitiver Entwicklungstest für das Kindergartenalter</i>	Aufmerksam- keit	selektive Aufmerksamkeit, kurzfristige Aufmerksamkeits- fokussierung	Schnelles Ankreuzen des Zielreizes (Quadrat)	3;0 – 6;6
(Daseking & Petermann, 2009)				

---

## 8.1 CPT – Continuous Performance Test

(Knye, Roth, Westhus, & Heine, 2003)

Der CPT findet bei Kindern im Vor- und Grundschulalter Anwendung und dient der Erfassung der selektiven Aufmerksamkeit, des impulsiven Verhaltens und der Daueraufmerksamkeit (Knye et al., 2003). Zudem erfasst der Test die Fähigkeit bereits eingeleitete Handlungen zu hemmen (Graz Universität, 2003). Dies wird durch ein computergestütztes Programm erhoben. Dabei werden dem Kind in zwei Testphasen, welche eine zweiminütige Pause enthalten und insgesamt ungefähr 15 Minuten dauern, fünf Buchstaben (H, O, T, X, Z) in zufälliger Reihenfolge auf dem Bildschirm präsentiert, welche leicht voneinander zu unterscheiden sind. Folgt auf ein »O« ein »X« soll das Kind so schnell wie möglich reagieren und die Leertaste drücken. Eine Testphase beinhaltet dabei 200 Stimulusfrequenzen, wobei jedoch 100 von ihnen irrelevant sind da sie weder O noch X enthalten. Weiter werden 50 Nontargetsequenzen, d.h. »O« aber nicht-X und 50 Targetsequenzen mit »O« und »X« präsentiert. Insgesamt ergeben sich daraus drei Fehlervarianten hinsichtlich der Aktion: 1) Reaktion auf eine irrelevante Sequenz (Commissionfehler), 2) Reaktion auf eine Nontargetsequenz (Commissionfehler) nach „O und Nicht-X“ und 3) Reaktion auf eine Nontargetsequenz (Commissionsfehler) nach „Nicht-O und X“. Zudem ergibt sich ein Auslassungsfehler bei dem die Reaktion auf die Zielsequenz ausbleibt, was als Omissionfehler bezeichnet wird. Vor allem die Aktionsfehler lassen auf Defizite in der Aufmerksamkeit und der Impulsivität (mangelnde Hemmung des Verhaltens) schließen (Knye et al., 2003).

Es liegen für die Gesamt- und altersspezifischen Normen im Alter von 4;0 bis 57;11 Jahren insgesamt Daten von N = 986 Personen vor. Zudem sind weitere Vergleichsdaten für spezifische Gruppen vorhanden (Knye et al., 2003).

## 8.2 CAPT – Continuous Attention Performance Test

(Starzacher, Nubel, Grohmann, Gaupp, & Pfeiffer, 2007)

Bei dem Test wird die visuelle und auditive sowie die selektive Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit und die Impulsivität bei Kindern ab dem Vorschulalter erfasst. Der CAPT ist in Anlehnung nach dem bereits beschriebenen CPT entwickelt worden

---

und ebenfalls ein computergestützter Test, hat aber den Vorteil auch die visuelle und auditive Aufmerksamkeit zu erfassen. Der CAPT ist vom Untersucher unabhängig sowie sprachfrei und kindgerecht gestaltet. Dem Kind werden fünf leicht zu unterscheidende Tiere (Pferd, Hund, Kuh, Schwein und Schaf) in Form von Tierlauten oder Tierzeichnungen nacheinander dargeboten. Jeder Untertest (auditiv und visuell) besteht aus insgesamt 320 Einzelreizen, wobei jeder Reiz für 600ms präsentiert wird und ein zeitlicher Abstand zwischen den Reizen von 900ms besteht. Dabei soll auf eine Zielsequenz mittels Knopfdrucks reagiert werden. Die Reize werden in den Untertests in verschiedener Reihenfolge dargeboten, wodurch das Einprägen der Reihenfolge ausgeschlossen werden kann. Die Aufgabe des Kindes besteht darin auf die Sequenz „Pferd-Hund“ so schnell wie möglich zu reagieren und die Leertaste zu drücken. Insgesamt erscheint diese Zielsequenz innerhalb eines Untertests vierzig Mal. Vor dem Start der eigentlichen Messungen erfolgt eine Übungssequenz, welche 17 einzelne Reize und dreimal die Zielsequenz enthält. Dabei gibt der Computer dem Kind bei falscher Reaktion Rückmeldung. Der Test wird erst gestartet, wenn das Kind die Aufgabe sicher verstanden hat. Insgesamt dauert die gesamte Testbatterie 20 Minuten, wobei in jedem Untertest nach vier Minuten eine einminütige Pause vorgesehen ist und zwischen den beiden Untertests zwei Minuten Pause gemacht werden. Ein Untertest dauert jeweils neun Minuten. Bei der Auswertung werden Anzahl, Art (6) und zeitliches Auftreten des Fehlers sowie die Reaktionszeiten ausgegeben. Ein Auslassungsfehler besteht dann, wenn keine Reaktion auf die Zielsequenz erfolgt (keine Reaktion nach „Pferd und Hund“) und kann ein Anzeichen für Unaufmerksamkeit sein (Nubel, Grohman, & Starzacher, 2006). Aber auch Reaktionen nach „Hund und Nicht-Hund“ kann auf eine Unaufmerksamkeit seitens des Kindes hindeuten (Starzacher, 2006). Alle weiteren Aktionsfehler bestehen in einer Reaktion des Kindes bei einer anderen Sequenz als der Zielsequenz und können eher mit Impulsivität in Verbindung gebracht werden (Nubel et al., 2006). Dazu zählen zum Beispiel Reaktionen nach „Pferd und Nicht-Hund“, „Nicht-Pferd und Pferd“, „Hund und Pferd“ und „Nicht-Pferd und Nicht-Hund“. Eine Reaktion auf die Sequenz „Nicht-Pferd und Hund“ kann sowohl auf Unaufmerksamkeit als auch auf Impulsivität hinweisen, jedoch reicht insgesamt die Unterteilung der Fehlerarten in einen Auslassungs- und drei Aktionsfehler, wie sie auch beim CPT ausgegeben werden (Starzacher, 2006). Die Reaktionszeiten sowie deren Variabilität werden während der Testbearbeitung ebenfalls gemessen. Für das

---

Vorschulalter und die Klassenstufe 1 – 4 liegen insgesamt 258 Normwerte vor. Altersspezifische Normen stehen neben der Gesamtnorm für zwei Altersgruppen (5-7-Jährige mit N = 121 und 8-11-Jährige mit N = 137) zur Verfügung. Zudem sind Daten von Kindern einer Stichprobe (N = 84), bei denen der Verdacht auf eine Aufmerksamkeitsstörung besteht, vorhanden (Nubel et al., 2006).

### 8.3 KHV-VK – Konzentrations-Handlungsverfahren für Vorschulkinder (Ettrich & Ettrich, 2005)

Das Verfahren, welches die Konzentrationsfähigkeit erfasst, besteht aus 44 Karten, die jeweils 12 Strichzeichnungen enthalten. Dabei wurde von Kleber und Kleber (1973) vom Differenziellen Leistungstest das Bildmaterial übernommen. Im gleichen Kartensatz befinden sich zwei Parallelformen die eine anwenderfreundliche und ökonomische Vorgehensweise ermöglicht. Die Kinder werden dazu aufgefordert die Karten nach bestimmten Merkmalen in eine Box mit vier bzw. zwei Ablagefächern zu sortieren, wobei in der Form A nach „Baum“ und „Kamm“ und in der Form B nach „Blume“ und „Bürste“ sortiert werden soll. Die Standardform des KHV-VK stellt der *Vierer-Sort* da, welcher bei Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren eingesetzt werden kann. Bei sowohl Form A als auch B entstehen vier Varianten nach denen sortiert wird (z.B. bei Form A): 1. „Baum“ vorhanden, 2. „Kamm“ vorhanden, 3. „Baum“ und „Kamm“ vorhanden und 4. weder „Baum“ noch „Kamm“ vorhanden. Die Ablagefächer sind dementsprechend gekennzeichnet, wobei das vierte Fach kein Symbol enthält. Vom *Vierer-Sort* wurde außerdem noch eine vereinfachte Form, der *Zweier-Sort*, abgeleitet, welcher für drei- bis fünfjährige entwicklungsbeeinträchtigte Kinder geeignet ist. In dieser Form wird nur nach den Merkmalen „vorhanden“ oder „nicht vorhanden“ sortiert. Ettrich und Ettrich (2005) weisen darauf hin, dass bei entwicklungsbeeinträchtigten dreijährigen Kindern die Instruktion des *Vierer-Sort* nicht verstanden wird bzw. diese nach einer Zeit nicht mehr beachtet werden und somit die Erfassung der Konzentrationsfähigkeit nicht gewährleistet ist. Der *Zweier-Sort* soll dem entgegenwirken. Dabei beinhaltet der *Zweier-Sort* vier Parallelformen, da dieselben Karten wie im *Vierer-Sort* verwendet werden: Form A wird nach „Baum“ sortiert, Form B nach „Blume“, Form C nach „Kamm“ und Form D nach „Bürste“.

---

Form A und B enthalten jeweils 21-mal den kritischen Reiz, Form C und D jeweils 28-mal.

Insgesamt hat das Kind zehn Minuten für die Bearbeitung der Aufgabe Zeit, wobei mit Karte Nr. 5 begonnen wird, die Karten 1 – 4 dienen der Übung. Sollte das Kind nach zehn Minuten noch nicht fertig sein, wird die Nummer der letzten abgelegten Karte notiert. Es liegt im Ermessen des Untersuchers ob er das Kind bis zum Schluss sortieren lässt oder nicht. Die Arbeitszeit für die Karten 5 bis 44 wird auf dem Protokollbogen festgehalten. Zudem werden die Anzahl der sortierten Karten, die richtige Anzahl sortierter Karten und die Anzahl falsch einsortierter Karten notiert. Für die Gesamtzeit und die falsch sortierten Karten werden zudem Stanine-Werte (SW) angegeben. Auch werden falsch sortierte Karten in einem Verlaufsprotokoll festgehalten. Insgesamt liegen von 1.887 Kindern Ergebnisse vor welche im Zeitraum von 1993 bis 2003 erhoben wurden. Zudem wurden vier verschiedene Altersgruppen angegeben (3;0 – 3;11; 4;0 – 4;11; 5;0 – 5;11; 6;0 - 6;11) (Ettrich & Ettrich, 2005).

#### 8.4 MKVK – Marburger Konzentrationstest für Vorschulkinder (Berger, Hanschmann, Koukouraki, Wandel, & Bacher, 2011)

Mit diesem Verfahren wird die Konzentrationsleistung, aber auch der Arbeitsstil bei Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren erfasst. Dabei diente das Konzentrations-Handlungs-Verfahren für Vorschulkinder von Koch und Pleissner (1984) als Vorlage. Es liegen 80 Karten mit jeweils 12 Symbolen vor. Die Aufgabe der Kinder besteht, darin nach den Merkmalen „Gans“ und „Hund“ zu sortieren. Dadurch ergeben sich vier Kriterien nach denen sortiert werden soll: „Gans“ und „Hund“, „nur Hund“, „nur Gans“, keines von beiden (Berger et al., 2011). Jedoch enthält der MKVK ein Täuschungsfach, d.h. das bei richtigem sortieren das Fach „Gans“ leer bleibt. Vor Beginn des Tests erfolgt eine Übungsphase, wobei 20 Übungskarten gemeinsam mit dem Testleiter/der Testleiterin sortiert werden (Maurer, 2010). Eine Zeitgrenze ist nicht vorgesehen.

Für die Auswertung werden zum einen die Bearbeitungszeit und die Anzahl falsch sortierter Karten verwendet. Für die Normierung liegen von 415 Kindern Daten vor, wobei die Stichprobe der sechsjährigen aufgrund der Untersuchungen in

---

Kindergärten sehr klein ausfällt, da in diesem Alter kaum noch Kinder den Kindergarten besuchen. Zudem ist es dem Untersucher/ der Untersucherin möglich zwischen auffälligen und unauffälligen Kindern im Alter von vier bis fünf Jahren hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit zu differenzieren. Dies ermöglicht der obere (75% - Niveau) und untere Grenzwert (82% - Niveau, PR 18) in der Leistungsbewertung. Außerdem ist die Zuteilung zu einem Arbeitsstil möglich. Aus den Untersuchungen ergaben sich vier Stile nach denen die Kinder arbeiten. Bei Kindern die 1) *schnell arbeiten und wenig Fehler machen* (zitiert nach Berger et al., 2011, S. 749) kann von einer hohen Konzentration und einem zügigen Arbeitstempo gesprochen werden. Kinder die 2) *langsam arbeiten und wenig Fehler machen* (zitiert nach Berger et al., 2011, S. 749) weisen eine hohe Daueraufmerksamkeit auf. Schnell arbeitende Kinder die viele Fehler machen (Gruppe 3), zeigen einen eher ungenauen und flüchtigen Arbeitsstil und scheinen in ihrer Konzentrationsfähigkeit besonders eingeschränkt zu sein. Als vierte Gruppe konnten Kinder ausgemacht werden die sowohl langsam arbeiten als auch viele Fehler machen. Kinder dieser Gruppe können auch durch einen langsamen Arbeitsstil ihre Leistung nicht verbessern (Berger et al., 2011).

#### 8.5 RT – Reaktionstest (Schuhfried, 2012)

Der RT ist ein computerunterstützter Test und erfasst je nach Testform die Reaktionszeit und die motorische Zeit. Dabei können die Testformen S1 – S3 bereits bei Kindern im Alter von fünf bzw. sechs Jahren Anwendung finden. Die Testform S1 und S2 wird laut Schmidt-Atzert et al. (2008) der Alertness und die Form S3 der Selektion zugeordnet. Es wird mit Hilfe des Computers die mittlere Reaktionszeit, die mittlere motorische Zeit sowie jeweils die Streuungsmaße, richtige Reaktionen, nicht erfolgte Reaktionen und unvollständige Reaktionen erfasst. Ab der Testform S3 werden außerdem falsche Reaktionen erfasst.

In der Form S1 wird vom Probanden gefordert auf einen einfachen optischen Reiz zu reagieren. Dabei erscheint lediglich ein gelbes Licht auf dem Bildschirm. Falsche Reaktionen sind daher nicht möglich. Nach einer Übungsphase mit fünf Reizen beginnt die Testphase, welche 28 Reize enthält. Die Zeit der Durchführung beträgt ungefähr sieben Minuten. Es liegen Normwerte von 137 (N = 137) Kindern im Alter

---

von fünf bis 12 Jahren vor, wobei in nach Altersgruppen (5 – 7, und 8 – 12) und Geschlecht Vergleiche möglich sind. Auch bei der Testform S2 wird nur ein kritischer Reiz dargeboten. Daher sind wiederum keine falschen Reaktionen möglich. Beim kritischen Reiz handelt es sich um einen Ton der vorgegeben wird. Wie in S1, erfolgt zunächst eine Übungsphase und anschließend eine Testphase mit 28 Reizen. Die Dauer beträgt ebenfalls ca. sieben Minuten. Für die Testform S2 liegen von insgesamt 134 Kindern (N = 134) im Alter von fünf bis 12 Jahren Daten vor. Es sind ebenfalls Normvergleiche zwischen Alter und Geschlecht, wie bei S1, möglich.

In der dritten Form (S3) werden sowohl optische als auch akustische Reize dargeboten. Dabei erfolgen abwechselnd ein Ton, ein rotes und gelbes Licht sowie Kombinationen aus diesen. Der Proband soll lediglich auf das gelbe Licht und den gleichzeitig dargebotenen Ton reagieren. In dieser Variante sind nun auch falsche Reaktionen möglich. In der Übungsphase erhält der Proband neun Übungsreize und 48 in der Testphase, wobei nur 16 der 48 Reize eine Reaktion erfordern. Insgesamt beträgt die Dauer ca. neun Minuten. Für Schüler im Alter von sechs bis 11 Jahren liegen lediglich von einer Schule aus Österreich Daten vor (N = 126). Daher dienen die Normen lediglich als Richtwerte und dürfen nicht als Grundlage für jedwede Entscheidungen genutzt werden (Prieler, 2012).

## 8.6 TEA-Ch-K – Test zur Erfassung von Konzentration und Aufmerksamkeit im Kindergartenalter (Jäger & Sebastian, 2010)

Der TEA-CH-K ist ein mehrdimensionaler Aufmerksamkeitstest zur Diagnostik von Aufmerksamkeitsdefizitstörungen und wurde auf Grundlage des Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch, Manly, Robertson, Anderson, & Nimmo-Smith, 2008) entwickelt. Das Verfahren kann bei Kindern im Alter von 4;0 bis 6;6 Jahren eingesetzt werden und besteht aus sechs Untertests.

Bei der *Eulensuche* wird die selektive Aufmerksamkeit (und motorische Kontrolle) anhand einer visuellen Suchaufgabe, erfasst. Dabei soll das Kind diejenigen Paare einkreisen, die aus zwei gleichen Eulen bestehen. Mit Hilfe einer Schablone wird die jeweilige Testreihe begrenzt. Ist das Kind mit der Bearbeitung der Aufgabe fertig, soll es ein Stoppschild, welches sich auf der Vorlage befindet, ankreuzen. Ein zweiter

---

Testteil enthält nur die Zielitems aus dem ersten Testteil an den jeweils gleichen Positionen und soll ebenfalls so schnell wie möglich bearbeitet werden. Sowohl die Bearbeitungszeit als auch die Zeit pro Ziel, welche sich aus der Bearbeitungszeit geteilt durch richtig markierte Eulenpaare ergibt, werden erfasst und anschließend in der Normtabelle nachgeschaut.

Bei der *Eulenpost* (erfasst Aufmerksamkeitskontrolle und Reaktionshemmung) enthält die Vorlage 14 Reihen mit Eulen, welche einen Brief tragen. Über eine CD werden dem Kind Töne dargeboten. Dabei soll ein Brief durchgestrichen werden, wenn ein einfacher Ton ertönt. Folgen diesem einfachen Ton jedoch unterscheidbare Tonfolgen, ist der Brief nicht wegzustreichen. Das Kind darf ebenfalls wieder die Schablone zur Begrenzung der Reihen nutzen. Richtige Hemmungsreaktionen werden ausgewertet, d.h. jene Reihen bei dem keine Eulen falsch markiert wurden. Der Wert wird durch die Anzahl maximal möglicher richtiger Reaktionen dividiert und anschließend in der Normtabelle nachgeschaut.

Der *Zauberwald* dient ebenfalls der Erfassung der selektiven Aufmerksamkeit. Die Vorlage enthält einen Wald sowie unregelmäßig angeordnete Drachen, Elfen, Schlangen und Gespenster. Innerhalb von einer Minute soll das Kind so viele Drachen wie nur möglich einkreisen und mit einer Linie verbinden. Insgesamt befinden sich 75 Drachen in dem Wald. Der Rohrwert stellt dabei die richtig markierten Figuren dar.

In 12 Reihen sind beim *Feuerdrachen* jeweils sechs Drachen pro Reihe in drei unterschiedlichen Farben angeordnet. Erfolgt über die CD ein bestimmter Ton mit nachfolgend genannter Farbe soll das Kind den passenden Drachen dazu durchstreichen. Ertönt nur der Ton soll nicht reagiert werden. Zum Wechseln in die nächste Reihe erfolgt ein weiterer Ton. Die Schablone dient wieder der Begrenzung der Reihe bei der Bearbeitung. Bei der Auswertung werden die Anzahl der richtig durchgestrichenen Drachen und auch die richtig bearbeiteten Reihen gezählt.

Bei der *Eulensuche und Feuerdrachen* wird die geteilte Aufmerksamkeit erfasst. Es werden beide, bereits erwähnten Untertest, in diesem Teil bearbeitet. Dabei wird nach 15 Sekunden *Eulensuche* die CD eingeschaltet und zusätzlich für sechs Reihen *Feuerdrachen* Töne ausgegeben. Es werden Zeit pro Ziel (siehe oben), korrekt bearbeitete Reihen und Drachen erfasst sowie zwei komplex gebildete Abweichungsscores gebildet.

---

Im letzten Untertest *Farbstroop-Aufgabe Gleichwelt/ Verhexte Welt* sind Bananen und Kirschen abgebildet. In der Bedingung *Gleichwelt* sind Bananen gelb und Kirschen rot. Bei *Verhexte Welt* haben Bananen und Kirschen jeweils die verkehrte Farbe. Das Kind soll in beiden Bedingungen die richtige Farbe der jeweiligen Frucht die sie in Wirklichkeit hat benennen. Mit diesem Untertest soll ebenfalls die Aufmerksamkeitskontrolle und Reaktionshemmung erfasst werden. Es wird die Zeit in beiden Bedingungen gemessen und der Differenzwert gebildet.

Insgesamt dauert die Bearbeitung des Tests in etwa 45 Minuten. Von 1.139 Kindern aus den alten Bundesländern liegen Daten für die Normierung vor. Für Mädchen und Jungen werden getrennte Prozentränge angegeben und unterschiedliche Altersgruppen (4;0 – 4;6; 5;0 – 5;6; 6;0 – 6;6). Prozentränge sind ebenfalls in den Tabellen enthalten, doch fehlen viele Angaben bzw. sind teilweise nur unterdurchschnittliche Prozentränge ablesbar. Dieser Test zur Erfassung der Aufmerksamkeit und Konzentration sollte aufgrund seiner groben Mängel und ungenügenden Beschreibung als sehr kritisch betrachtet werden (Renner, 2012).

#### 8.7 BUEVA II – Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter – Version II (Esser & Wyschkon, 2011)

Beim Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter – Version II geht es um die Abklärung von Teilleistungsproblemen bei Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren. Neben zweier fakultativer Subtests, wie der *Visuomotorik* und der *Artikulation*, werden Komponenten zur *nonverbalen Intelligenz*, *expressiven Sprache*, zum *Arbeitsgedächtnis* und zur *Aufmerksamkeit* erfasst. Die Aufmerksamkeit stellt in diesem Test eine Modifikation von bereits bekannten Testverfahren dar. Hierfür wurde der Frankfurter Test für Fünfjährige – Konzentration (FTF-K, Raatz & Möhling, 1971) herangezogen. Im BUEVA – II gibt es lediglich nur noch einen Untertests zur *Aufmerksamkeit* im Gegensatz zur vorherigen Version, wo die Aufmerksamkeit zusätzlich durch das *Zahlenfolgedächtnis* erfasst wurde. Durch neue Normierungen ist die Vorlage des Untertests *Aufmerksamkeit* bereits auch bei vierjährigen Kindern möglich. Daher liegen nur von 926 Kindern Daten vor. Da es sich um einen Speed-Test handelt, weist die Aufgabe einen geringen Schwierigkeitsgrad auf. Das Kind erhält ein Blatt Papier, auf dem Birnen und Äpfel in

---

beliebiger Reihenfolge abgebildet sind. Die Aufgabe besteht darin, so viele Birnen wie nur möglich innerhalb von 90 Sekunden zu identifizieren und durchzustreichen. Um eine bessere Übersicht zu erhalten wurden die Zeilen des Tests paarweise auseinander gezogen (Esser & Wyschkon, 2011).

Alle richtig durchgestrichenen Birnen werden aus- und zu einer Rohwertsumme zusammen gezählt (Waligora, 2003). Laut Autoren macht die Erfassung der ausgelassenen Birnen bei Kindern im Vorschulalter wenig Sinn da diese oft nicht stringent beim Testblatt vorgehen (Esser & Wyschkon, 2011). Auch werden Äpfel die fälschlicherweise durchgestrichen wurden nicht von der Gesamtsumme abgezogen. Diese werden wie die Auslassungsfehler ignoriert. Die Rohwertsumme wird in das entsprechende Feld auf dem Auswertungsbogen eingetragen. Anschließend werden T-Wert und Prozentrang (PR) in der jeweiligen Normierungstabelle nachgeschaut. Dabei kann von einer Störung der Aufmerksamkeit ausgegangen werden, wenn der T-Wert für diesen Untertest  $< 40$  beträgt (Esser, 2002).

#### 8.8 HAWIVA-III – Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter - III (Ricken, Fritz, Schuck, & Preuß, 2007)

Der HAWIVA erfasst allgemeine und spezifische Fähigkeiten bei Kindern des Vorschulalters (2;6 – 6;11) und stellt ein Intelligenztest dar. Dieser ist eine Adaption des Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-III Test (WPPSI-III, Wechsler, 2002). Wechsler geht davon aus, dass die Intelligenz ein globales Konstrukt darstellt, andererseits aber auch spezifisch ist, da sie aus einzelnen Faktoren zusammengesetzt ist (McGrew, 2005).

Die Spezifischen Skalen stellen der Verbalteil, Handlungsteil, die allgemeine Sprachskala und die Verarbeitungsgeschwindigkeit neben dem Gesamtwert, der den kognitiven Entwicklungsstand des Kindes erfasst, dar. Verschiedene Untertests werden für die Altersgruppen 2;6 – 3;11 und 4;0 – 6;11 vorgegeben. Bei der jüngeren Altersgruppe ergibt sich eine Bearbeitungszeit zwischen 20 und 60 Minuten (5 Untertests bei vollständiger Durchführung), bei den älteren dauert die Testbearbeitung zwischen 30 und 120 Minuten (14 Untertests bei vollständiger Durchführung).

---

Der Verbalteil beinhaltet die folgenden Untertests: *Allgemeines Wissen* (AW), *Begriffe erklären* (BEL) und *Begriffe erkennen* (BEN). Dazu kommen optionale Untertests wie *Allgemeines Verständnis* (AV), *Gemeinsamkeiten finden* (GF), *passiver Wortschatz* (PW) und *aktiver Wortschatz* (AW).

Im Handlungsteil bilden der *Mosaik-Test* (MT), *Matrizen-Test* (MZ) und das *Klassen bilden* (KB) die Kernuntertests. Zusätzlich können *Figuren legen* (FL) und *Bilder ergänzen* (BE) dazu genommen werden.

Die Verarbeitungsgeschwindigkeit wird mit dem Untertest *Kodieren* (KO), welches unter anderem das Kurzzeitgedächtnis, die Lernfähigkeit, visuelle Wahrnehmung, visuell-motorische Koordination, die kognitive Flexibilität sowie die Motivation und Aufmerksamkeit prüft, erfasst. Auf einem Blatt Papier ist eine Serie von geometrischen Formen mit darin enthaltenden Strichen angegeben. Das Kind soll innerhalb von 120 Sekunden, die Striche so schnell wie möglich in die dazugehörigen Formen zeichnen. Die Anzahl der richtigen Antworten wird anschließend erfasst (Ricken et al., 2007).

Die *Symbol-Suche* (SS), als optionaler Untertest, kann für diesen Bereich ebenfalls Anwendung finden. Diese erfasst das visuelle Kurzzeitgedächtnis, die Wahrnehmungsorganisation, die kognitive Flexibilität sowie die visuelle Diskrimination und die Konzentration. Dabei erhält das Kind ein Blatt Papier mit fünf verschiedenen abstrakten Symbolen die Zeilenweise angeordnet sind. Vor jeder Reihe befindet sich ein Zielsymbol. Das Kind soll angeben, ob sich das Symbol (Zielsymbol) in der Reihe der weiteren Symbole wiederholt oder nicht. Dabei hat das Kind 120 Sekunden Zeit. Am Ende werden die richtigen Antworten ermittelt (Ricken et al., 2007).

Die Rohrwerte werden anhand der Tabellen in Wertpunkte umgewandelt, wobei die Normen in 3- bzw. 4- Monatsstufen unterteilt sind. Aus KO und SS kann für die Verarbeitungsgeschwindigkeit ein Index gebildet werden, beide gelten als Speed-Test wegen der Zeitbegrenzung (Irblich, 2009).

Laut Manual (Ricken et al., 2007) stellt die Verarbeitungsgeschwindigkeit einen Indikator für z.B. Teilleistungsstörungen, Schädel-/Hirntrauma und Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsstörungen dar. Es wird bei niedrigen Werten angenommen, dass die Verarbeitungsgeschwindigkeit die Leistungen schulischer Anforderungen oder die Anforderungen in Fertigkeitstests beeinflusst. Jedoch muss beachtet werden, dass Kinder im Vorschulalter eventuell Schwierigkeiten mit der Instruktion haben können

---

oder aber mit der Graphomotorik und somit niedrige Werte nicht als Schwäche interpretiert werden dürfen.

### 8.9 KET-KID – Kognitiver Entwicklungstest für das Kindergartenalter (Daseking & Petermann, 2009)

Beim KET-KID handelt es sich um ein Testverfahren, welches zur frühzeitigen Erkennung von motorischen und kognitiven Teilleistungsstörungen aber auch von neuropsychologischen Basisfähigkeiten und im Rahmen des Rehabilitationsprozesses bei Kindern im Kindergartenalter eingesetzt werden kann. Als Vorlage für die Konstruktion diente der spanische Test CUMANIN (Cuestionario de Madurez Neuropsicologica Infantil, Portellano Perez et al., 2002).

Folgende Entwicklungsbereiche werden mit dem KET-KID erfasst: *Psychomotorik, Gedächtnis, Sprache, Rhythmus, Visuokonstruktion, Lateralität* und *Aufmerksamkeit*. Die Autoren gehen davon aus, dass das Gedächtnis und die Aufmerksamkeit gemeinsam als Grundvoraussetzung zusammen mit visuell-räumlichen und sprachlichen Fähigkeiten beim Erwerb von Lesen, Schreiben und Rechnen dienen. Das Testverfahren besteht aus insgesamt zehn Untertests, welche alle vorgegeben werden (Unzner, 2011), wobei acht Untertests in drei übergeordnete Skalen – nonverbale Skala, verbale Skala und Entwicklungsskala – zusammengefasst werden. Die *Aufmerksamkeit, Wortflüssigkeit* und zusätzlich die *Lateralität* werden nur als „weitere Untertests“ eingeordnet. Die Bearbeitungsdauer liegt bei ungefähr 30 Minuten sofern nur die Standardtests (dazu gehören alle Untertests der Entwicklungsskala) vorgegeben werden. Werden auch die optionalen Untertests (*Wortflüssigkeit, Aufmerksamkeit* und *Lateralität*) hinzugezogen verlängert sich die Bearbeitung der gesamten Testbatterie um ungefähr 15 Minuten und insgesamt auf 45 Minuten (Bremen Universität, 2013). Im Untertest *Aufmerksamkeit* erhält das Kind einen Arbeitsbogen auf dem es gilt so viele Quadrate wie möglich mit einem Kreuz zu versehen. Dabei bleiben dem Kind 30 Sekunden Zeit um die Aufgabe zu bearbeiten. Neben der selektiven Aufmerksamkeit werden außerdem die Graphomotorik und die Konzentration in diesem Untertest erfasst. Der sich ergebende Rohwert wird in einen Prozentrang umgerechnet, wobei die Normwerte für jeden Untertest im Halbjahresabstand von 3;0 bis 6;5 Jahren angegeben sind. Für

---

die Normwerte liegen von insgesamt 622 Kindern aus Deutschland Daten vor, wobei jede Altersgruppe mindestens 50 Kinder enthält (Unzner, 2011). Unzner (2011) weist darauf hin, dass dieses Verfahren als Screening-Verfahren im Rahmen von Erst- und/oder Eingangsuntersuchungen angewandt werden kann.

## II EMPIRISCHER TEIL

---

### 9 ZIELSETZUNG

Im folgenden Abschnitt werden mögliche Beeinträchtigungen in den Aufmerksamkeitsfunktionen bei einer Stichprobe von Vorschulkindern mit einem Hirntumor in differenzierter Form, unter dem Aspekt der Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Tumorlokalisation, Behandlungsform sowie Diagnosealter und vergangene Zeit seit der Diagnose, dargestellt und analysiert. Dabei handelte es sich um eine retrospektive Datenanalyse.

### 10 FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN

Aus den Überlegungen und der Literatur ergaben sich fünf Fragestellungen und dementsprechende Hypothesen hinsichtlich der Aufmerksamkeitsleistungen bei Vorschulkindern mit einem Hirntumor, die im Folgenden dargestellt werden.

- **Unterschiede zur Normpopulation**

Zeigen sich Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen der Normierungsstichprobe und Vorschulkinder mit Hirntumoren? Anhand welcher Testkennwerte sind diesbezüglich Unterschiede festzustellen?

*Patientinnen/ Patienten die an einem Hirntumor leiden unterscheiden sich in den Aufmerksamkeitsleistungen von der Normstichprobe.*

Aufmerksamkeitsstörungen stellen im Kleinkind- und Vorschulalter eine der häufigsten Funktionsstörungen nach erworbener Hirnschädigung (vgl. Duffner, 2010; Sturm et al., 2009) und bei Kindern mit Hirntumoren dar (Ris & Noll, 1994).

- **Alter und Krankheitsdauer**

Bestehen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Alter der Vorschulkinder mit einem Hirntumor?

---

*Das Alter hat einen Einfluss auf die Testleistungen in der Aufmerksamkeit bei Vorschulkindern mit einem Hirntumor.*

Laut Literatur kommt es bei Kindern, die zu Beginn der Erkrankung sehr jung sind, zu Störungen in den Aufmerksamkeitsnetzwerken, welche durch den Tumor hervorgerufen werden und vor allem die fokussierte Aufmerksamkeit betreffen (Dennis et al., 1998).

Hat das Diagnosealter einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung?

*Je jünger die Vorschulkinder bei der Diagnose, desto mehr Schwierigkeiten weisen sie in der Aufmerksamkeit auf.*

Jüngere Kinder sind bei Diagnosestellung in Bezug auf neurokognitive Funktionen und deren Beeinträchtigungen gegenüber älteren Kindern benachteiligt (vgl. Ris et al., 2001; Butler & Hasler, 2006).

Hat die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung?

*Die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung wirkt sich negativ auf die Aufmerksamkeitsleistungen bei Vorschulkindern mit einem Hirntumor aus.*

Schlechtere intellektuelle Ergebnisse stehen mit der vergangenen Zeit seit der Diagnose in Verbindung, welche durch eine krankheitsbezogene reduzierte Aufmerksamkeit, langsamerer Verarbeitungsgeschwindigkeit und Gedächtnisproblemen resultieren (De Ruiter et al., 2012).

- **Geschlecht und Erkrankung**

Bestehen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Geschlecht der Vorschulkinder mit einem Hirntumor?

---

*Weibliche Patientinnen die an einem Hirntumor leiden, erzielen schlechtere Ergebnisse in der Aufmerksamkeitsleistung als männlich Erkrankte.*

Das weibliche Geschlecht wurde in einigen Studien (bei Kindern von 6 bis 18 Jahren) als ein Risikofaktor für neuropsychologische Beeinträchtigungen identifiziert (vgl. Butler et al., 1999; Ellenberg et al., 2009). Mädchen im Alter von sechs bis 16 Jahren wiesen geringere Werte im Handlungsteil als die männlich Betroffenen auf (Butler et al., 1999). Außerdem verweisen Ellenberg und Kollegen (2009) darauf, dass weibliche Patientinnen eine höhere Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung in der Aufgabeneffizienz haben.

- **Krankheitsrelevante Parameter**

Lassen sich Unterschiede in den Leistungen von Kindern mit einem Hirntumor hinsichtlich der Tumorlokalisierung feststellen?

*Es zeigen sich Unterschiede in der Aufmerksamkeitsleistung, die abhängig von der Lokalisation des Tumors sind.*

Die Tumorlokalisierung zeigt einen Einfluss auf neurokognitive Ergebnisse von Überlebenden pädiatrischen Hirntumorpatienten und –patientinnen im Zusammenhang mit einer Bestrahlung, wobei infratentoriell liegende Tumore mit schlechteren Ergebnissen einhergehen als supratentoriell liegende Tumore (vgl. Mulhern et al., 1983; Patel et al., 2011). Diese Unterschiede zeigten sich vor allem im Bereich der Aufmerksamkeit/ des Arbeitsgedächtnisses sowie im Lesen und Rechtschreiben und des Verhaltens, welches die Eltern berichteten (Patel et al., 2011). Dennoch ist die Bedeutung der Lokalisation noch nicht vollständig erklärbar (Dennis et al., 1998).

Gibt es einen Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungsformen - Chemotherapie, Strahlentherapie und operativen Eingriffen?

*Die Bestrahlung zeigt einen negativen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistungen der Vorschulkinder mit einem Hirntumor.*

---

Die Bestrahlung hat einen besonders großen Einfluss auf die neurokognitiven Funktionsweisen (Grill et al., 1999). Neurokognitive Probleme einschließlich Aufmerksamkeitsstörungen sind das Ergebnis einer Abnahme der weißen Substanz als Folge einer Strahlentherapie (Reddick et al., 2003).

- **Aufmerksamkeitsverfahren**

Gibt es einen Zusammenhang zwischen KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I*?  
Messen diese dieselben Konstrukte der Aufmerksamkeit?

*Es besteht ein Zusammenhang zwischen den beiden Verfahren, da sie dasselbe Konstrukt der Aufmerksamkeit messen.*

Eignen sich KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I* als Prädiktoren für spätere Aufmerksamkeitsleistungen, die mittels KiTAP erfasst werden können?

*Mindestens eines der beiden Verfahren dient als Prädiktor für spätere Aufmerksamkeitsleistungen die mittels KiTAP erfasst werden.*

## **11 METHODE**

Anhand einer klinischen Stichprobe wurden die Forschungsfragen retrospektiv untersucht. Die Genehmigung der Durchführung wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien erteilt.

### **11.1 METHODISCHE DURCHFÜHRUNG**

Die Daten, welche retrospektiv untersucht wurden, stammen aus den Kranken- und Patientenakten der Neuroonkologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien. Die Patientinnen-/ Patientendaten wurden innerhalb eines Jahres, zwischen Juni 2013 und Juni 2014, im AKH Wien in einer Datei zusammengefasst. Nach Möglichkeit werden alle Patientinnen und Patienten der pädiatrischen Neuroonkologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde bei Erkrankungsbeginn und im Rahmen der Nachsorge in

---

Abständen von ein, zwei und drei Jahren nach der Diagnosestellung neuropsychologisch untersucht. Bei Kindern die mehrere Testzeitpunkte aufweisen, wurden daher die Daten der aktuellsten Untersuchung zur Auswertung herangezogen. Die medizinischen Daten wurden von den Stationsärzten nach Vorlage der in die Stichprobe fallenden Patientinnen/Patienten ausgefüllt.

## 11.2 MESSINSTRUMENTE

Die neuropsychologische Diagnostik stellt einen Teil der psychosozialen Versorgung gemäß der evidenzbasierten Leitlinien der „PSAPOH“ (Psychosoziale Arbeitsgemeinschaft in der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie) dar, die im AKH Wien vor und nach einer Tumorerkrankung durchgeführt wird. Im Rahmen dieser werden standardisierte neuropsychologische Untersuchungsverfahren verwendet, unter anderem Testverfahren zur Aufmerksamkeit, welche Grundlage der retrospektiven Datenanalyse waren. Im Folgenden werden die für die vorliegende Arbeit verwendeten Aufmerksamkeitsverfahren sowie die Erhebung der medizinischen Daten dargestellt.

### *11.2.1 Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter (BUEVA – Esser & Wyschkon, 2002)*

Beim Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter geht es um die Abklärung von Teilleistungsproblemen bei Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren. Neben zwei fakultativen Subtests wird auch die *Aufmerksamkeit* erfasst. Es handelt sich bei dem Untertest um einen Speed-Test, bei dem das Kind so viele Birnen wie möglich auf einem Blatt Papier durchstreichen sollte. Dabei hatte das Kind 90 Sekunden Zeit. Die Rohwerte ergeben sich aus den richtig durchgestrichenen Birnen. Anhand der T-Werte und Prozentränge in den Normtabellen kann eine Störung der Aufmerksamkeit bei einem T-Wert von < 40 angenommen werden.

Beim BUEVA besteht die Normstichprobe aus Kindergartenkinder, welche aus deutschen industriellen Mittelstädten stammen, wobei die Altersspanne, um eine homogenere Gruppe zu erhalten, auf jeweils sechs Monate begrenzt wurde (4;6 – 4;11 Jahre, 5;6 – 5;11 Jahre). Insgesamt liegen Daten von 325 Vierjährigen, davon

---

156 Jungen und 169 Mädchen und 332 Daten von Fünfjährigen mit 183 Jungen und 148 Mädchen vor. Die vorliegenden Normen der Vorschultestbatterie wurden aus den Ergebnissen einer Kindergartenstichprobe von 1980 entwickelt. Die Gültigkeit der Normierung wurde anhand der Zufallsstichprobe aus der *Mannheimer Risikokinderstudie* überprüft. Aufgrund der beinahe exakten Replikation der ursprünglichen Normen der *Mannheimer Risikokinderstudie* gab es keinen Grund die Normen zu aktualisieren (Esser & Wyschkon, 2002).

### 11.2.2 Konzentrationshandlungsverfahren für Vorschulkinder (KHV-VK - Ettrich & Ettrich, 2006)

Der KHV-VK dient zur Erfassung der Aufmerksamkeit und Konzentration, wobei das Kind die Aufgabe hatte 44 Karten mit 12 verschiedenen Symbolen drauf, nach bestimmten Merkmalen in eine Box mit vier Ablagefächern zu sortieren. Dabei wird in der Form A nach „Baum“ und „Kamm“ und in der Form B nach „Blume“ und „Bürste“ sortiert. So entstehen sowohl bei Form A als auch bei B vier Varianten nach denen sortiert wurde (z.B. bei Form A): 1. „Baum“ vorhanden, 2. „Kamm“ vorhanden, 3. „Baum“ und „Kamm“ vorhanden und 4. weder „Baum“ noch „Kamm“ vorhanden. Die Ablagefächer sind dementsprechend gekennzeichnet, wobei das vierte Fach kein Symbol enthält. Insgesamt hatte das Kind zehn Minuten für die Bearbeitung der Aufgabe Zeit, wobei mit Karte Nr. 5 begonnen wurde, die Karten 1 – 4 dienen der Übung. Dabei werden die Rohwerte der Gesamtzeit und die Anzahl der Fehler (falsch sortierte Karten) berechnet. Die jeweiligen Kennwerte sind in den Normtabellen normalgesunder, unauffälliger Kinder im Alter von 3;0 bis 6;11 Jahren vorhanden.

Die Normstichprobe des KHV-VK wurde von 750 aus dem Jahre 2000 auf 1.887 erweitert, wobei keine Unterschiede zur früheren Normierungsstichprobe bestehen und eine hohe Stabilität der Werte anzunehmen ist. Es liegen 210 Daten für die Vier- bis Viereinhalbjährigen vor, 275 Daten für den Bereich 4;6 bis 4;11, 280 Kinder wurden im Alter von fünf- bis fünfteinhalb Jahre untersucht, 312 Kinder zwischen 5;6 und 5;11 Jahren und 267 Daten liegen von Kindern im Altersbereich 6;0 bis 6;5 in der Aufmerksamkeitsbatterie vor.

---

### 11.2.3 Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung für Kinder (KiTAP - Zimmermann et al., 2003)

Die KiTAP ist ein neuropsychologisches computerisiertes Testverfahren zur Erfassung verschiedener Aufmerksamkeitskonstrukte, die differenziert erfasst werden können. Insgesamt enthält die Testbatterie acht Subtests, wobei in diesem Falle nur die vier Nachfolgenden für die Stichprobe relevant sind. Ein Prozentrang kleiner gleich 16 ( $PR \leq 16$ ) in bereits einem der vier Subtests gilt als auffällig in der Aufmerksamkeit. Demnach wurde das Kind als auffällig eingestuft.

#### 11.2.3.1 Alertness

Die tonische (intrinsische) Alertness wird durch eine Einfachreaktionsaufgabe bestimmt. Beim Erscheinen einer Hexe in einem Fenster soll die entsprechende Taste so schnell wie möglich gedrückt werden. Die Auswertung bezieht sich auf die mittlere Reaktionszeit (angegeben durch den Median) und die Variabilität der Reaktionszeit (SD). Für beide Kennwerte liegen Normwerte von unauffälligen Kindern im Alter von 6-10 Jahren vor.

#### 11.2.3.2 Ablenkbarkeit

Unter ablenkenden Bedingungen soll der Fokus willentlich unter Kontrolle gehalten werden und stellt einer der grundlegenden Aspekte der fokussierten Aufmerksamkeit dar. Die KiTAP erfasst dies mit Hilfe zweier Gespenster. Dabei soll nur auf das traurige Gespenst reagiert werden, während Distraktoren, die nicht beachtet werden sollen, auf dem Bildschirm auftauchen. Die Auswertung bezieht sich auf die mittlere Reaktionszeit (angegeben durch den Median) und die Variabilität der Reaktionszeit (SD). Für beide Kennwerte liegen Normwerte von unauffälligen Kindern im Alter von 6-10 Jahren vor.

#### 11.2.3.3 Daueraufmerksamkeit

Bei der Daueraufmerksamkeit geht es um die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit über eine längere Zeitspanne, wobei die Bedingungen der Daueraufmerksamkeit denen im Alltag relativ nah sind. Bei der KiTAP soll in diesem Subtest auf Gespenster geachtet werden die in unterschiedlichen Farben und Fenstern auftauchen. Dabei soll dann reagiert werden wenn zwei Gespenster der gleichen

---

Farbe im selben Fenster auftauchen (einfache Version) oder wenn zwei Geister gleicher Farbe oder im selben Fenster erscheinen (komplexe Version). Auch hier werden die mittlere Reaktionszeit (angegeben durch den Median) und die Variabilität der Reaktionszeit (SD) angegeben und mit den Normtabellen unauffälliger Kinder im Alter von 6-10 Jahren verglichen.

#### 11.2.3.4 *Geteilte Aufmerksamkeit*

Die Verteilung der Aufmerksamkeit auf mehrere gleichzeitig ablaufende Prozesse ist im Alltag allgegenwärtig und wird in der KiTAP mit der geteilten Aufmerksamkeit erfasst. Bei dieser Aufgabe müssen sowohl visuelle als auch auditive Reize gleichzeitig beachtet werden, indem bei einer sichtbaren Eule auf die zufallenden Augen reagiert werden soll und auf die auditiv dargebotenen Eulenrufe sofern eine Unregelmäßigkeit in deren Abfolge auftritt. Wie auch in den oben genannten Subtests werden die mittlere Reaktionszeit (angegeben durch den Median) und die Variabilität der Reaktionszeit (SD) angegeben und mit den Normtabellen unauffälliger Kinder im Alter von 6-10 Jahren verglichen.

#### 11.2.4 *Medizinische Daten*

Die Ärzte und Ärztinnen der Neuroonkologie der Universitätsklinik Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien füllten ein medizinisches Datenblatt mit Daten zur Diagnose, dem Erkrankungsbeginn, der Behandlung, der Lokalisation des Tumors und des Neurostatus aus, welche für die Beantwortung der Fragestellungen von Bedeutung waren.

### 11.3 STICHPROBE

Alle Patientinnen/ Patienten, welche zwischen vier und sechs Jahre alt waren, die Diagnose eines Hirntumors und sowohl Ergebnisse im KHV-VK als auch im BUEVA aufwiesen wurden in die Stichprobe aufgenommen. Kinder und Jugendliche, welche nur präoperative Testzeitpunkte aufwiesen und/oder an der Erkrankung Neurofibromatose Typ I litten, wurden aufgrund des Ziels eine homogene Datengrundlage zu schaffen, ausgeschlossen.

Es wurden insgesamt 24 Patientinnen/Patienten aus einer Anzahl von circa 200 pädiatrischen Patientinnen/Patienten mit den entsprechenden Kriterien identifiziert und in die Stichprobe aufgenommen. Alle Vorschulkinder wurden im Zeitraum von

2008 und 2013 an der Neuroonkologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde im Rahmen einer (Nachsorge)Untersuchung, hinsichtlich der Aufmerksamkeit, untersucht. Dabei konnten 54% Jungen (n = 13) und 46% Mädchen (n = 11) mit einem Durchschnittsalter von 5 Jahren und 4 Monaten (Median = 5,37) und einer Standardabweichung von 0,487 identifiziert werden. Abbildung 4 zeigt die annähernde Normalverteilung des Alters. Zwischen dem Alter der beiden Gruppen besteht ein signifikanter Unterschied ( $t = -2,537$ ,  $p = .026$ ). Im Vergleich weisen die Mädchen einen höheren Altersdurchschnitt auf.

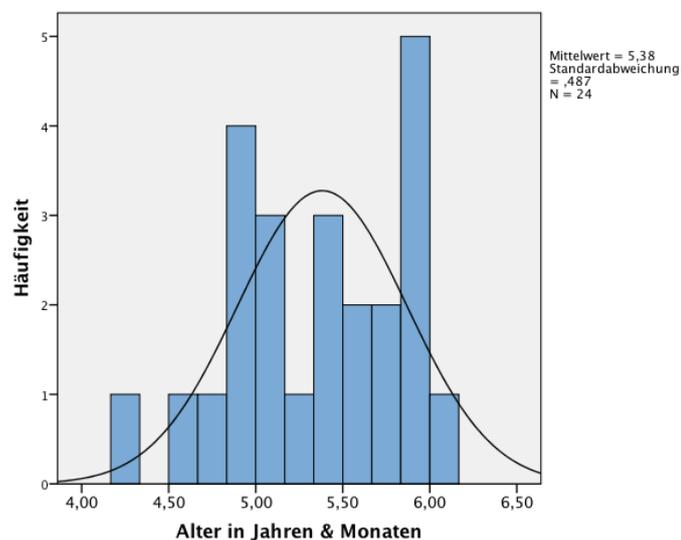


Abbildung 4: Balkendiagramm Altersverteilung der Gesamtstichprobe

Beide Geschlechtergruppen zeigten hinsichtlich des Alters laut der Abbildung 5 eine eher linksschiefe Verteilung. Ausgehend jedoch von der Schiefe und Kurtosis ist das Alter bei beiden Gruppen annähernd normalverteilt, da ein Wert von -2 bzw. 2 nicht überschritten wird, wenn man die Schiefe bzw. Kurtosis durch ihre jeweilige Standardabweichung dividiert.

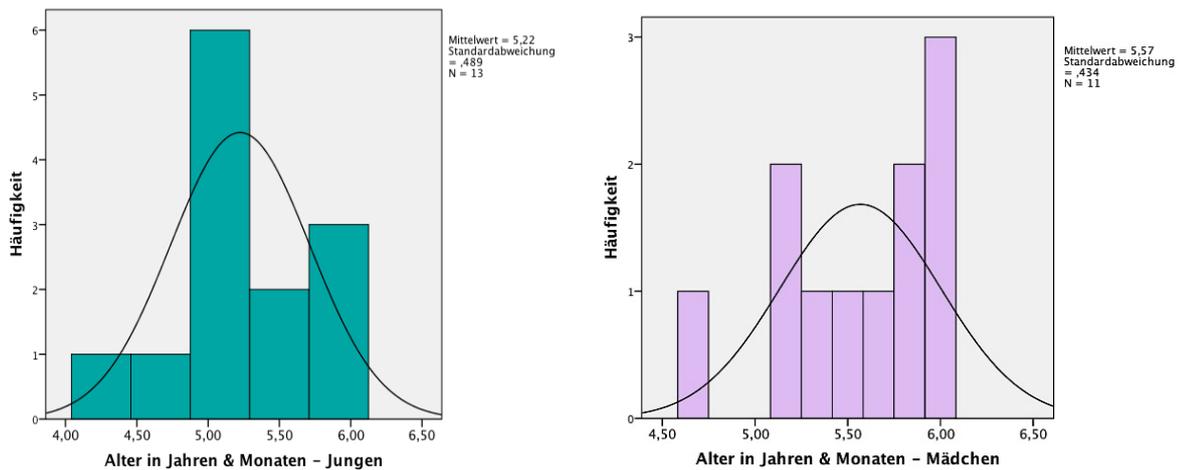


Abbildung 5: Balkendiagramm des Alters bezüglich Jungen (li.) und Mädchen (re.)

Das durchschnittliche Alter der Kinder bei der Diagnosestellung war 38;5 Monate mit einer Standardabweichung von 17,45. Die Verteilung über den Beginn der Erkrankung ist in Abbildung 6 ersichtlich. Zwischen der Diagnosestellung und dem Testzeitpunkt der Kinder lagen durchschnittlich 26;1 Monate. Abbildung 7 zeigt die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung.

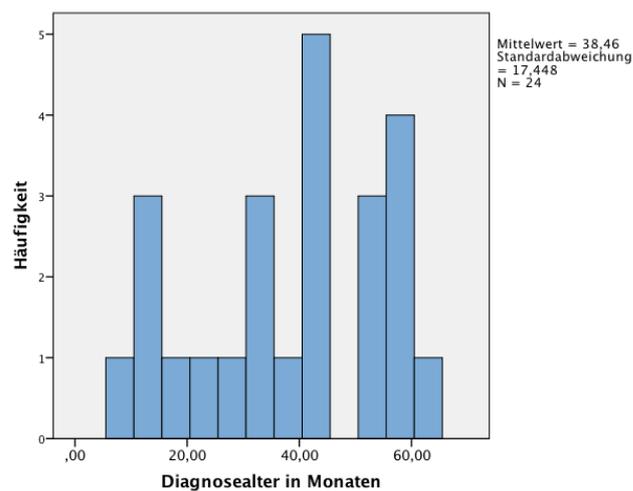


Abbildung 6: Balkendiagramm Diagnosealter in Monaten

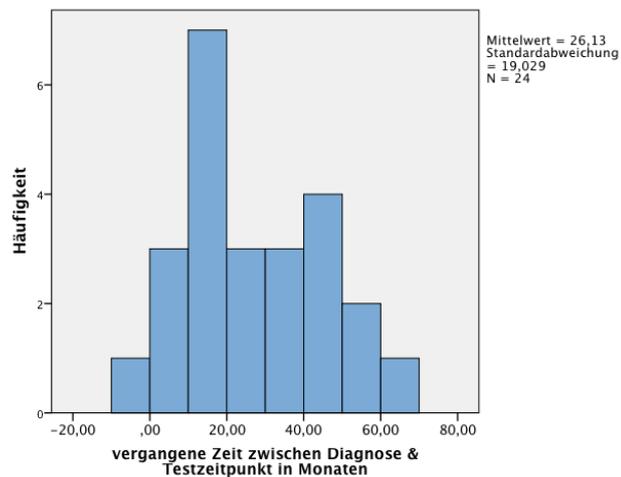


Abbildung 7: Balkendiagramm vergangene Zeit zwischen Diagnose & Testzeitpunkt in Monaten

Die Patientengruppe mit einem Astrozytom-LGG (low-grade-glioma) bilden die größte Gruppe (n = 10) mit zwei Vierjährigen, fünf Fünfjährigen und drei Sechsjährigen. Alle anderen Patientinnen und Patienten verteilen sich auf die unterschiedlichen Tumortypen, die in Tabelle 2 ersichtlich sind. Dabei sind vorwiegend Fünfjährige in den einzelnen Gruppen vertreten.

**Tabelle 2:** Häufigkeitsdarstellung der Tumortypen in Bezug auf das Alter mit Prozentwerten

		Alter in Jahren			Gesamt	Prozent
		4	5	6		
	<b>Astrozytom-LGG</b>	2	5	3	10	41,7
	<b>Astrozytom-HGG</b>	1	2	0	3	12,5
	<b>Ependymom</b>	0	2	1	3	12,5
<b>Gültig</b>	<b>Medulloblastom</b>	0	3	0	3	12,5
	<b>PNET</b>	0	2	0	2	8,3
	<b>ATRT</b>	0	2	0	2	8,3
	<b>Kraniopharyngeom</b>	0	1	0	1	4,2
	<b>Gesamt</b>	3	17	4	24	24

Von den 24 pädiatrischen Patientinnen/Patienten erhielten 23 einen operativen Eingriff, wobei ein Kind keinerlei Behandlung erfuhr. Elf der 23 Kinder wurden zusätzlich zur OP durch eine Chemotherapie behandelt und acht Kinder erhielten eine Kombination aus operativem Eingriff, Chemo- und Strahlentherapie (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Häufigkeitsdarstellung der Behandlungsart mit Prozentwerten

		Häufigkeit	Prozent
	<b>keine Behandlung</b>	1	4,2
	<b>operativer Eingriff (OP)</b>	4	16,7
<b>Gültig</b>	<b>OP &amp; Chemotherapie</b>	11	45,8
	<b>OP &amp; Chemo- &amp; Strahlentherapie</b>	8	33,3
	<b>Gesamt</b>	24	100,0

Um Unterschiede zwischen den Leistungen der Aufmerksamkeit hinsichtlich der Lokalisation ausmachen zu können, musste zunächst kategorisiert werden. Dabei ergaben sich zwei Gruppen. Tumore im supratentoriellen und Tumore im infratentoriellen Bereich. Zu letzterer Gruppe gehören jene die sich im Cerebellum bzw. im Hirnstamm befinden.

Insgesamt weisen 11 Patientinnen/Patienten einen Tumor im supratentoriellen Bereich auf und 13 einen im infratentoriellen Bereich (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Häufigkeitsdarstellung supra- und infratentorielle Tumore mit Prozentwerten

		Häufigkeit	Prozent
	<b>supratentoriell</b>	11	45,8
<b>Gültig</b>	<b>infratentoriell</b>	13	54,2
	<b>Gesamt</b>	24	100,0

---

Da für den Vergleich der drei Aufmerksamkeitstests keine einheitlichen Kennwerte vorliegen die miteinander verglichen werden können, wurde zunächst eine Kategorisierung vorgenommen werden. Kategorisiert wurde nach „unauffällig / auffällig“ für jeden der drei Tests (KHV-VK, BUEVA, KiTAP). Dabei gilt ein Standardwert (SW) im KHV-VK (für Zeit- und Fehlerwerte) im Bereich von 91 – 130 als unauffällig, Werte gleich bzw. unter 90 als auffällig.

Im BUEVA gelten die Teilnehmerinnen/- Teilnehmer als unauffällig mit einem T-Wert größer 40 (T-Wert > 40). Alle Werte unter 40 (T-Wert < 40) können als auffällig angesehen werden.

Bei den Tests der KiTAP wurde ebenfalls nach Auffälligkeiten kategorisiert. Dabei gilt ein Prozentrang kleiner gleich 16 ( $PR \leq 16$ ) als auffällige Leistung und alle Werte darüber als unauffällig, d.h. bei einer normalverteilten Population liegen 16% in einem auffälligen Bereich, 68% im Durchschnittsbereich und wiederum 16% im überdurchschnittlichen Bereich.

Die Patientinnen/ Patienten wurden in der KiTAP als auffällig eingestuft sobald auch nur in einem Untertest ein Prozentrang kleiner gleich 16 auftrat.

#### 11.4 STATISCHE AUSWERTUNG

Die Auswertung erfolgte mit SPSS 22.0 für Mac OS X.

Zur Erfassung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen zur Normpopulation wurde eine deskriptive Datenanalyse vorgenommen und die jeweiligen Effektstärken berechnet. Die betroffenen pädiatrischen Patientinnen/Patienten werden mit einer Normstichprobe verglichen. Die Normstichprobe ergibt sich aus den Normangaben der jeweiligen Testverfahren. Die Normangaben gehen auf die Ergebnisse der jeweiligen Normierungsstichprobe (d.h. auf eine altersspezifische Referenzpopulation aus der Normalbevölkerung) zurück. Diese wird für den Vergleich heran gezogen.

Aufgrund der kleinen Stichprobengröße können signifikante Unterschiede statistisch schwerer erfasst werden, als es bei großen Stichproben der Fall ist. Zusätzlich zu den Testkennwerten zur Signifikanz werden deshalb auch die Effektstärken nach Cohen (*Cohen's d*) angegeben. Die Effektstärke gibt an wie groß der Effekt bzw. der Unterscheid ist, d.h. also ob es sich bei dem Effekt um eine praktische Relevanz handelt. Kommt es bei einer kleinen Stichprobe zu keinem signifikanten Ergebnis kann die Effektstärke zumindest auf einen Trend hindeuten, der wahrscheinlich bei

---

einer größeren Stichprobe auch signifikant wäre. Daher ist die Angabe der Effektstärke bei kleinen Stichproben bedeutsam. Die Effektstärke errechnet sich wie folgt:

$$\text{Cohen's } d = \frac{X_1 - X_2}{\sigma} \quad \sigma = \frac{SD_1 - SD_2}{2}$$

$X_{1,2}$  = Mittelwert 1, 2;  $SD_{1,2}$  = Standardabweichung 1, 2

Werte von  $d = 0,2$  werden als kleiner Effekt bezeichnet, Werte ab  $d = 0,5$  als mittlerer und Werte ab  $d = 0,8$  als großer Effekt (Cohen, 1988).

Manchmal wurde auch die Effektstärke nach Rosenthal  $r$  angegeben, die wie folgt berechnet wird:

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

$Z$  = z -Wert;  $N$  = Stichprobengröße

Ein Wert von  $r = .1$  bis  $r = .3$  steht für einen kleinen Effekt, ein Wert ab  $r = .3$  für einen mittleren Effekt und bei  $r = .5$  kann man von einem großen Effekt ausgehen (Rosenthal, 1991:19, zitiert nach Field, 2009, S. 550).

In Bezug zum Alter hinsichtlich der Testleistungen wurde eine einfache Regression berechnet. Das Diagnosealter und die vergangene Zeit seit der Diagnose wurden mittels Korrelation berechnet.

Für die Analyse der Mittelwerte innerhalb der Stichprobe, wurde bei der Erfüllung der Voraussetzungen ein t-Test für unabhängige Stichproben gerechnet, waren diese nicht gegeben, wurde auf den Mann-Whitney-U-Test zurückgegriffen. Dies galt ebenfalls bei der Überprüfung der Leistungen hinsichtlich mit der Lokalisation des Tumors.

Im Hinblick auf die Behandlungsart und die Aufmerksamkeitsleistung wurde eine einfache Varianzanalyse bei gegebenen Voraussetzungen berechnet.

---

Bei Darstellungen von Kreuztabellen wurde zusätzlich ein  $\chi^2$ -Test gerechnet und je nach Erfüllung der Voraussetzungen nach Fisher bzw. Yates korrigiert.

Um den Zusammenhang der beiden Aufmerksamkeitstests zu erfassen wurde eine Spearman-Korrelation berechnet, da die Voraussetzungen der Normalverteilung und Linearität für eine Pearson Korrelation nicht gegeben waren. Abschließend wurden für den Vergleich der Testverfahren zueinander Vierfelder-Tafeln berechnet. Aufgrund der kleinen Stichprobe und der Unterschreitung der erwarteten Häufigkeit von 5 für jede Zelle wurde, wie in der Literatur empfohlen, der exakte Test nach Fisher beim Chi-Quadrat Test angewandt (Field, 2009, S. 690).

Bei wiederholten Testungen wurden auf Bonferroni-Korrekturen im Sinne der Alpha-Kumulierung verzichtet, da davon ausgegangen wird, dass bei allen Ergebnissen fünf Prozent falsch sein können, wenn diese statistisch mit einem Signifikanzniveau von .05 berechnet werden.

Die Darstellung der Werte wird einheitlich mit Standardwerten (SW) vorgenommen, wobei diese einen Mittelwert von 100 ( $M = 100$ ) und eine Standardabweichung von 10 ( $SD = 10$ ) haben.

## 12 ERGEBNISSE

### 12.1 FORSCHUNGSFRAGE 1:

#### UNTERSCHIEDE ZUR NORMSTICHPROBE

*Zeigen sich Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen der Normierungsstichprobe und Vorschulkinder mit Hirntumoren? Anhand welcher Testkennwerte sind diesbezüglich Unterschiede festzustellen?*

Anhand der Daten erfolgte eine deskriptive Datenanalyse.

Der Mittelwert der Normstichprobe aus dem KHV-VK für die Zeit beträgt 100 ( $M = 100$ ) und die Standardabweichung 10 ( $SD = 10$ ).

Der errechnete Mittelwert der Hirntumorerkrankten in der Gesamtzeit des KHV-VK beträgt 102,5 ( $M = 102,5$ ) mit einer Streuung um den Mittelwert von 8,72 ( $SD = 8,72$ ). Die Daten folgen keiner Normalverteilung (siehe Anhang).

Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Ergebnisse im KHV-VK Gesamtzeit, dabei erreichen 20 von 24 Patientinnen/ Patienten eine Leistung von über 91 bis 110 (Standardwerte). Vier Kinder erreichten eine unterdurchschnittliche Leistung mit einem Standardwert von 80 bzw. gleich 90 im KHV-VK Gesamtzeit. Vergleicht man die Mittelwerte der Normstichprobe ( $M = 100$ ,  $SD = 10$ ) mit der HIT-Gruppe ( $M = 102,5$ ,  $SD = 8,72$ ), zeigen sich nur geringe Unterschiede. Die Effektstärke von  $d = 0,35$  verweist auf einen mittleren Effekt, welcher in Richtung einer besseren Aufmerksamkeitsleistung der HIT-Gruppe in der Gesamtzeit des KHV-VK geht.

**Tabelle 5:** Häufigkeiten und Prozentwerte der Standardwerte KHV-VK Gesamtzeit

	<b>Standardwerte KHV-VK Gesamtzeit</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>	<b>Kumulative Prozente</b>
	<b>80</b>	1	4,2	4,2
	<b>90</b>	3	12,5	16,7
	<b>Gültig 95</b>	2	8,3	25,0
	<b>100</b>	5	20,8	45,8
Gültig	<b>105</b>	2	8,3	54,2
	<b>110</b>	11	45,8	100,0
	<b>Gesamt</b>	24	100,0	

Für die Analyse der Unterschiede in den Fehlern des KHV-VK zwischen der Normstichprobe und den Hirntumorerkrankten wurde ein Einstichproben t-Test berechnet. Die Normstichprobe weist einen Mittelwert von 100 ( $M = 100$ ) und eine Standardabweichung von 10 ( $SD = 10$ ) auf. Die Normalverteilung der Daten ist gegeben (Abb.im Anhang).

Die HIT-Gruppe weist einen Mittelwert von 97,92 ( $M = 97,92$ ) und eine Standardabweichung von 9,77 auf ( $SD = 9,77$ ) (Tabelle 6).

Es besteht kein Unterschied in den Fehlern zwischen der Gruppe der Patientinnen/ Patienten und der Normstichprobe ( $p = .307$ ) im KHV-VK. Die Daten weisen auf einen kleinen Effekt hin ( $d = 0,20$ ), wobei der Mittelwert in der Normstichprobe höher ist als der in der Patientinnen-/ Patientengruppe.

**Tabelle 6:** Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Unterschiede

im KHV-VK Fehler zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von  $\mu = 100$  und einer Standardabweichung von  $\sigma = 10$

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>t</b>	<b>Mittelwert-differenz</b>	<b>Signifikanz (2-seitig)</b>	<b>Cohen's d</b>
<b>KHV-VK Fehler</b>	97,92	9,77	-1,045	-2,083	,307	0,20

Bei der Berechnung der Unterschiede in der Aufmerksamkeitsleistung im BUEVA *Aufmerksamkeit I* zwischen der Normstichprobe und den Patientinnen/ Patienten wurde wiederum ein Einstichproben t-Test herangezogen. Der Mittelwert der Normstichprobe liegt bei 100 ( $M = 100$ ) und die Standardabweichung bei 10 ( $SD = 10$ ).

Bei den Patientinnen/ Patienten ergab sich ein Mittelwert von 92,08 ( $M = 92,08$ ) und eine Standardabweichung von 12,14 ( $SD = 12,14$ ) (Tabelle 9). Auch hier ist eine Normalverteilung der Daten gegeben (Abb. siehe Anhang).

Das Ergebnis zeigt einen Unterschied in den Leistungen der Aufmerksamkeit zwischen der Hirntumorgruppe und der Normstichprobe ( $p = .004$ ) (Tabelle 7). Der Mittelwert der Patientinnen/ Patienten weicht signifikant von dem der Normstichprobe ab. Die Effektstärke weist auf einen großen Effekt ( $d = 0,78$ ) hin. Es zeigt sich ein Trend in Richtung, dass die Normstichprobe in der Aufmerksamkeitsleistung besser als die Hirntumorerkrankten ist.

**Tabelle 7:** Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Unterschiede

im BEUVA *Aufmerksamkeit I* zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von  $\mu = 100$  und einer Standardabweichung von  $\sigma = 10$

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>t</b>	<b>Mittelwert-differenz</b>	<b>Signifikanz (2-seitig)</b>	<b>Cohen's d</b>
<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>	92,08	12,14	-3,193	-7,917	,004	0,78

---

## 12.2 FORSCHUNGSFRAGE 2: ALTER UND KRANKHEITSDAUER

### 12.2.1 Bestehen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Alter der Vorschulkinder mit einem Hirntumor?

Um herauszufinden, ob es einen Unterschied hinsichtlich des Alters und der Testleistungen in den Aufmerksamkeitsverfahren der Patientinnen/ Patienten gibt wurde für alle drei Testkennwerte eine einfache Regression gerechnet, sofern die Voraussetzungen dafür gegeben waren.

Aus den vorliegenden Daten ergab sich wie Abbildung 8 zeigt, folgende Altersverteilung mit annähernder Normalverteilung.

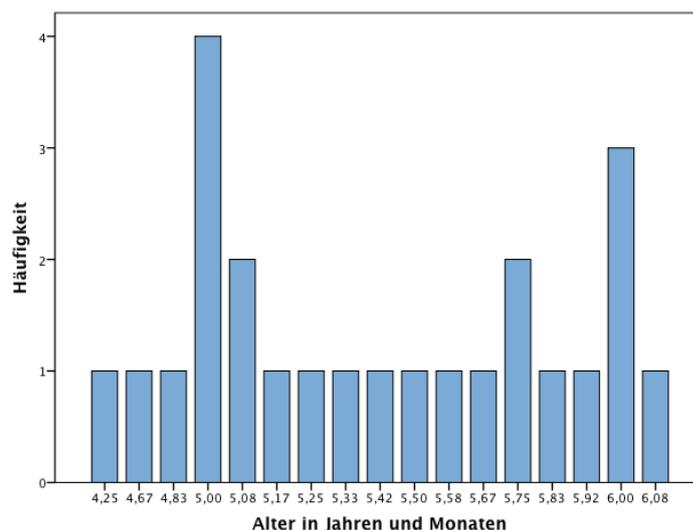


Abbildung8: Balkendiagramm Alter der klinischen Stichprobe

Beim KHV-VK Gesamtzeit zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter und der Testleistung in der Aufmerksamkeit ( $R^2 = .147$ ,  $F = 3,799$ ,  $p = .064$ ). Auch bei den Fehlern im KHV-VK und dem Alter der Patientinnen/ Patienten wurde kein signifikanter Zusammenhang gefunden ( $R^2 = .017$ ,  $F = .378$ ,  $p = .545$ ).

Ein Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeitsleistung im BUEVA *Aufmerksamkeit I* und dem Alter konnte mit  $R^2 = .073$ ,  $F = 1,721$  und  $p = .203$  abermals nicht gefunden werden (Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Ergebnisse der einfachen linearen Regression zur Überprüfung der Abhängigkeit der Testleistungen vom Alter für alle zwei Testverfahren

	<b>Durbin-Watson</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F</b>	<b>Sig. (2.-seitig)</b>
<b>KHV-VK Gesamtzeit</b>	1,388	,147	3,799	,064
<b>KHV-VK Fehler</b>	1,014	,017	,378	,545
<b>BUEVA Aufmerksamkeit I</b>	1,787	,073	1,721	,203

### 12.2.2 Hat das Diagnosealter einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung?

Aufgrund der nicht normalverteilten Daten wurde der Einfluss des Diagnosealters auf die Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Gesamtzeit anhand einer Spearman-Korrelation berechnet.

Es zeigt sich in Tabelle 9, dass das Alter bei der Diagnose keinen Einfluss auf die Leistungen in der Aufmerksamkeit im KHV-VK Gesamtzeit hat.

**Tabelle 9:** Ergebnis der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen dem Diagnosealter (in Monaten) und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Gesamtzeit mittels Spearman-Korrelation

<b>KHV-VK</b>	<b>r</b>	<b>Sig. (2.-seitig)</b>
Gesamtzeit	.076	,725

Bei der Berechnung des Diagnosealters auf die Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Fehler und im BUEVA *Aufmerksamkeit I* konnte aufgrund der normalverteilten und intervallskalierten Daten eine Pearson-Korrelation berechnet werden. Tabelle 10 zeigt, dass es keinen Zusammenhang zwischen dem Alter bei der Diagnose sowohl im KHV-VK Fehler als auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I* gab.

**Tabelle 10:** Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen dem Diagnosealter (in Monaten) und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Fehler und BUEVA *Aufmerksamkeit I* mittels Pearson Korrelation

	<i>r</i>	<b>Sig. (2.-seitig)</b>
<b>KHV-VK Fehler</b>	-.136	.527
<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>	.117	.586

### 12.2.3 Hat die vergangene Zeit seit der Diagnosestellung einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung?

Für die Berechnung der vergangenen Zeit seit der Diagnosestellung auf die Aufmerksamkeitsleistungen wurde eine Korrelation nach Spearman bzw. Pearson berechnet.

Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der vergangenen Zeit seit der Diagnosestellung und der Leistung in der Aufmerksamkeit des KHV-VK Gesamtzeit (Tabelle 11).

Auch im KHV-VK Fehler zeigte sich mit der vergangenen Zeit seit der Diagnosestellung kein signifikanter Zusammenhang.

Die Zeit seit der Diagnose bis zum Testzeitpunkt zeigte auch bei der Aufmerksamkeitsleistung im BUEVA *Aufmerksamkeit I* keinen Einfluss.

**Tabelle 11:** Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen der vergangenen Zeit seit der Diagnose und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Gesamtzeit mittels Spearman Korrelation und KHV-VK Fehler und BUEVA *Aufmerksamkeit I* mittels Pearson Korrelation

	<i>r</i>	<b>Sig. (2.-seitig)</b>
<b>KHV-VK Gesamtzeit</b>	-.006	.978
<b>KHV-VK Fehler</b>	.084	.695
<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>	-.025	.909

---

### 12.3 FORSCHUNGSFRAGE 3: GESCHLECHT UND ERKRANKUNG

*Es bestehen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Geschlecht der Vorschulkinder mit einem Hirntumor.*

Die Voraussetzung der Normalverteilung zur Berechnung eines t-Tests für unabhängige Stichproben ist nur für den BUEVA *Aufmerksamkeit I* gegeben. Beim KHV-VK (Gesamtzeit- und Fehlerwerte) wurde daher der Mann-Whitney-U-Test angewandt. Zusätzlich wurde die Effektstärke nach Rosenthal  $r$  bzw. *Cohen's d* angegeben und wenn anhand der Ergebnisse sinnvoll, eine Kreuztabelle mit Chi<sup>2</sup>-Test (nach Fisher bzw. Yates) durchgeführt.

Anhand der Teststatistik in Tabelle 12 ist erkennbar, dass es sowohl bei der Gesamtzeit als auch bei den Fehlern die die Patientinnen/ Patienten im KHV-VK gemacht haben keine Geschlechtsunterschiede gibt. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gesamtzeit und dem Geschlecht ( $p = .500$ ). Der Mittelwert der Jungen in der Gesamtzeit des KHV-VK ( $M = 101,92$ ) unterscheidet sich nicht signifikant vom Mittelwert der Mädchen ( $M = 103,18$ ). Es zeigt sich ein Trend ( $r = -0.14$ ) hinsichtlich der Aufmerksamkeitsleistung, dass die Mädchen verglichen mit den Jungen ein wenig besser sind in der Aufmerksamkeit. Bei den Fehlern des KHV-VK besteht knapp kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Patientinnen/ Patienten und der Aufmerksamkeitsleistung ( $p = .053$ ) (Tabelle 12). Es gibt keinen Unterschied in der Fehleranzahl zwischen Jungen und Mädchen im Aufmerksamkeitsstest. Die Effektstärke zeigt einen mittleren Effekt ( $r = -0.39$ ), der darauf hindeutet, dass die Mädchen besser als die Jungen in der Aufmerksamkeitsleistung sind.

**Tabelle 12:** Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Test zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen im KHV-VK Gesamtzeit & Fehler \* Geschlecht

KHV-VK Gesamtzeit	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>U</i>	<i>z</i>	Asymp. Sign. (2.-seitig)	Effektstärke
<b>Jungen</b>	101,92	7,78	60,5	-,674	,500	r = -0.14
<b>Mädchen</b>	103,18	10,06				
<b>KHV-VK Fehler</b>						
<b>Jungen</b>	95,00	9,57	38,5	-1,934	,053	r = -0.39
<b>Mädchen</b>	101,36	9,24				

Die Kreuztabelle (Tabelle 13) gibt Aufschluss über auffällige/unauffällige Leistungen bei den Fehlern im KHV-VK und zeigt, dass mehr Jungen ( n = 5) auffällig in ihren Leistungen waren und verglichen mit den Mädchen mehr Fehler machten.

Mit  $p = .264$  zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den auffälligen/unauffälligen Leistungen im KHV-VK Fehler und den Mädchen und Jungen.

**Tabelle 13:** Kreuztabelle KHV-VK Fehler Auffälligkeiten \* Geschlecht

		KHV-VK Fehler		Gesamt
		auffällig	unauffällig	
Geschlecht	Jungen	5	8	13
	Mädchen	2	9	11
Gesamt		7	16	24

Zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I* und dem Geschlecht besteht ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang ( $p = .078$ ) (Tabelle 14). Das Geschlecht hat keinen Einfluss auf die Testleistung, jedoch zeigt sich mit Cohen's  $d = -0.76$  ein großer Effekt der abermals die Mädchen als besser hinsichtlich der Aufmerksamkeitsleistung identifiziert.

**Tabelle 14:** Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I* \* Geschlecht

<b>BUEVA</b> <i>Aufmerksamkeit I</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<b>Asymp. Sign.</b> <b>(2.-seitig)</b>	<b>Effektstärke</b>
<b>Jungen</b>	13	88,08	12,79	-1,846	,078	d = -0.76
<b>Mädchen</b>	11	96,82	9,88			

Anhand einer Kreuztabelle lässt sich erkennen wie sich die auffälligen/ unauffälligen Leistungen auf Mädchen und Jungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I* verteilen (Tabelle 15).

Drei der 11 Mädchen fielen in den Bereich „auffällig“ sowie neun der 13 Jungen. Vier Jungen und acht Mädchen zeigten Testleistungen im unauffälligen Bereich. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den auffälligen/ unauffälligen Leistungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I* und dem Geschlecht ( $\chi^2 = 2.685$ ;  $p = .101$ ).

**Tabelle 15:** Kreuztabelle BUEVA *Aufmerksamkeit I* Auffälligkeiten \* Geschlecht

		<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>		
		<b>auffällig (&lt;40)</b>	<b>unauffällig (&gt;40)</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Geschlecht</b>	Jungen	9	4	13
	Mädchen	3	8	11
<b>Gesamt</b>		12	12	24

## 12.4 FORSCHUNGSFRAGE 4:

### KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER

*12.4.1 Lassen sich Unterschiede in den Leistungen von Kindern mit einem Hirntumor hinsichtlich der Tumorlokalisierung feststellen?*

Die Voraussetzungen zur Berechnung eines t-Test für unabhängige Stichproben sind

sowohl beim KHV-VK Fehler als auch beim BUEVA *Aufmerksamkeit I* gegeben. Der KHV-VK Gesamtzeit wurde anhand des Mann-Whitney-U-Test überprüft.

Zwischen der Gesamtzeit des KHV-VK und der Lokalisation des Tumors gibt es keinen signifikanten Unterschied ( $p = .581$ ) (Tabelle 16). Auch die Effektstärke nach Rosenthal weist auf einen kleinen Effekt hin ( $r = 0,11$ ). Es spielt demnach keine Rolle hinsichtlich der Aufmerksamkeit in welchem Bereich sich der Tumor befindet (supra- oder infratentoriell).

**Tabelle 16:** Ergebnis der Mittelwertunterschiede im Mann-Whitney-U-Test zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des KHV-VK Gesamtzeit \* Tumorlokalisation (infra- vs. supratentoriell)

KHV-VK Gesamtzeit	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>U</i>	Asymp. Sign. (2.-seitig)	Effektstärke
infratentoriell	103,46	8,00	62,5	,581	$r = 0.11$
supratentoriell	101,36	9,77			

Hinsichtlich der Fehler im KHV-VK und der Tumorlokalisation gibt es bei den Patientinnen/ Patienten keinen signifikanten Unterschied ( $p = .173$ ) (Tabelle 17). Die Effektstärke lässt jedoch einen großen Effekt ( $d = -0,58$ ) erkennen, der deutlich zeigt, dass die Leistungen in der Aufmerksamkeit der Betroffenen mit einem Tumor im supratentoriellen Bereich besser sind als von jenen die an einem Tumor im infratentoriellen Bereich leiden.

**Tabelle 17:** Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des KHV-VK Fehler \* Tumorlokalisation (infra- vs. supratentoriell)

KHV-VK Fehler	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	Asymp. Sign. (2.-seitig)	Effektstärke
infratentoriell	13	95,38	9,46	1,409	,173	$d = -0.58$
supratentoriell	11	100,91	9,70			

Die Testleistungen in der Aufmerksamkeit des BUEVA *Aufmerksamkeit I* hinsichtlich der Tumorlokalisierung unterscheiden sich wiederum nicht signifikant voneinander ( $p = .717$ ) (Tabelle 18). Ob sich der Tumor im supratentoriellen oder infratentoriellen Bereich befindet hat keinen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistungen der Hirntumorpatientinnen/ -patienten. Es zeigte sich ein kleiner Effekt ( $d = -0,15$ ), der erkennen lässt das die Gruppe mit dem Tumor im supratentoriellen Bereich etwas bessere Aufmerksamkeitsleistungen aufwies.

**Tabelle 18:** Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des BUEVA *Aufmerksamkeit I* \* Tumorlokalisierung (infra- vs. supratentoriell)

<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>M</i></b>	<b><i>SD</i></b>	<b><i>t</i></b>	<b>Asymp. Sign. (2.-seitig)</b>	<b>Effektstärke</b>
<b>infratentoriell</b>	13	91,23	12,59	,367	,717	d = -0.15
<b>supratentoriell</b>	11	93,09	12,13			

Trotz der nicht signifikanten Ergebnisse bei allen drei Testwerten wird nachfolgend die Lokalisation unter dem Aspekt, ob die Leistungen auffällig oder unauffällig waren, betrachtet (Tabelle 19). Elf Kinder leiden an einem Tumor im supratentoriellen Bereich und 13 Kinder an einem im infratentoriellen Bereich liegenden Tumor.

Es zeigte sich das im KHV-VK Gesamtzeit jeweils zwei Kinder (8,3%), welche einen Tumor im supratentoriellen bzw. im infratentoriellen Bereich aufweisen, auffällig waren. Alle weiteren Patientinnen/ Patienten (83,3%) zeigten in diesem Bereich der Aufmerksamkeit keine Auffälligkeiten. Es zeigt sich anhand des Chi<sup>2</sup>-Test kein signifikanter Zusammenhang zwischen den auffälligen/ unauffälligen Leistungen und der Lokalisation des Tumors ( $p = .637$ ).

Bezüglich der Fehler im KHV-VK weisen ebenfalls zwei Kinder (8,3%) mit einem supratentoriellen Tumor eine auffällige Leistung auf. Verglichen mit ihnen zeigten fünf Kinder (20,8%) mit einem Tumor im infratentoriellen Bereich anhand der gemachten Fehler im Test Auffälligkeiten. Jedoch zeigt sich anhand des Chi<sup>2</sup>-Test kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Tumorlokalisierung und den

auffälligen/ unauffälligen Leistungen im KHV-VK Fehler ( $p = .264$ ).

Im BUEVA *Aufmerksamkeit I* zeigten insgesamt 12 Kinder (50%), auffällige Leistungen in der Aufmerksamkeit, davon sind fünf Kinder (20,8%) von einem supratentoriellen Tumor betroffen und sieben (29,2%) von einem infratentoriellen Tumor. Auch zwischen dem im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffälligen/ unauffälligen Leistungen und der Lokalisation des Tumors besteht kein signifikanter Zusammenhang ( $\chi^2 = .000$ ;  $p = 1.000$ ).

**Tabelle 19:** Kreuztabelle KHV-VK Auffälligkeiten & BUEVA *Aufmerksamkeit I*

Auffälligkeiten \* Lokalisation des Tumors (supra- und infratentoriell)

Lokalisation des Tumors	KHV-VK Gesamtzeit		Gesamt
	auffällig (70-89)	unauffällig (90-110)	
supratentoriell	2	9	11
infratentoriell	2	11	13
Gesamt	4	20	24

Lokalisation des Tumors	KHV-VK Fehler		Gesamt
	auffällig (70-89)	unauffällig (90-110)	
supratentoriell	2	9	11
infratentoriell	5	8	13
Gesamt	7	17	24

Lokalisation des Tumors	BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i>		Gesamt
	auffällig (<40)	unauffällig (>40)	
supratentoriell	5	6	11
infratentoriell	7	6	13
Gesamt	12	12	24

12.4.2 Gibt es einen Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungsformen – Chemotherapie, Strahlentherapie, und einem operativen Eingriff – und der Aufmerksamkeitsleistung?

Um die Unterschiede zwischen den Behandlungen feststellen zu können wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse berechnet. Dabei wurde jedoch eine Gruppe, da diese nur aus einem Fall bestand, die Gruppe mit "keine Behandlung", aus der Analyse ausgeschlossen und somit wurden nur 23 Fälle in dieser Analyse betrachtet.

Folgende Gruppen wurden in die Berechnung einbezogen: operativer Eingriff (OP) mit n = 4, operativer Eingriff (OP) und Chemotherapie mit n = 11 sowie operativer Eingriff (OP) und Chemo- und Strahlentherapie mit n = 8.

Die Voraussetzungen zur Berechnung einer Varianzanalyse sind für beide Testverfahren (KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I*) gegeben (siehe Anhang).

Anhand der Tabelle 20 zeigt sich, dass es sowohl beim KHV-VK als auch beim BUEVA *Aufmerksamkeit I* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen und der Art der Behandlung, welche die Patientinnen/ Patienten erhielten, gab ( $p > .05$ ). Es macht demzufolge keinen Unterschied ob die Kinder einen operativen Eingriff, eine OP und zusätzlich eine Chemotherapie oder eine OP mit anschließender Chemo- und Strahlentherapie erhielten.

**Tabelle 20:** Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen im KHV-VK (Gesamtzeit/ Fehler) & BUEVA *Aufmerksamkeit I* \* Behandlungsformen

		df	F	Signifikanz
<b>KHV-VK Gesamtzeit</b>	Zwischen Gruppen	3	,284	,836
	Innerhalb der Gruppen	20		
	Gesamt	23		
<b>KHV-VK Fehler</b>	Zwischen Gruppen	3	1,060	,388
	Innerhalb der Gruppen	20		
	Gesamt	23		
<b>BUEVA Aufmerksamkeit I</b>	Zwischen Gruppen	3	1,191	,339
	Innerhalb der Gruppen	20		
	Gesamt	23		

---

Anhand der unten aufgeführten Übersicht (Abbildung 9), soll noch einmal pro Patientin/ Patient die Lokalisation, die Behandlungsform und die Ergebnisse in den Aufmerksamkeitstest anhand der Faktoren „auffällig/ unauffällig“ genauestens dargestellt werden. Trotz der nicht signifikanten Ergebnisse sowohl bei der Lokalisation als auch bei der Behandlungsform hinsichtlich der Leistungen in der Aufmerksamkeit ist eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Tumorarten und den eben genannten Faktoren für die Praxis bedeutsam und soll nun hier kurz Erläuterung finden. Patientinnen/ Patienten mit einem Tumor im supratentoriellen Bereich und gleichzeitig einer Behandlung durch einen operativen Eingriff und Chemotherapie zeigten vor allem im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffällige Leistungen hinsichtlich der Aufmerksamkeit. Aber auch Betroffene mit einem infratentoriellen Tumor und einer Behandlung durch eine OP und Chemotherapie sowie einer Kombination aus allen drei Behandlungen (OP, Chemo- und Strahlentherapie) zeigten Auffälligkeiten im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Es zeigte sich außerdem, dass sechs der sieben Patientinnen/ Patienten die auffällig bei den Fehlern im KHV-VK waren auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffällig sind. Auch drei von vier auffälligen Kindern im KHV-VK Gesamtzeit zeigten im BUEVA *Aufmerksamkeit I* Leistungen welche im auffälligen Bereich lagen. Trotz der kleinen Tumorgruppen die sich aus der Stichprobe ergaben zeigen sich, ausgenommen Kraniopharyngenom (n = 1), in jeder Gruppe Aufmerksamkeitsleistungen im auffälligen Bereich. Dabei sind alle Kinder mit einem Medulloblastom im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffällig und 2/3 mit einem Ependymom sowohl im KHV-VK Fehler als auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Jeweils die Hälfte der Gruppe bei PNET und ATRT zeigt auffällige Aufmerksamkeitsleistungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Einer von dreien mit einem Astrozytom-HGG zeigte sowohl im KHV-VK Fehler als auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I* Leistungen unter dem Durchschnitt und vier von zehn Patientinnen/ Patienten mit einem Astrozytom-LGG wiesen unterdurchschnittliche Leistungen im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auf. Von ihnen zeigten zwei ebenfalls unterdurchschnittliche Leistungen bei den Fehlern im KHV-VK und ein anderer zeigte neben einer auffälligen Leistung im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auch in der Gesamtzeit des KHV-VK eine Leistung im unterdurchschnittlichen Bereich. Zur Vervollständigung wurde auch das Kind mit keiner Behandlung aufgelistet dieses wurde jedoch in der Analyse nicht berücksichtigt. Möglicherweise hat die Art des Tumors und dessen Behandlung einen größeren Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung als die

---

Lokalisation an sich. Dies ist jedoch aus den vorliegenden Daten und der kleinen Stichprobe nicht eindeutig zu erklären.

Betrachtet man den KHV-VK in seiner Gesamtheit (beide Testergebnisse gemeinsam) wird deutlich, dass zehn Kinder auffällige Leistungen im gesamten Test zeigten. Dahingegen identifizierte der BUEVA *Aufmerksamkeit I* zwölf Kinder als auffällig in ihren Leistungen die Aufmerksamkeit betreffend.

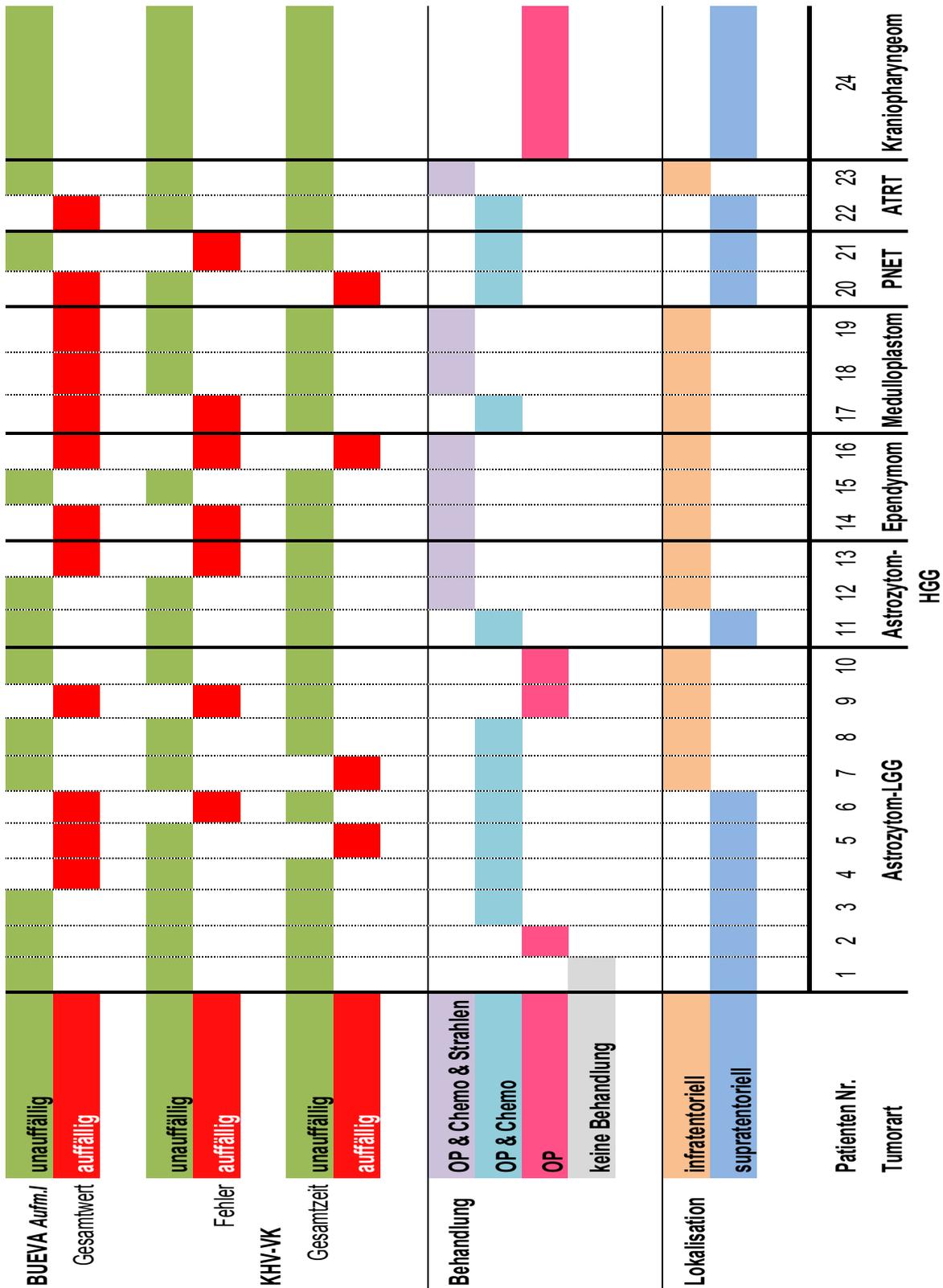


Abbildung 9: Übersicht der klinischen Stichprobe mit Tumorart, Lokalisation, Behandlungsform und Ergebnisse (auffällig/unauffällig) im KHV-VK Gesamtzeit & Fehler sowie im BUEVA Aufmerksamkeit I

Zusätzlich wurde mittels einer multiplen Regression überprüft, inwiefern sich die Kinder aufgrund ihrer auffälligen bzw. unauffälligen Leistungen unterscheiden. Dafür wurden die Leistungen aller 24 Patienten/ Patientinnen in folgende Kategorien geteilt: unauffällig in allen drei Testkennwerten (KHV-VK Gesamtzeit, Fehler und BUEVA *Aufmerksamkeit I*), auffällig in einem Wert, auffällig in zwei Testkennwerten und auffällig in allen drei Werten. Diese wurden gemeinsam mit dem Alter, dem Geschlecht, der Lokalisation und der Behandlungsform verglichen.

Die Analyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang ( $R^2 = .179$ ,  $F = 1.037$ ,  $p = .414$ ) (Tabelle 21). Lediglich 17,9 % der Varianz der Kriteriumsvariablen wurden durch die vier Prädiktoren erklärt. Die vier Gruppen unterscheiden sich nicht anhand des Alters, Geschlechts, der Lokalisation des Tumors oder der Behandlungsform die sie erhalten haben.

**Tabelle 21:** Ergebnisse der multiplen Regression zur Überprüfung der Unterscheidung von Kindern mit auffälligen und unauffälligen Leistungen in beiden Testverfahren in Bezug auf die Behandlungsform, das Alter, das Geschlecht und die Lokalisation des Tumors

	<b>Standardisierte Koeffizienten Beta</b>	<b>t</b>	<b>Sig. (2.-seitig)</b>
<b>Behandlungsform</b>	.250	1.036	.313
<b>stat. Alter in Jahren</b>	-.212	-.931	.364
<b>Geschlecht</b>	-.163	-.685	.502
<b>Lokalisation</b>	-.021	-.091	.928

---

12.5 FORSCHUNGSFRAGE 5:  
AUFMERKSAMKEITSVERFAHREN

12.5.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen KHV-VK und BUEVA

*Aufmerksamkeit I?*

*Messen diese dieselben Konstrukte der Aufmerksamkeit?*

Um die Frage nach dem Zusammenhang der beiden Testverfahren (KHV-VK Gesamtzeit & BUEVA) hinsichtlich der Aufmerksamkeit zu beantworten wurde für die Gesamtzeit des KHV-VK und dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* eine Spearman Korrelation berechnet, da die Voraussetzungen der Normalverteilung und des linearen Zusammenhanges nicht gegeben waren.

Zwischen der Gesamtzeit des KHV-VK und dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* besteht ein signifikanter positiver linearer Zusammenhang ( $p = .002$ ) (Tabelle 22). Es werden durch den Zusammenhang 37,7% der Varianz erklärt. Der KHV-VK misst neben der Daueraufmerksamkeit die fokussierte Aufmerksamkeit. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* erfasst die selektive Aufmerksamkeit. Beide Verfahren messen, im Hinblick auf die Auswahl spezifischer Informationen, die es zu identifizieren gilt wobei irrelevante Reize ignoriert werden sollen, das selbe Konstrukt der Aufmerksamkeit.

**Tabelle 22:** Ergebnis der Spearman-Korrelation zur Überprüfung  
des Zusammenhanges zwischen KHV-VK Gesamtzeit und BUEVA  
*Aufmerksamkeit I*

		<b>KHV-VK</b>	<b>BUEVA</b>
		<b>Gesamtzeit</b>	<b>Aufmerksamkeit I</b>
<b>KHV-VK Gesamtzeit</b>	Korrelationskoeffizient	1,000	,614
	Signifikanz (2-seitig)	.	<b>,001</b>
	N	24	24
<b>BUEVA Aufmerksamkeit I</b>	Korrelationskoeffizient	,614	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	<b>,001</b>	.
	N	24	24

Die Voraussetzungen zur Prüfung des Zusammenhanges beim KHV-VK Fehler und BUEVA *Aufmerksamkeit I* sind erfüllt (Abb. siehe Anhang).

Der Vergleich des KHV-VK Fehler mit dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* ergab ebenfalls einen signifikanten positiven linearen Zusammenhang ( $p = .047$ ) (Tabelle 23). Auch dies weist darauf hin, dass beide Verfahren hinsichtlich der Aufmerksamkeit ein ähnliches bzw. gleiches Konstrukt messen. Insgesamt werden 16,8% der Varianz erklärt.

**Tabelle 23:** Ergebnisse der Pearson-Korrelation zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen KHV-VK Fehler und BUEVA

		KHV-VK Fehler	BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i>
<b>KHV-VK Fehler</b>	Pearson-Korrelation	1	,410
	Signifikanz (2-seitig)		<b>,047</b>
	N	24	24
<b>BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i></b>	Pearson-Korrelation	,410	1
	Signifikanz (2-seitig)	<b>,047</b>	
	N	24	24

#### 15.5.2 *Eignen sich KHV-VK und BUEVA Aufmerksamkeit I als Prädiktoren für spätere Aufmerksamkeitsleistungen, die mittels KiTAP erfasst werden können?*

Von den insgesamt 24 Patientinnen/ Patienten bleiben für den Vergleich der Leistungen im KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I* mit den späteren Leistungen in der KiTAP 9 Kinder übrig, welche einige Untertests der KiTAP in späteren Jahren bearbeitet haben.

Davon betraf dies fünf Jungen (55,6%) und vier Mädchen (44,4%). Das Alter der Patientinnen/ Patienten erstreckte sich von fünf bis acht Jahre und weist ein durchschnittliches Alter von 6 Jahren und 6 Monaten auf. Das Alter verteilt sich über das Geschlecht hinweg wie in Tabelle 24 ersichtlich.

**Tabelle 24:** Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich Alter in Jahren (vollendet) \* Geschlecht

		Alter in Jahren				Gesamt
		5	6	7	8	
Geschlecht	Jungen	2	3	0	0	5
	Mädchen	0	2	1	1	4
Gesamt		2	5	1	1	9

Von den fünf Jungen leidet einer an einem Tumor im supratentoriellen Bereich und vier an einem Tumor im infratentoriellen Bereich. Bei den Mädchen leidet wie bei den Jungen eines an einem im supratentoriellen Bereich liegenden Tumor und drei Mädchen an einem Tumor im infratentoriellen Bereich (Tabelle 25).

**Tabelle 25:** Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich Lokalisation des Tumors \* Geschlecht

		Lokalisation des Tumors		Gesamt
		supratentoriell	infratentoriell	
Geschlecht	Jungen	1	4	5
	Mädchen	1	3	4
Gesamt		2	7	9

In Bezug auf die Behandlung und das Geschlecht, welche die Patientinnen/ Patienten erhalten haben, bekam ein Junge eine OP und Chemotherapie, die anderen drei erhielten zusätzlich zur OP und Chemo- eine Strahlentherapie. Eines der Mädchen wurde nur durch einen operativen Eingriff behandelt, eines erhielt eine OP und Chemotherapie und zwei bekamen neben der OP und Chemo- ebenfalls eine Strahlentherapie (Tabelle 26).

**Tabelle 26:** Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich Behandlungsform \* Geschlecht

		Behandlungsform			Gesamt
		OP	OP & Chemotherapie	OP & Chemo- & Strahlentherapie	
Geschlecht	Jungen	0	2	3	5
	Mädchen	1	1	2	4
Gesamt		1	3	5	9

Um die Frage nach der Eignung des KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I* als Prädiktoren für die Aufmerksamkeitsleistungen die später mit der KiTAP erfasst werden zu beantworten wurde eine Vierfeldertafel berechnet. Dabei wurde jeweils nach dem Kriterium „auffällig/ unauffällig“ unterteilt. Wobei für die folgenden vier Untertests der KiTAP Ergebnisse vorliegen: Daueraufmerksamkeit, Alertness, Ablenkbarkeit und geteilte Aufmerksamkeit.

Zwischen den Testverfahren KHV-VK Gesamtzeit und der KiTAP zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang ( $p = .556$ ). Es zeigte sich, dass vier Kinder in der KiTAP als auffällig galten, die im KHV-VK Gesamtzeit jedoch als unauffällig erschienen (Tabelle 27). Ein Kind war im KHV-VK Gesamtzeit auffällig in der KiTAP jedoch unauffällig. Die Häufigkeitsverteilung der Vierfeldertafel ist in Tabelle 27 sichtbar. Die KiTAP scheint schneller Personen als auffällig zu identifizieren, da von den insgesamt neun unauffälligen Kindern im KHV-VK Gesamtzeit vier in der KiTAP als auffällig galten.

**Tabelle 27:** Vierfeldertafel KiTAP Auffälligkeiten \* KHV-VK Gesamtzeit Auffälligkeiten

		<b>KiTAP</b>			
		<u>Abl./Alert./Dauf./geteilte A.</u>			
		<b>unauffällig</b>	<b>auffällig</b>	<b>Gesamt</b>	
<b>KHV-VK Gesamtzeit</b>	<b>unauffällig</b>	Anzahl	4	4	8
		% in Gesamtzeit			
<b>Gesamtzeit</b>	<b>auffällig</b>	Auffälligkeiten	44,4%	44,4%	88,9%
<b>Gesamtzeit</b>	<b>auffällig</b>	Anzahl	1	0	1
		% in Gesamtzeit			
		Auffälligkeiten	11,1%	0,00%	11,1%
<b>Gesamt</b>		Anzahl	5	4	9
		% in Gesamtzeit			
		Auffälligkeiten	55,6%	44,4%	100,0%

Beim Vergleich des KHV-VK Fehler mit der KiTAP zeigte sich zwischen den beiden Testverfahren kein signifikanter Zusammenhang ( $p = .405$ ). Vier der insgesamt 9 Patientinnen/ Patienten galten in beiden Testverfahren als unauffällig, zwei waren sowohl im KHV-VK Fehler als auch in der KiTAP auffällig, zwei Kinder wurden nur in der KiTAP nicht aber im KHV-VK Fehler als auffällig erkannt und einer war im KHV-VK Fehler auffällig aber nicht in der KiTAP (Tabelle 28).

**Tabelle 28:** Vierfeldertafel KHV-VK Fehler Auffälligkeiten \* KiTAP Auffälligkeiten

		<b>KiTAP</b>			
		<u>Abl./Alert./Dauf./geteilte A.</u>			
		<b>unauffällig</b>	<b>auffällig</b>	<b>Gesamt</b>	
<b>KHV-VK Fehler</b>	<b>unauffällig</b>	Anzahl	4	2	7
		% in Fehler			
		Auffälligkeiten	44,4%	22,2%	66,7%
	<b>auffällig</b>	Anzahl	1	2	3
		% in Fehler			
		Auffälligkeiten	11,1%	22,2%	33,3%
<b>Gesamt</b>		Anzahl	5	4	9
		% in Fehler			
		Auffälligkeiten	55,6%	44,4%	100,0 %

Der Vergleich zwischen den beiden Testverfahren BUEVA *Aufmerksamkeit I* und KiTAP zeigt ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang ( $p = .167$ ). In Tabelle 29 wird sichtbar, dass 4 Kinder in beiden Testverfahren unauffällig sind, eines war im BUEVA unauffällig jedoch in der KiTAP auffällig, ein weiteres Kind galt im BUEVA *Aufmerksamkeit I* als auffällig in der KiTAP jedoch als unauffällig und 3 Kinder galten sowohl im BUEVA *Aufmerksamkeit I* als auch in der KiTAP als auffällig.

In Bezug auf die Untertests der KiTAP zeigten vier Kinder in der Alertness auffällige Leistungen, eines von ihnen zusätzlich noch in der Ablenkbarkeit und der geteilten Aufmerksamkeit. In der Daueraufmerksamkeit erschienen alle Kinder als unauffällig.

**Tabelle 29:** Vierfeldertafel BUEVA *Aufmerksamkeit I* Auffälligkeiten \* KiTAP

		KiTAP			
		<u>Abl./Alert./Dauf./geteilte A.</u>			
			unauffällig	auffällig	Gesamt
<b>BUEVA Aufmerk- samkeit I</b>	<b>unauffällig</b>	Anzahl	4	1	5
		% in BUEVA <i>Aufm.I</i>			
		Auffälligkeiten	44,4%	11,1%	55,6%
	<b>auffällig</b>	Anzahl	1	3	4
		% in BUEVA <i>Aufm.I</i>			
		Auffälligkeiten	11,1%	33,3%	44,4%
<b>Gesamt</b>		Anzahl	5	4	9
		% in BUEVA <i>Aufm.I</i>			
		Auffälligkeiten	55,6%	44,4%	100,0%

Vergleicht man nun noch alle Ergebnisse anhand der unten stehenden Abbildung 10 zeigt sich deutlich, dass drei Patientinnen/ Patienten die im BUEVA *Aufmerksamkeit I* als auffällig identifiziert wurden auch in der KiTAP auffällig waren. Außerdem zeigen zwei von ihnen auch gleichzeitig bei den Fehlern im KHV-VK eine auffällige Leistung. Ein weiteres Kind, welches ebenfalls im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffällig war, galt in der KiTAP hingegen jedoch als unauffällig. Nur ein Kind war in der Gesamtzeit des KHV-VK auffällig in allen weiteren Tests jedoch unauffällig bezüglich der Aufmerksamkeit. Anhand der Tabelle ist ersichtlich, dass das Alter und der zeitliche Abstand zwischen den beiden Testungen eher keinen Einfluss auf die Leistungen in der Aufmerksamkeit zu haben scheinen. Betrachtet man alle auffälligen Kinder in der KiTAP, zeigte sich das, bis auf ein Kind, alle übrigen drei Kinder einen zeitlichen Abstand von knapp einem Jahr bis zweieinhalb Jahren zwischen den Testungen aufweisen und damit auch bei der KiTAP-Testung mindestens ein Jahr älter waren. Aber auch die unauffälligen Kinder zeigen einen zeitlichen Abstand von knapp einem Jahr bis hin zu zwei Jahren.

Auffällig ist jedoch das nur Patienten mit einem Astrozytom-HGG, einem Ependymom und einem Medulloplastom auffällige Leistungen im KHV-VK Fehler, im

BUEVA und/oder in der KiTAP aufweisen. Hingegen zeigt nur ein Kind mit einem Astrozytom-LGG in einem der Tests eine auffällige Leistung in der Aufmerksamkeit und Patientinnen/ Patienten mit einem ATRT bzw. einem Kraniopharyngeom in keinem der Tests. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* identifiziert insgesamt ein wenig mehr Kinder als auffällig als der KHV-VK Gesamtzeit, welche dann auch in der KiTAP auffällige Leistungen hinsichtlich der Aufmerksamkeit zeigen, jedoch nicht ausschließlich. Der KHV-VK Fehler konnte zwei Kinder identifizieren die auch in der KiTAP Aufmerksamkeitsleistungen im unterdurchschnittlichen Bereich zeigten. Unauffällige Kinder, bis auf eines, im BUEVA *Aufmerksamkeit I* werden auch als unauffällig in der KiTAP erkannt. Der KHV-VK mit der Gesamtzeit differenziert schlecht zwischen auffälligen und unauffälligen Leistungen, die Fehler welche im KHV-VK zusätzlich zum Gesamtwert angegeben werden, scheinen hierfür ein etwas geeignetes Maß zur Differenzierung zu sein, was die Leistungen zwischen dem KHV-VK Fehler und der KiTAP angeht.

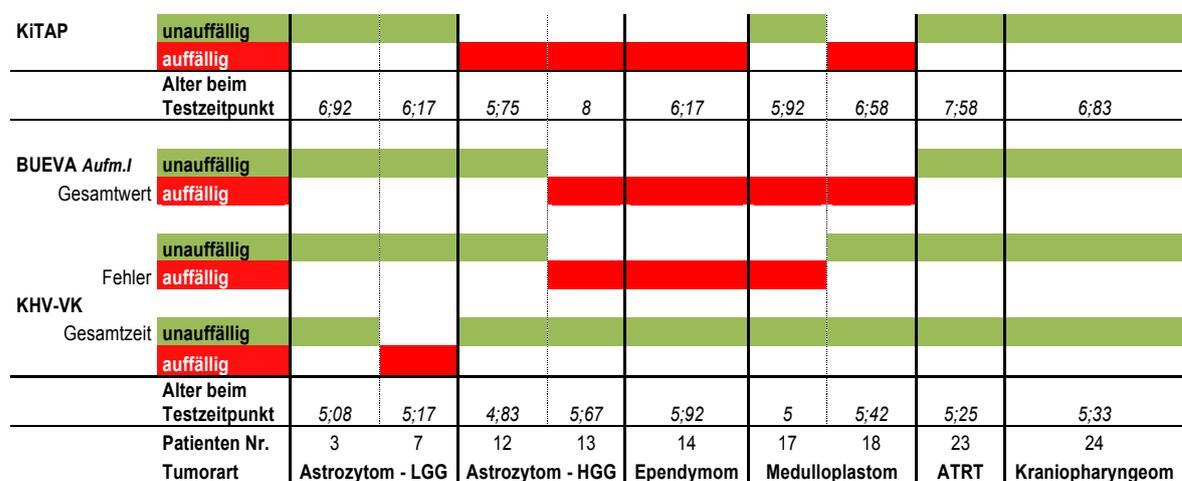


Abbildung 10: Darstellung der auffälligen und unauffälligen Leistungen der klinischen Stichprobe (n = 9) in der Aufmerksamkeit über alle drei Testverfahren (KHV-VK, BUEVA *Aufmerksamkeit I*, KiTAP) hinweg

---

## 13 DISKUSSION

Die Aufmerksamkeit als eine wichtige Funktion für das Filtern von relevanten Informationen aus der Umwelt spielt in nahezu allen Lebensbereichen eine große Rolle. Daher ist die Beschäftigung mit diesem Thema ein wichtiger Schritt, vor allem bei Kindern im Vorschulalter, die an einem Hirntumor leiden. In der Literatur sind nur wenige Untersuchungen in diesem Bereich, das Vorschulalter betreffend, bekannt und eine Analyse vorliegender Daten hinsichtlich der Einschränkungen und Defizite auch im Hinblick auf die weitere Versorgung und Therapie bedeutsam.

Aufgrund des Altersbereiches, welches sich von vier bis sechs Jahre erstreckte, wurden für die vorliegende Arbeit nur 24 Patientinnen/ Patienten, welche mit den beiden Testverfahren KHV-VK und BUEVA *Aufmerksamkeit I* getestet wurden und einen Hirntumor diagnostiziert bekamen, in die Analyse einbezogen. Für Österreich stellt dies dennoch eine repräsentative Stichprobe dar, denn die Neuroonkologie der Kinder- und Jugendheilkunde am AKH Wien ist eines der größten Zentren zur Behandlung von Hirntumoren und viele der zu Behandelnden werden im AKH versorgt. Durch die retrospektive Datenanalyse und das erst seit sieben Jahren eingesetzte Testverfahren (KHV-VK) fielen Patientinnen/ Patienten, welche vor 2007 untersucht wurden, aus der Stichprobe heraus.

Die Stichprobe bestand aus insgesamt 13 Jungen und 11 Mädchen, welche ein mittleres Alter von 5 Jahren und 4 Monaten aufwiesen, wobei die Mädchen durchschnittlich um 4 Monate älter waren als die Jungen.

In der ersten Forschungsfrage ging es um die Untersuchung der Unterschiede in der Aufmerksamkeit zwischen der HIT-Gruppe und der Normstichprobe. Dabei zeigte sich bei der Analyse in der Gesamtzeit des KHV-VK kein Unterschied zur Normstichprobe. Der Mittelwert der HIT-Gruppe lag höher als der der Normstichprobe und mit Cohen's  $d = 0.35$  zeigte sich ein mittlerer Effekt. Insgesamt bewältigten die Patientinnen/ Patienten mit einem Hirntumor die Aufgabe im KHV-VK schneller und erzielten in der Gesamtzeit schnellere Zeiten. Vier Kinder von 24 lagen mit einem Standardwert von 80 bzw. 90 unter dem Durchschnitt bzw. an der Grenze dessen, alle anderen Kinder erzielten Leistungen im Normalbereich. Die Gesamtzeit im KHV-VK lässt nicht unmittelbar erkennen, ob Defizite in der Aufmerksamkeit in der

---

HIT-Gruppe vorhanden sind, da die Gesamtbearbeitungszeit von 10 Minuten sehr großzügig bemessen ist und es daher für beinahe alle Kinder möglich ist, den Test in der angegebenen Zeit zu bearbeiten. Außerdem erfordert die Bearbeitung der Aufgabe zusätzlich zur Daueraufmerksamkeit und Selektion der Zielreize ein Entscheiden, in welche Kategorie die einzelne Karte gehört, ein Abgleichen der Karte mit den Ablageboxen und schließlich das Sortieren der Karte. Eine Ausreizung der vorgegebenen Zeit lässt daher nicht darauf schließen, ob Defizite in der Daueraufmerksamkeit oder Selektion vorliegen bzw. ob das Abgleichen und Sortieren und damit die kognitive Flexibilität ein Defizit darstellt.

Der Vergleich der HIT-Gruppe mit der Normstichprobe bei den Fehlern des KHV-VK ergab ebenfalls keinen signifikanten Unterschied, wobei sich ein kleiner Effekt von  $d = 0.20$  zeigte. Die Normstichprobe erreichte einen höheren Mittelwert ( $M = 100$ ) in den Fehlern des KHV-VK, d.h. die Normstichprobe machte durchschnittlich weniger Fehler als die HIT-Gruppe ( $M = 97,92$ ) bei der Bearbeitung. Im Vergleich mit der Gesamtzeit des KHV-VK lässt sich erkennen, dass einige Patientinnen/Patienten genauso schnell bzw. sogar schneller als die Normstichprobe arbeiteten, im Vergleich aber mehr Fehler aufwiesen. Inwiefern dabei die Daueraufmerksamkeit oder die fokussierte Aufmerksamkeit, welche mit dem KHV-VK gemessen werden, betroffen ist, kann aus den vorliegenden Daten nicht erfasst werden. Die Fehler können darauf zurückgeführt werden, dass die Aufmerksamkeit über die Dauer der Zeit nicht aufrecht erhalten werden konnte und somit die unterste Stufe der Aufmerksamkeits-Taxonomie, die Intensität, betroffen ist, und es daher zu Fehlern in der Bearbeitung kommt. Oder aber die Schwierigkeiten liegen im Ausmachen des Zielreizes zwischen irrelevanten Reizen, die ausgeblendet gehören, und würden in diesem Falle die fokussierte Aufmerksamkeit betreffen.

Bei der Analyse der Mittelwerte beider Gruppen konnte im BUEVA *Aufmerksamkeit I* ein Unterschied zwischen den Leistungen der HIT-Gruppe ( $M = 92,08$ ) und der Normstichprobe ( $M = 100$ ) festgestellt werden, wobei die Normstichprobe signifikant besser in der Aufmerksamkeit mit einem großen Effekt von  $d = 0.78$  war. Beim BUEVA *Aufmerksamkeit I* wird die selektive Aufmerksamkeit gemessen d.h. das Ausmachen relevanter Reize zwischen Irrelevanten. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* berücksichtigt lediglich die richtig angestrichenen Symbole und keine Falschen oder

---

Ausgelassenen bei der Berechnung. Jedoch wird der Test durch die Speed-Komponente Zeit von 90 Sekunden erschwert. Ob die HIT-Gruppe Defizite in der Aufmerksamkeit aufweist, die Motorik noch ein Hindernis im Vorschulalter darstellt oder sich die Auge-Hand-Koordination in diesem Alter noch in der Entwicklung befindet und daher keine allzu schnelle Arbeitsweise ermöglicht, kann nicht geklärt werden. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* scheint jedoch mehr Kinder als auffällig zu identifizieren als der KHV-VK mit der Gesamtzeit bzw. den Fehlern.

Im Hinblick auf das Alter zeigte sich kein Einfluss auf die Leistungen in der Aufmerksamkeit im KHV-VK und im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Insgesamt wurden vier Kinder bei der Gesamtzeit als auffällig identifiziert, sieben Kinder bei den Fehlern und 12 im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. In der Literatur sind keine direkten Einflüsse des Alters bei hirntumorerkrankten Vorschulkindern auf die Aufmerksamkeit zu finden (nur in Bezug zum Krankheitsbeginn), daher kann, trotz der kleinen Stichprobe, davon ausgegangen werden, dass das Alter als alleiniger Faktor keinen signifikanten Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistungen im Vorschulalter hat und die Defizite (auffällige Leistungen) in diesem Bereich bei Hirntumorerkrankten auf andere Einflussfaktoren zurück gehen.

Das Diagnosealter wird in der Literatur widersprüchlich behandelt und zeigt einen Einfluss, vor allem auf die fokussierte Aufmerksamkeit (Dennis, Hetherington, & Spiegler, 1998), wobei ein jüngeres Alter mit einem höheren Risiko eines Defizits einhergeht. Neuere Studien fanden hingegen keinen Einfluss des Diagnosealters bei einer Tumorerkrankung auf neurokognitive Funktionen (vgl. de Ruiter et al., 2012; Ellenberg et al., 2009).

Auch die vorliegende Analyse ergab keinen Einfluss des Diagnosealters auf die Aufmerksamkeit sowohl im KHV-VK als auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Das Alter bei der Diagnose an sich scheint kein ausreichender Indikator im Hinblick auf spätere auffällige Leistungen in der Aufmerksamkeit bei Kindern mit einem Hirntumor zu sein, obwohl die Literatur darauf hinweist, dass vor allem in der fokussierten Aufmerksamkeit, welche beide Tests erfassen, Schwierigkeiten bestehen können.

---

Auch gibt es keine Übereinstimmung mit der Literatur, welche auf den Zusammenhang zwischen der vergangenen Zeit seit der Diagnose und den intellektuellen Fähigkeiten (De Ruiter et al., 2012) hinweist.

Durch eine reduzierte Aufmerksamkeit ausgelöst durch eine Erkrankung, langsamerer Verarbeitungsgeschwindigkeit kann dies bei Kindern mit einem Hirntumor in schlechteren intellektuellen Leistungen resultieren (de Ruiter et al., 2012), dies kann mit den vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Trotz der Tatsache, dass die Kinder in den Studien ein Alter zwischen sechs und 16 Jahren aufwiesen, kann im Vorschulalter anhand der durchgeführten Analyse ebenfalls kein Einfluss der vergangenen Zeit gefunden werden. Möglicherweise lag zwischen den Testungen und der Diagnose zu wenig Zeit, um genaue Unterschiede in der Aufmerksamkeit erfassen zu können. Der Abstand zwischen den in der HIT-Gruppe untersuchten Patientinnen/ Patienten lag zwischen null Monaten und zweieinhalb Jahren, wodurch sich ein nicht sehr homogenes Bild im Zeitabstand abzeichnet.

Durch die jahrelange Nachsorge und die Behandlungen, welche hirntumorerkrankte Kinder sowohl im AKH Wien als auch außerhalb erfahren, kann auf Defizite vermehrt eingegangen und diese durch verschiedene Therapieangebote bearbeitet und teilweise kompensiert bzw. behoben werden, wodurch sich eine Verschlechterung in einzelnen Bereichen gar nicht erst einstellt. Ab Beginn der Erkrankung wird eine gute Betreuung und Behandlung der Betroffenen eingeleitet, wodurch möglichen Defiziten entgegengewirkt werden kann und ein Auftreten auffälliger Leistungen nicht mehr bzw. nur noch vereinzelt auszumachen sind. Inwiefern sich dies auf die untersuchte Stichprobe übertragen lässt ist anhand der Daten nicht eindeutig zu erklären, doch werden Hirntumorpatientinnen/ -patienten ein, zwei und drei Jahre nach Diagnosestellung neuropsychologisch untersucht und mit weiteren notwendigen Behandlungen versorgt.

Die Therapieangebote sollten in nachfolgenden Untersuchungen ebenfalls einen Bestandteil der Analyse sein, um die Defizite aber auch Stärken der Kinder differenzierter erfassen und bessere Aussagen im Hinblick auf das Diagnosealter und die vergangene Zeit treffen zu können.

Weiterhin verweist die Literatur darauf, dass Jungen häufiger von einem Hirntumor betroffen sind (Kaatsch & Spix, 2013), das weibliche Geschlecht hingegen aber als

---

Risikofaktor für neuropsychologischen Beeinträchtigungen gilt (Butler, Rizzi, Bandilla, 1999; Ellenberg et al., 2009) und mit schlechteren Intelligenzleistungen (Butler, Rizzi, & Bandilla, 1999) und einer höheren Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung in der Aufgabeneffizienz einhergeht (Ellenberg et al., 2009). Zwar bezieht sich dies auf Kinder im Alter von sechs bis 18 Jahren doch leiden vor allem auch Kinder, die in sehr jungen Jahren die Diagnose eines Hirntumors erhielten, im höheren Alter an Spätfolgen der Erkrankung. Daher ist eine Analyse aller möglicher Risikofaktoren die in der Literatur aufgezeigt wurden von Bedeutung und wurden in dieser Studie ebenso berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung der Vorschulkinder konnte das weibliche Geschlecht nicht als Risikofaktor identifiziert werden. Der Trend in allen drei Testkennwerten ging eher in die Richtung, das Mädchen eine bessere Leistung in der Aufmerksamkeit aufwies. Die Kreuztabelle zeigte deutlich, dass im BUEVA *Aufmerksamkeit I* genau die Hälfte der Patientinnen/ Patienten als auffällig in ihrer Leistung bezüglich der Aufmerksamkeit galten, wobei nur drei Mädchen aber neun Jungen auffällig waren. Dennoch konnte auch bezüglich der auffälligen/unauffälligen Leistungen getrennt nach Geschlecht auf keinen signifikanten Zusammenhang hindeuten. Bei einer größeren Stichprobe würde sich wahrscheinlich ein Geschlechtsunterschied in der Aufmerksamkeit, gemessen mit dem BUEVA *Aufmerksamkeit I*, zeigen. Dieser scheint Kinder als schneller auffällig zu identifizieren, als es der KHV-VK mit der Gesamtzeit und den Fehlern kann. Die Mädchen weisen verglichen mit den Jungen jedoch ein höheres Alter auf, wodurch sich die auffälligen Leistungen bei der Betrachtung des Geschlechtes möglicherweise erklären lassen.

Sowohl die Tumorlokalisierung (supra- vs. infratentoriell) als auch die Behandlungsform (OP, OP & Chemotherapie, OP & Chemo- & Strahlentherapie) zeigten in keinem der Testverfahren einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung. Lediglich bei den Fehlern des KHV-VK hinsichtlich der Lokalisation konnte ein großer Effekt ausgemacht werden ( $d = 0.58$ ), welcher auf bessere Leistungen bei den Patientinnen/Patienten mit einem supratentoriell liegenden Tumor hindeutet. Laut Literatur wirkt sich eine Bestrahlung vor allem bei infratentoriell liegenden Tumoren negativ auf den Entwicklungsverlauf aus (Copeland, deMoor, & Moore, 1999), dies konnte jedoch nicht bestätigt werden. Da die Ergebnisse der Studie von Copeland

---

und Kollegen (1999) zur Bestrahlung bereits 15 Jahre zurück liegt und die Entwicklung neuer und besserer Behandlungsmethoden weiter fortgeschritten ist und eine Optimierung der Dosierungen vorgenommen wurde, konnte in dieser Stichprobe kein Einfluss mehr gefunden werden, der die Behandlung als einen Risikofaktor identifiziert.

Die Einteilung der Patientinnen/Patienten in vier Kategorien bezüglich ihrer Leistungen (unauffällig, 1x auffällig, 2x auffällig, 3x auffällig) erbrachte ebenfalls keine Hinweise, ob sich die Gruppen anhand der Lokalisation des Tumors, dem Alter, dem Geschlecht oder der Behandlungsform unterscheiden bzw. identifizieren lassen.

Abschließend wurden die Aufmerksamkeitsverfahren betrachtet. Beide Verfahren (KHV-VK & BUEVA *Aufmerksamkeit I*) weisen einen Zusammenhang auf. Dies bestätigt, dass beide Verfahren dasselbe Konstrukt der Aufmerksamkeit, nämlich die Selektivität, messen, wobei die Gesamtzeit des KHV-VK gemeinsam mit dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* mehr Varianz erklärt (37,7%) als die Fehler des KHV-VK mit dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* (16,8%). Dies liegt daran, dass der BUEVA *Aufmerksamkeit I* die Fehlerrate und die Auslassungen bei der Berechnung des Gesamtwertes nicht berücksichtigt und lediglich die richtig bearbeiteten Symbole beachtet und der KHV-VK die Fehler zu den gesamt bearbeiteten Karten in Beziehung setzt.

Beide Verfahren arbeiten mit Zeitbegrenzungen und zählen somit zu den Speed-Test-Verfahren, da so schnell wie möglich die Aufgabe bearbeitet werden soll in der neben der Schnelligkeit und Flexibilität (exekutive Funktionen) vor allem die Selektion von wichtigen Informationen und das Ausblenden irrelevanter Reize angesprochen wird. Dies verlangt ausgehend von der Taxonomie der Aufmerksamkeitsfunktionen im Vorschulalter bereits die höchste Stufe der Aufmerksamkeit (Selektive Aufmerksamkeit), welche die Kinder bei der Bearbeitung der Aufgaben benötigen.

Die Daueraufmerksamkeit als solches, die vor allem im KHV-VK eine Rolle spielt kann nicht auf beide Verfahren bezogen werden, da der BUEVA *Aufmerksamkeit I* eine Zeitbegrenzung von 90 Sekunden hat und somit die Daueraufmerksamkeit nicht angesprochen wird, sondern eher die allgemeine

---

Wachheit (Alertness), welche jedoch auch zum Aspekt der Intensität laut der Taxonomie gehört.

Beide Testverfahren erfassen ausgehend von der Taxonomie der Aufmerksamkeit die höchste Stufe der Aufmerksamkeit (selektive und fokussierte) und zusätzlich Aspekte der Intensität. Um jedoch selektiv aufmerksam sein zu können sind auch die Komponenten der Orientierung notwendig, welche die Ausrichtung der Aufmerksamkeit steuern. Zusätzlich müssen die exekutiven Funktionen und auch weitere äußere Faktoren der Aufmerksamkeit beachtet werden die im Prozess eine wesentliche Rolle spielen um eine Handlung ausführen zu können. Vor allem der KHV-VK erfordert die kognitive Flexibilität sowie Selbstregulation als auch die Komponenten der Ausrichtung der Aufmerksamkeit, der Aufmerksamkeitskontrolle und Objekterkennung (Orientierung). Daher steht die Frage im Raum, ob auffällige Leistungen nur auf die selektive und/ oder Daueraufmerksamkeit zurück zuführen sind oder aber Defizite in der Orientierung der Kinder bedeuten.

Betrachtet man nun beide Werte des KHV-VK gemeinsam, kann der KHV-VK insgesamt zehn der 24 Kinder als auffällig in ihren Leistungen die Aufmerksamkeit betreffend identifizieren. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* identifiziert nur zwei Kinder mehr als auffällig. Bereits eine von zwei Leistungen im KHV-VK welche nicht im Normbereich liegt, kann mit Schwierigkeiten in der Aufmerksamkeit verbunden sein. Beide Verfahren können insgesamt zur Identifikation von Problemen in der Aufmerksamkeit unter Berücksichtigung weiterer notwendiger Kompetenzen bei der Bearbeitung der Aufgaben beitragen.

Die KiTAP erfasst, verglichen mit dem KHV-VK und dem BUEVA *Aufmerksamkeit I*, unterschiedliche Komponenten der Aufmerksamkeit differenziert. In dieser Studie wurden die Vorschulkinder nach auffälligen und unauffälligen Leistungen in der KiTAP eingeteilt, wobei Testergebnisse aus der Daueraufmerksamkeit, der Alertness, der Ablenkbarkeit (misst die fokussierte Aufmerksamkeit) und der geteilten Aufmerksamkeit vorlagen.

Dabei waren alle Kinder in der Daueraufmerksamkeit unauffällig, vier zeigten auffällige Leistungen in der Alertness und einer der vier zusätzlich in der Ablenkbarkeit und der geteilten Aufmerksamkeit. Die Alertness der KiTAP hat

---

ebenfalls, wie der BUEVA im Subtest *Aufmerksamkeit I*, eine Bearbeitungszeit von 90 Sekunden und misst die allgemeine Wachheit, bei welcher vier von neun Kindern auffällig waren. Drei von ihnen waren auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I* auffällig. Es kann daher eine Beziehung zwischen der KiTAP und dem BUEVA *Aufmerksamkeit I* hinsichtlich der allgemeinen Wachheit hergestellt werden. Für diese einzelne Komponente der Aufmerksamkeit scheint der BUEVA *Aufmerksamkeit I* eine Vorhersage treffen zu können, jedoch nicht für die eigentlich gemessene Komponente der selektiven Aufmerksamkeit. In diesem Bereich war nur ein Kind in der KiTAP auffällig, welches auch im BUEVA *Aufmerksamkeit I* eine auffällige Leistung zeigte.

Daher stellt sich die Frage nach dem Zusammenhang der Ablenkbarkeit in der KiTAP mit der selektiven Aufmerksamkeit des BUEVA *Aufmerksamkeit I*, da diese Komponente scheinbar spätere Leistungen in der KiTAP nicht vorhersagen kann, sondern die Kinder eher in der Alertness (Intensität) als auffällig identifiziert aber die höchste Stufe in der Aufmerksamkeits-Taxonomie, die Selektivität, bis auf einen Fall nicht betroffen war. Möglicherweise ist die KiTAP mit der einfacheren Handhabung (Tastendruck bei relevantem Reiz) und ansprechenderer Gestaltung der einzelnen Aufgaben für die Kinder wesentlich interessanter und beschränkt sich auf die Messung der Aufmerksamkeit ohne weitere Komponenten wie die kognitive Flexibilität und Auge-Hand-Koordination für die Bearbeitung vorauszusetzen. Die Daueraufmerksamkeit welche mit dem KHV-VK erfasst wurde, konnte nicht als Prädiktor für spätere Leistungen in der KiTAP identifiziert werden.

Dies wirft die Frage nach geeigneten Testverfahren für das Vorschulalter, welche die Aufmerksamkeit überprüfen, auf. Scheint der BUEVA insgesamt mit dem Untertest *Aufmerksamkeit I* mehr Kinder als der KHV-VK an sich zu identifizieren und neben der selektiven Aufmerksamkeit eher die Alertness in der KiTAP vorherzusagen, ist dieser trotz dessen nicht gänzlich verlässlich in seiner Vorhersagekraft für die KiTAP, welche erst ab dem sechsten Lebensjahr eingesetzt wird.

Die Gesamtzeit des KHV-VK differenziert am schlechtesten zwischen auffälligen und unauffälligen Kindern und eignet sich nicht um Defizite in der Aufmerksamkeit festzustellen, da neben der Dauer- und fokussierten Aufmerksamkeit die kognitive Flexibilität eine Rolle bei der Bearbeitung der Aufgabe spielt und eine Unterscheidung ob auffällige Leistungen auf Komponenten der

---

Aufmerksamkeit oder auf die allgemeine kognitive Flexibilität zurück gehen nicht möglich ist. Die Fehlerrate des KHV-VK zeigte mehr Kinder als auffällig in ihren Leistungen an, eignet sich jedoch auch nicht um Defizite in der Aufmerksamkeit im späteren Alter aufzuzeigen.

## 14 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Insgesamt zeigte sich lediglich beim Vergleich der HIT-Gruppe mit der Normstichprobe ein signifikanter Unterschied in der Aufmerksamkeitsleistung gemessen mit dem BUEVA *Aufmerksamkeit I*. Sowohl das Alter, das Diagnosealter als auch die vergangene Zeit zwischen der Diagnose und der Testung haben keinen Einfluss auf die Leistungen der Aufmerksamkeit. Insgesamt scheint das Alter der Kinder eine eher nebensacheordnete Rolle in der Überprüfung der Aufmerksamkeit zu spielen. Beim Geschlecht trat ein Trend in Richtung der Mädchen auf, die verglichen mit den Jungen besser in allen drei Kennwerten waren, jedoch unterschieden sich die Geschlechtergruppen nicht signifikant voneinander. Ebenfalls hatten die Lokalisation und die Art der Behandlung auf die Aufmerksamkeit keinen Einfluss. Bezogen auf die Aufmerksamkeitsverfahren kann davon ausgegangen werden, dass sowohl der KHV-VK als auch der BUEVA *Aufmerksamkeit I* dasselbe Konstrukt der Aufmerksamkeit, nämlich die Selektivität, messen. Doch ist nicht eindeutig klar, welche weiteren Faktoren, unter anderem die Auge-Hand-Koordination und/oder die kognitive Flexibilität, bei der Bearbeitung der Aufmerksamkeitsverfahren eine Rolle spielen und möglicherweise die Leistung beeinflussen. Auch ist nicht eindeutig erklärbar, ob auffällige Leistungen, auf Defizite in anderen Bereichen der Aufmerksamkeit ausgehend von der oben beschriebenen Taxonomie, wie der Orientierung zurückgehen. Beide Testverfahren erkennen Kinder als auffällig in ihren Leistungen und eignen sich zur Identifikation von Aufmerksamkeitsproblemen in diesem Alter. Jedoch eignet sich der KHV-VK nicht als Prädiktor für spätere Aufmerksamkeitsleistungen welche mittels KiTAP gemessen werden können. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* hingegen scheint auffällige Leistungen eher in der Alertness der KiTAP vorhersagen zu können als in der Ablenkbarkeit und scheint hinsichtlich dieser Komponente als Prädiktor geeigneter.

---

Die Testung der Aufmerksamkeit im Vorschulalter stellt immer noch aufgrund mangelnder bzw. mangelhafter Verfahren ein Problem im klinischen Bereich dar, vor allem bei Hirntumorpatientinnen/ -patienten, welche aufgrund ihres jungen Alters bei der Diagnose mit Spätfolgen im höheren Alter zu kämpfen haben. Geeignete Verfahren zur differenzierten Erfassung der Aufmerksamkeit sind daher notwendig und auch die Untersuchung von Vorschulkindern sollte in Zukunft mehr Beachtung finden um eine optimale Behandlung und dem Entgegenwirken von Spätfolgen zu gewährleisten.



---

### III LITERATURVERZEICHNIS

- Akshoomoff, N. (2002). Selective attention and active engagement in young children. *Developmental Neuropsychology*, 22 (3), 625–642.
- Akshoomoff, N. & Courchesne, E. (1994). ERP evidence for a shifting attention deficit in patients with damage to the cerebellum. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6 (4), 388–399.
- Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001a). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20 (1), 385–406.
- Anderson, V., Northam, E., Hendy, J., & Wrennall, J. (2001b). *Developmental Neuropsychology: A clinical approach*. Hove: Psychology Press.
- Anderson, V. & Pentland, L. (1998). Residual attention deficits following childhood head injury: Implications for ongoing development. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8 (3), 283–300.
- Annunciato, N. (2013). Neurobiologische Voraussetzungen für eine gute Aufmerksamkeitssteuerung. In B. Winter & B. Arasin (Hrsg.), *Ergotherapie bei Kindern mit ADHS* (S. 29–31). Stuttgart: Thieme.
- Babcock, M., Kostova, F., Guha, A., Packer, R., Pollack, I., & Maria, B. (2008). Tumors of the central nervous system: clinical aspects, molecular mechanisms, unanswered questions, and future research directions. *Journal of Chil Neurology*, 23 (10), 1103–1121.
- Bakeman, R. & Adamson, L. (1984). Coordinating attention to people and objects in mother-infant and peer-infant interaction. *Child Development*, 55 (4), 1278–1289.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121 (1), 65–94.
- Berger, A., Jones, L., Rothbart, M., & Posner, M. (2000). Computerized games to study the development of attention in childhood. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32 (2), 297–303.

- 
- Berger, R., Hanschmann, H., Koukouraki, E., Wandel, R., & Bacher, R. (2011). Marburger Konzentrationstest für Vorschulkinder (MKVK). *Monatszeitschrift Kinderheilkunde*, 159 (8), S. 745–750.
- Berk, L. (2005). *Entwicklungspsychologie*. München: Pearson Studium.
- Berlin, L. & Bohlin, G. (2002). Response inhibition, hyperactivity and conduct problems among preschool children. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 31 (2), 242–251.
- Betts, J., McKay, J., Maruff, P., & Anderson, V. (2006). The development of sustained attention in children: The effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12 (3), 205–221.
- Bhat, S., Goodwin, T., Burwinkle, T., Lansdale, M., Dahl, G., Huhn, S., . . . , & Fisher, P. (2005). Profile of daily life in children with brain tumors: an assessment of health-related quality of life. *Journal of Clinical Oncology*, 23 (24), 5493–5500.
- Blair, C. & Raver, C. (2012). Child development in the context of adversity: experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67 (4), 309–318.
- Blair, C. & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78 (2), 647–663.
- Blumenthal, M., Liu, E., Jeffries, H., Zijdenbos, N., Rapoport, A., & Giedd, J. (2001). Gender differences in the relationship between cognition and corpus callosum in healthy children and adolescents. *NeuroImage*, 13, 384.
- Bremen, Universität (2013). KET-KID Kognitiver Entwicklungstest für das Kindergartenalter. Zugriff am [03. 10 2013] unter <http://www.zkpr.uni-bremen.de/forschung/testentwicklung/entwicklungstests/ket-kid/>
- Broadbent, D. (1958). The selective nature of learning. In D. E. Broadbent, *Perception and communication* (pp. 244-267). New York: Pergamon.
- Bräuer, J., Call, J., & Tomasello, M. (2005). All great ape species follow gaze to distant locations and around barriers. *Journal of Comparative Psychology*, 119 (2), 145–154.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Review*, 4 (6), 215–222.
- Butler R., Copeland, D., Fairclough, D., Mulhern, R., Katz, E., Kazak, A., . . . , & Sahler, O. (2008). A multicenter, randomized clinical trial of a cognitive

- 
- remediation program for childhood survivors of a pediatric malignancy. *Journal of Consulting Clinical Psychology*, 76 (3), 367–378.
- Butler, R., & Hasler, J. (2006). Neurocognitive effects of treatment for childhood cancer. *Mental Retardation Developmental and Disabilities Research Reviews*, 12, 184–191.
- Butler, R. & Mulhern, R. (2005). Neurocognitive interventions for children and adolescents surviving cancer. *Journal of Pediatric Psychology*, 30 (1), 65–78.
- Butler, R., Rizzi, L., & Bandilla, E. (1999). The effects of childhood cancer and its treatment in two objective measures of psychological.. *Children's Health Care*, 28 (4), 311–327.
- Cantelmi, D., Schweizer, T., & Cusimano, M. (2008). Role of the cerebellum in the neurocognitive sequelae of treatment of tumors of the posterior fossa: an update. *The Lancet Oncology*, 9 (6), 569–576.
- Carlson, S. & Moses, L. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72 (4), 1032–1053.
- Carlson, S. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28 (2), 595–616.
- Carter, C., Botvinick, M., & Cohen, J. (1999). The contribution of the anterior cingulate cortex to executive processes in cognition. *Reviews in the Neurosciences*, 10 (1), 49–57.
- Casey, B., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9 (3), 104–110.
- Choi, H. & Anderson, D. (1991). A temporal analysis of free toy play and distractibility in young children. *Journal of Experimental child Psychology*, 52 (1), 41–69.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, S. & Parmelee, A. (1983). Prediction of five-year Stanford-Binet scores in preterm infants. *Child Development*, 54 (5), 1242–1253.
- Collie, R. & Hayne, H. (1999). Deferred imitation by 6- and 9-month-old infants: more evidence for declarative memory. *Developmental Psychobiology*, 35 (2), 83–90.
- Colombo, J. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annual Review of Psychology*, 52, 337–367.

- 
- Colombo, J. & Cheatham, C. (2006). The emergence and basis of endogenous attention in infancy and early childhood. *Advances in Child Development and Behavior*, 34, 283–322.
- Conel, J. (1939–1967). *The postnatal development of the human cerebral cortex (Vols I-VIII)*. Harvard University Press.
- Conners, C. (1985). The computerized Continuous Performance-Test. *Psychopharmacology Bulletin*, 21 (4), 891–892.
- Copeland, D., deMoor, C., Moore III, D., & Ater, L. (1999). Neurocognitive development of children after a cerebellar tumor in infancy: A longitudinal study. *Journal of clinical Oncology*, 17 (11), 3467–3486.
- Corkum, V. & Moore, C. (1998). The origins of joint visual attention in infants. *Developmental Psychology*, 34 (1), 28–38.
- Daseking, M. & Petermann, F. (2009). *KET-KID Kognitiver Entwicklungstest für das Kindergartenalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Davidson, M., Amso, D., Anderson, L., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44 (11), 2037–2078.
- D’Entremont, B. (2000). A perceptual-attentional explanation of gaze following in 3- and 6-month-olds. *Developmental Science*, 3 (3), 302–311.
- Dennis, M., Hetherington, R., & Spiegler, B. (1998). Memory and attention after childhood brain tumors. *Medical and Pediatric Oncology Supplement*, 1, 25–33.
- Dennis, M., Spiegler, B., Hetherington, C., & Greenberg, M. (1996). Neuropsychological sequelae of the treatment of children with medulloblastoma. *Journal of Neuro-Oncology*, 29, 91–101.
- De Ruiter, M., Van Mourik, R., Schouten-Van Meeteren, A., Grootenhuis, M., & Oosterlaan, J. (2012). Neurocognitive consequences of a paediatric brain tumour and its treatment: a meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55 (5), 408–417.
- Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants performance on ABBAR. *Child Development*, 56 (4), 868–883.

- 
- Diamond, A. (1991). Frontal lobe involvement in cognitive changes during the first year of life. In K. G. Petersen, *Brain maturation and cognitive development: comparative and cross-cultural perspectives* (pp. 127-180). New York: Aldine de Gruyter.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466-503). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition Mechanisms of Change* (pp. 70-95). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. & Goldman-Rakic, P. (1985). Evidence for involvement of prefrontal cortex in cognitive changes during the first year of life: comparison of human infants and rhesus monkeys on a Detours task with transparent barrier. *Society for Neuroscience Abstracts (Part II)*, 11, 832.
- Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 38 (3), 352–362.
- Dosenbach, N., Fair, D., Miezin, F., Cohen, A., Wenger, K., Dosenbach, R., . . . , Petersen, S. (2007). Distinct brain networks for adaptive and stable task control in humans. *National Academy of Sciences*, 104 (26), 11073–11078.
- Duffner, P. & Cohen, M. (1991). Long-term consequences of CNS treatment for childhood cancer, Part II: Clinical consequences. *Pediatric Neurology*, 7 (4), 237–242.
- Duffner, P. (2010). Risk factors for cognitive decline in children treated for brain tumors. *European Journal of Paediatric Neurology*, 14 (2), 106–115.
- Duncan, J., Seitz, R., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., Ahmed, A., . . . , & Emslie, H. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289 (5478), 45–460.
- Eisenberg, N., Spinrad, T., Fabes, R., Reiser, M., Cumberland, A., Shepard, S., . . . , & Murphy, B. (2004). The relations of effortful control and impulsivity to children's resiliency and adjustment. *Child Development*, 75 (1), 25–46.
- Ellenberg, L., Liu, Q., Gioia, G., Yasui, Y., Packer, R., Mertens, A., . . . , & Zeltzer, L. (2009). Neurocognitive status in long-term survivors of childhood CNS

- 
- malignancies: a report from the childhood cancer survivor study. *Neuropsychology*, 23 (6), 705–717.
- Engle, R. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11 (1), 19–23.
- Epstein, H. (1986). Stages in human brain development. *Developmental Brain Research*, 30 (1), 114–119.
- Esser, G. (2002). *BUEVA Basisdiagnostikum für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter*. Göttingen: Beltz Test.
- Esser, G. & Wyszkon, A. (2011). BUEVA II Basisdiagnostikum Umschriebener Entwicklungsstörungen im Vorschulalter - Version II. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Frühprognose schulischer Kompetenzen* (S.196-187). Göttingen: Hogrefe.
- Ettrich, K. (1991). Zur Entwicklung von Konzentrationsleistungen im Kleinkind- und Vorschulalter. In H. Barchmann, W. Kinze, & N. Roth (Hrsg.), *Aufmerksamkeit und Konzentration im Kindesalter* (S. 81–88). Berlin: Gesundheit.
- Ettrich, K. & Ettrich, C. (2005). *KHV-VK Konzentrations-Handlungsverfahren für Vorschulkinder*. Göttingen: Hogrefe.
- Falkensteiner, G., Heger-Binder, G., Kartusch, B., Marold, A., & Swoboda, G. (2006). Aufmerksamkeitsstörungen. In J. Lehner, G. Pusswald, E. Fertl, W. Strubreither, & I. Kryspin Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie; Grundlagen, Diagnostik, Rehabilitation* (S. 420–430). Wien: Springer.
- Fan, J., Flombaum, J., McCandliss, B., Thomas, K., & Posner, M. (2003). Cognitive and brain consequences of conflict. *NeuroImage*, 18 (1), 42–57.
- Fan, J., McCandliss, B., Sommer, T., Raz, M., & Posner, M. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (3), 340–347.
- Fantz, R. & Fagan, J. (1975). Visual attention to size and number of pattern details by term and preterm infants during the first six months. *Child Development*, 46 (1), 3–14.
- Fernandez-Duque, D. & Posner, M. (1997). Relating the mechanisms of orienting and alerting. *Neuropsychologia*, 35 (4), 477–486.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Third edition. London: SAGE.
- Fischer, K. (1987). Relations between brain and cognitive development. *Child Development*, 58 (3), 623–632.

- 
- Földényi, M., Tagwerker-Neuenschwander, F., Giovanoli, A., Schallberger, U., & Steinhausen, H.-C. (1999). Die Aufmerksamkeitsleistungen von 6-10-jährigen Kindern in der computergestützten Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). *Zeitschrift für Neuropsychologie*, *10* (2), 87–101.
- Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134* (1), 31–60.
- Gerstadt, C., Hong, Y., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 3½ -7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, *53* (2), 129–153.
- Giedd, J., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., Zijdenbos, A., . . . , & Rapoport, J. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, *2*, 861–863.
- Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, A., . . . , & Thomson, P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *The National Academy of Sciences*, *101* (21), 8174–8179.
- Goldberg, M., Maurer, D., & Lewis, T. (2001). Developmental changes in attention: the effects of endogenous cueing and of distractors. *Developmental Science*, *4* (2), 209–219.
- Goschke, T. & Dreisbach, G. (2008). Conflict-triggered goal shielding response conflicts attenuate background monitoring for prospective memory cues. *Psychological Science*, *19* (1), 25–32.
- Graz, Universität (2003). *CPT Continuous Performance Test Handbuch*. Graz: Biologische Psychologie Uni Graz.
- Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, A., . . . , & Thomson, P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *The National Academy of Sciences*, *101* (21), 8174–8179.
- Goldberg, M., Maurer, D., & Lewis, T. (2001). Developmental changes in attention: the effects of endogenous cueing and of distractors. *Developmental Science*, *4* (2), 209–219.
- Goschke, T. & Dreisbach, G. (2008). Conflict-triggered goal shielding response conflicts attenuate background monitoring for prospective memory cues. *Psychological Science*, *19* (1), 25–32.

- 
- Graz, Universität (2003). *CPT Continuous Performance Test Handbuch*. Graz: Biologische Psychologie Uni Graz.
- Gredebäck, G., Fikke, L., & Melinder, A. (2010). The development of joint visual attention: a longitudinal study of gaze following during interactions with mothers and strangers. *Development Science*, 13 (6), 839–848.
- Grill, J., Kieffer Renaux, V., Bulteau, C., Viguier, D., Levy-Piebois, C., Sainte-Rose, C., . . . , Kalifa, C. (1999). Long-term intellectual outcome in children with posterior fossa tumors according to radiation doses and volumes. *International Journal of Radiation Oncology\*Biological\*Physics*, 45 (1), 137–145.
- Gurney, J., Sverson, R., Davis, S., & Robison, L. (1995). Incidence of cancer in children in the United States. *Cancer*, 75 (8), 2186–2195.
- Gwiggner, N. (2004). Die exekutiven Funktionen im Jugendalter. Dissertation. München: Medizinische Fakultät LMU.
- Harman, C., Rothbart, M., & Posner, M. (1997). Distress and attention interactions in early infancy. *Motivation and Emotion*, 21 (1), 27–43.
- Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). *Lehrbuch der Klinischen Kinderneuropsychologie. Grundlagen, Syndrome, Diagnostik und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Heimanns, J., & Taphoorn, M. (2002). Impact of brain tumor treatment on quality of life. *Journal of Neurology*, 249 (8), 955–960.
- Hood, B. & Atkinson, J. (1993). Disengaging visual attention in the infant and adult. *Infant Behavior and Development*, 16 (4), 405–422.
- Hood, B., Atkinson, J., & Braddick, O. (1998). Selection-for-action and the development of orienting and visual attention. In J. Richards (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention: A developmental perspective* (pp. 219–250). Mahwah: Erlbaum.
- Hrabok, M., Kerns, K., & Müller, U. (2007). The vigilance, orienting, and executive attention networks in 4-year-old children. *Child Neuropsychology*, 13 (5), 408–421.
- Hunnus, S. & Geuze, R. (2004). Gaze shifting in infancy: a longitudinal study using dynamic faces and abstract stimuli. *Infant Behavior and Development*, 27 (3), 397–416.
- Irblich, D. (2009). Neuere Testverfahren. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 58 (6), 467–476.

- 
- Jemal, A., Siegel, R., Ward, E., Hao, Y., Xu, J., Murray, T., & Thun, M. (2008). Cancer Statistics, 2008. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 58 (2), 71–96.
- Johnson, M. & Tucker, L. (1996). The development and temporal dynamics of spatial orienting in infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63 (1), 171–188.
- Johnson, M. (2005). Vision, orienting, and attention. In M. Johnson (Ed.), *Developmental Cognitive Neuroscience* (2nd ed., pp. 53–77). Malden: Blackwell.
- Johnson, M., Posner, M., & Rothbart, M. (1991). Components of visual orienting in early infancy: contingency learning, anticipatory looking, and disengaging. *Journal of cognitive Neuroscience*, 3 (4), 335–344.
- Jones, L., Rothbart, M., & Posner, M. (2003). Development of executive attention in preschool children. *Developmental Science*, 6 (5), 498–504.
- Jäger, R. & Sebastian, D. (2010). *TEA-Ch-K. Ein Test zur Erfassung von Konzentration und Aufmerksamkeit im Kindergarten*. Frankfurt: Pearson Assessment & Information.
- Kaatsch, P. (2010). Epidemiology of childhood cancer. *Cancer Treatment Reviews*, 36, 277–285.
- Kaatsch, P. & Spix, C. (2013). *German Childhood Cancer Registry - Report 2012*. Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics (IMBEI). Mainz: Deutsches Kinderkrebsregister.
- Khong, P.-L., Leung, L., Fung, A., Fong, D., Qui, D., Kwong, D., . . . , Chan, G. (2006). White matter anisotropy in post-treatment childhood cancer survivors: preliminary evidence of association with neurocognitive function. *Journal of Clinical Oncology*, 24 (6), 884–890.
- Kleber, W. & Kleber, G. (1973). *Differentieller Leistungstest - KE (DL-KE)*. Braunschweig: Westermann.
- Klenberg, L., Korkman, M., & Lathi-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20 (1), 407–428.
- Knye, M., Roth, N., Westhus, W., & Heine, A. (2003). *CPT Continuous Performance Test*. Göttingen: Hogrefe.
- Koch, J. & Pleissner, S. (1984). *Das Konzentrations-Handlungsverfahren*. Psychodiagnostisches Zentrum, Berlin.

- 
- Kochanska, G., Murray, K., & Harlan, E. (2000). Effortful control in early childhood continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36* (2), 220–232.
- Kopp, C. (1982). Antecedents of Self-Regulation: a developmental perspective. *Developmental Psychology, 18* (2), 199–214.
- Krist, H. & Schwarzer, G. (2007). Entwicklung von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 232–243). Göttingen: Hogrefe.
- Kubesch, S. (2007). *Das bewegte Gehirn: körperliche Aktivität und exekutive Funktionen*. Schorndorf: Hofmann.
- Kunert, H., Derichs, G., & Irle, E. (1996). Entwicklung von Aufmerksamkeitsfunktionen im Kindesalter: Ergebnisse einer vorläufigen Normierung der computergestützten Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) an 9-bis 12jährigen Kindern. *Zeitschrift für Neuropsychologie, 7* (2), 92–113.
- LaBerge, D. & Buchsbaum, M. (1990). Positron emission tomographic measurements of pulvinar activity during an attention task. *The Journal of Neuroscience, 10* (2), 613–619.
- Lane, D. & Pearson, D. (1982). The development of selective attention. *Merrill-Palmer Quarterly, 28* (3), 317–337.
- Lawson, K. & Ruff, H. (2004). Early focused attention predicts outcome for children born prematurely. *Developmental and Behavioral Pediatrics, 25* (6), 399–406.
- Luna, B., Thulborn, K., Munoz, D., Merriam, E., Garver, K., Minshew, N., . . . & Sweeny, J. (2001). Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *NeuroImage, 13* (5), 786–793.
- Luria, A. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Luria, A. (1973). *The working brain*. New York: Basic Books.
- Macha, T. (2012). *entwicklungsdiagnostik.de*. Zugriff am [13.01.2014] unter <http://entwicklungsdiagnostik.de/glossar.html>
- Maddrey, A., Bergeron, J., Lombardo, E., McDonald, N., Mulne, A., Barenberg, P., & Bowers, D. (2005). Neuropsychological performance and quality of life of 10 year survivors of childhood medulloblastoma. *Journal of Neuro-Oncology, 72* (3), 245–253.

- 
- Mahone, E. & Schneider, H. (2012). Assessment of Attention in Preschoolers. *Neuropsychology Review*, 22 (4), 361–383.
- Manly, T., Robertson, I., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (2008). *Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch)*. Amsterdam: Pearson.
- Maurer, C. (2010). Einsatz des Marburger Konzentrationstest für Vorschulkinder (MKVK) zur Bewertung der Untersuchungszeit bei 3-6 jährigen Vorschulkindern. Dissertation, Marburg/Universität Marburg.
- McClelland, M., Cameron, C., Connor, C., Farris, C., Jewkes, A., & Morrison, F. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43 (4), 947–959.
- McGrew, K. (2005). The Cattell-Horn-Carroll Theory of cognitive abilities. In D. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment (2nd ed.)* (S. 136–181). New York: Guilford Press.
- Miller, P. & Zalenski, R. (1982). Preschoolers' knowledge about attention. *Developmental Psychology*, 18 (6), 871–875.
- Moore, B. & Ater, J., & Copeland, D. (1992). Improved neuropsychological outcome in children with brain tumor diagnosed during infancy and treated without cranial irradiation. *Journal of Child Neurology*, 7 (3), 281–290.
- Mulder, H., Pitchford, N., Hagger, M., & Marlow, N. (2009). Development of executive function and attention in preterm children: a systematic review. *Developmental Neuropsychology*, 34 (4), 393–421.
- Mulhern, R., Crisbo, J., & Kun, L. (1983). Neuropsychological sequelae of childhood brain tumors: A review. *Journal of Clinical Psychology*, 12 (1), 66–73.
- Mulhern, R., Khan, R., Kaplan, S., Helton, S., Christensen, R., Bonner, M., . . . , & Reddick, W. (2004a). Short-term efficacy of methylphenidate: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial among survivors of childhood cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 22 (23), 4795–4803.
- Mulhern, R., Merchant, T., Gajjar, A., Reddick, W., & Kun, L. (2004b). Late neurocognitive sequelae in survivors of brain tumours in childhood. *The Lancet Oncology*, 5 (7), 399–408.
- Mulhern, R., Palmer, S., Reddick, W., Glass, J., Kun, L., Taylor, Langston, J., & Gajjar, A. (2001). Risks of young age for selected neurocognitive deficits in medulloblastoma are associated with white matter loss. *Journal of Clinical Oncology*, 19 (2), 472–479.

- 
- Nowakowski, R. & Hayes, N. (1999). CNS development: an overview. *Development and Psychopathology*, 11 (3), 395–417.
- Nubel, K., Grohmann, G., & Starzacher, E. (2006). *CAPT Continuous Attention Performance Test*. Zugriff am [05.08.2013] unter <https://www.unifr.ch/ztd/HTS/inftest/WEB-Informationssystem/de/4dej01/a388c5e5516b4f70bb5480dcc47be814/hb.htm>
- Oakes, L. & Tellinghuisen, D. (1994). Examining in infancy: Does it reflect active processing? *Developmental Psychology*, 30 (5), 748–756.
- Packer, R. (2008). Childhood brain tumors: accomplishments and ongoing challenges. *Journal of Child Neurology*, 23 (10), 1122–1127.
- Palmer, S., Goloubeva, O., Reddick, W., Glass, O., Gajjar, A., Kun, L., . . . , Mulhern, R. (2001). Patterns of intellectual development among survivors of pediatric medulloblastoma: a longitudinal analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 19 (8), 2302–2308.
- Papousek, M. (2001). Die Rolle des Spiels für die Selbstentwicklung des Kindes. *Frühe Kindheit*, 4, S. 39–45.
- Papousek, M. (2012). >>Null Bock<< in früher Kindheit: Regulationsprobleme von Aufmerksamkeit und Spiel. In M. Cierpka (Hrsg.), *Frühe Kindheit 0-3* (S. 286–298). Berlin: Springer.
- Passler, M., Isaac, W., & Hynd, G. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Developmental Neuropsychology*, 1 (4), 349–370.
- Patel, S., Mullnis, W., Neil, S., & Wilson, K. (2011). Neuropsychological differences between survivors of supratentorial and infratentorial brain tumours. *Journal of Intellectual Disabilities Research*, 55 (1), 30–40.
- Pauen, S. & Vonderlin, E. (2009). Entwicklungspsychologie Grundlagen. In S. Schneider & J. Margraf (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (Bd. 3, S. 3–22). Heidelberg: Springer.
- Perra, O. & Gattis, M. (2012). Attention engagement in early infancy. *Infant Behavior and Development*, 35 (4), 635–644.
- Peterson, S. & Posner, M. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 21 (35), 73–89.

- 
- Portellano Perez, J., Mateos Mateos R., Martínez Arias, R., Tapia Pavón A., & Granados Garcia-Tenorio, M. (2002). *Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil – CUMANIN*. Madrid: TEA Ediciones.
- Posner, M. & Peterson, S. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychology*, 12 (3), 427–441.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. . *Annual Review of Psychology*, 58, 1–23.
- Posner, M., Rothbart, M., Thomas-Thrapp, L., & Gerardi, G. (1998). The development of orienting to locations and objects. In R. Wright (Ed.), *Visual attention* (pp. 269–288). London: Oxford University Press.
- Prieler, J. (2012). *Manual Reaktionstest*. Mödling: Schuhfried.
- Pritchard, E. & Neumann, E. (2004). Negative priming effect in children engaged in nonspatial tasks: evidence for early development of an intact inhibitory mechanism. *Developmental Psychology*, 40 (2), 191–203.
- Raatz, U. & Moehling, R. (1971). *Frankfurter Tests für Fünfjährige - Konzentration*. Weinheim: Beltz.
- Radcliffe, J., Bunin, G., Sutton, L., Goldwein, J., & Phillips, P. (1994). Cognitive deficits in long-term survivors of childhood medulloblastoma and other noncortical tumors: Age-dependent effects of whole brain radiation. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 12 (4), 327–334.
- Reck, S. & Hund, A. (2011). Sustained attention and age predict inhibitory control during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108 (3), 504–512.
- Reddick, W., White, H., Glass, J., Wheeler, G., Thompson, S., Gajjar, A., . . . , Mulhern, R. (2003). Developmental model relating white matter volume to neurocognitive deficits in pediatric brain tumor survivors. *Cancer*, 97 (10), 2512–2519.
- Renner, G. (2012). Testbesprechung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 44 (2), 106–110.
- Reeves C., Palmer, S., Reddick, W., Merchant, T., Buchanan, G., Gajjar, A., & Mulhern, R. (2006). Attention and memory functioning among pediatric patients with medulloblastoma. *Journal of Pediatric Psychology*, 31 (3), 272–

- Rezazadeh, S., Wilding, J., & Cornish, K. (2011). The relationship between measures of cognitive attention and behavioral ratings of attention in typically developing children. *Child Neuropsychology, 17* (2), 197–208.
- Richards, J. (1998). Development of selective attention in young infants: Enhancement and attenuation of startle reflex by attention. *Developmental Science, 1* (1), 45–51.
- Richards, J. (2005). Attention. In B. Hopkins, *The Cambridge Encyclopedia of Child Development* (pp. 282–286). Cambridge: Cambridge University.
- Ricken, G., Fritz, A., Schuck, K., & Preuß, U. (2007). *HAWIVA-III, Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter - III. Manual zur Durchführung und Auswertung*. Göttingen: Huber.
- Ridderinkhof, R. & van der Selt, O. (2000). Attention and selection in the growing child: views derived from developmental psychophysiology. *Biological Psychology, 54* (1-3), 55–106.
- Ries, L., Melbert, D., Krapcho, M., Stinchcomb, D., Howlader, N., Horner, M., . . . , Edwards, B. (2008). *SEER Cancer Statistics Review, 1975-2005*. Bethesda: National Cancer Institute.
- Ris, M. & Noll, R. (1994). Long-term neurobehavioral outcome in pediatric brain-tumor patients: Review and methodological critique. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 16* (1), 21–42.
- Ris, M., Packer, R., Goldwein, J., Jones-Walles, D., & Boyett, J. (2001). Intellectual outcome after reduced-dose radiation therapy plus adjuvant chemotherapy for medulloblastoma: a children's cancer group study. *Journal of Clinical Oncology, 19* (15), 3470–3476.
- Robbins, T. (1984). Cortical noradrenaline, attention and arousal. *Psychological Medicine, 14* (1), 13–21.
- Roberts, R. & Pennington, B. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental Neuropsychology, 12* (1), 105–126.
- Romine, C. & Reynolds, C. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology, 12* (4), 190–201.

- 
- Rosselli, M. & Ardila, A. (2003). The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: a critical review. *Brain and Cognition*, 52 (3), 326–333.
- Rothbart, M., Ahadi, S., & Hershey, K. (1994). Temperament and social behavior in childhood. *Merill-Palmer Quarterly*, 40 (1), 21–39.
- Rothbart, M. & Bates, J. (1998). Temperament. In W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Vol. Ed.). *Handbook of child psychology: Vol 3, Social, emotional, and personality development (5th ed.)* (pp. 105–176). New York: Wiley.
- Rueda, M., Fan, J., McCandliss, B., Halparin, J., Gruber, D., Lercari, L., & Posner, M. (2004). Development of attention networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42 (8), 1029–1040.
- Ruff, H. & Capozzoli, M. (2003). Development of attention and distractibility in the first 4 years of life. *Developmental Psychology*, 39 (5), 877–890.
- Ruff, H. & Lawson, K. (1990). Development of sustained, focused attention in young children during free play. *Development Psychology*, 26 (1), 85–93.
- Ruff, H. & Rothbart, M. (1996). *Attention in early development: Themes and Variations*. New York: Oxford University.
- Ruff, H. & Turkewitz, G. (1979). Changing role of stimulus intensity as a determinant of infants attention. *Perceptual and Motor Skills*, 48 (3), 815–826.
- Rutkowski, S., Bode, U., Deinlein, F., Ottensmeier, H., Warmuth-Metz, M., Soerensen, N., . . . , Kuehl, J. (2005). Treatment of early childhood medulloblastoma by postoperative chemotherapy alone. *The New England Journal of Medicine*, 352, 978–986.
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E., & Roebbers, C. (2010). Exekutive Funktionen: Zugrundeliegende kognitive Prozesse und deren Korrelate bei Kindern im späten Vorschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 42 (2), 99–110.
- Sanders, L., Stevens, C., Coch, D., & Neville, H. (2006). Selective auditory attention in 3- to 5-year-old-children: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 44 (11), 2126–2138.
- Scaife, M. & Bruner, J. (1975). The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 253, 265–266.
- Schmidt-Atzert, L., Büttner, G., & Bühner, M. (2004). Theoretische Aspekte von Aufmerksamkeits-/Konzentrationsdiagnostik. In G. Büttner & L. Schmidt-Atzert

- 
- (Hrsg.), *Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit* (S. 3–22). Göttingen: Hogrefe.
- Schmidt-Atzert, L., Krumm, S., & Bühner, M. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik. Ableitung eines Strukturmodells und systematische Einordnung von Tests. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19 (2), 59–82.
- Schufried, G. (2012). *RT Reaktionstest*. Zugriff am [27.06.2013] unter <http://www.schufried.at/wiener-testsystem-wts/tests-test-sets/alle-tests-von-a-bis-z/test/rt-reaktionstest/>
- Sergeant, J. & Van der Meere, J. (1990). Convergence of Approaches in localizing the hyperactivity deficit. In B. Lahey & A. E. Kazdin (Eds.), *Advances in Clinical Child Psychology* (Vol. 13, pp. 207–246). New York: Plenum Press.
- Siegel, R., Naishadham, D., & Jemal, A. (2013). Cancer Statistics, 2013. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 63 (1), 11–30.
- Slater, A., Brown, E., Mattock, A., & Bornstein, M. (1996). Continuity and change in habituation in the first 4 months from birth. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 14 (3), 187–194.
- Slavc, I. & Chocholous, M. (2012). *Arzt und Kind*. Wien: Prometheus.
- Sobeh, J. & Spijkers, W. (2011). Development of attention functions in 5- to 11-year-old Arab children as measured by the German Test Battery of Attention Performance (KITAP): A pilot study from Syria. *Child Neuropsychology*, 1, 1–24.
- Starzacher, E. (2006). *Dissertationen Online der freien Universität Berlin*. Zugriff am [05.08.2013] unter [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000002024?lang=en](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000002024?lang=en)
- Starzacher, E., Nubel, K., Grohmann, G., Gaupp, K., & Pfeiffer, Y. (2007). *CAPT Continuous Attention Performance Test*. Göttingen: Hogrefe.
- Steel, C., Haworth, E., Peters, E., Hemsley, D., Sharma, T., Gray, J., . . . , & Williams, S. (2001). Neuroimaging correlates of negative priming. *NeuroReport*, 12 (16), 3619–3624.
- Sturm, W. (2003). Functional anatomy of intensity aspects of attention. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 14 (3), 181–190.
- Sturm, W. (2005). *Aufmerksamkeitsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Sturm, W. & Büssing, A. (1986). Einfluss der Aufgabenkomplexität auf

- 
- hirnorganische Reaktionsbeeinträchtigungen - Hirnschädigungen- oder Patienteneffekt? *European Archives of Psychiatry and Neurological Science*, 6 (235), 214–220.
- Sturm, W., de Simone, A., Krause, B., Specht, K., Hesselmann, V., Radermacher, I., . . . , Willmes, K. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 37 (7), 797–805.
- Sturm, W., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams, K., & Wallesch, C.-W. (2009). Leitlinien Diagnostik und Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 20 (1), 59–67.
- Sturm, W., & Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *NeuroImage*, 14 (1), 76–84.
- Sturm, W., Willmes, K., & Orgass, B. (1997). Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychological Rehabilitation*, 7 (2), 81–103.
- Stuss, D. & Benson, D. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95 (1), 3–28.
- Stuss, D., Murphy, K., Binns, M., & Alexander, M. (2003). Staying in the job: the frontal lobes control individual performance variability. *Brain*, 126 (11), 2363–2380.
- Tallen, G., Henze, G., Creutzig, U., Dworzak, M., & Klingebiel, T. (2009). Auswirkungen der EU-Direktive für klinische Studien auf Kinder und Jugendliche mit Krebserkrankungen in Europa. *Forum 2010*, 25, 42–48.
- Textor, M. (2010). *Kindergartenpädagogik - Online-Handbuch* -. Zugriff am [24.07. 2013] unter <http://www.kindergartenpaedagogik.de/779.html>
- Tipper, S. (1992). Selection for Action: the role of inhibitory mechanism. *Current Direction in Psychological Science*, 1 (3), 105–109.
- Theuring, C., Gredebäck, G., & Hauf, P. (2007). Object processing during a joint gaze following task. *European Journal of Developmental Psychology*, 4 (1), 65–79.
- Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. Cambridge: Harvard University.
- Unzner, L. (2011). Neuere Testverfahren. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 60, 77–83.

- 
- Van de Weijer-Bergsma, E., Wijnroks, L., & Jongmans, M. (2008). Attention development in infants and preschool children born preterm: A review. *Infant Behavior & Development, 31* (3), 333–351.
- Van Zomeren, A. & Bouwer, W. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.
- Vaughn, B., Kopp, C., & Krakow, J. (1984). The emergence and consolidation of self-control from eighteen to thirty months of age: normative trends and individual differences. *Child Development, 55* (3), 990–1004.
- Waligora, K. (2003). Neuere Testverfahren. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie, 52* (3), 205–207.
- Watson, J. (1972). Smiling, cooing, and the game. *Merrill-Palmer Quarterly, 18*, 323–339.
- Wechsler, D. (2002). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - III (WPPSI-III)*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Weiler, L. (2013). *Entwicklung von Leitlinien für die Diagnostik und Intervention von Aufmerksamkeitsstörungen im Kindes- und Jugendalter*. Abschlussbericht, Wien.
- Weiler, L. & Leiss, U. (2013). Attention please! Warum wir aufmerksam auf die Aufmerksamkeit sind. *Pädiatrie & Pädologie, 48* (4), 29–33.
- Welsh, M. & Pennington, B. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology, 4* (3), 199–230.
- Welsh, M., Pennington, B., & Groisser, D. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology, 7* (2), 131–149.
- Westhoff, K. & Hagemester, C. (2005). *Komplexer Konzentrationstest KKT*. Mödling: Schuhfried.
- Willmott, C., Anderson, V., & Anderson, P. (2000). Attention following pediatric head injury: A developmental Perspective. *Developmental Neuropsychology, 17* (3), 361–379.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2002). A test battery for attentional performance. In M. Leclercq & P. Zimmermann (Ed.), *Applied neuropsychology of attention: Theory, diagnosis and rehabilitation* (pp. 110–151). Hove: Psychology Press.

---

## IV ANHANG

### PRÜFUNG DER VORAUSSETZUNGEN STATISTISCHER VERFAHREN

#### Forschungsfrage 1: Unterschiede zur Normstichprobe

Die Daten des KHV-VK Gesamtzeit weisen eine linksschiefe Verteilung auf (Abbildung 11). Es kann nicht von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden, auch ersichtlich an der Schiefe bzw. Kurtosis, sofern man diese durch ihre Standardabweichungen dividiert, wird ein Wert über -2 bzw. über 2 erreicht (Tabelle 30).

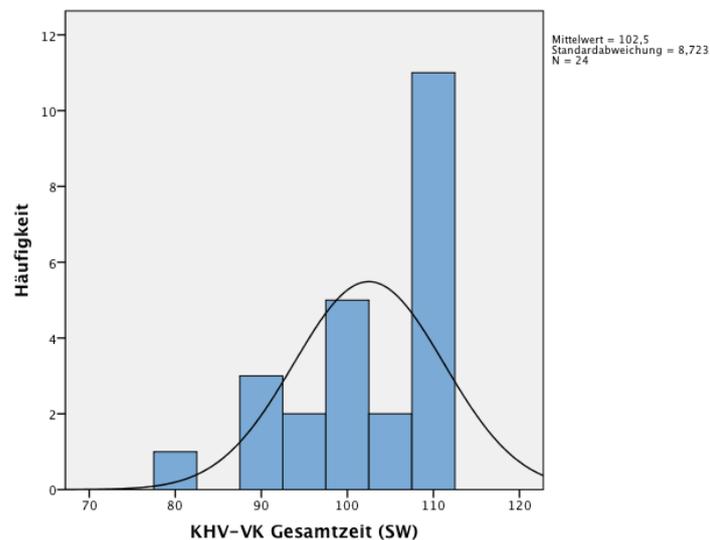


Abbildung 11: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des KHV-VK Gesamtzeit (Standardwerte)

**Tabelle 30:** Deskriptive Statistik der HIT-Gruppe – Ergebnisse im KHV-VK Gesamtzeit

	<b>Gesamt</b>
Stichprobengröße	24
Mittelwert	102,5
Standardabweichung	8,723
Median	105
Minimum	80
Maximum	110
Schiefe	-,965
Standardfehler der Schiefe	,472
Kurtosis	,183
Standardfehler der Kurtosis	,918

Die Normalverteilung der Daten im KHV-VK Fehler ist gegeben ( $p = .200$ ) (Abbildung 12).

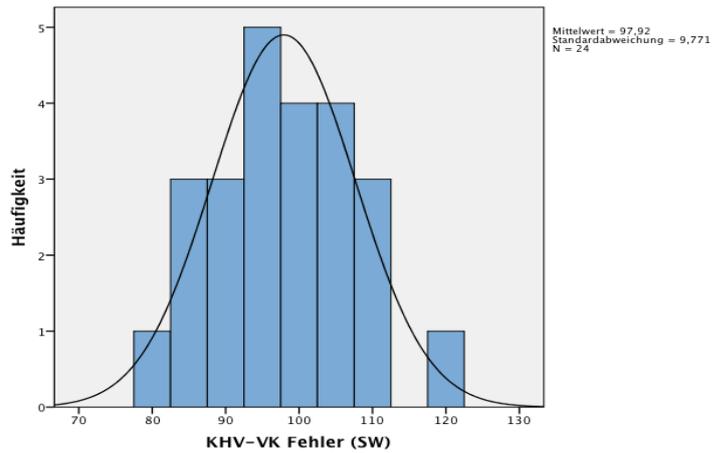


Abbildung 12: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des KHV-VK Fehler (Standardwerte)

Auch ist beim BUEVA *Aufmerksamkeit I* eine Normalverteilung der Daten gegeben ( $p = .103$ ) (Abbildung 13).

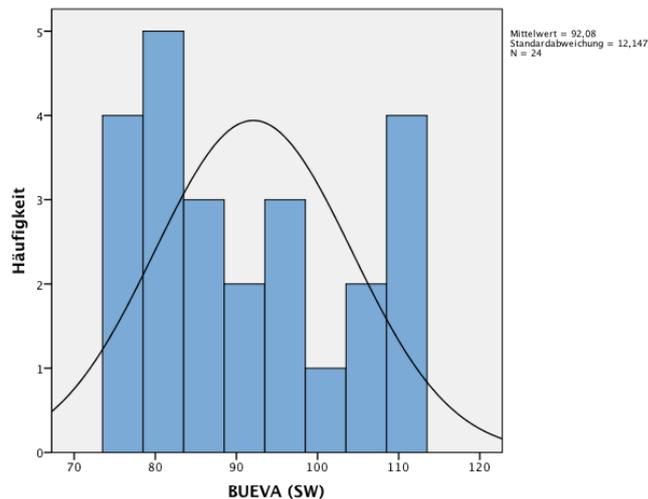


Abbildung 2: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des BUEVA *Aufmerksamkeit I* (Standardwerte)



---

## V ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Zeitstrahl der Aufmerksamkeits-Taxonomie (Möller, Leiss, & Weiler, 2014) .....	23
Abbildung 2: Aufmerksamkeits-Taxonomie für das Vorschulalter (Möller, Leiss, & Weiler, 2014) .....	40
Abbildung 3: Anatomy of three attentional networks: alerting, orienting, and executive attention (Posner & Rothbart, 2007).....	43
Abbildung 4: Balkendiagramm Altersverteilung der Gesamtstichprobe.....	73
Abbildung 5: Balkendiagramm des Alters bezüglich Jungen (li.) und Mädchen (re.)	74
Abbildung 6: Balkendiagramm Diagnosealter in Monaten .....	74
Abbildung 7: Balkendiagramm vergangene Zeit zwischen Diagnose & Testzeitpunkt in Monaten .....	75
Abbildung 8: Balkendiagramm Alter der klinischen Stichprobe .....	82
Abbildung 9: Übersicht der klinischen Stichprobe mit Tumorart, Lokalisation, Behandlungsform und Ergebnisse (auffällig/unauffällig) im KHV-VK Gesamtzeit & Fehler sowie im BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> .....	94
Abbildung 10: Darstellung der auffälligen und unauffälligen Leistungen der klinischen Stichprobe (n = 9) in der Aufmerksamkeit über alle drei Testverfahren (KHV-VK, BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> , KiTAP) hinweg .....	103
Abbildung 11: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des KHV-VK Gesamtzeit (Standardwerte) .....	LVII
Abbildung 12: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des KHV-VK Fehler (Standardwerte) .....	LVIII
Abbildung 13: Balkendiagramm mit Normalverteilungskurve der Daten des BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> (Standardwerte) .....	LVIII
Abbildung 14: Streudiagramm KHV-VK Fehler * BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> (Standardwerte).....	LIX

---

## VI TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Testverfahren zur Erfassung der Aufmerksamkeit für das Vorschulalter	.51
Tabelle 2: Häufigkeitsdarstellung der Tumortypen in Bezug auf das Alter mit Prozentwerten .....	75
Tabelle 3: Häufigkeitsdarstellung der Behandlungsart mit Prozentwerten.....	76
Tabelle 4: Häufigkeitsdarstellung supra- und infratentorielle Tumore mit Prozentwerten .....	76
Tabelle 5: Häufigkeiten und Prozentwerte der Standardwerte KHV-VK Gesamtzeit	80
Tabelle 6: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Unterschiede im KHV-VK Fehler zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von $\mu = 100$ und einer Standardabweichung von $\sigma = 10$ .....	82
Tabelle 7: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Unterschiede im BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von $\mu = 100$ und einer Standardabweichung von $\sigma = 10$ .....	82
Tabelle 8: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zur Überprüfung der Abhängigkeit der Testleistungen vom Alter für alle drei Testverfahren.....	83
Tabelle 9: Ergebnis der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen dem Diagnosealter (in Monaten) und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Gesamtzeit mittels Spearman-Korrelation .....	83
Tabelle 10: Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen dem Diagnosealter (in Monaten) und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV-VK Fehler und BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> mittels Pearson Korrelation .....	84
Tabelle 11: Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen der vergangenen Zeit seit der Diagnose und der Aufmerksamkeitsleistung im KHV- VK Gesamtzeit mittels Spearman Korrelation und KHV-VK Fehler und BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> mittels Pearson Korrelation .....	84
Tabelle 12: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Test zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen im KHV-VK Gesamtzeit & Fehler * Geschlecht .....	86
Tabelle 13: Kreuztabelle KHV-VK Fehler Auffälligkeiten * Geschlecht .....	86

---

Tabelle 14: Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen im BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> * Geschlecht .....	87
Tabelle 15: Kreuztabelle BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> Auffälligkeiten * Geschlecht ....	87
Tabelle 16: Ergebnis der Mittelwertunterschiede im Mann-Whitney-U-Test zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des KHV-VK Gesamtzeit * Tumorlokalisation (infra- vs. supratentoriell) .....	88
Tabelle 17: Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des KHV-VK Fehler * Tumorlokalisation (infra- vs. supratentoriell).....	88
Tabelle 18: Ergebnis des t-Test für unabhängige Stichproben zur Überprüfung der Unterschiede in den Aufmerksamkeitsleistungen des BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> * Tumorlokalisation (infra- vs. supratentoriell).....	89
Tabelle 19: Kreuztabelle KHV-VK Auffälligkeiten & BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> <i>Auffälligkeiten</i> * Lokalisation des Tumors (supra- vs. infratentoriell) .....	90
Tabelle 20: Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse zur Überprüfung der Unterschiede zwischen den Aufmerksamkeitsleistungen im KHV-VK (Gesamtheit/ Fehler) & BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> * Behandlungsform.....	91
Tabelle 21: Ergebnisse der multiplen Regression zur Überprüfung der Unterscheidung von Kindern mit auffälligen und unauffälligen Leistungen in beiden Testverfahren in Bezug auf die Behandlungsform, das Alter, das Geschlecht und die Lokalisation des Tumors .....	95
Tabelle 22: Ergebnis der Spearman-Korrelation zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen KHV-VK Gesamtzeit und BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> .....	96
Tabelle 23: Ergebnisse der Pearson-Korrelation zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen KHV-VK Fehler und BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> ..	97
Tabelle 24: Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich Alter in Jahren (vollendet) * Geschlecht.....	98
Tabelle 25: Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich der Lokalisation des Tumors * Geschlecht .....	98
Tabelle 26: Kreuztabelle der klinischen Stichprobe (n = 9) welche die KiTAP bearbeitet haben hinsichtlich Behandlungsform * Geschlecht .....	99
Tabelle 27: Vierfeldertafel KiTAP Auffälligkeiten * KHV-VK Gesamtzeit	

---

Auffälligkeiten.....	100
Tabelle 28: Vierfeldertafel KHV-VK Fehler Auffälligkeiten * KiTAP Auffälligkeiten .	101
Tabelle 29: Vierfeldertafel BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> Auffälligkeiten * KiTAP Auffälligkeiten.....	102
Tabelle 30: Deskriptive Statistik der HIT-Gruppe – Ergebnisse im KHV-VK Gesamtzeit .....	LVII
Tabelle 31: Test auf Varianzhomogenität für KHV-VK (Gesamtzeit/ Fehler) und BUEVA <i>Aufmerksamkeit I</i> .....	LIX

---

## ZUSAMMENFASSUNG

**HINTERGRUND:** Aufgrund von enormen Fortschritten in der Diagnosestellung und Behandlung von tumor erkrankten Kindern und Jugendlichen kommt es zu einem immer deutlicheren Anstieg der Überlebensrate der Betroffenen, aber auch zu Spätfolgen. Vor allem leiden Überlebende an Einschränkungen in den Aufmerksamkeitsfunktionen wie bspw. der selektiven Aufmerksamkeit, welche sich negativ auf den Erwerb von Wissen und die Aufnahme von Informationen auswirken können. Ziel dieser Arbeit war es zum einen eine Taxonomie der Aufmerksamkeitsfunktionen für das Vorschulalter anhand der aktuellen Literatur zu erstellen und zum anderen die Aufmerksamkeit bei Hirntumor erkrankten Vorschulkindern anhand der Risikofaktoren zu untersuchen. Zusätzlich fand ein Vergleich der Verfahren statt, um sie als mögliche Prädiktoren für spätere Leistungen zu identifizieren.

**METHODE:** Die Stichprobe bestand aus 24 Vorschulkindern im Alter von vier bis sechs Jahren, die an einem Hirntumor erkrankt waren. Die Aufmerksamkeit wurde anhand der beiden Testverfahren KHV-VK mit Gesamtzeit und Fehler sowie dem BUEVA mit dem Untertest Aufmerksamkeit I untersucht. Beide Verfahren messen die Selektivität, eine wichtige Komponente der Aufmerksamkeit. Zusätzlich wird durch den KHV-VK auch die Daueraufmerksamkeit erfasst. Mittels *t*-Test wurden die Mittelwerte der Hirntumorgruppe mit denen der Normstichprobe aus den Manualen verglichen. Das Geschlecht und die Lokalisation wurden mit einem *t*-Test bzw. dem Mann-Whitney *U*-Test berechnet und anhand einfacher Regressionen und Korrelationen sowie einer einfachen Varianzanalyse wurden die übrigen Risikofaktoren untersucht. Die Überprüfung der Testverfahren auf einen Zusammenhang fand mittels Korrelation und die Vorhersagekraft der Verfahren anhand von Vierfeldertafeln statt.

**EREBNISSE:** Es zeigte sich, dass sich die Hirntumorgruppe signifikant von der Normstichprobe im BUEVA *Aufmerksamkeit I* unterschied. Sie erreichten schlechtere Leistungen und wurden zu 50% als auffällig im BUEVA *Aufmerksamkeit I* erkannt. Der KHV-VK konnte über beide Testkennwerte zehn der 24 Kinder als auffällig erkennen. Weder das Alter, das Alter bei der Diagnosestellung noch die

---

vergangene Zeit seit der Diagnose zeigte einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistungen in allen beiden Testverfahren. Auch die Risikofaktoren Lokalisation, Behandlung und Geschlecht konnten nicht als Indikatoren für schlechtere Aufmerksamkeitsleistungen identifiziert werden. Das Geschlecht zeigte einen Trend in Richtung besserer Leistungen der Mädchen, doch waren diese nicht signifikant. Beide Testverfahren zeigten einen Zusammenhang und messen dieselben Konstrukte der Aufmerksamkeit. Jedoch eignet sich weder der KHV-VK noch der BUEVA *Aufmerksamkeit I* als Prädiktor für die Aufmerksamkeitsleistungen welche später mittels KiTAP erfasst werden können. Der BUEVA *Aufmerksamkeit I* erkannte jedoch mehr Kinder als auffällig als der KHV-VK und scheint eher die Alertness als die Ablenkbarkeit (fokussierte Aufmerksamkeit) in der KiTAP vorhersagen zu können.

FAZIT: Die Studie zeigt auf, dass Auffälligkeiten in der Aufmerksamkeit bei Hirntumorerkrankten Vorschulkindern vorliegen. Außerdem wird deutlich wie wichtig geeignete Verfahren zur Erfassung der Aufmerksamkeitsleistungen sind, um Defizite im Vorschulalter differenzierter erfassen zu können. Trotz einiger vorliegender Verfahren zur Erfassung der Aufmerksamkeit scheint es für diesen Altersbereich noch kein zufriedenstellendes Verfahren zu geben.

## **ABSTRACT**

**PURPOSE:** There is a great amount of brain tumour survivors of children and youth due to enormous progress in medical diagnosis and treatment but also long-term consequences. Persons concerned suffer from limitations in attention for example selective attention, which operate negative in knowledge acquisition. The purpose of this study was to prepare a taxonomy for preschool-children starting from literature and to analyse the effects of brain tumours on attention. Risk factors such as sex, age, age at diagnosis, passed time since diagnosis, localization and treatment were also taken into account. In addition, the assessment instruments were compared to each other to examine them as predictors for later performance in attention.

**METHOD:** The sample size consisted of 24 preschool-children between four and six

---

years who suffered from a brain tumour. The attention was assessed with the two following instruments: KHV-VK and BUEVA (*attention I*). Both instruments gather selective attention. Sustain attention can also be gathered with the KHV-VK. The results were compared with the normative sample size of test manuals using *t*-tests. The sex and localisation were analysed with *t*-Tests or Mann-Whitney *U*-Tests and all other risk factors were analysed by using simple regressions and correlations. To compare the instruments with each other correlations and to examine them as predictors 2x2 tables were used.

RESULTS: Results showed that the brain tumour sample size differs in attention from the normative sample size assessed with BUEVA *attention I*. They had shown worse performance in attention and 50% of them were salient. Ten of 24 preschool-children could be identified as salient measured with KHV-VK. Either the age, the age at diagnosis or passed time since diagnosis, showed a significant effect in attention. Also all other risk factors such as sex, localisation and treatment could not be found as factors, which affect attention in preschool-children. There was a trend with regard to better performance in girls. Both instruments correlate with each other and assessed the same construct of attention. However, they are not appropriate as predictors for later performance assessed with the KiTAP instrument. The BUEVA *attention I* examined more children impaired as the KHV-VK and seem to be more predictable for alertness as for distractibility (focused attention) in the KiTAP.

SUMMARY: This study shows abnormalities in attention in preschool-children suffering from brain tumour. Moreover it also points out how important appropriate instruments are to assess attention performance to examine deficits even better. In contempt of some present instruments for attention it seems there are no satisfactory instruments for preschool-children up until to date.



## Curriculum Vitae: Nadine Möller

---

Name: Nadine Möller

Geburtsdatum: 11.08.1986

Staatsangehörigkeit: Deutsch

### STUDIUM

Sept. 2009 – **Diplomstudium Psychologie**, Universität Wien

Leistungsstipendium 2013

Stipendium Svenska Institutet (Schwedisches Institut),  
Sommerkurs 2012

„Levande litteratur – ett kreativt möte med språket“,  
Malungs folkhögskola

### BERUFSAUSBILDUNG

2006 – 2009 **Ausbildung zur Ergotherapeutin**  
*mit Auszeichnung bestanden*, Bildungsakademie Dresden

### SCHULAUFBILDUNG

1993 – 1999 **Astrid-Lindgren Grundschule**, Frankfurt (Oder)

1999 – 2003 **Eliteschule des Sports** „Lausitzer Sportschule“  
Cottbus

2003 – 2006 **Städtisches Gymnasium 2** „Otto Brenner  
Gymnasium“, Frankfurt (Oder)  
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

### AUS-/ WEITERBILDUNG

Feb. 2012 Ausbildung Leichtathletik Übungsleiterin, WLV

- Okt. 2013 – Juni 2014      **Ausbildung zur Sportpsychologin**  
 Modulerie „Sportpsychologisches Training im Leistungssport“, München/Innsbruck
- Okt. 2014                      Fortbildung „Athletik im Nachwuchsbereich – Trainingsaufbau“, St. Pölten
- Nov. 2014 –                      Ausbildung Instruktor Leichtathletik  
 Linz/Rif/Obertraun

## ERFAHRUNGEN

- Seit März 2014 –                **Activity Leader Danube International School**  
 (Leichtathletik, Crosslauf), Wien
- Seit April 2011 –                **Trainerin Leichtathletik**  
 Nachwuchsbereich U14/U16, DSG Volksbank Wien
- 2001                                **Schülerpraktikum**  
 Kindergarten Fröbel e.V., „Kindergarten Süd“ Cottbus
- Sommer 2003                    **Betreuerin**  
 Ferienlager „Störitzland“
- Jan. – März 2008                **Praktikum Ergotherapie**  
 „Gut Gamig e.V.“ Rehabilitations- und Begegnungsstätte,  
 ambulante Ergotherapie,  
 Tagesstruktur und Grundarbeitsfähigkeiten in  
 Gruppentherapie und offener Werkgruppe bei Menschen  
 mit psychischen Erkrankungen
- Aug. – Okt. 2008                **Praktikum Ergotherapie**  
 „Gut Gamig e.V.“ Rehabilitations- und Begegnungsstätte,  
 Arbeitstherapie, Landwirtschaft  
 für psychisch kranke und seelisch behinderte Menschen
- Nov. 2008 – Feb. 2009        **Praktikum Ergotherapie**  
 Ergotherapiepraxis Matthias Geithner, Dresden  
 Behandlung von Kindern mit Entwicklungs-,  
 Wahrnehmungs-, Teilleistungsstörungen und Autismus  
 sowie geriatrischen Patientinnen/ Patienten  
 (Hausbesuche)

Mai – Juli 2009	<b>Prüfungspraktikum Ergotherapie</b> Ergotherapiepraxis Matthias Geithner, Dresden Behandlung von Kindern mit Entwicklungs-, Wahrnehmungs- und Teilleistungsstörungen, Autismus sowie geriatrischen Patientinnen/ Patienten (Hausbesuche)
Nov. 2011 – April 2012	<b>Pflichtpraktikum Psychologie</b> Neuroonkologie Ambulanz, Station und Tagesklinik der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde – AKH Wien
Jan. 2012 – Mai 2012	Helfer beim Talentecup I „Fast & Far“ in den Wiener Schulen, Organisation DSG Volksbank Wien
April – Juni 2013	<b>Praktikum Psychologie</b> Arbeitsbereich Sportpsychologie, Institut für Sportwissenschaften, Universität Wien, Auf der Schmelz
April – Juni 2013	Organisation Talentecup II „Fast & Far“ in den Wiener Schulen, DSG Volksbank Wien

## EHRENAMTLICHE TÄTIGKEITEN

Seit Okt. 2014 –	Nachwuchsarbeit Leichtathletik im WLV
------------------	---------------------------------------

## SPRACHEN

Deutsch	(Muttersprache)
Schwedisch	(fließend durch Sprachkurs an der Universität Wien, Sommerkurs in Malung 2012 und Einmonatigem Aufenthalt auf Gotland World-Wide Opportunities on Organic Farms (WWOOF) 2013)
Englisch	(gut)

LXX