



universität
wien

Diplomarbeit

Über die Struktur
differenzierter Aufmerksamkeitskonstrukte
bei Kindern mit Hirntumoren

Verfasserin

Liesa Josephine Weiler

Angestrebter akademischer Grad:
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Jänner 2010

Studienkennzahl: 298
Studienrichtung: Psychologie
Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Alfred Schabmann
Mag. Dr. Ulrike Leiss

DANKSAGUNG

Ich möchte mich für die große Unterstützung seitens meiner beiden Betreuer Ao. Univ.-Prof. Dr. Alfred Schabmann und Mag. Dr. Ulrike Leiss herzlich bedanken. Sie standen mir während des gesamten Arbeitsprozesses tatkräftig zur Seite.

Des Weiteren möchte ich mich bei den Kindern, welche an der Erhebung zur Kontrollstichprobe teilnahmen, für die Mitarbeit und den Lehrern und Lehrerinnen bzw. den beiden Direktorinnen der beiden Volksschulen für ihre äußerst gut funktionierende Kooperation bedanken.

Ein Dank gebührt auch meiner Familie, welche mich in meiner Arbeit aufmunternd unterstützte und mich in meinem Vorhaben bestärkte.

INHALTSVERZEICHNIS

A	THEORETISCHER TEIL	1
	1 STRUKTUR DER AUFMERKSAMKEIT	1
	1.1 ALERTNESS.....	1
	1.2 DAUERAUFMERKSAMKEIT UND VIGILANZ.....	2
	1.3 SELEKTIVE AUFMERKSAMKEIT.....	2
	1.4 GETEILTE ODER VERTEILTE AUFMERKSAMKEIT.....	4
	1.5 FOKUSSIERTE AUFMERKSAMKEIT	5
	1.6 VERARBEITUNGSKAPAZITÄT UND INFORMATIONSVARBEITUNGSGESCHWINDIGKEIT.....	6
	1.7 SELEKTIVITÄT UND INTENSITÄT	7
	2 NEUROANATOMISCHE GRUNDLAGEN – ATTENTIONAL NETWORK	9
	2.1 INTENSITÄT	11
	2.2 SELEKTIVITÄT	12
	3 DIAGNOSTIK DER AUFMERKSAMKEIT	15
	3.1 WARUM DIAGNOSTIK? – EINE ARGUMENTATION	15
	3.2 AUFLISTUNG UND BESCHREIBUNG TYPISCHER PSYCHOMETRISCHER VERFAHREN.....	17
	3.3 PROBLEME UND KRITIK HINSICHTLICH DIAGNOSTIK.....	21
	4 AUSWIRKUNG DER ERKRANKUNG AN EINEM HIRNTUMOR UND DESSEN BEHANDLUNG AUF BEKANNTE AUFMERKSAMKEITSKONSTRUKTE	23
	4.1 ATTENTION AND PROCESSING SPEED.....	23
	4.2 SELEKTIVE UND GETEILTE AUFMERKSAMKEIT	26
	4.3 DAUERAUFMERKSAMKEIT.....	27
	4.4 SPEZIFISCHE AUSWIRKUNGEN TUMOR- UND BEHANDLUNGSRELEVANTER PARAMETER	27
	5 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN	30
B	EMPIRISCHER TEIL	31
	1 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	31
	1.1 AUFMERKSAMKEITSSTRUKTUR DER NORMPOPULATION.....	31
	1.2 ABWEICHUNG ZUR NORMPOPULATION.....	31
	1.3 ALTER UND KRANKHEITSDAUER.....	31
	1.4 KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER	31
	1.5 NEUROLOGISCHER ZUSTAND.....	32
	2 METHODEN	32
	2.1 STICHPROBE.....	32

2.2	MESSINSTRUMENTE/ERHEBUNGSMETHODE.....	35
2.3	DESIGN.....	37
2.4	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	38
3	ERGEBNISSE	38
3.1	STRUKTUR DER NORMPOPULATION.....	38
3.2	DIFFERENZIERTER DARSTELLUNG DER EINZELNEN AUFMERKSAMKEITSKOMPONENTEN	47
3.3	BETRACHTUNG KRANKHEITSRELEVANTER PARAMETER	56
4	DISKUSSION UND AUSBLICK	59
ANHANG	i
	ZUSAMMENFASSUNG - ABSTRACT.....	i
	DESKRIPTIVE STATISTIK.....	.iii
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	v
	TABELLENVERZEICHNIS	v
	LITERATUR.....	vi

A THEORETISCHER TEIL

1 STRUKTUR DER AUFMERKSAMKEIT

„Everyone knows what attention is.“ So beginnt William James Ende des 19. Jh. (zit. nach Müller, 2003) seine Überlegungen zur Aufmerksamkeit.

Seit diesem Zeitpunkt gab es im vergangenen Jahrhundert vermehrt Untersuchungen zur Aufmerksamkeit: Differenzierungsversuche der einzelnen Komponenten, neuroanatomische Hintergründe, neuropsychologische Diagnostik und Störung der Funktionen hinsichtlich verschiedener neurologischer Erkrankungen. Die diesbezügliche Uneinigkeit und Unklarheit in vielen Studien macht dem interessierten Leser die Komplexität der Aufmerksamkeit und die eigentliche Unwissenheit über diesen sehr umfassenden Gegenstand bewusst.

Der Bereich der Aufmerksamkeit ist ein sehr weitgefasster Themenbereich, der zahlreiche Definitionen und dazugehörige Subkategorien anbietet (Posner & Boies, 1971).

So wurde in laufenden Studien erkannt, dass Aufmerksamkeit lediglich als deskriptiver Sammelbegriff für mehrere Teilfunktionen verwendet werden kann. Autoren versuchten sich in verschiedenen Theorien, um eine genaue Differenzierung und Beschreibung der einzelnen Aspekte der Aufmerksamkeit vorzunehmen (Falkensteiner, Heger-Binder, Kartusch, Marold & Swoboda, 2006).

Im Folgenden sollen die in der Literatur erwähnten unterschiedlichen Komponenten beschrieben und diskutiert werden:

1.1 ALERTNESS

Die einfachste Form der Aufmerksamkeit stellt die Alertness dar. Sie soll Voraussetzung für komplexere Formen der Aufmerksamkeit sein (Sturm, 2003). In einem ersten Versuch Komponenten zu differenzieren, wurde unter anderem die Alertness von Posner und Boies (1971) beschrieben. Ihr kommt die Aufgabe der Aufmerksamkeitsaktivierung zu, indem sie die nötigen Ressourcen für weitere Komponenten der Aufmerksamkeit bereitstellt und somit als Modulator im Aufmerksamkeitssystem fungiert (Falkensteiner et al., 2006).

Die kurzfristige Aufmerksamkeitsaktivierung wird dabei in zwei weitere Komponenten unterschieden: der Zustand allgemeiner Wachheit (tonische Aufmerksamkeitsaktivierung, abhängig vom physiologischen Zustand des Organismus) und die Fähigkeit, das Aufmerksamkeitsniveau bei erwarteten Reizen für einen bestimmten Zeitraum zu steigern

(phasische Aufmerksamkeitsaktivierung oder Arousal) (Schnider, 2004; Sturm, 2002b, 2003).

Die tonische und phasische Aufmerksamkeitsaktivierung ist vergleichbar mit den von James beschriebenen reflexiven und willentlichen Komponenten. Die reflexive, exogene Aufmerksamkeit beschreibt die reizgetriggerte Aufmerksamkeit, die von der Salienz des jeweiligen Reizes abhängig ist. Die endogene, willentliche Aufmerksamkeit wird hingegen durch eine innere Ursache aktiviert. Es gilt diese beiden Komponenten zu differenzieren (zit. nach Kopp & Wessel, 2008). Des Weiteren führen Sturm und Kollegen (1999) den Begriff der „kognitiven Kontrolle“ ein, bei der man in einem Top-down-Prozess die Aufmerksamkeitsaktivierung selbst beeinflussen kann. Sie bezeichnen diese Fähigkeit als „intrinsic alertness“ (selbstgenerierte Aufmerksamkeit), welche im Wesentlichen dem tonischen Arousal entspricht.

Die Fähigkeit Aufmerksamkeit zu entwickeln und auch konstant zu halten ist wichtig für das Ausführen von höheren kognitiven Fähigkeiten (Posner & Petersen, 1990).

1.2 DAUERAUFMERKSAMKEIT UND VIGILANZ

Die Daueraufmerksamkeit bzw. sustained attention ist die bewusste, willentliche Aufrechterhaltung eines bestimmten Aktivierungsniveaus bei einer hohen Anzahl relevanter Stimuli über einen längeren Zeitraum hinweg, einschließlich der Einforderung von Leistungen mit größerer kognitiver Beanspruchung. Die Vigilanz stellt hingegen eine Spezialform der Daueraufmerksamkeit dar, bei der es gilt unter extrem monotonen Bedingungen mit niedriger Frequenz kritischer Stimuli aufmerksam zu bleiben (Sturm, 2003, 2005).

Für die Komponente der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit findet sich in der Literatur erstaunlich wenig Unterstützung und sie wird oft unzureichend repliziert (Schmidt-Atzert, Krumm & Bühner, 2008). Auch die Abgrenzung von Alertness zu Daueraufmerksamkeit bzw. Vigilanz ist in der Literatur oft uneindeutig. So wird in früheren Beschreibungen nach Posner und Rafal (Falkensteiner et al., 2006) die Daueraufmerksamkeit der Alertness zugeordnet. Auch in Schniders (2004) Zusammenfassung der verschiedenen Komponenten der Aufmerksamkeit wird Vigilanz gleichbedeutend der tonischen Alertness, also der allgemeinen Wachheit, angeführt.

1.3 SELEKTIVE AUFMERKSAMKEIT

Selektion wird von vielen als Aufmerksamkeit an sich betrachtet und ist somit die scheinbar meist diskutierte Komponente, mit langem historischem Hintergrund.

Erste Theorien fanden sich in den Erlebnisbeschreibungen der klassischen Bewusstseins- und Willenspsychologie um 1900. William James und Wilhelm Wundt beschreiben die Aufmerksamkeit als selektive Suche bzw. Auswahl bestimmter Informationen im Bewusstseinsfeld (Fröhlich, 2005).

Mit ihren Überlegungen wurden erste Ideen der Selektion von Wahrnehmungsinhalten und deren bewusste Wahrnehmung formuliert.

Die „Filtertheorie“ nach Broadbent (1958) stellt im Wesentlichen die Basis aller Aufmerksamkeitsmodelle dar. Broadbent (1958) bezog sich dabei auf die Ergebnisse zweier Studien: Einerseits das Cocktailparty-Phänomen nach Cherry (1953), welches die Fähigkeit beschreibt einem Gespräch zu folgen, trotz anderer Gespräche. Andererseits Welfords (1952) Untersuchungen zur psychologischen Refraktärperiode, die die limitierte Verarbeitungskapazität des menschlichen Gehirns beschreibt. Informationen werden demnach seriell verarbeitet (zit. nach Müller, 2003).

Broadbent versuchte die beiden Ergebnisse zu einer Theorie zu verbinden: Ausgehend von einer begrenzten Verarbeitungskapazität (limited-capacity-channel), werden Informationen wie durch einen Filter aufgenommen und in ihrer Selektion (Falkensteiner et al., 2006) seriell verarbeitet um eine Überlastung zu verhindern. Diese Selektion erfolgt bereits sehr früh (early selection) nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip (zit. nach Kopp & Wessel, 2008).

Allerdings konnte in verschiedenen Experimenten gezeigt werden, dass die strikten theoretischen Annahmen über die Funktion der Aufmerksamkeit nicht in der erwünschten Form repliziert werden konnten (Müller, 2003). Treisman (1960) schlug daher eine abgeschwächte Weiterleitung des Modells vor. Die „Attenuationstheorie“ geht zwar ebenfalls von einer frühen Selektion ankommender Informationen aus, lässt aber eine Weiterleitung und Verarbeitung, nach dem Mehr-oder-weniger Prinzip, nichtbeachteter Information zu.

Im Gegensatz dazu steht die Theorie von Deutsch und Deutsch (1963). Ausgehend von einer späten Selektion (late selection), nehmen sie eine vollständige Analyse aller Eingangsreize an (semantisch), bevor die Selektion erfolgt. Nur Informationen, die für die momentane Aufgabe relevant sind, werden weiterverarbeitet.

Eine Entscheidung für frühe oder späte Selektion konnte im Laufe der Zeit nicht getroffen werden (Kopp & Wessel, 2008). Allerdings dürfte der Lokus flexibel und abhängig von spezifischen Aufgabenfaktoren sein (Müller, 2003).

Posner und Petersen (1990) postulieren notwendige differenzierbare Prozesse um den Fokus der Aufmerksamkeit räumlich zu verschieben: disengage (Lösen von einem

früheren Fokus), shift (Aufmerksamkeit wird einem neuen Fokus zugewendet) und engage (Aufmerksamkeit am neuen Fokus fixieren).

Die selektive Aufmerksamkeit umfasst also die Fähigkeit, zwischen relevanten und irrelevanten Reizen zu differenzieren bzw. gleichzeitig Reaktionen auf konkurrierende irrelevante Reize zu unterdrücken (Sturm, 2002a). Im Wesentlichen handelt es sich hier um die Fähigkeit, sich in komplexen Situationen von irrelevanten Reizen nicht ablenken zu lassen (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2003).

Fokussierte und geteilte Aufmerksamkeit stellen ebenfalls Formen der selektiven Aufmerksamkeit dar. Sie unterscheiden sich jedoch in der Modalität der Ausführung (zit. nach Ziino & Ponsford, 2006).

Die sehr oft in Kombination mit der selektiven Aufmerksamkeit angeführten, fokussierte und geteilte Komponente sollen im Rahmen dieser Arbeit als eigenständige Punkte angeführt werden.

1.4 GETEILTE ODER VERTEILTE AUFMERKSAMKEIT

Um flexibles Verhalten im Alltag zu gewährleisten, ist es nicht ausreichend über die Fähigkeit der fokussierten Aufmerksamkeit zu verfügen. Der Mensch benötigt die Komponente der geteilten Aufmerksamkeit, um die Aufmerksamkeit verschiedenen Reizquellen gleichzeitig zuzuwenden (Schnider, 2004). Die Teilung bzw. Verteilung der Aufmerksamkeit wird in „Dual-Task-Aufgaben“ gefordert, wo man zur Aufgabe hat, simultan zwei Informationskanäle zu überwachen und relevante Ereignisse so rasch wie möglich zu entdecken (Posner & Boies, 1971; Sturm, 2005; Treisman, 1969). Kann man dabei rasch zwischen verschiedenen Informationskanälen hin und her wechseln so spricht man von Aufmerksamkeitsflexibilität (Wickens, 1984, zit. nach Sturm, 2003).

In der geteilten Aufmerksamkeit werden Informationen im Gegensatz zur selektiven Komponente parallel statt seriell verarbeitet (Bodenburg, 2001; Falkensteiner et al., 2006; Kopp & Wessel, 2008; Shiffrin & Schneider, 1977). Schiffrin und Schneider (1977) zeigten in ihrer umfassenden Studie, dass ein Unterschied zwischen kontrollierter und automatischer Verarbeitung gemacht werden muss. Dabei ist es leichter automatisierte Aufgaben zu differenzieren, wohingegen kontrollierte geteilte Aufmerksamkeitsaufgaben wesentlich schwieriger sind. Ersteres bezieht sich auf den Bereich des Langzeitgedächtnisses, dessen Informationen aktuelle Handlungen beeinflussen und nicht unterdrückt werden können. Zweites umfasst die mehr oder weniger willentliche

Zuwendung einer oder mehrerer Informationsquellen. Dies steht den Autoren zufolge in direktem Zusammenhang zur limitierten Verarbeitungskapazität. Die Unterscheidung in die beiden Komponenten der Verarbeitung ist die Grundidee des bekannten Zwei-Prozess-Modells nach Schiffrin und Schneider (1977).

Zwischen kontrollierter und automatisierter Komponente besteht eine Beziehung, da unter anderem die kontrollierte Aufmerksamkeit nicht immer durch den eigenen Willen verändert werden kann und oftmals durch automatisierte Prozesse beeinflusst wird (Schiffrin & Schneider, 1977). Auch im neueren Modellen versucht man zwischen „automatisierten“ und „kontrollierten“ Anteilen zu differenzieren. Den ursprünglichen Überlegungen zur Folge verlangen kontrollierte Prozesse eine bewusste Aufmerksamkeitszuwendung und Aufmerksamkeitskapazität (Sturm, 2002a).

Analog zu den visuellen Filtermodellen beschreibt Moray (1970), in einem Mehrkanalfiltermodell für auditive Verarbeitung, trennbare Informationskanäle und die Fähigkeit zwischen ihnen zu wechseln. Innerhalb dieses Filtersystems ist, den Autoren zufolge, keine gleichzeitige Bearbeitung möglich. Die eingeschränkte Verarbeitungsmöglichkeit macht wiederum den Zusammenhang zur Verarbeitungskapazität deutlich.

Trotz engem Zusammenhang zwischen geteilter Aufmerksamkeit und eingeschränkter Verarbeitungskapazität (Sturm, 2005) soll weiteres in einem eigenständigen Punkt näher betrachtet werden.

1.5 FOKUSSIERTE AUFMERKSAMKEIT

Die fokussierte Aufmerksamkeit bzw. konzentrierte Aufmerksamkeit stellt die empirisch am besten gesicherte Komponente dar. Allerdings wird sie in rationalen Modellen nicht postuliert. Bei ungenauer Betrachtung könnte sie der Selektionskomponente zugeordnet werden, da man in dazugehörigen Testaufgaben oft ein schnelles Durchsuchen von Material nach Zielobjekten verlangt. Der Fokus-Aspekt wird durch die Speed-Komponente in bestimmten Testbedingungen gerechtfertigt (Schmidt-Atzert, et al., 2008).

Vergleichbar mit der fokussierten bzw. konzentrierten Aufmerksamkeit beschreibt Schnider (2004) die Komponente der gerichteten Aufmerksamkeit, was die Fähigkeit beschreibt, sich auf eine Aufgabe oder einen Stimulus zu konzentrieren und sich gleichzeitig nicht ablenken zu lassen. Es wird also eine Informationsquelle gewählt, während irrelevante Reize weitgehend ignoriert werden (zit. nach Ziino & Ponsford, 2006).

Die von Ziino und Kollegen aufgegriffene Bezeichnung der fokussierten Aufmerksamkeit entstammt einer bereits älteren Theorie. Die dargestellte Definition der fokussierten Aufmerksamkeit entspricht in diesem Fall eher dem Aspekt der Ablenkbarkeit, welche im Rahmen der selektiven Aufmerksamkeit kurz erwähnt worden ist.

Posner und Petersen (1990) führen die in der Literatur erwähnte Komponente der Signalentdeckung für fokale bewusste Prozesse („detecting signals for focal processing“) als wichtigstes System der sensorischen Verarbeitung an.

Besonderheiten in der Leistung fokussierter Aufmerksamkeit beschreiben Schiffrin und Schneider (1977) im Rahmen ihres Zwei-Prozessmodells. Demzufolge ist die mögliche Leistung durch automatisierte Prozesse gehindert und durch Selbstkontrolle verbessert.

1.6 VERARBEITUNGSKAPAZITÄT UND INFORMATIONSVARBEITUNGSGESCHWINDIGKEIT

Bereits 1971 wurde in einer Arbeit zur Untersuchung der Komponenten der Aufmerksamkeit (Posner & Boies) die Komponente der zentralen Verarbeitungskapazität beschrieben, welche für die Verarbeitung mehrerer Informationsquellen (geteilte Aufmerksamkeit) notwendig ist. Auch nach Shiffrin und Schneider (1977) gibt es einen Zusammenhang zwischen Verarbeitungskapazität und geteilter Aufmerksamkeit. Ihnen zufolge sind Defizite in der geteilten Aufmerksamkeit auf die limitierte Anzahl serieller Vergleichsprozesse zurückzuführen. Treisman (1969) nimmt ebenfalls eine limitierte Verarbeitungskapazität an: Für jede Stimulusqualität gibt es unterschiedliche Bearbeitungsfunktionen. Sind bereits Funktionen belegt, können sie nicht mehr in Anspruch genommen werden, bzw. erschwert eine zusätzliche zeitliche Einschränkung eine korrekte Verarbeitung. Auch Posner und Rafal postulierten (1987, in Falkensteiner et al., 2006) neben Alertness und selektiver Aufmerksamkeit als dritte Komponente die Anstrengung und Ressourcenallokation als Mechanismus zur Verteilung von Ressourcen zur Aufrechterhaltung und Fokussierung der Aufmerksamkeit bzw. zur Selektion von Informationen aus der Umwelt.

Die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit im Speziellen beeinflusst Motorik und Denkvorgänge. Bei etwaigen Störungen kommt es zu einer Verlangsamung dieser Funktionen und führt im Weiteren zu Problemen in der Neuaufnahme von Informationen oder bei der Bewältigung neuer Anforderungen. Die Menge bearbeitbarer Informationen in einem bestimmten Zeitintervall stellt eine Basisfunktion vieler kognitiver Prozesse dar (Oswald & Roth, 1987).

1.7 SELEKTIVITÄT UND INTENSITÄT

Van Zomeren und Brouwer (1994) subsumieren die einzelnen Komponenten zwei größeren Oberbegriffen: der Selektivität und Intensität.

Demnach gehören Alertness bzw. Aufmerksamkeitsaktivierung und die Daueraufmerksamkeit (sustained attention) der Intensität an. Die Selektivität hingegen umfasst die selektive und geteilte Aufmerksamkeit. Auch Treisman (1969) stellte in ihrer Untersuchung fest, dass die beiden Komponenten in bestimmten Aufgabenkonstellationen eine unzertrennliche Verbindung aufweisen.

In der folgenden Abbildung werden die soeben beschriebenen Modelle und Komponenten in ein Gesamtmodell integriert. Das Modell dient der Veranschaulichung der sehr komplexen Thematik der Aufmerksamkeit. Dargestellt werden Differenzierungen und Verbindungen der einzelnen Konstrukte und Teilbereiche.

Das Modell beinhaltet zusätzlich den Grenzbereich zur Konzentration, welche durch die Weiterverarbeitung aufgenommener Information gekennzeichnet ist. Die Aufmerksamkeit selbst beinhaltet nur den basalen Anteil der Konzentration (Schmidt-Atzert et al., 2008).

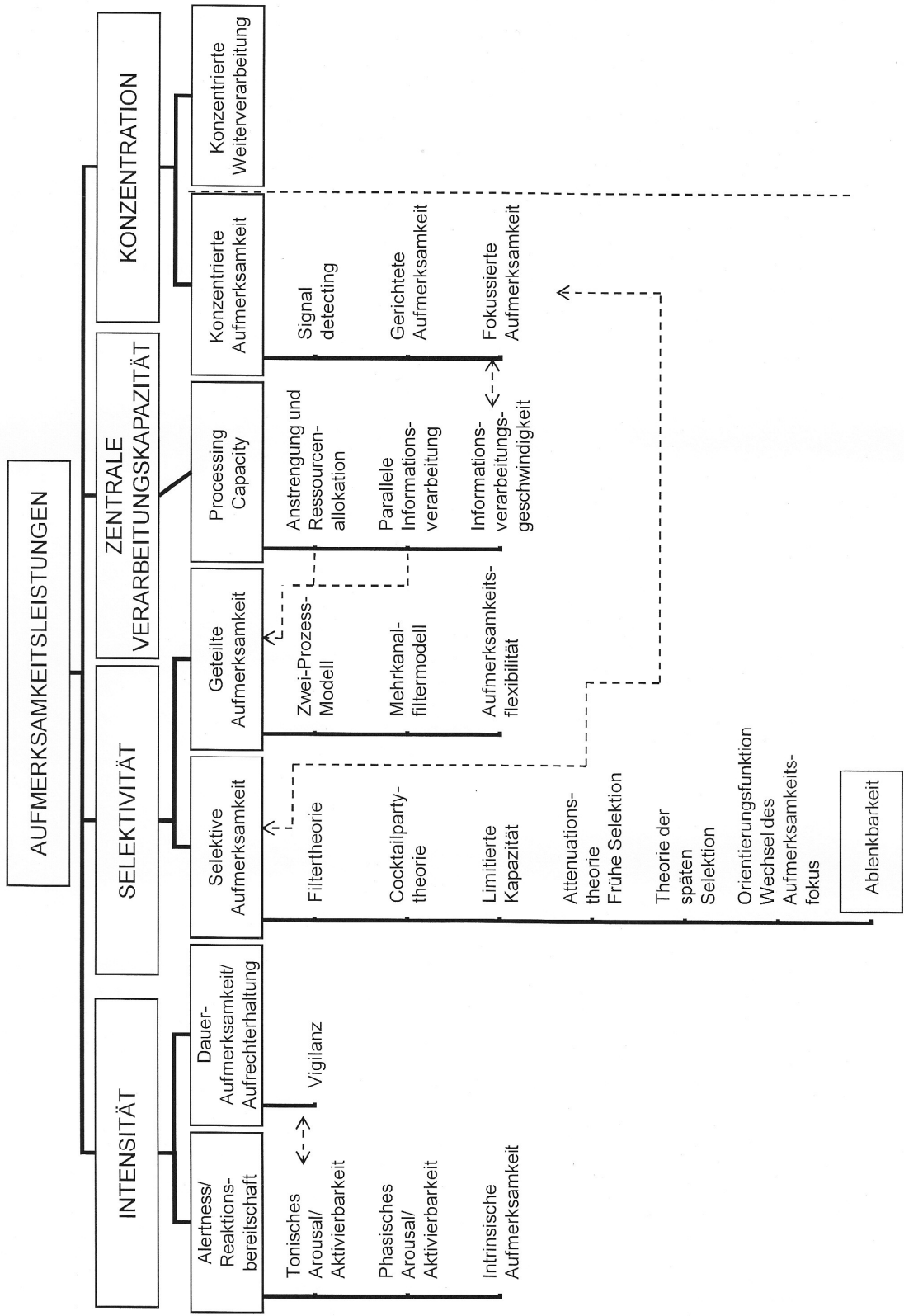


Abbildung 1 Integriertes Aufmerksamkeitsmodell

2 NEUROANATOMISCHE GRUNDLAGEN – ATTENTIONAL NETWORK

Im folgenden Kapitel soll ein kurzer Überblick über die neuroanatomischen Grundlagen der Aufmerksamkeit dargestellt werden.

Für die Aufmerksamkeit gibt es kein umschriebenes Areal (Kopp & Wessel, 2008). Wie ähnliche Systeme (sensorisch, motorisch) interagiert es mit anderen Arealen des Gehirns und besitzt dennoch eine eigene Identität (Posner & Petersen, 1990).

Am ehesten entspricht es einem Netzwerk, an dem mehrere spezifische Areale des Gehirns mehr oder weniger beteiligt sind.

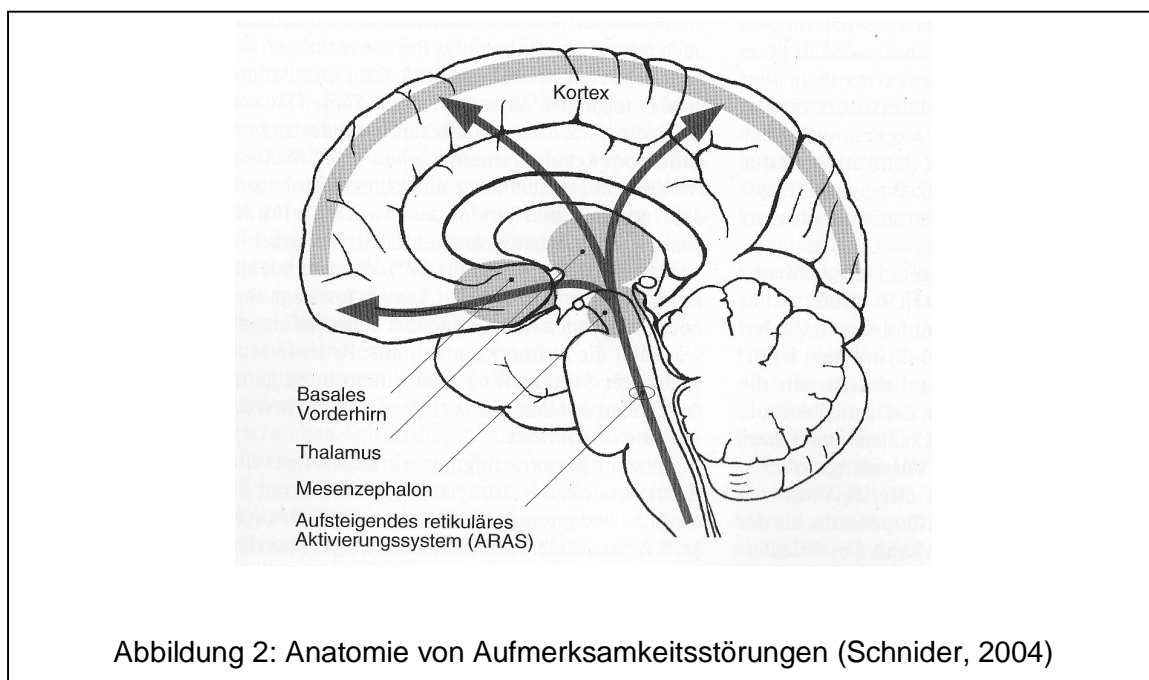
Die Aufmerksamkeit hat die Aufgabe eines Modulators. Sie beeinflusst die Verarbeitung sensorischer Information und moduliert somit sensorische Neurone in der Großhirnrinde (Kopp & Wessel, 2008; Treue, 2003).

Da viele sensorische Reize visueller Natur sind, werden neuroanatomische Grundlagen häufig über das visuelle System untersucht (Posner & Petersen, 1990; Treue, 2003). Bevorzugte Untersuchungsmethoden stellen bildgebende Verfahren dar, welche die Aktivierung beteiligter Gehirnareale sichtbar machen. Häufig eingesetzte Verfahren sind Positron-Emissions-Tomographie (PET) und funktionale Magnetresonanztomographie (fMRT) der Großhirnrinde (Kopp & Wessel, 2008; Sturm, 2003; Treue, 2003).

Man geht davon aus, dass der Reiz über die Netzhaut in den Thalamus gelangt, der im Wesentlichen die Schaltstelle darstellt und weiter in den Occipitallappen, welcher sich direkt oberhalb des Cerebellums befindet. Mit fortschreitender Verarbeitung nimmt die Spezialisierung der Neurone zu. Dabei werden Neurone verstärkt, welche dem Reizmerkmal sehr ähnlich sind, wohingegen gleichzeitig die Sensitivität der Neurone zunimmt und in Folge eine Schwächung bzw. Hemmung unähnlicher Neurone bewirkt (Treue, 2003). Die aktivierten Neurone setzen sich in andere Gehirnareale fort, welche spezifisch für die Erkennung von unterschiedlichen Eigenschaften (z. B. Form, Farbe) eines Reizes verantwortlich sind (Corbetta, Miezin, Dörmeyer, Shulman & Petersen, 1991). Aufmerksamkeit kann also global die Antworten visueller kortikaler Areale auf andere Areale außerhalb des eigentlichen aktivierten Areals beeinflussen (Corchs & Deco, 2004).

Die Modulatorrolle der Aufmerksamkeit wird besonders durch die unterschiedliche Aktivierung einzelner Neurone deutlich. So können durch die Erwartung des Eintretens bestimmter Reize Neuronen bereits im Vorfeld aktiviert werden. Auch ein Wechsel

zwischen Aufmerksamkeitshinwendung auf jeweils relevante und irrelevante Reize führt zu einer Aktivitätsveränderung in aktivierenden und hemmenden Neuronen (Treue, 2003). Das aufsteigende retikulär-aktivierende System (ARAS) hat eine wesentliche Bedeutung für die Regelung unterschiedlicher Aktivierungszustände (Schlafen und Wachen, Aufmerksamkeit, Vigilanz und Bewusstsein). Die Formatio reticularis besteht aus netzähnlichen Strukturen mit zahlreichen kurzen Dendriten und stark verästelten Axonen. Im System selbst enden mehrere Transmittersysteme (serotonerg, dopaminerg und noradrenerg). Aufgrund seiner Beschaffenheit wird das ARAS als unspezifisches System bezeichnet. Während der Aufmerksamkeitsaktivierung steht das ARAS, welches in subkortikalen Arealen liegt, mit Hilfe der aufsteigenden Fasern mit höher gelegenen kortikalen Arealen (unspezifische Thalamuskern, Septalregion und zerebralen Kortex) in Verbindung und kann Informationen an diese weiterleiten (Prosiegel, 2002). Schädigungen des ARAS führen unter anderem zu Störungen der gerichteten und geteilten Aufmerksamkeit (zit. nach Schnider, 2004).



Zusammenfassend besteht das „attentional network“ aus subkortikalen und kortikalen Arealen. Eine Schädigung eines Teils des Netzwerkes oder der sie verbindenden weißen Substanz geht mit charakteristischen Aufmerksamkeitsstörungen einher (Kopp & Wessel, 2008; Schnider, 2004).

Wie soeben ausgeführt, gibt es wesentliche neuroanatomische Grundlagen, die für verschiedene Aufmerksamkeitsbereiche zuständig sind. Aufgrund der physiologischen Beschaffenheit ist eine klare Trennung nur schwer möglich und in nur sehr wenigen Studien werden genauere Differenzierungen vorgenommen. Des Weiteren werden zur

Erfassung wesentlicher Aufmerksamkeitsanteile dem Probanden häufig auch andere Fähigkeiten abverlangt. Man muss daher immer berücksichtigen, dass eine gleichzeitige Aktivierung nicht aufmerksamkeitsspezifischer Areale nicht unumgänglich ist. So zeigt auch eine neuere Studie (Johnson & Zatorre, 2006; Mayer et al., 2007), dass bereits die Instruktion die Aufmerksamkeitsaktivierung verändert, da Gedächtnisfähigkeiten involviert sind.

Einer allgemeinen Differenzierung entgegenzusetzen bzw. zu ergänzen sind die Ergebnisse einer ERP Studie (de Ruiter, Phaf, Veltman, Kok & van Dyck, 2003), welche insbesondere im klinischen Bereich die beträchtlichen Unterschiede in der neuronalen Aktivierung hervorhebt. Wichtige Einflussfaktoren würden demnach traumatische Erlebnisse, emotionale Probleme und ähnliches darstellen, welche zu individuellen Unterschieden in der Aufmerksamkeitsaktivität führt.

Dennoch sollen im Zuge dieser Arbeit spezifische Unterschiede nicht gänzlich vernachlässigt werden. Es wird im Folgenden versucht die einzelnen Konstrukte der Aufmerksamkeit entsprechenden Gehirnarealen zuzuordnen. Die dargestellten Ergebnisse sollen einen Überblick über Forschungsergebnisse darstellen und erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit:

2.1 INTENSITÄT

Alertness ist abhängig von der momentanen Verhaltensrelevanz eines Stimulus und dessen neuronaler Verarbeitung und Repräsentation (Treue, 2003). Thalamische, frontale und parietale Bereiche werden mit Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz assoziiert (Prosiegel, 2002). Die fronto-parietale Aktivierung konnte auch durch eine neuere fMRI Studie (Peelen, Heslenfeld & Theeuwes, 2004) dargestellt werden. Die Autoren versuchten zudem eine Trennung für endogene und exogene Aufmerksamkeit aufzudecken. Allerdings zeigten die Ergebnisse, dass beide Alertness-Typen durch ein und dasselbe neuronale fronto-parietale Netzwerk unterstützt werden.

Zudem werden spezifische Neurotransmitter angeführt. Das monoaminerge System beinhaltet serotonerge, noradrenerge und norepinephrine Systeme, welche im Speziellen für die Wachheit zuständig sind (zit. nach Fan & Posner, 2004). Die beschriebenen Systeme entspringen subkortikalen Bereichen und projizieren in das höher gelegene Großhirnareal (Prosiegel, 2002).

Sturm (2003) führt Alertness und Vigilanz gemeinsam an und zeigt anhand mehrerer Studien, dass es zu einer verstärkten rechtshemisphärischen Verarbeitung kommt. Die

zuvor erwähnten thalamischen und mesencephalischen Strukturen werden besonders aktiviert, wenn zur eigentlichen Aufgabe eine Speed-Komponente mit einbezogen wird.

Einen guten Überblick über die Prozesse bietet eine PET-Studie. Die Autoren nehmen eine top-down Aktivierung rechtsseitiger Abschnitte des Frontalhirns und des vorderen Gyrus cinguli an. Die Aktivierung führt über den Thalamus (Nucleus reticularis) weiter zum Hirnstamm (Sturm et al., 1999). Die Aktivierung des rechten temporalen Kortex konnte auch in einer neueren Studie belegt werden (Herrmann, Woidich, Schreppe, Pauli & Fallgatter, 2008). In Form von Korrespondenz zum linken ventrofrontalen Gyrus wird eine linksseitige Aktivierung nicht ausgeschlossen. Zudem werden bei Fingerbewegungen, welche meistens bei Wahlreaktionsaufgaben nötig sind, Aktivierungen im motorischen Kortex beobachtet.

Eine weitere PET-Studie (Coull, Frith, Frackowiak & Grasby, 1996) untersuchte den regionalen cerebralen Blutfluss (rCBF) um die Aktivierung bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit festzustellen. Der Proband hat die Aufgabe seriell dargebotene „digits“ (rapid visual information processing) nach bestimmten Kriterien abzusuchen. Erhöhte rCBF konnte im inferioren frontalen Gyrus, parietalen Cortex, fusiform Gyrus und in motorischen Arealen gefunden werden. Zudem bewirkte eine Veränderung in der Geschwindigkeit der Darbietung der „digits“ eine signifikante Aktivierung im lateralen occipitalen Kortex.

2.2 SELEKTIVITÄT

Wie in so vielen Beschreibungen werden auch hier die selektive und fokussierte Aufmerksamkeit als zusammengehörig beschrieben. Es wird vermutet, dass die beiden Hemisphären unterschiedlich aktiviert werden, abhängig von ganzheitlicher Erfassung oder Detailerfassung. Die für diese Arbeit relevantere Detailerfassung und Informationsverarbeitung wird nach Robertson & Lamb (1991) einer linkshemisphärischen Verarbeitung zugesprochen (zit. nach Prosiegel, 2002).

Nachdem Störungen der gerichteten und geteilten Aufmerksamkeit vorwiegend mit Schädigungen des Präfrontalhirns assoziiert werden, kommt diesem Areal besondere Bedeutung zu (Schnider, 2004).

Die etwas weiter oben angesprochene Top-down-Aktivierung bei Aufmerksamkeitsaktivierung dürfte vor allem bei der selektiven Aufmerksamkeit eine Rolle spielen. Die Ergebnisse entsprechen der Bezeichnung des „Gating-System“ (Stuss & Benson, 1984). Somit hat der präfrontale Kortex eine Top-down-Rolle um relevante Information weiterzuleiten und irrelevante zu unterdrücken, gezielt nach relevanten

Merkmale zu suchen und diese untereinander zu koordinieren (Corbetta & Shulman, 2002; Johnson & Zatorre, 2006).

In einer bereits älteren Studie (Corbetta et al., 1991) wurde mittels PET versucht die Aktivierung (rCBF) bei Aufgaben der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit zu erfassen. Im Allgemeinen konnte für beide Aufmerksamkeitskonstrukte eine Aktivierung im primären visuellen Kortex und verschiedenen extrastriatalen Bereichen, im Vergleich zu einfachen Reizreaktionen, beschrieben werden. Für die beiden Aufmerksamkeitskonstrukte konnten zum einen für die selektive Aufmerksamkeit Aktivitäten im globus Pallidus, caudate Nucleus, posterioreren Thalamus/Colliculus, im inferioren prämotorischen Kortex, insularen Kortex und lateralen orbifrontalen Kortex, zum anderen für die geteilte Aufmerksamkeit im anterioren cingulaten, rechts frontalen Kortex, nachgewiesen werden. Die tendenziell stärkere Aktivierung der linken Hemisphäre bei Aufgaben mit „Speed-Komponente“ ist mit weiter oben angeführten Ergebnissen übereinstimmend. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Aufgaben der geteilten Aufmerksamkeit lediglich die Unterscheidung visueller Stimuli erfordert und demnach eher einer weiteren Form der selektiven Aufmerksamkeit entspricht.

Die Ergebnisse konnten in einer neueren Studie (Pollmann, Weidner, Muller & von Cramon, 2000) weitgehend repliziert werden. In der Bearbeitung selektiver Aufgaben werden vorwiegend Netzwerke des fronto-posterioren zudem parietalen und temporalen Kortex, sowie dorsale occipitale visuelle Bereiche aktiviert. Vor allem für die Fokussierung, also Kontrolle der Aufmerksamkeit, sind frontale Areale des Gehirns involviert.

Mayer et al. versuchten die limitierte Kapazität genauer zu erklären (2007). Die Autoren sind sich jedoch nicht einig, ob eine geringe Aktivierung weniger Areale oder die geringe Kooperationsmöglichkeit zwischen den Arealen ausschlaggebend sei. Allerdings konnten weitgehend gleiche Aktivierungen, wie bei vorhergehenden Autoren, dargestellt werden. Im Speziellen jedoch zeigten sie die unterschiedlichen Aktivierungen zwischen jungen und alten Probanden. Bei jüngeren Probanden sind im Allgemeinen weniger und spezifischere Areale aktiviert. Erst mit zunehmendem Alter werden mehr Regionen gleichzeitig aktiviert.

Degermann und seine Kollegen (2007) versuchten sich in einer Unterscheidung von visueller und auditiver Aufmerksamkeit und stellten überlappende Bereiche im frontalen, temporalen, occipitalen und parietalen Kortex fest. Im Speziellen sind bei der visuellen Aufmerksamkeit frontale, parietale und occipitale Bereiche aktiviert. Wenn zusätzlich auditive Reize verarbeitet werden sollen, zeigt sich eine deutlich stärkere Aktivierung im linken orbifrontalen Kortex. Die Ergebnisse sind weitgehend mit früheren Ergebnissen konform. So konnten auch Johnson et al. (2006) bereits geringere Aktivierungen im

sensorischen Kortex darstellen, jedoch zusätzlich eine Aktivierung im linken präfrontalen Kortex.

Für die Orientierung im Raum, also dem Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus, ist die Ausrichtung sensorischer Rezeptoren notwendig. Damit verbunden sind motorische Aktionen (wie Kopf- oder Augenbewegungen) (Posner & Petersen, 1990). Diese Form der Aufmerksamkeit sollte in diesem Rahmen aus inhaltlichen Gründen nicht näher dargestellt werden.

Weiter oben wurde beschrieben, dass spezifische Neurone aktiviert werden und andere unpassende Neurone gehemmt werden. Die Frage ist, was die Selektivität eigentlich beschreibt. Ist es das Merken von Aufgaben und dessen neuronale Verstärkung oder ein aktiver Inhibitionsprozess (Sturm, 2003)?

Pollmann und Kollegen (2000) zum Beispiel wiesen auf eine reduzierte Aktivierung bestimmter Gehirnareale hin, was auf eine Unterdrückung alter Dimensionen, also im Moment irrelevanter Informationen hinweist. Johnson & Zatorre (2006) beschreiben eine bimodale selektive Aufmerksamkeit (das Ignorieren einer anderen Modalität), welche im wesentlichen eine sogenannte crossmodale Inhibition zwischen dem sensorischen Kortex und dem heteromodalen Kortex verlangt.

So könnten, in Anbracht der weiter oben dargestellten unterschiedlichen Konstrukte, die beschriebenen Prozesse hinsichtlich der Funktion der Selektivität, nämlich der Trennung relevanter und irrelevanter Reize, interpretiert werden. Insbesondere die Hemmung anderer Neuronen könnte auf die Fähigkeit der Ablenkbarkeit hinweisen.

Aufgrund der sehr oft dargestellten netzwerkartigen Verbindungen diverser Hirnareale während aufmerksamkeitsbedingter Aufgaben, stellt sich die Frage, ob überhaupt lediglich einzelne Parameter allein betroffen sein können oder nur das gesamte Konstrukt. Dies sollte in neueren Studien geklärt werden. (Habekost & Starrfelt, 2009).

Zusammenfassend sind die neuroanatomischen Grundlagen der Aufmerksamkeit in der Literatur noch unzureichend geklärt und es gibt nur wenige Anhaltspunkte bzw. noch keine strukturierten umfassenden Darstellungen. Es wäre auch hier eine genauere Begriffsdefinition hinsichtlich der beschriebenen Konstrukte wünschenswert um einen Konsens zu finden, was Aufmerksamkeit tatsächlich ist, um dann deren anatomischen Grundlagen präziser beschreiben zu können. Dies soll jedoch nicht in diesem Rahmen erörtert werden.

3 DIAGNOSTIK DER AUFMERKSAMKEIT

3.1 WARUM DIAGNOSTIK? – EINE ARGUMENTATION

Aufbauend auf den theoretischen Überlegungen wurden und werden zunehmend neuropsychologische Testverfahren entwickelt, die einzelne Komponenten der Aufmerksamkeit zu erfassen versuchen. Insbesondere Sturm und Zimmermann (2000, in Falkensteiner et al., 2006) heben hervor, dass die differenzierbaren Komponenten der Aufmerksamkeit im diagnostischen Prozess besondere Beachtung geschenkt werden soll:

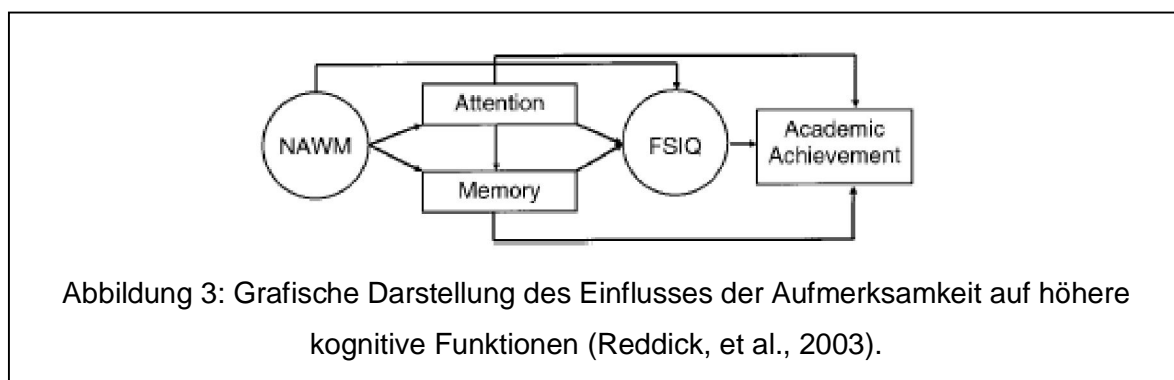
Zum einen stellen klinische Beschreibungen von Aufmerksamkeitsstörungen die Vielfältigkeit der Aspekte dar, denen ein einzelner Begriff der Aufmerksamkeit nicht gerecht werden könnte. Schmidt-Atzert et al. (2008) versuchen sich an einer genaueren Differenzierung aus empirischen und rationalen Ansätzen. Jedoch sollte ihr Modell als bloßes Arbeitsmodell verstanden werden. Die Autoren wünschen eine genauere Differenzierung und Verfeinerung der einzelnen Aufmerksamkeitskonstrukte, welche nach ihrem Modell jeweils einen Einfluss auf die Wahrnehmung eines gegebenen Reizes haben und somit mögliche Defizite unterschiedliche Reaktionen auslösen können. Auch Heubrock und Petermann (2001) nehmen an, dass es verschiedene Aufmerksamkeitskomponenten geben muss, da dies insbesondere Störungen deutlich machen, die sich selektiv in einem Bereich der Aufmerksamkeit auswirken und in anderen nicht.

Die Untersuchung der Aufmerksamkeitsleistung ist für Kinder mit Hirntumoren insofern von Bedeutung, da einerseits durch Fortschritte in der Diagnosestellung und Behandlung der Hirntumore ein steigendes Langzeitüberleben erreicht werden konnte, gleichzeitig allerdings die Frage nach Langzeitfolgen an Bedeutung gewinnt. Aus diesem Grund setzt man sich heute vermehrt mit Folgen jeglicher Art der Erkrankung und deren Behandlung auseinander, bei denen die Untersuchung kognitiver Fähigkeiten keine mindere Rolle spielen (Babcock et al., 2008; Heubrock & Petermann, 2000; Packer, 2008).

Aufmerksamkeit ist ein wichtiger Regulator für kognitive Fähigkeiten, wie Aufnehmen und Behalten von Information. Sie fungiert als Filter von Reizen mit bewusster Wahrnehmung. Da sehr wenig über die Charakteristika der Aufmerksamkeit bei Kindern mit Gehirntumoren bekannt ist, ist es von großer Wichtigkeit, dass einzelne Aspekte der Aufmerksamkeit untersucht werden um mögliche Einflussvariablen im Umfeld des Kindes bzw. des Tumors, die das Risiko einer Beeinträchtigung erhöhen, verstehen zu können (Dennis, Hetherington & Spiegler, 1998).

Im Allgemeinen stellen Aufmerksamkeitsfunktionen die Basisleistung für nahezu jede praktische oder intellektuelle Tätigkeit dar. Aufmerksamkeitsstörungen zählen zu den

häufigsten Funktionsstörungen nach erworbenen Hirnschädigungen und haben weitreichende Folgen in Bezug auf viele Lebensbereiche (Sturm, 2002b, 2005). Im Speziellen zeigten Reddick et al. (2003) den signifikanten Einfluss von Aufmerksamkeitsfähigkeiten auf höhere kognitive Funktionen (Mathematik, Schreiben, Lesen). Die intervenierende notwendige Variable in diesem Modell (siehe Abb. 3) stellt die Intelligenz (FSIQ) dar. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass alle Variablen durch das verminderte Volumen der weißen Substanz (NAWM) beeinträchtigt werden, welche wahrscheinlich mehr Einfluss auf spezifische kognitive Komponenten (z. B.: Aufmerksamkeit) als auf allgemeine Intelligenzleistungen hat (Mulhern et al., 1999). Nähere Erläuterungen siehe 4.4.



Im Weiteren konnte gezeigt werden, dass Beeinträchtigungen kognitiver Funktionen mit erlebter Lebensqualität negativ korreliert (Mulhern et al., 1998, 1999).

Zum anderen unterschätzen Patienten und Außenstehende häufig das Ausmaß von spezifischen Aufmerksamkeitsdefiziten (Falkensteiner et al., 2006). Dies bestätigen auch Bühner und seine Kollegen (2002) in einer Untersuchung zur Selbstbeurteilung der Aufmerksamkeit. Verglichen wurden schädelhirnverletzte Patienten mit Studenten. Die Patienten gaben gleich hohe oder geringere Aufmerksamkeitsdefizite an als die Studenten. Auch in der „Skala zur Erfassung von Aufmerksamkeitsdefiziten“ (SEA) konnte nur eine geringe Übereinstimmung zwischen Selbst- und Fremdbeurteilung gefunden werden (Volz Sidiropoulou et al., 2007). Zudem konnte eine Untersuchung zu Langzeitauswirkungen bei Kindern mit Medulloblastom in der „Child behaviour checklist“ signifikant erhöhte Einschätzung der Eltern hinsichtlich problematischer Aufmerksamkeit ihrer Kinder zeigen. Die Kinder selbst jedoch schätzten im „Youth self report“ ihre eigene Aufmerksamkeitsleistung deutlich weniger problematisch ein (Ribi et al., 2005).

3.2 AUFLISTUNG UND BESCHREIBUNG TYPISCHER PSYCHOMETRISCHER VERFAHREN

Hinsichtlich der unterschiedlichen Aufmerksamkeitskomponenten gibt es verschiedene Methoden zur Erfassung. Die Vorgabe erfolgt in Form von Paper-Pencil-Verfahren oder computerisierter Formen, die die Messung von Reaktionszeiten bzw. Intensitätsaspekte mit Exaktheit ermöglichen sollen. Zudem wird die Erfassung schneller Handbewegungen mittels Tastendruck als geeignet angesehen (Ottensmeier, Galley, Rutkowski & Kuehl, 2006; Sturm, 2002a; Volz Sidiropoulou et al., 2007). Insbesondere ist es im Aufmerksamkeitsbereich von Bedeutung, dass sich die psychometrischen Verfahren an den Bedürfnissen der hohen Spezifität der Ausfälle und der vielfältigen Schädigungen der Patienten orientieren müssen. Um die Erfassung anderer Defizite (kognitiv, motorisch und/oder sensorisch) ausschließen zu können und eine Messung der Aufmerksamkeit zu gewährleisten, sollen die eingesetzten Verfahren eine möglichst geringe Komplexität aufweisen (zit. nach Falkensteiner et al., 2006).

3.2.1 Alertness

Aufgaben zur Erfassung der kurzfristigen Aufmerksamkeitsaktivierung sind in der Regel einfache visuelle oder auditive Reaktionsaufgaben, bei denen es der Proband zur Aufgabe hat, in einem bestimmten Zeitintervall unter Aufrechterhaltung konstanter Wachheit und Reaktionsbereitschaft, auf erwartete Reize so schnell wie möglich zu reagieren (Dennis et al., 1998; Zimmermann & Fimm, 1993; Zimmermann et al., 2003).

Die Vorgabe kann mit oder ohne Warnreiz vor dem Reaktionsstimulus dargeboten werden. Die Reaktionszeit (Zeit zwischen dargebotenem Stimulus und Reaktion der Versuchsperson) wird als Maß für das phasische Arousal (Fähigkeit, auf einen Warnreiz hin das Aufmerksamkeitsniveau kurzfristig zu verbessern) herangezogen.

Die bedeutungsvollere „intrinsische Alertness“ wird durch die Reaktionszeit ohne Warnreiz erhoben (Ausmaß probandenbestimmter Aktivierung). In dieser Bedingung kann auch die tonische Aufmerksamkeitsaktivierung, welche durch den physiologischen Zustand des Organismus bestimmt wird, über den Tag hinweg erfasst werden (Bodenburg, 2001; Sturm, 2002b).

3.2.2 Daueraufmerksamkeit

Typische Verfahren zur Aufmerksamkeit stellen dem Probanden die Aufgabe über einen gewissen Zeitraum hinweg auf eine bestimmte vorgegebene Reizkombination, bei hohem Anteil relevanter Stimuli, zu reagieren (Heubrock & Petermann, 2001; Sturm, 2002b). Dabei muss der Proband bereits relevante und irrelevante Reize voneinander trennen können, bzw. sich die relevante Reizkombination merken (Schmidt-Atzert et al., 2008).

Die Daueraufmerksamkeit zielt im Vergleich zur Alertness nicht in erster Linie auf die Reaktionsgeschwindigkeit ab, sondern eher auf das Antwortverhalten (richtige Reaktionen, Fehler und Auslassungen) (Sturm, 2003).

Aufgaben der Vigilanz weisen sich im Speziellen durch eine verlängerte Bearbeitungszeit und niedrigen Anteil relevanter Reize aus (Sturm, 2002b). Diese Komponente wird im Folgenden nicht näher eingegangen.

3.2.3 Selektive Aufmerksamkeit

Typischerweise werden Wahl-Reaktions-Aufgaben herangezogen, die rasche Selektionsprozesse erfordern. Dabei muss der Proband zwischen relevanten und irrelevanten Reizen unterscheiden können (Arbeitsgedächtnisprozesse zur Abspeicherung der Stimulusbedingung) und gleichzeitig Störreize aktiv unterdrücken (Ablenkbarkeit) (Sturm, 2002a, 2002b). Im Besonderen wird der Einfluss von Störreizen in Testaufgaben zur Interferenz untersucht (Sturm, 2002a).

3.2.4 Fokussierte Aufmerksamkeit

Die fokussierte Aufmerksamkeit (kurzfristige visuelle Fokussierung der Aufmerksamkeit) wird meist in Form von Durchstreichaufgaben im Paper-Pencil-Format vorgegeben.

In vielen Fällen wird die fokussierte Aufmerksamkeit nicht von der selektiven Aufmerksamkeit unterschieden bzw. subsumiert. Im Folgenden soll die fokussierte Aufmerksamkeit jedoch als eigenständiger Punkt angeführt werden.

Die wesentliche Differenzierung zur selektiven Aufmerksamkeit liegt in der „Speed-Komponente“. Auch hier muss der Proband Material nach Zielobjekten durchsuchen und somit relevante Stimuli von irrelevanten unterscheiden. Allerdings werden alle Reize gleichzeitig dargeboten und sie müssen nacheinander möglichst ohne Unterbrechung bearbeitet werden (Schmidt-Atzert et al., 2008; Sturm, 2002b).

In einer Untersuchung zur Messgenauigkeit von Konzentrationstests, konnte festgestellt werden, dass die verwendeten Aufgaben, trotz unterschiedlicher Aufgabenstellung bzw. Gestaltung eine gemeinsame Fähigkeit messen. Die Varianzen der Ergebnisse in den unterschiedlichen Tests sind notwendigerweise abhängig von numerischen, verbalen oder figuralen Fähigkeiten bzw. vom Gedächtnis oder der Intelligenz (Schmidt-Atzert, Bühner & Enders, 2006).

3.2.5 Geteilte Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeits(ver-)teilung ist gekennzeichnet durch die Kombination von Verarbeitungsressourcen und Qualität der verschiedenen Aufgaben. Dabei ist die Interferenz bei zunehmender Ähnlichkeit erhöht (Wickens 1984, in Sturm, 2002b).

Überprüft wird die Fähigkeit flexibel mit unterschiedlichen konkurrierenden Informationsströmen umzugehen. Vorwiegend werden für dieses Aufmerksamkeitskonstrukt Dual-Task-Aufgaben herangezogen (Sturm, 2002b). Untersucht wird dabei die Verteilung auf unterschiedliche Reizquellen (Falkensteiner et al., 2006).

3.2.6 Verarbeitungskapazität und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Die gewählten Messverfahren sind vorwiegend Such- und Scanning-Aufgaben, limitiert durch eine Zeitkomponente. Sie stellen nach Kail (1998, zit. nach Mabbott, Penkman, Witol, Strother & Bouffet, 2008) eine valide Form der Messung dar.

Die folgende Auflistung neuropsychologischer Testverfahren zur Erfassung unterschiedlicher Aufmerksamkeitskomponenten (siehe Tabelle 1) kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Insbesondere Fragebögen zur Erfassung der Aufmerksamkeit bleiben hier aus Gründen der fraglichen Reliabilität und Validität gänzlich unbeachtet (Bühner et al., 2002; Ribi et al., 2005; Volz Sidiropoulou et al., 2007). Ausgewählt wurden möglichst prototypische Verfahren, für die weiter oben erläuterten Aufmerksamkeitskonstrukte und für Kinder im Altersbereich von 6 - 10 Jahren. Zusätzlich zur Aufgabenbeschreibung werden für jedes Verfahren notwendige Funktionen zur Bearbeitung der Aufgabe angeführt.

Die nachstehenden Verfahren wurden bestehenden Übersichtstabellen entnommen (Heubrock & Petermann, 2001; Schmidt-Atzert et al., 2008; Sturm, 2002b):

Tabelle 1: Auflistung ausgewählter Testverfahren

<i>Test</i>	<i>Aufgabenstellung</i>	<i>Funktion</i>	<i>Alter</i>
Alertness (Aufmerksamkeitsaktivierung)			
KITAP; Untertest „Alertness“	Rasche Reaktion auf visuellen Reiz ohne und mit Vorgabe eines auditiven Warnreizes	Visuelle intrinsische, tonische und phasische Alertness mit crossmodalem Warnreiz	6 - 10
RT; S1, S2, S6-S10	Einfache Reaktionszeitmessung auf Licht- und Tonreiz	Tonische Alertness (visuell und/oder auditiv)	5 - 12 und 16 - über 50
Daueraufmerksamkeit			
CPT-K	Längerfristige Beobachtung verschiedener Buchstaben, Reaktion auf kritischen Reiz	Visuelle Daueraufmerksamkeit;	4 - 20;11

	(2 bestimmte Buchstaben in Kombination)	Merkfähigkeit	
DAT-Ki	Standardreiz aus Vergleichsfiguren wählen und markieren	Fokussierte Aufmerksamkeit?	7 - 13
KITAP; Untertest „Daueraufmerksamkeit“	Längerfristige Beobachtung unterschiedlicher Farbreize, Reaktion auf kritischen Reiz (2 gleiche Farben in Folge)	Visuelle Daueraufmerksamkeit; Merkfähigkeit	6 - 10
KITAP; Untertest „Vigilanz“	Reaktion auf kritischen Reiz (ausgewählte Figur, lange Zeitintervalle)	Vigilanz, Merkfähigkeit	6 - 10
Selektive Aufmerksamkeit			
KITAP; Untertest „Ablenkbarkeit“	Unterscheidung zwischen zwei Stimulusreizen mit Vorgabe von Störreizen	Selektion zweier Reize, Ablenkbarkeit, Merkfähigkeit	6 - 10
KITAP; Untertest „Go/NoGo“	Schnelle Reaktion auf zwei von fünf Mustern	Selektive Aufmerksamkeit (visuell)	6 - 10
STROOP; Farb-Wort-Interferenz-Test	Schnelles Benennen der Wortbedeutung mit inkompatibler Druckfarbe eines Farbwortes	Interferenzneigung	Ab 10
Fokussierte Aufmerksamkeit			
BUEVA; Subtest „Aufmerksamkeit I“	Gegeben sind Äpfel und Birnen, Durchstreichen aller Birnen	Speed, Motorik	4 - 5;11
Code Transmission (TEA-Ch)	Zahlen werden vorgelesen, Zahl nennen, die vor zwei aufeinanderfolgenden Fünfen genannt wurde	Auditive fokussierte Aufmerksamkeit, Merkfähigkeit	6 - 16
DL-KG und DL-KE	Stilisierte Abbildungen vertrauter Gegenstände, Durchstreichen des Distraktors (3-4)	Merkfähigkeit (3-4 Zeichen sind zu suchen)	5 - 10
KT 3-4 R	Musterwürfel sind vorgegeben, Durchstreichen	Visuelle Merkfähigkeit: simultanes Suchen	8;0 - 11;11
Map-Mission (TEA-Ch)	Einkreisen von Zielsymbolen	Motorik	6 - 16
MSD; Subtest „Konzentration“	Nach rechts schwimmende Fische anzeichnen		Ab 6
Sky search (TEA-Ch)	Paare von Raumschiffen, gleiche werden markiert	Motorik	6 - 16
Geteilte Aufmerksamkeit			
DTKI	Reaktion auf kindgerechte		6-14

	Farbreize und akustische Reize		
KITAP; Untertest „geteilte Aufmerksamkeit“	Gleichzeitiges Beachten einer visuellen und auditiven Reizfolge	Geteilte Aufmerksamkeit (auditiv-visuell)	6-10
PASAT	Addieren von Zahlen	Auditive geteilte Aufmerksamkeit, Exekutivfunktion des Arbeitsgedächtnisses	o.A.
Trail-Making-Test	Zahlen und Buchstaben im Wechsel aufsteigend miteinander verbinden		ab 8

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit/Processing speed

Trail-making-Test	Verbinden von Zahlen in aufsteigender Folge	Processing speed	ab 8
ZVT	Verbinden von Zahlen in aufsteigender Folge	Processing speed	

BUEVA: Basisdiagnostik für umschriebene Entwicklungsstörungen im Vorschulalter (Esser, 2002); CPT-K: Continuous Performance Test (Rosvold et al., 1956); DAT-Ki: Dortmunder Aufmerksamkeitstest für Kinder (Lauth, 1996); DL: Differentieller Leistungstest (Kleber; Kleber & Hans, 1975); DTKI: Determinationstest für Kinder (Heidinger, Häusler, Schufried, o.J.); KITAP: Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (Zimmermann & Fimm, 2003); KT3-4R: Konzentrationstest für die 3. und 4. Klasse (Nell, Bretz & Sniehotta, 2004); MSD: Mannheimer Schuleingangsdiagnostikum (Jäger; Beetz; Erler; Habersang-Walther, 1982); PASAT: Paced Auditory Serial Addition Task (Gronwall, 1977); RT: Wiener Reaktionstest (Schuhfried, 1996; Schuhfried & Prieler, 2001); Farb-Wort-Interferenztest (Bäumler, 1985); TEA-Ch (Horn & Jäger, 2006); Trail-making-Test (Delis, Kaplan & Kramer, 2001); ZVT: Zahlenverbindungstest (Oswald & Roth, 1987).

3.3 PROBLEME UND KRITIK HINSICHTLICH DIAGNOSTIK

Sehr oft wird von onkologisch tätigen Ärzten vom Versagen der Patienten bei komplexen alltäglichen Handlungen berichtet. Dies steht oft im Widerspruch zu den gemessenen Leistungen psychologischer Standarduntersuchungen. Oft sind durch die verwendeten Instrumente keine gravierenden Auffälligkeiten in den untersuchten Bereichen auffindbar (Ottensmeier et al., 2006).

Kopp und Wessel (2008) kritisieren die begrenzte Konstruktvalidität bestimmter Aufmerksamkeitskennwerte. Sie nehmen an, dass die sensomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit insbesondere nach erworbenen Hirnschädigungen - unabhängig von spezifischen Aufmerksamkeitseinbußen beeinträchtigt sein kann. Sie könnte unter anderem eine Folge sensorischer, motorischer oder motivationaler Defizite darstellen. Dementsprechend erfordern viele diagnostische Aufgaben zur Aufmerksamkeitsmessung zusätzliche Prozesse, die indirekt mit der Aufmerksamkeit zusammenhängen und nur schwer getrennt werden können. Aktuelle Verfahren setzen

häufig intakte Fähigkeiten des Lesens, Rechnens, intakte Motorik, visuelle Wahrnehmung und ausreichend sprachliche Leistung voraus. Dadurch wird die Interpretation und Zuordnung einzelner Aufmerksamkeitskomponenten erschwert deutlich (Falkensteiner et al., 2006; Schneider & Fink, 2007).

So wird zum Beispiel in Selektionsaufgaben die Analyse von Reizmateriel erfordert und zusätzlich ein Verständnis für die entsprechende Bedeutung (Schneider & Fink, 2007).

Zu berücksichtigen sind auch mögliche visuelle Explorationsstörungen, welche es dem Patienten nicht ermöglichen, Aufgabenbereiche ganzheitlich abzusuchen und somit in der Folge die Aufmerksamkeit beeinträchtigen (Bodenburg, 2001).

Zudem wird von Kopp und Wessel (2008) beanstandet, dass ein Großteil der Aufmerksamkeitsdiagnostik zu sehr nach den von van Zomeren und Brouwer postulierten Aufmerksamkeitsstaxonomie ausgerichtet ist, dessen Relation zu umschriebenen, biologischen Aufmerksamkeitsnetzwerken bezweifelt wird. Auch findet man in vielen Untersuchungen und Beschreibungen Ungereimtheiten in der Klassifizierung der einzelnen Konstrukte und auch in der Zuordnung der Testverfahren (Bodenburg, 2001; Heubrock & Petermann, 2001; Schmidt-Atzert et al., 2006; Sturm, 2002b).

Besondere Schwierigkeiten für die neuropsychologischen Diagnostik von Kindern mit Hirntumoren aufgrund des Krankheitsgeschehens werden von Heubrock und Petermann (2000) in folgenden Punkten zusammengefasst:

- *Progredienter Prozess*: Fortschreitende Entwicklung der Erkrankung mit wechselndem Tempo
- *Individuelle Unterschiede*: Größe, Lokalisation und Art des Tumors beeinflussen neurologische und neuropsychologische Auswirkungen
- *Behandlungsformen*: Art und Kombination haben Einfluss auf kognitive Fähigkeiten
- *Tumorrezidive*: Mögliche Wiedererkrankungen können zusätzliche Komplikationen und weitere Interventionsformen nach sich ziehen
- *Spätfolgen*: Mögliche Probleme/Defizite werden bei langfristig überlebenden Kindern oft erst nach mehreren Jahren sichtbar.
- *Fehlendes Prämorbidestes Leistungsniveau*: Leistungsergebnisse nach der Erkrankung stehen in Beziehung zu vorhandenen Fähigkeiten vor der Erkrankung. In den meisten Fällen gibt es hierzu keine Angaben und es kann daher nur geschätzt werden (Palmer et al., 2003).

4 AUSWIRKUNG DER ERKRANKUNG AN EINEM HIRNTUMOR UND DESSEN BEHANDLUNG AUF BEKANNTE AUFMERKSAMKEITSKONSTRUKTE

Autoren vergangener Untersuchungen hoben in Untersuchungen zu neuropsychologischen Folgeerscheinungen pädiatrischer Patienten mit Hirntumoren Auffälligkeiten in der Aufmerksamkeit hervor.

In den folgenden dargestellten Studien wurden Kinder mit unterschiedlichen Hirntumortypen (vorwiegend posterior fossa Tumore: zerebelläre Astrozytome und Medulloblastome) untersucht. Die Kinder wurden meist ein Jahr nach Operation und/oder Behandlung einer neuropsychologischen Untersuchung unterzogen, wobei die Überprüfung der Prozesse der Aufmerksamkeit häufig nur eine untergeordnete Bedeutung hatte (Copeland, deMoor, Moore & Ater, 1999; Konrad, Gauggel & Jansen, 1998; Steinlin et al., 2003). Nur in manchen Studien wurde die intellektuelle Leistungsfähigkeit berücksichtigt, um mögliche Wechselwirkungen auszuschließen (Dennis et al., 1998; Palmer et al., 2003; Reeves et al., 2006).

Die Bezeichnungen der einzelnen Aufmerksamkeitskonstrukte wurden oft unterschiedlich verwendet. In manchen Fällen wurden verschiedene Konstrukte zusammengefasst und sehr undifferenziert dargestellt. Trotzdem soll im Folgenden versucht werden, die Gemeinsamkeiten darzulegen:

4.1 ATTENTION AND PROCESSING SPEED

In den meisten Studien wird Aufmerksamkeit als Kombination von „attention“ und „processing speed“ (Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) bezeichnet.

Sehr kurz wird das Thema der Aufmerksamkeit in der Untersuchung zu allgemeinen Folgen bei Kindern im durchschnittlichen Alter von 6 Jahren mit Medulloblastom behandelt. Die Kinder wurden mittels der Testbatterie für Aufmerksamkeitsstörungen (TAP) nach Zimmermann und Fimm und zwei Aufgaben („freedom from distractability“, „Processing speed“) des WISC III (Tewes, 1999) getestet. Es zeigten sich bei 79% der Patienten signifikante Defizite (Ribi et al., 2005).

Eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Konstrukte gibt es allerdings trotz unterschiedlicher Testverfahren nicht.

Die Autoren weisen aber darauf hin, dass jüngere Kinder mit sehr früh beginnender Radiotherapie größere Probleme aufweisen dürften. Die Ergebnisse bestätigen die Resultate einer Untersuchung von 1992 (Moore, Ater & Copeland).

In einer Studie zu neuropsychologischen Langzeitfolgen wurden Kinder mit zerebellärem Tumoren im durchschnittlichen Alter von 15 Jahren ebenfalls mittels der TAP (Zimmermann & Fimm, 1971) getestet. Die Autoren unterscheiden hier bereits drei verschiedene Aufmerksamkeitskonstrukte (Alertness, selektive Aufmerksamkeit, und geteilte Aufmerksamkeit) und der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Die Ergebnisse der Bereich Alertness waren auffällig, unterscheiden sich jedoch nicht signifikant von der Standardisierungsstichprobe (Steinlin et al., 2003) (Ergebnisse der übrigen Aufmerksamkeitskonstrukte siehe weiter unten). Zu beachten ist, dass die hier untersuchten Kinder lediglich einer Operation unterzogen wurden, jedoch keine Radiotherapie oder Chemotherapie erhalten haben.

Dennis, Hetherington und Spiegler (1998) konnten unter anderem Probleme in der fokussierten Aufmerksamkeit feststellen. Sie verglichen Kinder mit behandelten Hirntumoren hinsichtlich Lokalisation (dritter und vierter Hirnventrikel) und erfolgter bzw. nicht erfolgter cranialer Radiotherapie. Das Diagnosealter der Kinder lag durchschnittlich bei 7 Jahren. Die mittels Gordon Diagnostic System (GDS) (Gordon, 1988) getesteten Kinder zeigten insgesamt sehr schwache Leistungen ihrem Alter entsprechend. Es konnten keine signifikanten Einflüsse der Lokalisation, des Alters und der Radiotherapie gefunden werden. Allerdings zeigte sich ein negativer Trend für Radiotherapie und junge Patienten mit früher Diagnose, was – wie weiter oben berichtet – von Ribi et al. (2005) bestätigt werden konnte.

Die Autoren setzten in ihrer Studie die fokussierte Aufmerksamkeit der Vigilanz gleich, die die Fähigkeit beschreibt Informationen über einen längeren Zeitraum zu bearbeiten. Um den weiter oben beschriebenen Klassifizierungen der Aufmerksamkeitskomponenten und deren Erfassung zu genügen, wird die hier benannte fokussierte Aufmerksamkeit der Alertness zugeordnet.

„Processing speed“ oder „Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit“ ist die in der Literatur am besten dokumentierte Komponente. In allen relevanten Untersuchungen wurden diesbezüglich Verlangsamungen beschrieben.

Vorwiegend wurden Verfahren verwendet, bei denen es der Proband zur Aufgabe hat, Zahlen in aufsteigender Reihenfolge miteinander zu verbinden. Konrad, Gauggel & Jansen (1998) konnten bei Kindern mit Hirntumor ein reduziertes kognitives Tempo mittels des Zahlenverbindungstests (ZVT) nach Oswald und Roth (1987) nachweisen. Einfluss auf das kognitive Tempo hatte jedoch nur die Zeit, die seit der Diagnose vergangen war. Andere Aspekte wie Alter, Therapie, Größe der Läsion etc. zeigten hier keine Auswirkung. Die signifikante Verlangsamung der Informationsverarbeitung wird

durch Steinlin et al. (2003), welche dasselbe Messverfahren verwendet haben, bestätigt. Des Weiteren konnte wiederholt demonstriert werden, dass Kinder mit zerebellären Tumoren nach cranspinaler Radiotherapie verstärkt einen Trend zur Verlangsamung entwickeln. Mit zunehmenden Jahren erwies sich die anfänglich überdurchschnittliche Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit als signifikant unterdurchschnittlich. Die Patienten ohne cranialer Radiotherapie blieben in ihrer Leistung im Normbereich. Verwendetes Messverfahren war der Trail Making Test B nach Reitan (1969) (Copeland et al., 1999; Gottwald, Mihajlovic, Wilde & Mehdorn, 2003).

Ronning und ihre Kollegen (2005) untersuchten die „psychomotor speed“, was aufgrund der gleich aufgebauten Testverfahren der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zugeordnet werden kann. Auch sie verwenden den Trail Making Test, obendrein eine „Scanning-Aufgabe“ (digit symbol) (Lezak, 1995) und sie konnten die Ergebnisse der Kollegen bestätigen.

Der Vergleich zu Patienten mit posterior fossa Tumoren (Medulloblastome, Ependymome oder Gliomen) nach cranspinaler Radiotherapie oder Operation mit einer gesunden Normstichprobe zeigte wiederum eine signifikante Verlangsamung der Patienten, die bei den Patienten mit Radiotherapie noch stärker ausgeprägt war. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Untersuchungen waren die gewählten Messverfahren Formen des „speeded searching“ und „scanning“ (Woodcock Johnson Test III; Woodcock, 2001) (Mabbott et al., 2008).

Etwas mit Vorsicht zu betrachten sind die Ergebnisse von Ronning et al. (2005).

Die Aufmerksamkeit wurde hier mittels „digit span forward and backward“ und dem „paced auditory serial addition test“ (PASAT) (Lezak, 1995)) gemessen. Aufgrund ihrer Aufgabenstellung messen sie nur zum Teil die Fähigkeit der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit bzw. -kapazität. Gleichzeitig stellen die Aufgaben eine Überprüfung des mittelfristigen Arbeitsgedächtnisses dar. Der Einsatz von Aufgaben zum mittelfristigen Arbeitsgedächtnis scheint allerdings insofern gerechtfertigt, da Gedächtnis von Aufmerksamkeit nur schwer trennbar ist und so ein breiteres Spektrum betrachtet wird (Gottwald et al., 2003). Vor allem zum Einsatz des PASAT wäre eine Klärung wünschenswert, da die Meinungen über die Zuordnung des Tests zu geteilter Aufmerksamkeit oder Informationsverarbeitung nicht vollständig klar ist (Bodenburg, 2001; Heubrock & Petermann, 2001).

Ronning und seine Kollegen (2005) beschrieben in ihrer Arbeit zu kognitiven Dysfunktionen von Kindern (jünger als 15 Jahre) mit Medulloblastom bzw. Astrocytom im Cerebellum Probleme der Aufmerksamkeit. Im Allgemeinen konnte die Patientengruppe im Vergleich zur gesunden Normpopulation deutlich schlechtere Leistungen aufweisen.

Die Differenzierung der beiden untersuchten Tumorgruppen machte einen Unterschied, mit Nachteil für die Kinder mit Medulloblastom, deutlich.

In einer bloßen Abschätzung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit mittels Conners' Continuous Performance Test (CPT; Conners, 1992; 1995) zeigte sich ebenfalls ein verlangsamtes unregelmäßiges und konservatives Antwortverhalten (Reeves et al., 2006).

4.2 SELEKTIVE UND GETEILTE AUFMERKSAMKEIT

In nur sehr wenigen Studien werden die Konstrukte der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit behandelt.

Die selektive Aufmerksamkeit wird mittels Verfahren gemessen, bei denen der Proband Reizreaktionsaufgaben durch Herausfiltern richtiger Information und Unablenkbarkeit hinsichtlich irrelevanter Reize bearbeiten muss. So konnten Steinlin et al. (2003) in ihrer Untersuchung mittels der TAP (Zimmermann & Fimm, 1971) signifikante Defizite für Kinder mit Medulloblastom und lediglich einer operativen Entfernung erkennen. Auch Dennis und ihre Kollegen (1998) konnten signifikante Verschlechterungen der selektiven Aufmerksamkeit zeigen. Mit negativen Trend für frühe Diagnose bei jungen Patienten und Radiotherapie in Abhängigkeit von den vergangenen Jahren seit Diagnosestellung.

Im Zuge der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (s.o.) wurde das paradoxe Phänomen beschrieben, dass Patienten zu Beginn einer cranialen Radiotherapie Verbesserung oder sogar überdurchschnittliche Leistungen zeigten (Copeland et al., 1999). Dies konnte ebenfalls 1998 für die selektive Aufmerksamkeit gezeigt werden (Dennis et al.).

Reeves und ihre Kollegen (2006) wiesen ebenfalls auf Defizite der selektiven Aufmerksamkeit von Kindern mit Medulloblastom, welche mit cranialer Radiotherapie und Chemotherapie behandelt wurden, im Vergleich zu gesunden Kindern hin. Im verwendeten Testverfahren (CPT; Conners, 1992; 1995) wird zusätzlich die Wahrnehmungssensibilität erhoben, die deutlich geringer ausfiel und Schwierigkeiten in der Unterscheidung von relevantem und irrelevantem Reizmaterial bedeutet.

Die geteilte Aufmerksamkeit wird in nur wenigen Studien berücksichtigt. Den Ergebnissen zufolge gibt es einen signifikanten Unterschied im Vergleich zu gesunden Kindern (Gottwald et al., 2003; Steinlin et al., 2003). Gottwald et al. differenzierten genauer und fanden sowohl in der Reaktionszeit als auch in der Bearbeitung der Dual-Task-Aufgabesebst Defizite (2003).

4.3 DAUERAUFMERKSAMKEIT

Interessanterweise konnte in einer neueren Studie (Mabbott et al., 2008) keine signifikante Beeinträchtigung der Daueraufmerksamkeit gefunden werden.

Untersucht wurden Kinder mit verschiedenen Formen von Posterioren fossa Tumoren (Medulloblastome, Ependymome oder Gliome) und unterschiedlichen Behandlungsformen (ausschließlich Operation oder zusätzlich craniale Radiotherapie). Verwendetes Verfahren war Conners Continuous Performance Task II (CCPT II, Conners, 2000), bei dem der Proband über einen längeren Zeitraum auf eine bestimmte, aber einfache Reizkonstellation reagieren muss. Gleiche Ergebnisse berichten unter anderem Reeves (2006) und Riva und seine Kollegen (1989, in Mulhern, Hancock, Fairclough & Kun, 1992).

Die vergangene Zeit seit der eingesetzten cranialen Radiotherapie dürfte keinen signifikanten Parameter darstellen, beachtet man hingegen das Alter des Kindes zu Beginn der Therapie, so zeigte sich bei jüngeren Patienten sehr wohl eine deutlichere Beeinträchtigung (Mulhern et al., 2001).

4.4 SPEZIFISCHE AUSWIRKUNGEN TUMOR- UND BEHANDLUNGSRELEVANTER PARAMETER

Laufende Arbeiten beschäftigen sich zunehmend mit den spezifischen neurokognitiven Auswirkungen der traditionellen Behandlungsformen für Hirntumore (vor allem: Posteriore fossa Tumore). Dies ist aufgrund der Entwicklung medizinischer Behandlungen nur verständlich (Butler & Haser, 2006).

Tendenziell zeigt sich in den vorhergehenden Darstellungen ein negativer Einfluss des Alters des Kindes zum Zeitpunkt der Diagnosestellung, der vergangenen Zeit seit der Diagnose und der eingesetzten cranialen Radiotherapie. Jüngere Kinder werden stärker mit Defiziten der Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit assoziiert. (Dennis et al., 1998; Mulhern, Merchant, Gajjar, Reddick & Kun, 2004; Palmer et al., 2001; Reeves et al., 2006; Ribi et al., 2005). Ähnliche Ergebnisse erzielte eine Studie zur Auswirkung der Radiotherapie auf intellektuelle Fähigkeiten. Neben Alter zum Zeitpunkt der Diagnose und vergangener Zeit nach Diagnosestellung, hat prä-morbide Intelligenz einen wesentlichen Einfluss. So zeigen Kinder mit höherer prä-morbider Intelligenz größere Verschlechterungen. Zudem wird eine Wechselwirkung zwischen Alters- und Zeitfaktoren vermutet, wozu allerdings wesentliche Kenntnisse über die langfristige spätere Entwicklung fehlen (Palmer et al., 2003).

In einer etwas älteren Studie konnte zudem gezeigt werden, dass Kinder mit cranialer Radiotherapie deutlich mehr neuropsychologische Defizite aufwiesen als Kinder ohne

diese Behandlung (Moore et al., 1992). Schatz und Kollegen (2000) nehmen an, dass Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit als wichtige, basale kognitive Fähigkeit aufgrund von cranialer Radiotherapie beeinträchtigt werde. Wie andere Kollegen weisen auch sie auf den Einfluss unterschiedlichen des Alters hin.

Da der Einfluss des Alters bereits in vorhergehenden Kapiteln betrachtet wurde, soll hier nicht mehr näher darauf eingegangen werden.

Im Folgenden soll auf spezifische neurobiologische Veränderungen aufgrund von Erkrankung und Behandlung und die Auswirkung auf Aufmerksamkeitsfunktionen näher eingegangen werden:

4.4.1 NAWM – Normal appearing white mater

In mehreren Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der defizitären Entwicklung der weißen Substanz (NAWM: normal appearing white mater) und Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeitsleistungen festgestellt werden. Dieser Effekt konnte insbesondere für Kinder mit Medulloblastom nachgewiesen werden. Die Autoren vermuten, dass aufgrund der reduzierten weißen Substanz die Myelinisierung der Axone beeinträchtigt sei. Diese wäre für die Aufnahme und Weiterverarbeitung („signal transfer“) von Informationen, also für kognitive Fähigkeiten, verantwortlich (Palmer et al., 2003; Reddick et al., 2005).

Die Ursache der Wachstumshemmung der weißen Substanz wird vorwiegend in der cranialen Radiotherapie vermutet (Reddick et al., 2003, 2005). Dies konnte auch in einer Vergleichsstudie mit Patienten mit Medulloblastom und Patienten mit niedriggradigen posterioren fossa Tumor gezeigt werden. Die Patienten mit Medulloblastom erhielten als Behandlung Operation, craniale Radiotherapie und Chemotherapie. Die Vergleichsgruppe wurde ausschließlich operativ behandelt. Nur Medulloblastom-Patienten zeigten das verminderte Volumen weißer Substanz. Spezifische Auswirkungen der Chemotherapie konnten in diesem Zusammenhang nicht gefunden werden (Mulhern, et al., 1999).

Im Speziellen konnten Mulhern et al. (2001) bei Patienten mit Medulloblastom keinen Zusammenhang von auffälligen NAWM und der Daueraufmerksamkeit finden. Reddick (2003) widerspricht dieser Annahme. Er gibt an, dass Veränderungen des Volumens des NAWM sehr wohl in Beziehung zu Aufmerksamkeitswerten (selektiver Aufmerksamkeit und/oder Daueraufmerksamkeit) Langzeitüberlebender stehen. Der Autor weist jedoch selbst darauf hin, dass eine Unterscheidung jüngerer und älterer Patienten von Bedeutung wäre. Auch der ungleichmäßigen Verteilung der weißen Substanz muss

Beachtung geschenkt werden, da unter anderem der rechte Stirnlappen besonders reich an Myelinisierung ist und sich Schädigungen in dieser Region anders auf kognitive Prozesse (wie Aufmerksamkeit) auswirken können (zit. nach Mulhern & Butler, 2004).

4.4.2 *Cerebellum*

Viele der posterioren fossa Tumore befinden sich im zerebellären Bereich. Läsionen entstehen durch Wachstum des Tumors selbst, die operative Entfernungen oder postoperativen Behandlungsformen (im Speziellen craniale Radiotherapie).

Deutliche Verlangsamungen konnten bei Patienten mit zerebellären Astrozytom welcher Hemisphäre, in der Ausführung von zeitbasierten Aufmerksamkeitsaufgaben gezeigt werden (Riva & Giorgi, 2000). Neure Ergebnisse bestätigen diese Erkenntnis, allerdings spielt in dieser Untersuchung die Geschwindigkeit nur eine nebengeordnete Rolle. Das interessantere Ergebnis betrifft die Genauigkeit der Identifikation des relevanten Stimulus, der jeweils mit oder ohne Distraktor und in Form von Dual-Task Aufgaben vorgegeben wurde. Es konnte eine Beziehung zwischen Patienten mit zerebellärem Tumor und Aufmerksamkeitsdefiziten gezeigt werden, allerdings ohne statistische Signifikanz. Jedoch reduzierte sich die Leistungsgüte der Probanden in der komplexeren geteilten Aufmerksamkeitsaufgabe im Vergleich zur leichteren Aufgabenstellung (Selektion) (Schweizer, Alexander, Cusimano & Stuss, 2007).

Gottwald et al. (2003) versuchten ebenfalls den Einfluss von Tumoren im Cerebellum in Bezug auf unterschiedliche Aufmerksamkeitskonstrukte zu erfassen. Diese Patienten zeigten keine signifikanten Probleme in der selektiven Aufmerksamkeit, jedoch in der Verarbeitungsgeschwindigkeit, geteilter Aufmerksamkeit und in der Bereitschaft zur Reaktionen.

Deskriptiv versuchten die Autoren des Weiteren, einen Zusammenhang zu anderen Lokalisationen zu finden. Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist eine statistische Aussage allerdings nicht möglich. Jedoch ist auffallend, dass die Patienten ohne Probleme in den getesteten Aufmerksamkeitsbereichen ausschließlich linksseitige Läsionen haben. Patienten mit rechtsseitigen Läsionen zeigten mindestens in einem Bereich auffällige Ergebnisse.

Es muss erwähnt werden, dass alle untersuchten Patienten älter als 26 waren. Die Ergebnisse sollten jedoch aufgrund der Anschaulichkeit trotzdem in diesem Kontext genannt werden.

5 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Summa summarum konnten in der Literatur wiederholt Auffälligkeiten der Aufmerksamkeitsleitungen bei Kindern mit einem Hirntumor dargestellt werden. Allerdings sind sowohl Begriffsbezeichnungen, als auch Ergebnisse zum Teil uneinig. Es gibt verschiedene Variablen deren Einflüsse mehr oder weniger ausreichend beschrieben wurden. In vielerlei Hinsicht jedoch unbefriedigend. Die unterschiedlichen Ergebnisse legen eher die Idee einer Funktion aus der Kombination vieler Variablen nahe.

Abgesehen davon wurden viele weitere relevante Variablen außer Acht gelassen. Unter anderem berücksichtigten die Studien keine Patienten, die einen Rückfall erlitten. Auch den Einfluss von Variablen wie Tumordinfiltration, Hydrozephalus oder Traumata assoziiert mit der operativen Entfernung auf neuropsychologische Fähigkeiten sollte nähere Beachtung geschenkt werden (Butler & Haser, 2006). „[...] our knowledge of the anatomy of attention is incomplete.“ (Posner & Petersen, 1990). Demzufolge wären differenzierte Untersuchungen der relevanten neuroanatomischen Grundlagen der Aufmerksamkeit schon beim gesunden Menschen erstrebenswert, um in einem weiteren Schritt mögliche Defizite besser zuordnen zu können.

In Bezug auf die Diagnostik muss berücksichtigt werden, dass die meisten verwendeten Testaufgaben visueller Natur sind. Andere Reizqualitäten (z. B. auditiv) werden sowohl in der Überprüfung als auch in der Definition der Aufmerksamkeit fast immer außer Acht gelassen.

Eine Neuformulierung hinsichtlich bestimmter Aufmerksamkeitskonstrukte wäre denkbar. So wäre es aufgrund der Aufgabenspezifität nachvollziehbar, wenn man gänzlich auf eine einzelne selektive Komponente verzichtet, da mehrere Aufmerksamkeitskonstrukte die Funktion der Selektion beinhalten. Die Selektion entspricht demnach lediglich einem Überbegriff, dem übrige Konstrukte mit differenzierbaren Modi zugeordnet werden: Ablenkbarkeit (Unterscheidung relevanter, irrelevanter Reize), geteilte Aufmerksamkeit (Bearbeitung von zwei Informationskanälen und Selektion) und fokussierte Aufmerksamkeit (Selektion mit „Speed-Bedingung“). Genauere Analysen wären diesbezüglich wünschenswert.

Heubrock und Petermann (2000) bezweifeln aufgrund der Ergebnisse relevanter Studien die Objektivierbarkeit eines spezifischen neuropsychologischen Profils für Kinder mit Hirntumoren. Im Gegensatz dazu stehen die oben diskutierten Studien, die sehr wohl auf spezifische Besonderheiten in Bezug auf die basale Fähigkeit der Aufmerksamkeit bei Kindern mit Hirntumoren hinweisen. Die nachstehende empirische Arbeit, hat es sich schließlich zum Ziel gemacht, die Strukturen der Aufmerksamkeitskonstrukte bei Kindern mit Hirntumoren genauer zu untersuchen und zu definieren.

B EMPIRISCHER TEIL

Im folgenden Abschnitt sollen mögliche Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeitsfunktionen bei einer Stichprobe von Kindern mit Hirntumoren in möglichst differenzierter Form dargestellt werden.

1 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

In dieser Arbeit sollen die verschiedenen Aufmerksamkeitskonstrukte, welche im theoretischen Teil genauer erläutert wurden, diskutiert werden. Untersucht wird in erster Linie der Unterschied einer Stichprobe von Kindern mit Hirntumoren zu einer gesunden Normpopulation. Zudem werden mögliche Einflüsse Tumor- und Behandlungsrelevanter Parameter bei Kindern im Altersbereich von 6-10 Jahren betrachtet.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich fünf Fragestellungen:

1.1 AUFMERKSAMKEITSSTRUKTUR DER NORMPOPULATION

Wie sieht die Struktur der Aufmerksamkeit bei gesunden Kindern aus? Aus welchen Teilkonstrukten setzen sich einzelne Aufmerksamkeitskonstrukte zusammen? Welche Fertigkeiten sind dem Alter entsprechend? Sind diesbezüglich Trends erkennbar? Inwieweit gibt es Korrelationen zwischen von Eltern beschriebenen Verhaltensauffälligkeiten und den Aufmerksamkeitsleistungen einer gesunden Normpopulation? Was sind relevante Kennwerte zur Beschreibung der Aufmerksamkeit?

1.2 ABWEICHUNG ZUR NORMPOPULATION

Zeigen sich Unterschiede in den differenzierten Aufmerksamkeitskonstrukten bzw. ihren Parametern zwischen den Leistungen gesunder Kinder und Kinder mit Gehirntumor?

1.3 ALTER UND KRANKHEITSDAUER

Finden sich Zusammenhänge zwischen den Testleistungen und dem Alter? Haben Diagnosealter und vergangene Zeit seit der Diagnose einen Einfluss auf die erbrachten Leistungen?

1.4 KRANKHEITSRELEVANTE PARAMETER

Inwieweit unterscheiden sich Kinder mit unterschiedlichen Hirntumortypen (Medulloblastom, Keimzelltumor, Neurofibromatose Typ 1 in ihren

Aufmerksamkeitsleistungen? Lassen sich bei bestimmten Tumortypen mehr Probleme aufzeigen?

Lassen sich Unterschiede zwischen Kindern mit unterschiedliche Lokalisation des Hirntumors in ihrer Aufmerksamkeitsleistung darstellen?

Wie wirken sich unterschiedliche Behandlungsformen auf die einzelnen Komponenten der Aufmerksamkeit aus? Gibt es einen Unterschied zwischen Chemotherapie, Strahlentherapie und operativen Eingriffen?

1.5 NEUROLOGISCHER ZUSTAND

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den erbrachten Testleistungen der neuroonkologisch erkrankten Kinder und der ärztlichen Einschätzung mittels dem neurologischen Status? Lassen sich Unterschiede bezüglich bestimmter Konstrukte zwischen den jeweiligen Gruppen erkennbar machen?

2 METHODEN

2.1 STICHPROBE

Es wurden 65 Patientinnen/Patienten und 112 Kontrollpersonen untersucht. Das Alter der untersuchten Personen liegt zum jeweiligen Testzeitpunkt ausschließlich zwischen sechs und zehn Jahren. Das durchschnittliche Alter der sowohl der gesunden Kinder als auch das der erkrankten Kinder beträgt acht Jahre (Median = 8) mit einer Standardabweichung von 1,324 für die gesunden und 1,2 für die erkrankten Kinder.

Die Patientengruppe wurde an der Neuroonkologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde/Ebene 9 rekrutiert. In die Stichprobe wurden diejenigen zum Testzeitpunkt sechs bis zehnjährigen Patientinnen/Patienten aufgenommen, die zwischen 2005 und 2009 im Rahmen einer neuropsychologischen (Nachsorge)untersuchung hinsichtlich ihrer Aufmerksamkeitsleistungen untersucht wurden (bzw. eine Untersuchung der Aufmerksamkeitsfunktionen möglich war). Die Patientinnen und Patienten der pädiatrischen Neuroonkologie/ Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde Wien werden nach Möglichkeit bei Erkrankungsbeginn bzw. vor der Behandlung und im Rahmen der Nachsorge ein, zwei und drei Jahre nach Diagnosestellung neuropsychologisch untersucht. Wurde ein Kind daher mehrfach untersucht, wurde die letzte und aktuellste Untersuchung zur Auswertung herangezogen. Der Zeitpunkt der Diagnosestellung lag durchschnittlich zwei Ein halb Jahre zurück, das durchschnittliche Alter der Kinder bei Diagnosestellung war fünf Jahre. Es handelte sich um Kinder mit einem Hirntumor oder

mit Neurofibromatose Typ 1 (NF1) mit und ohne Hirntumor. Die größte Gruppe innerhalb der Patientengruppe bildeten Kinder mit Opticus-Hypothalamus-Tumoren (n = 11). Die übrigen Patientinnen und Patienten waren an unterschiedlichen Tumortypen erkrankt, wie in Tabelle 2 nachzulesen sind.

Tabelle 2: Häufigkeitsdarstellung der Tumortypen nach ICD Achse 4 in Bezug auf Alter

	Alter in Jahren					Gesamt
	6	7	8	9	10	
Opticus-Hypothalamus-Tumor	2	3	1	3	2	11
Kleinhirnstrozytom	0	1	2	1	0	4
andere niedriggradige Tumore	1	4	2	2	0	9
Medulloblastom	0	1	0	2	2	5
PNET	2	0	0	0	1	3
Keimzelltumore/Germinome	0	0	1	1	0	2
Pineoblastom	0	0	0	1	1	2
Ependymom	1	2	1	0	0	4
Kraniopharyngeom	0	1	1	0	0	2
spinaler Tumor	0	0	2	0	0	2
Glioblastom/anaplastisches Gliom/Ponstumore	0	1	2	1	1	5
Andere	0	1	2	2	0	5
kein HIT bei NF1	1	2	4	2	2	11
Gesamt	7	16	18	15	9	65

Tabelle 3 zeigt die Häufigkeit aller untersuchten Kinder. „None“ entspricht den Kindern der Kontrollgruppe, die keinerlei neuropsychologisch relevanter Erkrankungen aufweisen. Unter „Erkrankungen des ZNS“ werden die Kinder mit NF1 und ein Kind mit Neuroborreliose zusammengefasst. Die Gruppe „anderer Erkrankungen“ umfasste Krankheiten, die durch die Eltern angegebenen wurden: Tägliches Nasenbluten, starke Allergien, häufige Ohrenentzündungen, Bronchitis, Lungenentzündung, etc.

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der untersuchten Kinder hinsichtlich Erkrankung und Alter

		Alter in Jahren					Gesamt
		6	7	8	9	10	
Neuropsychologisch relevante Erkrankungen	None/KG	17	22	24	23	16	102
	Erkrankungen des ZNS	1	3	4	2	2	12
	andere Erkrankungen	2	5	1	0	1	9
	Gehirntumor	6	14	14	13	7	54
Gesamt		26	44	43	38	26	177

Für die unterschiedlichen Tumortypen zeigen sich unterschiedliche Kombinationen an Behandlungsformen. Von den 65 Kindern erhielten lediglich 12 Kinder einen operativen Eingriff und vier eine Chemotherapie. Bei neun Kindern setzte sich die Behandlung aus einer Kombination aus operativem Eingriff und Chemotherapie zusammen. Bei lediglich zwei Kindern wurde eine Operation in Kombination mit Strahlentherapie bzw. eine Chemotherapie mit Strahlentherapie angegeben. 20 der behandelten Kinder erhielten sowohl Operation, als auch Chemotherapie und Strahlentherapie.

Die untersuchten Kinder mit einem diagnostizierten NF1 erhielten keine der genannten Behandlungen. Diese Patientengruppe befindet sich lediglich unter Beobachtung.

Die Kontrollgruppe stellen insgesamt 112 Kinder aus zwei Volksschulen in Steyr/Oberösterreich dar, welche alle Klassen einschließlich einer Vorschulklasse umfassen. Die Kinder nahmen freiwillig und unter Einwilligung der Eltern an der Untersuchung teil. Aus der ersten Schule nahmen von 73 Kinder 45 an der Untersuchung teil; an der zweiten Volksschule 67 von 117.

Den folgenden Tabellen sind genauere Angaben zur Häufigkeitsverteilung zu entnehmen:

Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung
Schulklasse x Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt
		male	female	
Schulklasse	VKS	6	2	8
	1.KI	19	15	34
	2.KI	11	16	27
	3.KI	7	12	19
	4.KI	9	15	24
Gesamt		52	60	112

Tabelle 4: Häufigkeit Alter x Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt
		male	female	
Alter	6	12	7	19
	7	15	13	28
	8	9	16	25
	9	9	14	23
	10	7	10	17
Gesamt		52	60	112

Zehn der Kinder mussten aufgrund von verschiedenartigen Erkrankungen, Erkrankungen des Zentralnervensystems, diagnostizierten Aufmerksamkeitsstörungen bzw.

Medikamenteneinnahmen, welche die Konzentration beeinträchtigen können, aus der Kontrollgruppe ausgeschlossen werden und wurden in den Berechnungen, als eigene Gruppe „andere Erkrankungen“ definiert.

2.2 MESSINSTRUMENTE/ERHEBUNGSMETHODE

Es wurden standardisierte neuropsychologische Untersuchungsverfahren sowie ein standardisierter Fragebogen zur Verhaltenseinschätzung verwendet. Zusätzlich wurden anamnestische Fragebögen (Kurzanamnesebogen) hinsichtlich der Fragestellung und genaueren Beschreibung der Stichprobe erstellt. Folgende Verfahren wurden angewendet:

2.2.1 Strengths and Difficulties Questionnaire nach Goodman, R. (1997) - SDQ

Der SDQ ist ein kurzer Screening-Fragebogen in Bezug auf Verhalten. Verwendet wurde die Version für Kinder von 4-16; die Beurteilung erfolgte in dieser Untersuchung durch die Eltern. Durch die Beantwortung von insgesamt 25 Items schätzten sie das Verhalten ihres Kindes in den folgenden Kategorien ein: „overall stress“ (allgemeiner Stress), „emotional distress“ (emotionaler Stress), „behavioural difficulties“ (Verhaltensschwierigkeiten), „hyperactivity and attentional difficulties“ (hyperaktives Verhalten und Schwierigkeiten im Bereich der Aufmerksamkeit), „difficulties getting along with other children“ (Probleme im Umgang mit anderen Kindern) und „kind and helpful behaviour“ (freundliches und hilfsbereites Verhalten). Die Ergebnisse geben an, ob das jeweils untersuchte Kind pro Skala und insgesamt im Vergleich zu einer Normpopulation im unauffälligen, „Borderline“ oder auffälligen Bereich liegt.

2.2.2 Kurzanamnesebogen

Zusätzlich zum SDQ wurde ausgehend von der Fragestellung der Diplomarbeit ein Anamnesefragebogen erstellt, in welchem ebenfalls die Eltern spezielle Fragen zu ihrem Kind beantworteten.

Die Fragen umfassten: Beurteilung der Aufmerksamkeitsleistung auf einer Analogskala, verbale Beschreibung vorhandener Aufmerksamkeitsprobleme, eventuelle vorhergehende Diagnosen von Aufmerksamkeitschwierigkeiten, relevante Erkrankungen bzw. Verletzungen und deren medizinische Behandlung, Medikamenteneinnahme, Beurteilung der Schulleistung auf einer Analogskala und Angabe einer Wiederholung einer Schulstufe oder Rückstellung.

2.2.3 Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung für Kinder – KITAP (Zimmermann et al., 2003)

Die KITAP ist ein neuropsychologisches computerisiertes Testverfahren, dessen Intention es ist, die verschiedenen Aufmerksamkeitskonstrukte möglichst differenziert zu erfassen. Die Testbatterie umfasst insgesamt acht Subtests, wovon in Hinblick auf die Fragestellung

in dieser Untersuchung lediglich vier zur Anwendung kamen, sofern die Durchführung für das Kind möglich war. Folgende Subtests wurden eingesetzt:

Alertness

In der Einfachreaktionsaufgabe wird die tonische (intrinsische) Alertness bestimmt. Die Aufgabe besteht darin, beim Erscheinen der Hexe in einem Fenster, auf die dafür vorgesehene Taste zu drücken. Dabei wird vom Kind eine innere Anspannung gefordert, um die Reaktionsbereitschaft auf einem bestimmten Niveau zu halten. Ausgewertet wird die intrinsische Alertness hinsichtlich zweier Aspekte, der mittleren Reaktionszeit (angegeben durch den Median) und der Variabilität der Reaktionszeit (SD). Für beide Kennwerte sind Normwerte normalgesunder, unauffälliger Kinder im Alter von 6-10 Jahren vorhanden.

Ablenkbarkeit

Ziel ist es, die Fähigkeit den Fokus in komplexen Situationen und unter ablenkenden Bedingungen unter Kontrolle zu halten, zu erfassen. In dem dazugehörigen Subtest soll das Kind zwischen einem lachendem und einem weinendem Gespenst unterscheiden bzw. selektieren (Typ Go/Nogo) und sich außerdem nicht von anderen in der Peripherie auftauchenden Figuren ablenken lassen. Zur Auswertung wird die Anzahl der Auslassungen mit und ohne Distraktor bzw. als Gesamtwert herangezogen. Zusätzlich werden auch die Anzahl falscher Reaktionen und mittlere Reaktionszeiten herangezogen. Für alle Kennwerte sind normierte Werte vorhanden.

Geteilte Aufmerksamkeit (synchron/asynchron)

Überprüft wird die Fähigkeit zur Verteilung der Aufmerksamkeit auf simultan ablaufende Prozesse. Dabei soll der Proband festgelegte Signale in zwei verschiedenen Informationskanälen (auditiv und visuell) zeitgleich bearbeiten. Das Kind muss mittels Tastendruck so schnell wie möglich mitteilen, ob die Augen der sichtbaren Eule zufallen (visuell) bzw. eine der beiden lediglich hörbaren Eulen zweimal hintereinander ruft (auditiv). Zur Auswertung werden Gesamtleistung und Auslassungen bzw. falsche Reaktionen in einem der beiden Informationskanälen herangezogen. Normwerte sind lediglich für die Gesamtwerte der asynchronen Bedingung vorhanden.

Daueraufmerksamkeit

Dieser Subtest trägt dem Intensitätsaspekt (van Zomeren und Brouwer 1994) Rechnung. Dabei wird die unter Anspannung erbrachte Aufrechterhaltung der selektiven Aufmerksamkeit, über eine längere Zeitspanne hinweg, betrachtet. Das Kind hat zur

Aufgabe, zwei aufeinander folgende gleichfarbige Geister zu erkennen und dies durch das Drücken der Taste zu signalisieren. Für die Auswertung werden die Anzahl der Auslassungen, Anzahl der Fehler und die mittlere Reaktionszeit (Median) herangezogen. Für alle Kennwerte sind normierte Werte vorhanden.

2.2.4 Trail-making-Test aus dem Delis-Kaplan executive function System (D-KEFS) (Delis, Kaplan & Kramer, 2001)

Untersucht werden basale Fähigkeiten, die zur komplexen Informationsverarbeitung notwendig sind. Es gibt unterschiedliche Bedingungen, wobei in diesem Fall lediglich „number sequencing“ zur Anwendung kam. Aufgabe war es die vorgegebenen Zahlen aufsteigend so schnell wie möglich miteinander zu verbinden. Normierte Werte für die erfasste Zeit sind für Kinder ab acht vorhanden.

2.2.5 Untertest „Symbolsuche“ aus dem Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder IV (HAWIK IV) nach Petermann und Petermann (2007)

Das Kind hat die Aufgabe, innerhalb einer vorgegebenen Zeit eine Gruppe von Symbolen abzusuchen und zu notieren, ob ein Zielsymbol in der jeweiligen Symbolreihe enthalten ist oder nicht. Zur Auswertung werden die normierten Werte für die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben, abzüglich der Falschen, verwendet.

2.3 DESIGN

Die Testung der erkrankten Kinder fand im Rahmen der geplanten neuropsychologischen Untersuchung der Patienten im Rahmen ihrer medizinischen Behandlung im oder neuroonkologischen Nachsorge an der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde Wien, unter Berücksichtigung ihres momentanen Befindens, statt. Für das momentane Befinden werden mögliche Behandlungen, Motivation und Verfassungslage des Kindes berücksichtigt.

In Abhängigkeit von der Fragestellung werden verschiedene Testverfahren für diverse neuropsychologisch relevante Fähigkeiten durchgeführt. Die Untersuchung der Aufmerksamkeit stellt dabei einen wesentlichen Bestandteil dar. Aufgrund der Beschaffenheit der Aufmerksamkeit werden die ausgewählten Verfahren vorwiegend zu Beginn der Untersuchung durchgeführt.

Die Kinder der gesunden Vergleichsstichprobe wurden einzeln während des Schulunterrichts in einem extra dafür vorgesehenen Zimmer mit den oben beschriebenen Testverfahren getestet. Die Untersuchung eines Kindes betrug im Durchschnitt 45

Minuten und fand vorwiegend am Vormittag statt. Alle untersuchten Kinder wurden innerhalb von zwei Monaten (Sommersemester) getestet.

Zusätzlich zur Testung der Kinder aus der Kontrollgruppe wurden die Eltern eine Verhaltenseinschätzung und anamnestische Daten mit besonderem Augenmerk auf die Aufmerksamkeit gebeten.

2.4 STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die Auswertung erfolgte mit SPSS 17.0 für Windows.

Zur Beschreibung der Struktur bzw. Auswahl der relevanten Testparameter wurden Faktorenanalysen bzw. Korrelationen berechnet. Für weitere Analysen wurden faktorielle Varianzanalysen angewendet, sofern die Voraussetzungen gegeben waren. Bei nicht gegebenen Voraussetzungen wurde ein robusteres Testverfahren zur Prüfung auf Gleichheit der Mittelwerte (Welch-Test) angewandt. Genauere Vergleiche wurden mittels Post-hoc Tests (Gabriel, Hochberg GT2 oder Games-Howell-Test) durchgeführt.

Für alle Komponenten wurden ergänzend Berechnungen mit klassifizierten dichotomen Testergebnissen durchgeführt. Berechnet wurden Kreuztabellen mit χ^2 -Test.

3 ERGEBNISSE

3.1 STRUKTUR DER NORMPOPULATION

3.1.1 Auswahl relevanter Testkennwerte

In den vorgegebenen Testverfahren werden eine Fülle an verschiedenen Testkennwerten ausgegeben. Allerdings fehlen in manchen Subtests entsprechende Normierungen, um gegebenenfalls Vergleiche zu ermöglichen. Weiters werden von den Testautoren bestimmte Kennwerte zur Beschreibung des Aufmerksamkeitskonstruktes empfohlen. Im Folgenden soll nun eine Dimensionsreduzierung der Testkennwerte mittels einer Faktorenanalyse für ausgewählte Konstrukte vorgenommen werden. In nachstehenden Kapiteln werden dann ausschließlich diese zu Berechnungen herangezogen.

Nachstehend werden nun Faktorenanalysen mit Varimax-Rotation durchgeführt. Als Extraktionsmethode wurde die Hauptkomponentenanalyse gewählt.

Alertness

Aufgrund der Antwortstruktur der Testkennwerte, welche im Subtest *Alertness* ausgegeben werden (Fehler, Auslassungen, Ausreißer, Mittelwert der Reaktionszeit (RZ), Median der RZ, Standardabweichung der RZ), wurden lediglich die Standardabweichung und die RZ faktorenanalytisch untersucht. Die übrigen Variablen bleiben somit unbeachtet. Für die zwei Variablen konnte ein Faktor anhand des Eigenwertkriteriums (> 1) extrahiert werden. Es kann aufgrund des Ergebnisses davon ausgegangen werden, dass die *Alertness* (allgemeine Reaktionsbereitschaft) durch einen Faktor beschrieben werden kann. Die Koeffizienten beider Komponenten (Median der Reaktionszeit und Stabilität der Leistung) betragen 0,896. Der ermittelte Faktor erklärt 80,305% der Gesamtvarianz.

Ein einzelner Faktor, der beiden Kennwerte integriert, zur Beschreibung der *Alertness* heranzuziehen, ist mit der Überlegung von Habekost und Starrfelt (2009) kongruent. Sie bezweifeln die Richtigkeit einer getrennten Betrachtung einzelner Testparameter.

Daueraufmerksamkeit

Zur Erfassung der „Daueraufmerksamkeit“ werden Fehler, Auslassungen, Median und die Standardabweichung zum einen für die gesamte Darbietungszeit des Untertests, zum anderen als Wert für die erste bzw. zweite Hälfte der Darbietungszeit angegeben. Da die Zeit zur Erfassung der Daueraufmerksamkeit zehn Minuten beträgt, macht eine Teilung in kleinere Teilbereiche, welche der Darbietungszeit der übrigen Testvorgaben entsprechen würde, keinen Sinn. Aus diesem Grund wurden lediglich die Testwerte des gesamten Durchgangs in die Berechnung miteinbezogen. Für die vier Variablen wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt und es konnten zwei Faktoren mittels dem Eigenwertkriteriums (> 1) extrahiert werden:

Tabelle 6: Rotierte Komponentenmatrix für die *Daueraufmerksamkeit* und Bezeichnung der Faktoren

	Komponente	
	Leistung in der Daueraufmerksamkeit	Fehler in der Daueraufmerksamkeit
Stabilität der Leistung	,883	,166
Reaktionszeit	,845	-,281
Auslassungen	,774	,391
Fehler	,053	,953

Faktor 1 beinhaltet die Standardabweichung (Stabilität der Leistung), den Median (der Reaktionszeit) und die Auslassungen. Er beschreibt die Leistung der

Daueraufmerksamkeit. Der erklärte Varianzanteil beträgt 52,407%. Der zweite Faktor beinhaltet lediglich die Fehler und wird der Übersichtlichkeit halber gleichnamig betitelt. Er erklärt 29,174% der Gesamtvarianz.

Ablenkbarkeit

Im Subtest zur *Ablenkbarkeit* werden Fehler, Auslassungen, Median (der Reaktionszeit) und die Standardabweichung (Stabilität der Leistung) angegeben. Die Kennwerte werden für die Bedingung mit Distraktoren (Ablenker), ohne Distraktoren und als Gesamtwert für beide Bedingungen ausgegeben. Für weitere Berechnungen wurden die Werte der beiden differenzierten Bedingungen betrachtet. Mittels der acht Kennwerte wurde innerhalb der gesunden Normpopulation eine Faktorenanalyse durchgeführt. Als Abbruchkriterium wurde das Eigenwertkriterium (> 1) gewählt.

Die Analyse ergibt zwei gut beschreibbare Faktoren, wobei der erste Faktor 35,728% und der zweite 28,929% der Gesamtvarianz erklärt: Der erste Faktor beschreibt mittels der Auslassungen und der Standardabweichung (Stabilität der Leistung) die *Beständigkeit der Leistung* in ablenkenden Bedingungen in Kombination mit einer Bedingung ohne Ablenker. Der zweite Faktor umfasst die Reaktionszeit und die Anzahl der Fehler und kann somit als *Impulsivität vs. Reflexivität* der Leistung in ablenkenden Bedingungen gedeutet werden. Die Impulsivität entspricht einer erhöhten Reaktionszeit mit gleichzeitig geringerer Fehleranzahl. Die Reflexivität hingegen bedeutet eine geringe Reaktionszeit mit einer höheren Fehlerzahl. Die Ergebnisse beschreiben hier eher das Verhalten unter ablenkenden Bedingungen als die Selektion von Reizen.

Tabelle 7: Rotierte Komponentenmatrix der *Ablenkbarkeit* und Bezeichnung der Faktoren

	Komponente	
	Beständigkeit der Leistung	Impulsivität vs. Reflexivität
Auslassung mit Ablenker	,862	,134
Auslassung ohne Ablenker	,850	,109
Stabilität der Leistung mit Ablenker	,835	-,062
Stabilität der Leistung ohne Ablenker	,762	,023
Fehler ohne Ablenker	-,012	-,820
Fehler mit Ablenker	,049	-,769
Reaktionszeit ohne Ablenker	,006	,747
Reaktionszeit mit Ablenker	,335	,677

Geteilte Aufmerksamkeit

Für die „geteilte Aufmerksamkeit“ werden dieselben Testkennwerte wie in den vorhergehenden zwei Subtests angegeben. Es wird wiederum ein Gesamtwert dargestellt und zusätzlich die Leistungen in den zwei Informationskanälen (auditiv und visuell), welche gleichzeitig zu bearbeiten sind. Um die Interpretation und Beschreibung der Faktoren zu erleichtern wurde im Voraus die Anzahl von zwei Faktoren als Abbruchkriterium festgelegt. Die durchgeführte Faktorenanalyse ergibt folgende Komponenten:

Tabelle 8: Rotierte Komponentenmatrix der *Geteilte Aufmerksamkeit* und Bezeichnung der extrahierten Komponenten

	Komponente	
	Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit	Fehler
Reaktionszeit auditiv	,766	-,069
Auslassung auditiver Reize	,748	,138
Stabilität der Leistung (auditiv)	,729	,210
Reaktionszeit visuell	,623	,034
Auslassung visueller Reize	,333	,139
Fehler auditiver Reize	,087	,957
Fehler visueller Reize	,051	,932
Stabilität der Leistung (visuell)	,500	,544

Der erste Faktor umfasst Reaktionszeit, Stabilität der Leistung und Auslassungen in einer Bedingung die eine geteilte Aufmerksamkeit erfordert. Aus inhaltlichen Gründen soll die Stabilität der Leistung (visuell) ebenfalls diesem Faktor zugeordnet werden. Dies ist insofern gerechtfertigt, da dieser Variable auf beiden Faktoren annähernd gleich hoch lädt. Der Faktor wird als *Leistung der geteilten Aufmerksamkeit* bezeichnet. Der zweite Faktor wird eindeutig durch die Fehleranzahl des auditiven und visuellen Informationskanals beschrieben. Und wird im Folgenden mit *Fehler* bezeichnet. Der erste Faktor erklärt 30,473% und der zweite 27,120% der Gesamtvarianz.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und fokussierte Aufmerksamkeit

Beide Subtests werden durch zu wenige bzw. lediglich nur durch einen Testkennwert beschrieben, so dass die Berechnung einer Faktorenanalyse nicht möglich ist. Aus diesem Grund werden die bestehenden Kennwerte zu nachstehenden Berechnungen herangezogen. Für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit wird die erbrachte Bearbeitungsgeschwindigkeit herangezogen. Für die fokussierte Aufmerksamkeit wird die

Gesamtzahl der bearbeiteten Aufgaben abzüglich der fehlerhaften Leistungen berücksichtigt.

3.1.2 *Struktur der Aufmerksamkeit*

Im Folgenden Abschnitt soll nun die Beziehung zwischen den ermittelten Faktoren bzw. den Skalen der Aufmerksamkeit untersucht werden. Berechnet wurden Pearson-Produktmoment-Korrelationen mit zweiseitiger Signifikanzprüfung. In der folgenden Korrelationsmatrix (Tab. 10) werden überblicksmäßig die Zusammenhänge dargestellt, welche im Weiteren genauer erläutert werden.

Tabelle 9: Korrelationsmatrix der ermittelten Faktorscores differenzierter Konstrukte

		Alertness	Dauer Aufmerksamkeit		Ablenkbarkeit		Geteilte Aufmerksamkeit		Informationsverarbeitungsgeschw.	Fokussierte Aufm.
		Faktor 1	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2		
Alertness Faktor 1			,554** ,000	,138 ,166	,454** ,000	-,009 ,926	,533** ,000	,265** ,008	,311** ,001	-,250 ,011
Dauer Aufmerksamkeit	Faktor 1	,554** ,000			,442** ,000	,064 ,520	,580** ,000	,162 ,106	,554** ,000	-,306** ,002
	Faktor 2	,138 ,166			,020 ,841	-,318** ,001	,073 ,470	,417** ,000	,186 ,062	-,267** ,007
Ablenkbarkeit	Faktor 1	,454** ,000	,442** ,000	,020 ,841			,423** ,000	,088 ,386	,314** ,001	-,127 ,205
	Faktor 2	-,009 ,926	,064 ,520	-,318** ,001			,080 ,428	-,185 ,065	-,122 ,221	,151 ,130
Geteilte Aufmerksamkeit	Faktor 1	,533** ,000	,580** ,000	,073 ,470	,423** ,000	,080 ,428			,305** ,002	-,126 ,213
	Faktor 2	,265** ,008	,162 ,106	,417** ,000	,088 ,386	-,185 ,065			,151 ,134	-,140 ,164
Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit		,311** ,001	,554** ,000	,186 ,062	,314** ,001	-,122 ,221	,305** ,002	,151 ,134		-,334** ,001
Fokussierte Aufmerksamkeit		-,250 ,011	-,306** ,002	-,267** ,007	-,127 ,205	,151 ,130	-,126 ,213	-,140 ,164	-,334** ,001	

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

Der ermittelte Faktor der Alertness *Leistung der Alertness* korreliert am höchsten mit der *Leistung der Daueraufmerksamkeit* ($r = 0,554$; $p = 0,000$). Dies entspricht den Erwartungen des Modells, da Alertness und Daueraufmerksamkeit dem Intensitätsaspekt zuzuordnen sind. (Van Zomeren & Brouwer, 1994) Zudem zeigt es hochsignifikante Zusammenhänge zur *Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen* ($r = 0,533$; $p = 0,000$) und den Faktoren der geteilten Aufmerksamkeit (*Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit*: $r = 0,533$; $p = 0,000$ /Fehler in der geteilten Aufmerksamkeit: $r = 0,265$; $p = 0,008$).

= 0,008). Dieses Ergebnis entspricht der Erwartung, dass die Alertness im Sinne der Reaktionsbereitschaft den übrigen Formen der Aufmerksamkeit vorausgeht bzw. notwendig ist für dessen Ausführung (Sturm, 2003). Des Weiteren können geringe Zusammenhänge zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit ($r = 0,331$; $p = 0,001$) und zur fokussierten Aufmerksamkeit ($r = -0,250$; $p = 0,011$) dargestellt werden.

Der erste Faktor der Daueraufmerksamkeit *Leistungen in der Daueraufmerksamkeit* weist neben dem Zusammenhang mit der Alertness Korrelationen zur *Beständigkeit der Leistung in ablenkender Bedingung* ($r = 0,442$; $p = 0,000$) und zu den *Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit* ($r = 0,580$; $p = 0,000$) auf. Ebenso konnten wie bei der Alertness Zusammenhänge zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit ($r = 0,554$; $p = 0,000$) und der fokussierten Aufmerksamkeit ($r = -0,306$; $p = 0,002$) dargestellt werden.

Hinsichtlich der beiden Konstrukte der Selektivität (Ablenkbarkeit und geteilte Aufmerksamkeit) zeigt sich ein mäßiger aber signifikanter Zusammenhang zwischen der *Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen* und zwischen den *Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeitsleistung* ($r = 0,423$; $p = 0,000$). Dies macht insofern Sinn, da in beiden Subtest die Unterscheidung zwischen Reizen notwendig ist. Die geringe Größe der Korrelation lässt sich möglicherweise durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen erklären: Die Fähigkeit der Ablenkbarkeit erfordert das Ignorieren irrelevanter Reize, wohingegen in der geteilten Aufmerksamkeit gleichzeitig auf unterschiedliche Reize reagiert werden muss (Zimmermann et al., 2003).

Es konnte zudem erkannt werden, dass beide Faktoren jeweils einen Zusammenhang zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit aufweisen (*Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen*: $r = 0,314$; $p = 0,001$ /*Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit*: $r = 0,305$; $p = 0,002$)

Die jeweils gleichnamigen Faktoren *Fehler* in der Daueraufmerksamkeit und geteilten Aufmerksamkeit korrelieren signifikant ($r = 0,417$; $p = 0,000$). Neben dieser positiven Korrelation konnten hinsichtlich der *Fehler in der Daueraufmerksamkeit* zudem zwei negative Korrelation zur *Impulsivität vs. Reflexivität in der ablenkenden Bedingung* ($r = -0,318$; $p = 0,001$) und zur *fokussierten Aufmerksamkeit* ($r = -0,267$; $p = 0,007$) aufgedeckt werden. Eine Erklärung wäre, dass der Faktor der Ablenkbarkeit zwar die Fehler enthält, zudem aber auch die Reaktionszeit berücksichtigt.

Interessanterweise korrelieren die Faktoren, welche Fehler in der Bearbeitungsleistung enthalten vorwiegend untereinander, sie scheinen aufgrund der Ergebnisse unabhängig von den übrigen Leistungen in der Aufmerksamkeit.

Zwischen der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und der fokussierten Aufmerksamkeit konnte lediglich ein sehr kleiner negativer Zusammenhang dargestellt werden ($r = -0,334$; $p = 0,001$). Beachtenswert ist zudem, dass die fokussierte Aufmerksamkeit lediglich negative Korrelationen zu den anderen Konstrukten aufweist und abgesehen von der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit lediglich mit den Faktoren der Intensität (Alertness und Daueraufmerksamkeit) korreliert.

3.1.3 Cut-off-Werte

Abgesehen von den erreichten Werten eines jeden Kindes, ist es zudem interessant, ob ein Kind aufgrund seiner Leistung als auffällig bzw. unauffällig definiert wird. Ein Kind gilt als auffällig wenn seine Leistungen geringer sind als die, welche von 84% der übrigen Kinder in der gesunden Kontrollgruppe erreicht werden konnten. Wird ein Aufmerksamkeitskonstrukt mit zwei Faktoren beschrieben, gilt ein Kind bereits mit einem unterdurchschnittlichen Wert als auffällig. Der festgelegte Wert von 84% wurde hinsichtlich der Relevanz und Gebräuchlichkeit im klinischen Alltag gewählt.

Aufgrund der Ergebnisse im nachstehenden Kapitel soll zusätzlich das Alter berücksichtigt werden. Da wie beschrieben sich meist die jüngeren Kinder von den älteren unterscheiden und die Stichproben für jedes Alter sehr klein sind, werden die Kinder in zwei Altersgruppen aufgeteilt: junge Kinder (sechs- und siebenjährig) und ältere Kinder (acht-, neun- und zehnjährig). Für beide Gruppen wurden dann Cut-off-Werte festgelegt, nach denen auch die erkrankten Kinder als auffällig oder unauffällig klassifiziert wurden.

3.1.4 Struktur der Kontrollgruppe und Betrachtung möglicher Einflussfaktoren

Um tatsächliche Auffälligkeiten in der Aufmerksamkeit für Kinder mit Hirntumoren aufdecken und beschreiben zu können, ist es notwendig die Struktur der Aufmerksamkeit in der Norm zu verstehen. Dazu sollen verschiedene Parameter und deren Einfluss betrachtet werden, um deren Einfluss später berücksichtigen bzw. ausschließen zu können.

Schultyp

Da die Kinder in zwei unterschiedlichen Schulen untersucht wurden, sollte kontrolliert werden, ob von einer einheitlichen Normierungsstichprobe ausgegangen werden kann oder der Besuch der jeweiligen Schule einen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung hat. Berechnet wurden für alle ermittelten Faktorscores und die Werte der Tests für Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und fokussierte Aufmerksamkeit T-Tests für

homogene bzw. heterogene Varianzen. Bis auf zwei Werte konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Schulen festgestellt werden: lediglich der Faktor der *Fehler der Daueraufmerksamkeit* zeigt einen signifikanten Unterschied ($T = -2,660$; $p = 0,009$). Die durchschnittlichen Werte der Fehleranzahl sind in der zweiten Schule erhöht.

Alter

Zur Beschreibung der Struktur ist von Interesse ob es einen Unterschied in den Testleistungen hinsichtlich des Alters gibt. Es wurde wiederum eine einfaktorielle ANOVA berechnet. Für vorhandene Gruppenunterschiede wurden Post-hoc-Tests berechnet. Gewählt wurde der Gabriel Test; in den Fällen, in denen die Homogenität nicht gegeben war, wurde der Games-Howell-Test für heterogene Stichproben eingesetzt.

Im Bereich der *Alertness* gibt es Unterschiede zwischen den Altersgruppen ($F = 4,526$; $p = 0,002$). Dem Post-hoc Test zufolge liegen die Unterschiede zwischen den Sechs- bzw. Sieben-jährigen und Zehnjährigen und zwischen den Siebenjährigen und neunjährigen ($p < 0,05$). In anderen Worten weisen ältere Kinder niedrigere Reaktionszeiten und bessere Stabilität in ihren Leistungen auf als jüngere.

In der *Daueraufmerksamkeit* lassen sich Unterschiede im ersten Faktor *Leistung in der Daueraufmerksamkeit* ($F = 14,333$; $p = 0,000$) und im zweiten Faktor *Fehler in der Leistung der Daueraufmerksamkeit* einen Trend (Welch-Test-Statistik = $2,573$; $p = 0,05$) darstellen. Dabei unterscheiden sich im ersten Faktor die Sechsjährigen von den neun- und Zehnjährigen und die Siebenjährigen von den Acht-, Neun- und Zehnjährigen voneinander ($p < 0,01$), dabei erzielen ältere Kinder zunehmend bessere Leistungen. Hinsichtlich des zweiten Faktors kann im Post-hoc Test kein Unterschied dargestellt werden.

In der *Ablenkbarkeit* konnte lediglich ein signifikanter Unterschied im ersten Faktor *Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen* ($F = 3,132$; $p = 0,018$) ermittelt werden. Im Post-hoc Test kann kein Unterschied zwischen den Altersgruppen dargestellt werden, jedoch kann deskriptivstatistisch auch hier gezeigt werden, dass ältere Kinder bessere Leistungen erzielen.

Auch in der *geteilten Aufmerksamkeit* gibt es keine Unterschiede im Faktor *Fehler in der geteilten Aufmerksamkeit*, welcher der Fehleranzahl entspricht, jedoch im Faktor *Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit* (Welch-Test-Statistik = $4,584$; $p = 0,003$). Dabei deckt der Post-hoc-Test den Unterschied zwischen siebenjährigen und acht-, neun bzw. zehnjährigen Kindern auf ($p < 0,05$).

In der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* (Trailmaking-Test) lassen sich signifikante Gruppenunterschiede (Welch-Test-Statistik = $11,247$; $p = 0,000$) erkennen. Der anschließende Post-hoc Test zeigt, dass sich Sechs-, Sieben- und Achtjährigen von

den Neun- und Zehnjährigen unterscheiden ($p < 0,05$). Jüngere Kinder zeigen demnach längere Bearbeitungszeiten auf.

In der Symbolsuche zur *fokussierten Aufmerksamkeit* werden nur geringe Unterschiede deutlich (Welch-Test-Statistik = 2,666; $p = 0,044$). Der Post-hoc Test zeigt keine relevanten Unterschiede zwischen unterschiedlichem Alter. Dies macht insofern Sinn, da HAWIK-IV für jüngere und ältere Kinder angepasste Aufgabenstellungen bereithält.

SDQ

Zur allgemeinen Verhaltensbeschreibung wurde für jedes untersuchte Kind der *Strengths and difficulties questionnaire* vorgegeben. Im Folgenden soll betrachtet werden, ob es Zusammenhänge zwischen den erreichten Werten in konstruktnahen Items des SDQ und den Testergebnissen der Kinder gibt.

Mit einbezogen wurden: *overall stress, emotional distress, behavioural difficulties, hyperactivity and attentional difficulties*.

In der Berechnung von Pearson-Produktmoment-Korrelationen mit zweiseitiger Testung zwischen den Faktorscores bzw. Werten der Aufmerksamkeitskonstrukte und den ausgewählten Skalen des SDQ konnten für *Alertness, Daueraufmerksamkeit* und *Ablenkbarkeit* keine Zusammenhänge dargestellt werden. Lediglich für die *Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit* konnte ein signifikanter aber sehr geringer Zusammenhang zu *behavioural difficulties* ($r = 0,200$; $p = 0,046$) gezeigt werden.

In einem weiteren Schritt wurden die dichotomisierten (auffällig vs. unauffällig) Leistungen der Kinder für die einzelnen Konstrukte betrachtet. Dabei wurden Kinder als auffällig definiert die in mindestens einem der Faktoren eines Konstruktes als auffällig definiert wurde. Als auffällig gilt ein Kind dann, wenn es einen schlechteren Wert erzielt als den Wert den 84% der übrigen Kinder erreicht haben. (Die genaue Ermittlung der Daten wurde in 3.1.3 näher beschrieben). Es konnte auch hier zwischen alle Aufmerksamkeitskonstrukten und den Konstrukten des SDQ kein Zusammenhang gefunden werden.

Elterneinschätzungen bezüglich der Aufmerksamkeit

Vor der Testung der gesunden Kinder wurde die Eltern aufgefordert die Aufmerksamkeitsleistung ihrer Kinder auf einer Analogskala einzuschätzen.

Zur Beschreibung der Struktur wäre es von Interesse, ob Einschätzungen der Eltern mit den Testergebnissen der Kinder korrelieren. Es wurde für alle relevanten Parameter eine Pearson-Korrelation berechnet. Es zeigen sich lediglich geringe Korrelation zu drei Faktoren: *Fehler in der Daueraufmerksamkeit* ($r = -0,264$; $p = 0,008$), *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* ($r = -0,221$; $p = 0,027$) und in der *fokussierten*

Aufmerksamkeit ($r = 0,197$; $p = 0,049$). Im Übrigen konnten keine Korrelation zwischen den Aufmerksamkeitskonstrukten und der Einschätzung der Eltern gefunden werden. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass eine Beurteilung durch Eltern nicht den Ergebnissen der psychologischen Diagnostik gerecht werden und somit nicht als hinreichende Beurteilung der Aufmerksamkeit herangezogen werden sollte.

Wird betrachtet, ob sich die von den Eltern hinsichtlich ihrer Aufmerksamkeit als unauffällig bzw. auffällig verbal eingeschätzten Kinder in den Testleistungen unterscheiden, konnte mittels einer einfaktoriellen ANOVA ebenfalls kein signifikanter Unterschied in der Alertness, Daueraufmerksamkeit, Ablenkbarkeit, geteilter Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und fokussierter Aufmerksamkeit innerhalb der gesunden Kinder dargestellt werden.

Die Berechnung von χ^2 -Tests mit den dichotomisierten Variablen konnte ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge erkennen.

3.2 DIFFERENZIERTE DARSTELLUNG DER EINZELNEN AUFMERKSAMKEITSKOMPONENTEN

3.2.1 Alertness

Zur Beschreibung der Alertness wurden, den Testautoren entsprechend, der Median und die Standardabweichung der RZ ausgewählt. Der Median entspricht der speed-Komponente und beschreibt die allgemeine Reaktionsbereitschaft. Zusätzlich wird die Standardabweichung betrachtet, welche die Stabilität der Arbeitsleistung über die Aufgabe hinweg darstellt. Wie bereits in 3.1.1 dargestellt, sollen die beiden Kennwerte in einem Faktor *Leistung der Alertness* zusammengefasst werden.

Zur Überprüfung möglicher Gruppenunterschiede wurde eine zwei-faktorielle ANOVA für die beiden unabhängigen Variablen Alter und Erkrankung (Hirntumor, Neurofibromatose 1, andere Erkrankungen und keine) angewendet.

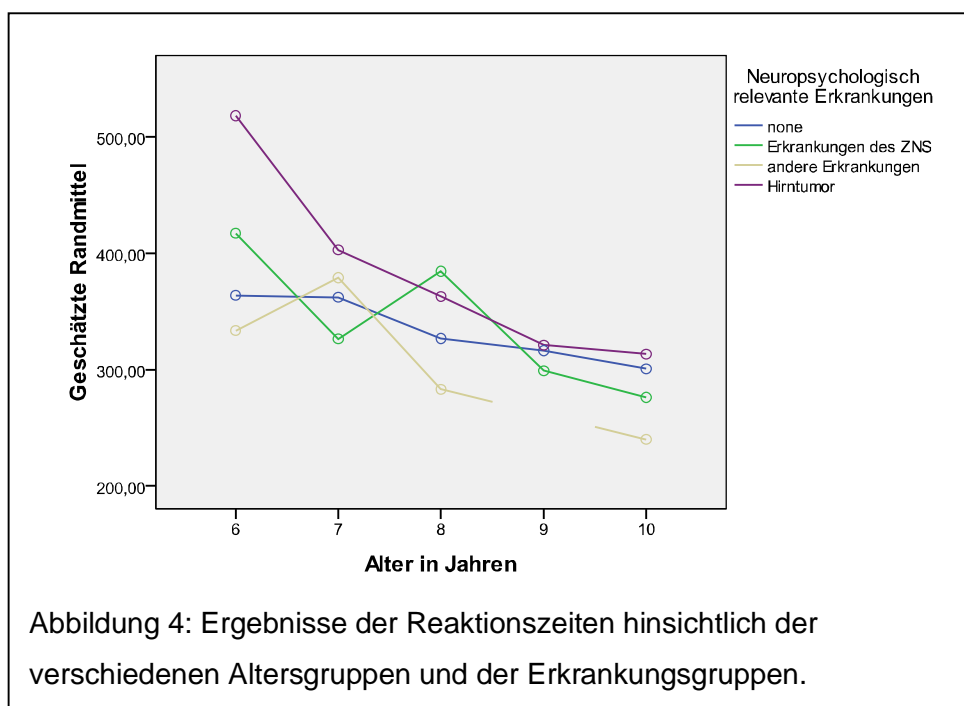
Wie erwartet zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt hinsichtlich der Erkrankung ($F = 4,760$; $p < 0,003$). Gewählt wurde hier aufgrund nicht gegebener Homogenität ein konservativeres Signifikanzniveau ($p = 0,01$). Die berechnete Effektgröße viel gering aus ($\eta^2 = 0,05$). Für das Alter konnte kein signifikanter Haupteffekt ($p > 0,05$) aufgedeckt werden. Zudem lässt sich keine Wechselwirkung ($p > 0,1$) zwischen den beiden unabhängigen Variablen verdeutlichen. Im Post-hoc-Test „Hochberg GT2“ zeigt sich der signifikante Unterschied zwischen den 102 gesunden Kindern und 51 Kindern mit

Hirntumoren ($p < 0,022$). Ein Unterschied der Kinder mit NF1 ohne Hirntumor und den Kindern mit anderen Erkrankungen konnte nicht erkennbar werden. Weder zu der Gruppe ohne Erkrankung noch zu den Kindern mit Hirntumor.

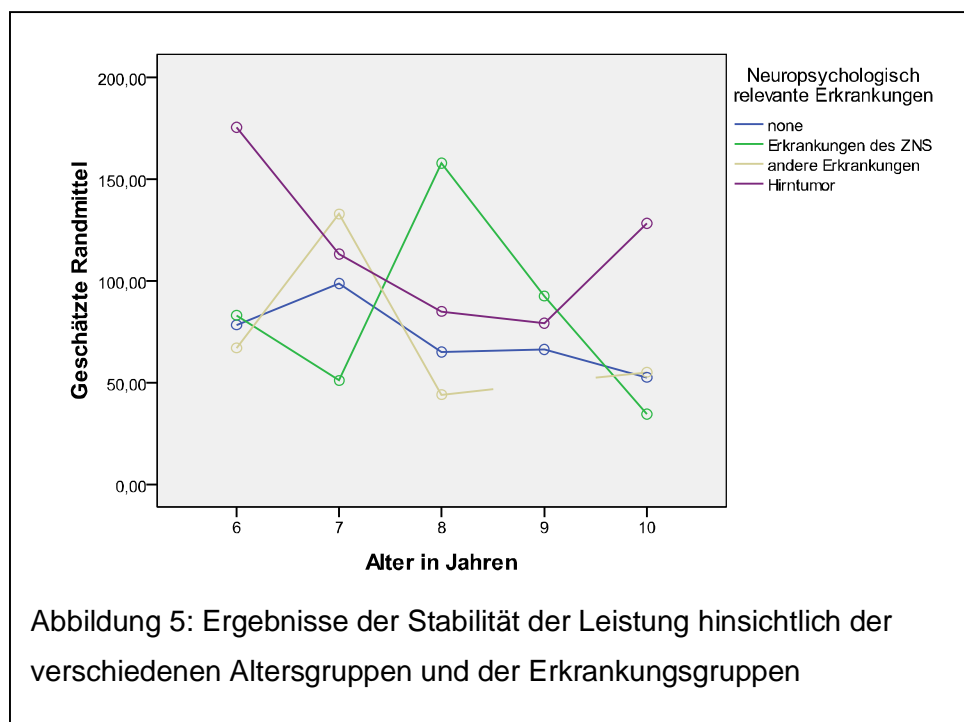
Zusätzlich wurden separate Zwei-faktorielle ANOVAs für den Median der Reaktionszeit und die Stabilität der Leistung (Standardabweichung) berechnet, um den Unterschied genauer spezifizieren zu können.

Für die Reaktionszeit konnten signifikante Haupteffekte sowohl für das Alter ($F = 3,900$; $p < 0,005$), als auch für die Erkrankungsgruppen ($F = 4,365$; $p < 0,006$) dargestellt werden. Auch in diesem Fall wurde aufgrund nicht gegebener Homogenität ein konservativeres Signifikanzniveau ($p = 0,01$) gewählt. Die ermittelte Effektgröße fällt in beiden Fällen gering aus (Erkrankungsgruppe: $\eta^2 = 0,091$; Alter: $\eta^2 = 0,078$). Der Post-hoc Test Hochberg GT2 deckt den Unterschied zwischen den gesunden Kindern und den Kindern mit Hirntumor auf. Dabei weisen Kinder mit Hirntumoren im Allgemeinen erhöhte Reaktionszeiten, also eine Verlangsamung im Arbeitsverhalten auf. Bezüglich des Alters liegen die Unterschiede zwischen den jüngeren Kindern (sechs- und siebenjährig) und den älteren Kindern (neun- und zehnjährig). Wie bereits in 3.1 dargestellt, werden auch hier die langsameren Reaktionszeiten der jüngeren Kinder deutlich. Zudem zeigt sich, dass diese Distanz bei jüngeren Kindern deutlich größer ist, was den Einfluss der Variable „Alter“ erklärt. Dies soll weiter unten ausführlicher dargestellt werden.

Die Ergebnisse sollen in der folgenden Abbildung (Abb. 4) zur Verdeutlichung grafisch dargestellt werden.



Für die Stabilität der Leistung (Standardabweichung) konnte ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt mit allerdings geringer Effektgröße hinsichtlich der Erkrankungsgruppen ($F = 3,892$; $p < 0,010$; $\eta^2 = 0,07$) dargestellt werden. Auch hier liegt wiederum der Unterschied zwischen den gesunden Kindern und den Kindern mit Hirntumor (Post-hoc Test Hochberg GT2: $p = 0,043$), wobei Kinder mit Hirntumor deutlich höhere Werte der Standardabweichung aufweisen, was eine geringere Stabilität in der Arbeitsleistung bedeutet. Hinsichtlich des Alters oder einer Wechselwirkung zwischen den beiden Variablen konnten keine signifikanten Ergebnisse dargestellt werden. Eine übersichtliche Darstellung liefert Abbildung 5.



In einem weiteren Schritt wurden alle Kinder nach bestimmten Cut-off Werten der Kontrollgruppe als auffällig oder unauffällig definiert. Als auffällig gilt ein Kind dann, wenn es einen schlechteren Wert als 84% der gesunden Kinder im Faktor *Leistung der Alertness* erreicht. Auf Basis dieser Definition konnte kein Unterschied zwischen den verschiedenen Erkrankungsgruppen und den als unauffällig bzw. auffällig klassifizierten Kindern aufgedeckt werden.

3.2.2 Daueraufmerksamkeit

Im theoretischen Teil wurden Ergebnisse aus früheren Untersuchungen angeführt. In keinem der einbezogenen Ergebnisse konnten signifikante Unterschiede zwischen den Testwerten von gesunden Kindern und Kindern mit Hirntumor festgestellt werden (Mabbott, et al., 2008; Riva & Giorgi, 2000). Dies konnte auch in dieser Untersuchung

repliziert werden. Zur Beschreibung der Leistung der Daueraufmerksamkeit wurden, die in der Faktorenanalyse ermittelten Faktoren *Leistungen in der Daueraufmerksamkeit* und *Fehler in der Daueraufmerksamkeit* betrachtet. Für beide Faktoren wurden getrennte zwei-faktorielle ANOVAS berechnet.

Wie erwartet gab es in der Leistung der Daueraufmerksamkeit keine Unterschiede zwischen den 102 gesunden, 22 Kindern mit Hirntumor, acht Kindern mit NF1 und neun Kindern mit anderen Erkrankungen ($p > 0,1$). Allerdings zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt des Alters ($F = 3,522$; $p = 0,009$). Dies bestätigt den Einfluss des Alters, welcher bereits anhand der Kontrollgruppe in 3.1.3 erläutert wurde. Allerdings sei darauf hinzuweisen, dass die ermittelte Effektgröße eher gering ausfällt ($\eta^2 = 0,104$). Im Allgemeinen verbessern sich die Leistungen mit zunehmendem Alter, allerdings dürfte sich das Profil bei den Kindern mit Hirntumor hier anders abzeichnen als bei den gesunden Kindern. Eine genaue Betrachtung soll weiter unten Beachtung geschenkt werden. Wechselwirkungen ($p > 0,1$) der beiden Variablen müssen auch hier ausgeschlossen werden.

Der zweite Faktor *Fehler* beschreibt die falschen Reaktionen, die während der Bearbeitung gemacht werden. Hier können weder Haupteffekte in Bezug auf das Alter ($p > 0,1$) und einer Erkrankung bzw. nicht Erkrankung ($p > 0,1$) noch eine Wechselwirkung ($p > 0,1$) zwischen beiden Variablen dargestellt werden.

Allerdings muss die sehr kleine Stichprobengröße berücksichtigt werden, die in vielen Fällen dadurch zustande kam, dass die Kinder der Versuchsgruppe nicht im Stande waren die Aufgabe überhaupt zu lösen. Aus diesem Grund wurde zusätzlich zur zwei-faktoriellen ANOVA ein χ^2 -Test mit dichotomisierten Variablen durchgeführt. Dabei wurden auffällige Kinder (Als „auffällig“ gilt ein Kind, wenn mindestens ein Faktor nach festgelegten Cut-off Werten der Kontrollgruppe, unterdurchschnittlich ist) und Kinder, die die Aufgabe nicht bewältigen konnten, in einer Gruppe zusammengefasst und mit den unauffälligen Kindern verglichen.

Der signifikante χ^2 -Test ($\chi^2 = 33,535$, $p = 0,000$) stellt einen Zusammenhang (Kontingenzkoeffizient: $r = 0,423$; $p = 0,014$) zwischen den erkrankten bzw. nicht erkrankten Kindern und der „Daueraufmerksamkeit“ dar.

Die folgende tabellarische Darstellung (Tab.11) kann verdeutlichen, dass die Kontrollgruppe insgesamt mehr unauffällige Kinder (97,1%) im Vergleich zu auffälligen Kindern (2,9%) haben. Wohingegen Kinder mit einem Hirntumor vergleichsweise mehr auffällige Kinder (38,2%) als unauffällige Kinder (61,8%) darstellen. Interessant ist zudem, dass Kinder mit Erkrankungen des ZNS, Kinder mit NF1 Erkrankung keine auffälligen Ergebnisse aufweisen. Allerdings sei hier die sehr kleine Stichprobe zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Prozentuale Darstellung der Verteilung von unauffälligen bzw. auffälligen Kindern in der Daueraufmerksamkeit hinsichtlich der Erkrankungsgruppen

		Neuropsychologisch relevante Erkrankungen				Gesamt	
		KG	Erkrankungen des ZNS	andere Erkrankungen	Hirntumor		
Dauer- aufmerk- samkeit	unauffällig	Anzahl	99	8	9	21	137
		%	97,1%	88,9%	100,0%	61,8%	89,0%
	auffällig	Anzahl	3	1	0	13	17
		%	2,9%	11,1%	,0%	38,2%	11,0%
Gesamt	Anzahl	102	9	9	34	154	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

% innerhalb von Neuropsychologisch relevanten Erkrankungen

Wichtig bleibt hier noch zu erwähnen, dass in den Cut-off Werten das Alter berücksichtigt wird. Ohne die Berücksichtigung des Alters steigt der Anteil auffälliger Kinder.

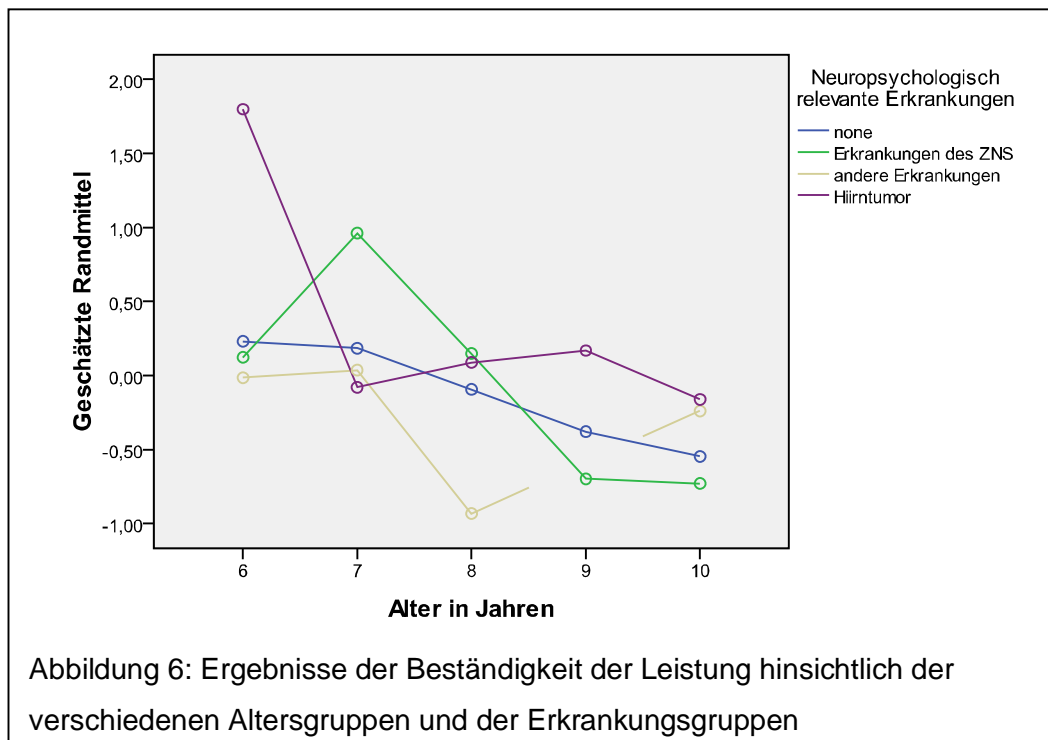
3.2.3 Ablenkbarkeit

Zur Beschreibung der Ablenkbarkeit wurde eine Faktorenanalyse für die ausgegebenen Kennwerte der KITAP berechnet. Diese ergab zwei Faktoren: *Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen* und *Impulsivität vs. Reflexivität*. Im Folgenden soll nun separat für beide Faktoren ein zwei-faktorielle ANOVA hinsichtlich des Alters und der Erkrankungsgruppe berechnet werden.

Es kann bei gegebener Homogenität ein Gruppenunterschied für die Erkrankungsgruppen (Kontrollgruppe (n = 102), Erkrankungen des ZNS (n = 12), andere Erkrankungen (n = 9) und Kinder mit Hirntumor (n = 52)) aufgedeckt werden (F = 3,158; p = 0,026). Der gewählte Post-hoc Test Gabriel konnte keine Unterschiede aufdecken. Die Effektgröße des dargestellten Ergebnisses ist gering ($\eta^2 = 0,057$).

Hinsichtlich des Alters kann lediglich ein Trend erkennbar werden (F = 2,293; p = 0,062). Interessanterweise zeigt hier der Post-hoc Test Unterschiede zwischen den sechsjährigen und neun- bzw. zehnjährigen Kindern (p < 0,05). Von einer Wechselwirkung der beiden Variablen kann nicht ausgegangen werden.

Die folgende grafische Darstellung soll hier mehr Aufschluss bringen (Abb. 7):



Es kann gezeigt werden, dass die Beständigkeit der Leistung hinsichtlich ablenkender Bedingungen der Kinder mit Hirntumor schlechter sind. Allerdings fallen die Ergebnisse der siebenjährigen Kinder mit Hirntumor besser aus, was unter anderem die genaue Unterscheidung der Erkrankungsgruppen im Post-hoc Test verzerrt.

Zudem zeigt sich der bereits in 3.1.3 beschriebene weiter oben dargestellte Einfluss des Alters, dass mit zunehmendem Alter die Leistungen besser werden. Der Unterschied der Leistung ist insbesondere bei den sechsjährigen stärker und nimmt ebenfalls mit zunehmendem Alter ab und entspricht den Ergebnissen des oben beschriebenen Post-hoc Tests.

Hinsichtlich des zweiten Faktors *Impulsivität vs. Reflexivität* konnten weder hinsichtlich der Haupteffekte noch hinsichtlich einer Wechselwirkung, signifikante Ergebnisse erzielt werden ($p > 0,1$).

In einem weiteren Schritt wurde, wie in den vorerghenden Abschnitten eine dichotomisierte Variable gebildet, welche unauffällige vs. auffällige Kinder unterscheiden sollte. Anhand festgelegter Cut-off Werte der Kontrollgruppe (ein erreichter schlechterer Wert wie 84% der Kinder erreicht haben, gilt als auffällig) wurden die Kinder den jeweiligen Gruppen zugeordnet.

Mittels einer Kreuztabelle und anschließendem χ^2 -Test konnte kein signifikanter Zusammenhang ($p > 0,1$) zwischen der Ablenkbarkeit und den Gruppen (gesunde und erkrankte Kinder) erkennbar werden.

3.2.4 Geteilte Aufmerksamkeit

Die KITAP unterscheidet zwei verschiedene Testformen zur Untersuchung der geteilten Aufmerksamkeit: Eine komplexere Form mit asynchroner Abfolge von Tönen und visuellen Reizen und eine einfachere Form mit synchroner Abfolge.

Im Laufe der Untersuchung wurde einem Teil der Kinder mit Hirntumor (n = 6) die einfachere Form, dem anderen Teil (n = 26) vorgegeben. Die Kinder der Kontrollgruppe (n=102) wurden ebenfalls mit der einfacheren Form des Subtests *geteilte Aufmerksamkeit* untersucht. Aufgrund der unterschiedlichen Testvorgaben muss auf weitere Analysen verzichtet werden, da zum einen die ermittelte Struktur der geteilten Aufmerksamkeit in der Kontrollgruppe nicht auf die Versuchsgruppe übertragen werden kann und zum anderen etwaige Berechnungen und deren Interpretationen nicht gerechtfertigt wären um valide Aussagen tätigen zu können.

Zur Übersicht werden die Rohwerte für die einzelnen Gruppen deskriptiv in Tabelle 11 dargestellt.

Gruppe	Skala	N	Mittelwert	Standardabweichung
None	Fehler	102	7,2647	16,71658
	Auslassungen	102	4,3137	5,62875
	Median der RZ	102	718,5098	112,47352
	Stabilität der Leistung	101	221,1980	83,28722
Erkrankungen des ZNS	Fehler	3	11,6667	16,77299
	Auslassungen	3	4,6667	4,04145
	Median der RZ	3	679,6667	120,35918
	Stabilität der Leistung	3	213,6667	60,01111
Andere	Fehler	9	4,2222	4,73756
	Auslassungen	9	5,5556	9,50146
	Median der RZ	9	797,3333	172,97037
	Stabilität der Leistung	9	257,3333	82,37566
Hirntumor	Fehler	30	18,0667	28,11299
	Auslassungen	30	8,3667	7,84102
	Median der RZ	30	761,7000	135,96301
	Stabilität der Leistung	29	290,4483	112,73534

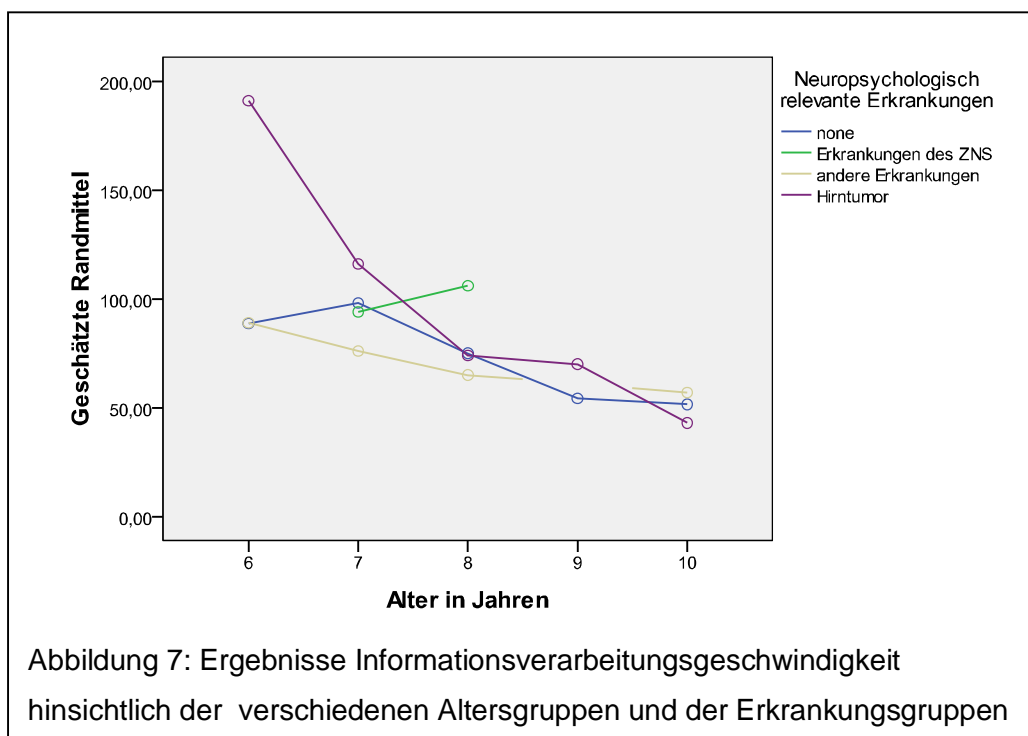
Aufgrund der Stichprobengröße wird auf eine Unterscheidung der beiden Testverfahren verzichtet. In allen Testwerten sind sowohl Mittelwert als auch die Standardabweichung erhöht. Ob die Testergebnisse auf die schwierigere Testbedingung oder auf ein tatsächliches schlechteres Leistungsniveau zurückzuführen ist, kann anhand der Daten nicht beurteilt werden. Die Werte sollen lediglich als Richtwert betrachtet werden, genauere Interpretationen sind unangebracht.

3.2.5 Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Zur Überprüfung der Verarbeitungsgeschwindigkeit wurde der Trail-Making-Test eingesetzt. Im Laufe des Untersuchungszeitraumes wurde von einer Vorgängerversion auf eine aktuellere, den Testgütekriterien besser entsprechenden Version gewechselt.

In einem ersten Schritt wurden lediglich alle Kinder, welche mit der neueren Testversion untersucht wurden, anhand der erbrachten Reaktionszeit miteinander verglichen. Berechnet wurde eine zwei-faktorielle ANOVA mit den beiden unabhängigen Variablen Alter und Erkrankungsgruppe. Es konnte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Alters ($F = 5,094$; $p = 0,001$) mit geringer Effektgröße ($\eta^2 = 0,152$) aufgedeckt werden. In Bezug auf die Erkrankungsgruppen kann ein Trend zum Unterschied ($F = 2,064$; $p = 0,109$) erkennbar werden. Eine Wechselwirkung konnte nicht ermittelt werden. Aufgrund der nicht gegebenen Homogenität wurde ein konservativeres Signifikanzniveau ($p = 0,01$) gewählt.

Hinsichtlich des Alters unterscheiden sich jüngere (sechs- und siebenjährig) von älteren Kindern (neun- und zehnjährige). Die Verarbeitungsgeschwindigkeit nimmt erwartungsgemäß mit zunehmendem Alter zu, das heißt die Bearbeitungszeit wird kürzer. Die Ergebnisse sollen in einer Abbildung (Abb. 7) verdeutlicht werden. Beachtlich sind die großen Unterschiede bei jüngeren Kindern zwischen der gesunden Gruppe und der Gruppe mit Hirntumor.



Aufgrund der sehr geringen Stichprobengröße in der Versuchsgruppe sind genauere Aussagen hier nur schwer möglich. Daher sollen in einem zweiten Schritt alle Kinder,

unabhängig davon, ob das Kind mit dem Vorgänger oder aktuellen Version des Trail-making Test untersucht wurde, miteinander verglichen werden.

In diesem Fall muss auf die sehr validen Reaktionszeiten verzichtet werden. Es soll lediglich unterschieden werden, ob die Verarbeitungskapazität auffällig oder unauffällig ist. Für die ältere Version wurden die Kriterien des Testmanuals angewendet. Für die aktuelle Version erfolgte die Zuordnung nach festgelegten Cut-off-Werten durch die Kontrollgruppe, somit konnte umgangen werden, dass es für Kinder unter acht Jahren keine Normen gibt.

Des Weiteren gibt es Unterschiede in den Testverfahren selbst, da in der neueren Testversion zu den Zahlen, die verbunden werden müssen, zusätzlich Buchstaben abgebildet sind, die das Kind während der Bearbeitung ignorieren muss. Diese zusätzliche Forderung fehlt in der alten Version.

Mögliche Verzerrungen sind aus den genannten Gründen nicht auszuschließen, allerdings sollen die Berechnungen nicht ausgelassen werden, um nicht auf die Datenvielfalt verzichten zu müssen. Die Ergebnisse sollen einen Anhaltspunkt für weitere Untersuchungen darstellen.

Der durchgeführte χ^2 -Test weist auf einen signifikanten Zusammenhang hin ($\chi^2 = 12,606$; $p = 0,006$). Der Kontingenzkoeffizient weist jedoch auf einen eher geringen Zusammenhang ($r = 0,272$; $p = 0,006$) hin. In Anbetracht der prozentuellen Verteilung kann gezeigt werden, dass Kinder mit einem Hirntumor vergleichsweise mehr auffällige Kinder innerhalb ihrer Gruppe aufweisen als die Kinder der Kontrollgruppe.

Tabelle 12: Prozentuale Darstellung der Verteilung von unauffälligen bzw. auffälligen Kindern in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit hinsichtlich der Erkrankungsgruppen

			Neuropsychologisch relevante Erkrankungen				Gesamt
			KG	Erkrankungen des ZNS	andere Erkrankungen	Hirntumor	
Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit	unauffällig	Anzahl	86	5	9	24	124
		%	84,3%	55,6%	100,0%	63,2%	78,5%
	auffällig	Anzahl	16	4	0	14	34
		%	15,7%	44,4%	,0%	36,8%	21,5%
Gesamt		Anzahl	102	9	9	38	158
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

% innerhalb von Neuropsychologisch relevanten Erkrankungen

3.2.6 Fokussierte Aufmerksamkeit

Die „fokussierte Aufmerksamkeit“ wird durch das Absuchen nach bestimmten Symbolen innerhalb von zwei Minuten beurteilt (Untertes „Symbolsuche“ des HAWIk IV). Mittels einer zweifaktoriellen ANOVA mit den abhängigen Variablen Alter und Erkrankungsgruppe konnte zwischen den 102 gesunden Kindern und den 12 mit diesem Untertest untersuchten Kindern mit Hirntumor hinsichtlich der richtig gelösten Aufgaben kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Auch eine Analyse der dichotomisierten Variable „auffälliger“ bzw. „unauffälliger“ Kinder konnte keinerlei Zusammenhänge zu erkrankten bzw. nicht erkrankten Kindern darstellen.

3.3 BETRACHTUNG KRANKHEITSRELEVANTER PARAMETER

Im Folgenden sollen diverse krankheitsrelevante Parameter innerhalb der Versuchsgruppe untersucht werden. Da es insbesondere im klinischen Bereich eine Schwierigkeit darstellt, genügend Probanden zu finden, um diese wiederum in aussagekräftige Subgruppen unterteilen zu können, soll die nachstehende Erläuterung als Über- bzw. Ausblick für nachfolgende Untersuchungen betrachtet werden.

3.3.1 Alter

Schon in den vorhergehenden Kapiteln wurde durch die Ergebnisse die Relevanz des Alters deutlich. Zur Untersuchung möglicher Unterschiede zwischen den Gruppen werden die Rohwerte herangezogen, da in normierten Werten bzw. der kategorisierten Variable von „auffälligen“ Kindern und „unauffälligen“ Kindern das Alter bereits berücksichtigt wird. Berechnet wurde eine einfaktorielle ANOVA. Bei etwaigen signifikanten Unterschieden wurde zur genaueren Unterscheidung ein Post-hoc-Test gerechnet (bei vorhandenen homogenen Stichproben: Gabriel; bei nicht vorhandener Homogenität: Games-Howell).

Interessanterweise konnte lediglich in der *Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen* ein signifikanter Unterschied ($F = 3,528$; $p < 0,013$) zwischen den Altersgruppen erkennbar werden. Der Post-hoc-Test für homogene Gruppen ergab ähnliche Ergebnisse wie in der Kontrollgruppe: Sechsjährige unterscheiden sich von den Sieben-, Acht-, Neun- und Zehnjährigen ($p < 0,05$). Zwischen den übrigen Testwerten der einzelnen Konstrukte konnte kein Unterschied dargestellt werden.

Für die Testwerte der fokussierten Aufmerksamkeit lässt die geringe Anzahl der Stichprobe keine weitere Differenzierung zu.

Erkrankungsalter und die Dauer der Behandlung spielen bei vielen Autoren eine wesentliche Rolle (Dennis, et al., 1998; Mulhern, et al., 2004; Palmer, et al., 2001; Reeves, et al., 2006). Für die genaue Untersuchung der beiden Komponenten wäre eine Teilung der ohnehin sehr kleinen Stichprobe notwendig. Dies macht die detaillierte Berechnung von Unterschieden mittels Varianzanalysen unmöglich.

Die Berechnungen eines χ^2 -Test mit gebildeten größerer Gruppen (frühes und spätes Erkrankungsalter, bzw. lange und kurze Behandlungsdauer) lassen einen signifikanten Zusammenhang zwischen *alertness* und dem Erkrankungsalter ($\chi^2 = 10,192$; $p = 0,017$) darstellen. Über den genauen Zusammenhang (Kontingenzkoeffizienten: $r = 0,408$; $p = 0,017$) können keine näheren Angaben gemacht werden. Hinsichtlich der Dauer der Erkrankung konnten keine Unterschiede dargestellt werden.

3.3.2 Behandlung

Im Groben dargestellt, werden Kinder mit Hirntumor mit einem operativen Eingriff, einer Chemotherapie, einer Strahlentherapie bzw. einer Kombination von zwei oder drei Methoden behandelt.

Aufgrund der sehr kleinen Gruppen werden die einzelnen Kombinationsmöglichkeiten zu größeren Gruppen zusammengefasst, um aussagekräftiger zu sein. Somit wird nur mehr zwischen einer Gruppe ohne Behandlung, einer Gruppe mit Operation oder Chemotherapie, einer Gruppe mit jeweils zwei Behandlungsformen und einer Gruppe mit allen drei Methoden unterschieden.

Die Berechnung von einfaktoriellen ANOVAs konnte, wider Erwarten aufgrund der Literatur, keine signifikanten Unterschiede für die verschiedenen Behandlungskombinationen hinsichtlich der differenzierten Aufmerksamkeitskonstrukte geben. Auch der χ^2 -Test konnte keine signifikanten Zusammenhänge ermitteln. Die nicht signifikanten Ergebnisse lassen sich möglicherweise durch die geringe Stichprobe erklären.

3.3.3 Lokalisation

Die Möglichkeit der Lokalisation eines Hirntumors ist sehr vielfältig. Aus diesem Grund würde es zu viele Subgruppen mit zu kleinen Stichproben geben um tatsächlich eine relevante Aussage machen zu können. Der Vollständigkeit halber wurden jedoch auch hier Kreuztabellen zur Unterscheidung zwischen auffälligen und unauffälligen Kindern in gewählten Aufmerksamkeitskonstrukten hinsichtlich der Lokalisation gewählt und mittels χ^2 -Tests auf Signifikanz geprüft.

Wie erwartet, konnten aufgrund der zu kleinen Subgruppen keine signifikanten Zusammenhänge dargestellt werden.

3.3.4 Neurologischer Zustand

Der neurologische Zustand der Kinder wurde von den behandelnden ermittelt. In die Berechnungen der vorliegenden Untersuchung wurde die Gesamteinschätzung im Neurostatus einbezogen, wobei folgende vier Kategorien unterschieden wurden: unauffällig, leichte im Alltag kaum merkbare, mittlere oder starke Einschränkungen.

Von den 62 untersuchten Kindern sind 17 unauffällig, 26 leicht, 11 mittel und 8 schwer beeinträchtigt. Es sollte untersucht werden, ob es bezüglich der Beurteilung Unterschiede in den Testleistungen der Kinder gibt.

In der durchgeführten ANOVA konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Beurteilung und der unterschiedlichen Aufmerksamkeitskonstrukte dargestellt werden. In der anschließenden Berechnung von χ^2 -Test mit den dichotomisierten Testleistungen konnte lediglich ein Trend zum Zusammenhang mit der *Ablenkbarkeit* ($p < 0,1$) erkennbar werden.

3.3.5 Elterneinschätzungen mittels SDQ

Für die Beschreibung der Struktur der Aufmerksamkeit wurden Leistungen der Kinder mit den Elterneinschätzungen mittels SDQ verglichen. Unterschiedlich beurteilte Kinder zeigten jedoch keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse. Zur Vollständigkeit sollte auch hier der Zusammenhang bzw. möglich Wechselwirkungen überprüft werden um festzustellen, ob sich denn ähnliche Ergebnisse wie die in der Norm ergeben.

Berechnet wurden Pearson-Produktmoment-Korrelationen für die Leistungen der Aufmerksamkeit und die konstruktnahen Items des SDQ („overall stress“, „emotional distress“, „behavioural difficulties“, „hyperactivity and attentional difficulties“).

Es konnten keinerlei Zusammenhänge dargestellt werden.

4 DISKUSSION UND AUSBLICK

In der vorangegangenen Studie wurde versucht eine differenzierte Darstellung der Struktur einzelner Aufmerksamkeitskonstrukte bei Kindern mit Gehirntumoren darzustellen.

Aufgrund der Modellvielfalt und Uneinigkeit in der Definition einzelner Aufmerksamkeitskonstrukte wurde in einem ersten Schritt, anhand von bestehenden Aufmerksamkeitsmodellen, ein einheitliches Modell mit dementsprechenden Definitionen dargestellt.

Die so ausgewählten Konstrukte (Alertness, Daueraufmerksamkeit, Ablenkbarkeit, geteilte Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, fokussierte Aufmerksamkeit) wurden differenziert voneinander in einer Normpopulation gesunder Volksschulkinder untersucht. Anhand von Faktorenanalysen wurden für Alertness, Daueraufmerksamkeit, Ablenkbarkeit und geteilter Aufmerksamkeit Faktoren zur Beschreibung der jeweiligen Konstrukte extrahiert.

Mittels ausgewählter Testkennwerte wurden die Kinder mit Hirntumor in Bezug auf die Aufmerksamkeitskonstrukte im Vergleich zu der gesunden Normstichprobe dargestellt und beschrieben.

Hinsichtlich der *Alertness*, welche die allgemeine Wachheit, Stabilität oder Konstanz in der Arbeitsleistung und die Reaktionsfähigkeit beschreibt (Posner & Boies, 1971; Posner & Petersen, 1990; Sturm, 2002b, 2003), konnte mittels dem gleichnamigen Subtest der Kitap zwischen den gesunden Kindern und den Kindern, welche an einem Hirntumor erkrankt sind, ein signifikanter Unterschied gezeigt werden. Zudem konnte dargestellt werden, dass jüngere Kinder wesentlich stärkere Beeinträchtigungen aufweisen. Dies geht mit früheren Ergebnissen einher (Dennis et al., 1998).

Hinsichtlich des gebildeten Faktors, der Reaktionszeit und Stabilität der Leistung vereint, konnten gleiche Ergebnisse erzielt werden. Lediglich das Alter hat hier keinen Einfluss. Eine Unterscheidung in auffällige und unauffällige Kinder konnte keine zusätzlichen Informationen liefern.

Als zweite Komponente der Aufmerksamkeit wurde die *Daueraufmerksamkeit* untersucht. Im entsprechenden Subtest konnte zwischen den gesunden und erkrankten Kindern kein Unterschied dargestellt werden. Dieses Ergebnis entspricht der Erwartung (Mabbott et al., 2008; Mulhern et al., 1992; Reeves et al., 2006). Jedoch muss berücksichtigt werden, dass es manchen der untersuchten Kinder erst gar nicht möglich war, die Aufgabe zu bewältigen. Mit Einbezug dieser Kinder zeigt sich, dass doch

vermehrt Probleme in diesem Bereich zu beobachten sind. Dies würde auch den Ergebnissen von Mulhern et al. (2001) entsprechen, die unter Berücksichtigung des Alters bei jüngeren Kindern vermehrt Auffälligkeiten feststellen konnten.

Im Hinblick auf genauere Untersuchungen wäre zudem interessant, die Aufmerksamkeit für einen längeren Zeitraum, der einer Schulstunde entspricht, auszuweiten, um der Alltagsrelevanz entsprechen zu können. Auch die Unterscheidung von verschiedenen Zeitintervallen wäre von Bedeutung, um den Verlauf der Aufmerksamkeit besser beschreiben zu können.

Auffälligkeiten in der *Ablenkbarkeit* konnte schon in früheren Studien dargestellt werden (Dennis et al., 1998; Reeves et al., 2006; Steinlin et al., 2003). Auch in dieser Untersuchung lassen sich entsprechende Auffälligkeiten feststellen.

Die *Ablenkbarkeit* wurde ebenfalls mittels des gleichnamigen Subtests der Kitap untersucht. Es konnten Unterschiede in den Testleistungen hinsichtlich der Beständigkeit der Leistung in ablenkenden Bedingungen bei Kindern mit Hirntumoren dargestellt werden. Bezüglich des Alters stellen die Ergebnisse ein schwer beschreibbares Profil dar. Tendenziell unterscheiden sich nicht nur jüngere von älteren Kindern, sondern die Distanz zwischen gesunden und erkrankten Kindern bei den jungen Kindern ist wesentlich größer. In Zukunft wäre es wünschenswert diesbezüglich genauere Untersuchungen mit einer ausreichend großen Stichprobe durchzuführen.

Hinsichtlich der Impulsivität vs. Reflexivität lassen sich keine Unterschiede erkennbar machen. Selbiges gilt auch für die Ergebnisse der klassifizierten Leistungen (auffällig vs. unauffällig).

Für die *geteilte Aufmerksamkeit* konnten aufgrund der unterschiedlichen Testvorgaben keine genauen Aussagen getätigt werden. Hier gibt es für nachfolgende Untersuchungen Nachholbedarf.

Kinder mit Hirntumor weisen im Vergleich zu gesunden Kindern eine signifikant langsamere *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* auf. Dies entgegnet dem paradoxen Phänomen, dass Kinder, die mit cranialer Radiotherapie behandelt werden, anfangs nicht nur bessere, sondern auch überdurchschnittliche Leistungen aufweisen (Copeland et al., 1999).

Besonders interessant ist das Ergebnis der *fokussierten Aufmerksamkeit*. Aufgrund der Ergebnisse kann kein signifikanter Unterschied zwischen gesunden Kindern und Kindern mit einem Hirntumor dargestellt werden.

Die Komponente der *fokussierten Aufmerksamkeit* wird in den meisten Modellen selten als eigenständige Komponente betrachtet (Schmidt-Atzert et al., 2008). Aufgrund der hier dargestellten Ergebnisse kann der Anspruch für eine getrennte Betrachtung gerechtfertigt werden, da es in diesem Bereich im Vergleich zu den übrigen Konstrukten der Aufmerksamkeit offensichtlich kein Problem gibt. Um eine Allgemeingültigkeit zu gewährleisten wäre allerdings von Relevanz, dass eine größere Stichprobe erhoben wird.

In Zukunft wird im Allgemeinen, um genauere Aussagen machen zu können, eine größere Stichprobe der hirntumorerkrankten Kinder notwendig sein. Es soll eine Unterscheidung der Behandlungsformen und deren Kombinationen und eine Unterscheidung der verschiedenen Lokalisationen des Tumors vorgenommen werden. Insbesondere dürften Behandlungsformen eine wesentliche Rolle spielen. So zeigen bereits frühere Untersuchungen, dass besonders Kinder mit cranialer Radiotherapie als gewählte Behandlungsform vermehrt Auffälligkeiten aufweisen (Palmer et al., 2003). Insbesondere dürfte dies eine Rolle bei Kindern im Schulalter spielen (Kapp, 2007). Die Lokalisation dürfte aufgrund der Beschaffenheit der Aufmerksamkeit eine untergeordnete Rolle spielen (Kopp & Wessel, 2008). Sie soll jedoch nicht außer Acht gelassen werden.

Verstärkt sollten auch mögliche andere Einflussvariablen wie Verhaltensauffälligkeiten emotionale Probleme, familiäre Situation, Aufmerksamkeits-Förderungen miteinbezogen werden um deren Wirkung zu untersuchen und mögliche Verzerrungen aufzudecken (de Ruiter et al., 2003).

So dürfte auch die Beschreibung der Aufmerksamkeitsproblematik durch die Eltern bzw. durch die Kinder von Relevanz sein. In der Beschreibung der Struktur der gesunden Kinder wurde ansatzweise versucht, eine Beziehung zwischen der Einschätzung der Aufmerksamkeit durch einen Elternteil und den Komponenten der Aufmerksamkeit herzustellen. Die Ergebnisse zeigen jedoch keinerlei Zusammenhänge. Allerdings ist zu erwähnen, dass lediglich ein Item zur Beschreibung herangezogen wurde. Es wird daher notwendig sein, weitere Befragungen konkreter und umfassender zu gestalten.

Zudem wurde versucht Zusammenhänge zwischen den konstrukt-nahen Skalen des SDQ und den einzelnen Aufmerksamkeitskonstrukten zu beschreiben, es konnten jedoch keine oder nur unbedeutende Korrelationen ermittelt werden. Auch der Versuch die Kinder hinsichtlich der SDQ-Skalen zu unterscheiden, um mögliche Wechselwirkungen zwischen ihnen und den kategorisierten Gesamtwerten zu erkennen, konnte keine signifikanten Ergebnisse zeigen. Besonders interessant ist, dass für die Skala zur Erfassung von hyperaktivem Verhalten und Schwierigkeiten im Bereich der

Aufmerksamkeit keinerlei Wechselwirkungen zu finden sind. Ebenso lassen sich diesbezüglich keine Unterschiede in den erbrachten Testleistungen auffinden.

Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass Eltern der erkrankten Kinder ihre Kinder im SDQ besser beurteilten als die Eltern gesunder Kinder. Dies wird den Überlegungen zur verzerrten Selbsteinschätzung, um den Leidensdruck zu verringern, gerecht (Falkensteiner et al., 2006; Volz Sidiropoulou et al., 2007).

Aufgrund der Ergebnisse wird es notwendig sein, umfassende Eltern- und Selbstbefragungen durchzuführen um zu verstehen, was Eltern oder Kinder als Beeinträchtigung verstehen und welche der Beurteilungen der Definition der Aufmerksamkeit am ehesten zugeordnet werden können.

Neben den Elternbefragungen wurde in dieser Arbeit auch die Einschätzung der Ärzte kurz angerissen. Hier gilt es zu beobachten, inwieweit die Einschätzungen der Ärzte mit tatsächlichen Leistungen übereinstimmen. Es konnte lediglich eine Wechselwirkung zwischen den eingeschätzten Gruppen der „Ablenkbarkeit“ dargestellt werden. Allerdings waren genauere Aussagen aufgrund der kleinen Stichprobengröße nicht ermittelbar.

Die genaue und differenzierte Beschreibung würde für validere Beurteilungen im Klinikalltag in der Zukunft beitragen und die Kritik von Ottensmeier et al. (2006), dass Alltagsbeobachtungen den Testleistungen nicht entsprechen würden, entschärfen.

Zudem sollen andere Krankheitsgruppen wie Kinder mit ADHS/ADS, Leukämie erkrankte Kinder, Kinder mit traumatischen Gehirnschäden bzw. anderen Erkrankungen zum Vergleich herangezogen werden um den Einfluss anderer Variablen weitgehend verständlich zu machen. Insbesondere der Stressfaktor durch die Erkrankung dürfte hier einen wesentlichen Ansatzpunkt darstellen.

Zusammenfassend bleibt zu sagen, dass Unterschiede zwischen gesunden Kindern und Kindern mit Hirntumor im Bereich der *Alertness*, *Ablenkbarkeit*, *Daueraufmerksamkeit* und *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* gezeigt werden können. Einen wesentlichen Einfluss spielt dabei das Alter. Hinsichtlich der *fokussierten Aufmerksamkeit* konnten keine Auffälligkeiten dargestellt werden.

Aufgrund der Ergebnisse in der globalen Einschätzungen durch die Eltern und in den Darstellungen der einzelnen Testkennwerte, lässt sich ableiten, dass eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Aufmerksamkeitskonstrukte tatsächlich Sinn macht und notwendig ist um im weiteren gezielte Fördermaßnahmen einsetzen zu können.

Für die Zukunft wird es wichtig sein, weitere Einflussfaktoren mit einzubeziehen und eine größere Anzahl an erkrankten Kindern zu rekrutieren um genauere Aussagen machen zu können.

ANHANG

ZUSAMMENFASSUNG - ABSTRACT

Ausgangslage: Aufgrund moderner Behandlungsmethoden steigt die Überlebenschance von Kindern mit Hirntumoren. Daraus ergeben sich in der Nachsorge, insbesondere für die Neuropsychologie neue Aufgaben. In dieser Arbeit soll auf das Problem der Aufmerksamkeit näher eingegangen werden, da einerseits Komplikationen in dieser Funktion bekundet werden und andererseits die Aufmerksamkeit für viele andere psychologische Funktionen (z. B. Merkfähigkeit, exekutive Funktionen,...) bedeutsam ist. Ziel war es die Funktion der Aufmerksamkeit in möglichst differenzierter Form darzustellen um Struktur und mögliche Probleme bei Kindern mit Hirntumoren beschreiben zu können. So wurde in einem ersten Schritt versucht ein Modell darzustellen, das wesentliche Ergebnisse empirischer und theoretischer Untersuchungen zu diversen Aufmerksamkeitskonstrukten vereint und schließlich eine Unterscheidung folgender sechs Konstrukte ermöglichte: Alertness, Ablenkbarkeit, Daueraufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit geteilte und fokussierte Aufmerksamkeit.

Patienten und Methoden: Anhand des dargestellten Modells wurden 54 Kinder mit Hirntumoren mit 102 gesunden Kindern hinsichtlich der differenzierten Aufmerksamkeitskonstrukte mittels der

Purpose: The opportunity for modern treatments increases the survival rate of children with brain tumors. Because of this, new tasks result for aftercare, but especially for neuropsychology. This paper focuses on the problem of Attention, as on one hand complications in this psychological function has been noticed, on the other hand attention is indispensable for other psychological functions (e.g. memory, executive functions ...). The aim was to describe the function of Attention in a very detailed way, so that structure and possible problems for children with brain tumors could be described or rather detected. First of all a model was provided, which describes discriminated constructs including important results of theoretical and empirical research. Following six constructs were chosen: Alertness, long-term-attention, ability of distraction, divided attention, processing speed and focused attention.

Patients and methods: Following the produced model 54 children with brain tumors were compared with 102 healthy children with regard to the discriminated attention constructs with ANOVA and a χ^2 -test. Each construct was tested with special chosen subtests of neuropsychological tests (KITAP, HAWIK-IV and D-KEFS).

ANOVA bzw. χ^2 -Tests verglichen. Die einzelnen Konstrukte wurden mittels ausgewählter Subtests neuropsychologischer Testverfahren (KITAP, HAWIK-IV und D-KEFS) getestet.

Ergebnisse: Bei Betrachtung der einzelnen Teilkomponenten der jeweiligen Konstrukte konnten im Bereich der *Alertness* und der *Ablenkbarkeit* signifikante Unterschiede festgestellt werden. Das Alter hat einen wesentlichen Einfluss. Hinsichtlich der *Daueraufmerksamkeit*, scheint es in den erbrachten Leistungen keine Unterschiede zu geben. Kinder mit Hirntumoren unterscheiden sich hingegen signifikant zu den gesunden Kindern, sofern man betrachtet, dass viele der Kinder nicht in der Lage sind die notwendige Aufgabe durchzuführen.

In der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* lassen sich signifikante Unterschiede aufdecken. Kinder mit Hirntumoren zeigen diesbezüglich eine Verlangsamung. In der *fokussierten Aufmerksamkeit* können keine Unterschiede dargestellt werden. Zur Vollständigkeit wurden weitere mögliche Faktoren (Alter des Kindes und Dauer der Erkrankung, Lokalisation und Behandlungsmethoden) bzw. Fremdbeschreibungen durch Eltern und Ärzte betrachtet.

Fazit: Aufgrund der Ergebnisse kann angenommen werden, dass sich Aufmerksamkeit in differenzierbare Konstrukte unterteilen lässt, in denen es in Teilbereichen beachtliche Unterschiede gibt.

Results: On closer examination for separate parts of individual constructs children with brain tumors show significant differences in *alertness* and *ability of distraction* regarding the age of the tested child.

It seems as if children with brain tumors have no problems in *long-term-attention*, although there is a notable difference, if children who can't handle the task at all, are included.

Concerning processing speed, there could be shown a significant slowing in the brain tumor group.

It appears that there are no differences in focused attention between tested children with brain tumors and healthy children.

To complete the descriptions in this paper further factors (age of child and duration of illness, location, treatments) and descriptions of attention performance of the child (threw parents and doctors (neurostatus) were examined.

Conclusion: In summary attention can be distinguished in separate constructs. Differences can be confirmed in parts of the constructs of attention, relating to the shown results.

DESKRIPTIVE STATISTIK

Ergänzend wird im folgenden eine Auflistung der Mittelwerte und Standardabweichung der verschiedenen Erkrankungsgruppen hinsichtlich der differenzierten Konstrukte tabellarisch dargestellt.

Tabelle 13: Deskriptive Statistik der einzelnen Aufmerksamkeitskonstrukte

	Abhängige Variable	Neuropsychologisch relevante Erkrankungen	Mittelwert	Standardabweichung	N
Alertness	Alertness - Faktor	KG	-,1706	,65535	102
		Erkrankungen des ZNS	,0245	1,08367	12
		andere Erkrankungen	,0864	1,75247	9
		Hirntumor	,3203	1,37807	51
		Gesamt	,0000	1,03156	174
	Alertness – Median der RZ	KG	334,1176	59,67956	102
		Erkrankungen des ZNS	340,3333	59,30098	12
		andere Erkrankungen	342,6667	127,76541	9
		Hirntumor	372,3529	126,69378	51
		Gesamt	346,1954	89,37372	174
	Alertness – Stabilität der Leistung	KG	72,7647	47,38115	102
		Erkrankungen des ZNS	93,4167	103,82806	12
		andere Erkrankungen	99,6667	128,35790	9
		Hirntumor	106,0784	91,89055	51
		Gesamt	85,3448	73,71321	174
Daueraufmerksamkeit	Leistungen der Daueraufmerksamkeit	none	-,0226	,98447	102
		Erkrankungen des ZNS	-,3925	,79745	8
		andere Erkrankungen	,1125	1,03263	9
		Hirntumor	,2219	1,03929	20
		Gesamt	,0000	,98457	139
	Fehler in der Daueraufmerksamkeit	none	-,1457	,66525	102
		Erkrankungen des ZNS	,9072	1,65932	8
		andere Erkrankungen	-,1955	,41814	9
		Hirntumor	,4808	1,75203	20
		Gesamt	,0018	,99786	139

Ablenkbarkeit	Beständigkeit d. Leistung in ablenkenden Bedingungen	none	-,1160	,86911	102
		Erkrankungen des ZNS	,0613	1,20586	12
		andere Erkrankungen	-,1133	,66337	9
		Hirntumor	,2330	1,19802	52
		Gesamt	,0000	,99816	175
	Impulsivität vs. Reflexivität	none	-,0764	,92179	102
		Erkrankungen des ZNS	,2766	,77178	12
		andere Erkrankungen	-,2557	,79064	9
		Gehirntumor	,1303	1,22128	52
		Gesamt	,0000	1,00694	175
Informations-verarbeitungs-geschwindigkeit	none	73,8922	33,72395	102	
	Erkrankungen des ZNS	100,0000	8,48528	2	
	andere Erkrankungen	75,5556	24,99556	9	
	Hirntumor	93,1765	56,23637	17	
	Gesamt	76,9308	37,04684	130	
Fokussierte Aufmerksam-keit	none	19,6765	7,40773	102	
	Erkrankungen des ZNS	22,0000		1	
	andere Erkrankungen	22,0000	5,14782	9	
	Hirntumor	20,2500	6,35503	12	
	Gesamt	19,9194	7,12786	124	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Integriertes Aufmerksamkeitsmodell.....	8
Abbildung 2: Anatomie von Aufmerksamkeitsstörungen (Schnider, 2004)	10
Abbildung 3: Grafische Darstellung des Einflusses der Aufmerksamkeit auf höhere kognitive Funktionen (Reddick, et al., 2003).....	16
Abbildung 4: Ergebnisse der Reaktionszeiten hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen und der Erkrankungsgruppen.....	48
Abbildung 5: Ergebnisse der Stabilität der Leistung hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen und der Erkrankungsgruppen.....	49
Abbildung 6: Ergebnisse der Beständigkeit der Leistung hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen und der Erkrankungsgruppen.....	52
Abbildung 7: Ergebnisse Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen und der Erkrankungsgruppen.....	54

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auflistung ausgewählter Testverfahren.....	19
Tabelle 2: Häufigkeitsdarstellung der Tumortypen nach ICD Achse 4 in Bezug auf Alter .	33
Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der untersuchten Kinder hinsichtlich Erkrankung und Alter	33
Tabelle 4: Häufigkeit Alter x Geschlecht.....	34
Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung Schulklasse x Geschlecht	34
Tabelle 6: Rotierte Komponentenmatrix für die <i>Daueraufmerksamkeit</i> und Bezeichnung der Faktoren	39
Tabelle 7: Rotierte Komponentenmatrix der <i>Ablenkbarkeit</i> und Bezeichnung der Faktoren	40
Tabelle 8: Rotierte Komponentenmatrix der <i>Geteilte Aufmerksamkeit</i> und Bezeichnung der extrahierten Komponenten.....	41
Tabelle 9: Korrelationsmatrix der ermittelten Faktorscores differenzierter Konstrukte	42
Tabelle 10: Prozentuale Darstellung der Verteilung von unauffälligen bzw. auffälligen Kindern in der Daueraufmerksamkeit hinsichtlich der Erkrankungsgruppen.....	51
Tabelle 11: Deskriptive Darstellung von erzielten Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit hinsichtlich der differenzierten Gruppen.....	53
Tabelle 12: Prozentuale Darstellung der Verteilung von unauffälligen bzw. auffälligen Kindern in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit hinsichtlich der Erkrankungsgruppen.....	55
Tabelle 13: Deskriptive Statistik der einzelnen Aufmerksamkeitskonstrukte.....	iii

LITERATUR

- Babcock, M. A., Kostova, F. V., Guha, A., Packer, R. J., Pollack, I. F. & Maria, B. L. (2008). Tumors of the central nervous system: clinical aspects, molecular mechanisms, unanswered questions, and future research directions. *Journal of Child Neurology*, 23(10), 1103-1121.
- Bodenburg, S. (2001). *Einführung in die Klinische Neuropsychologie; Introduction in clinical neuropsychology*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and communication*. London, New York: Pergamon Press.
- Bühner, M., Schmidt-Atzert, L., Richter, S. & Grieshaber, E. (2002). Selbstbeurteilungen der Aufmerksamkeit: Ein Vergleich zwischen Hirngeschädigten und Gesunden. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 13(4), 263-269.
- Butler, R. W. & Haser, J. K. (2006). Neurocognitive effects of treatment for childhood cancer. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 12(3), 184-191.
- Copeland, D. R., deMoor, C., Moore, B. D., & Ater, J. L. (1999). Neurocognitive development of children after a cerebellar tumor in infancy: A longitudinal study. *Journal of Clinical Oncology*, 17(11), 3476-3486.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Dobmeyer, S., Shulman, G. L. & Petersen, S. E. (1991). Selective and divided attention during visual discriminations of shape, color, and speed: functional anatomy by positron emission tomography. *Journal of Neuroscience*, 11(8), 2383-2402.
- Corbetta, M. & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nat Rev Neurosci*, 3(3), 201-215.
- Corchs, S. & Deco, G. (2004). Feature-based attention in human visual cortex: simulation of fMRI data. *Neuroimage*, 21(1), 36-45.
- Coull, J. T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. & Grasby, P. M. (1996). A fronto-parietal network for rapid visual information processing: a PET study of sustained attention and working memory. *Neuropsychologia*, 34(11), 1085-1095.
- de Ruiter, M. B., Phaf, R. H., Veltman, D. J., Kok, A. & van Dyck, R. (2003). Attention as a characteristic of nonclinical dissociation: an event-related potential study. *Neuroimage*, 19(2 Pt 1), 376-390.
- Degerman, A., Rinne, T., Pekola, J., Autti, T., Jaaskelainen, I. P., Sams, M. et al. (2007). Human brain activity associated with audiovisual perception and attention. *Neuroimage*, 34(4), 1683-1691.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System; D-KEFS*. Texas: Psychological Corporation.
- Dennis, M., Hetherington, C. R. & Spiegler, B. J. (1998). Memory and attention after childhood brain tumors. *Medical Pediatric Oncology Supplement 1*, 25-33.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963). Attention: Some Theoretical Considerations. *Psychological Review*, 70(1), 80-90.
- Falkensteiner, G., Heger-Binder, G., Kartusch, B., Marold, A. & Swoboda, G. (2006). Aufmerksamkeitsstörungen. In J. Lehrner, G. Pusswald, E. Fertl, W. Strubreither & I. Kryspin Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie; Grundlagen, Diagnostik, Rehabilitation* (S. 420-430). Wien: Springer.
- Fan, J. & Posner, M. (2004). Human attentional networks. *Psychiatrische Praxis*, 31 Suppl 2, S210-S214.
- Fröhlich, W. D. (Hrsg.) (2005). *Wörterbuch Psychologie* (Band 25). München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Goodman, R. (1997). *Strengths & Difficulties Questionnaires (SDQ)*. Retrieved June 22, 2009, from <http://www.sdqinfo.com>
- Gottwald, B., Mihajlovic, Z., Wilde, B. & Mehdorn, H. M. (2003). Does the cerebellum contribute to specific aspects of attention? *Neuropsychologia*, 41(11), 1452-1460.

-
- Habekost, T. & Starrfelt, R. (2009). Visual attention capacity: a review of TVA-based patient studies. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(1), 23-32.
- Herrmann, M. J., Woidich, E., Schreppel, T., Pauli, P. & Fallgatter, A. J. (2008). Brain activation for alertness measured with functional near infrared spectroscopy (fNIRS). *Psychophysiology*, 45(3), 480-486.
- Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). *Lehrbuch der Klinischen Kinderneuropsychologie. Grundlagen, Syndrome, Diagnostik und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Heubrock, D. & Petermann, F. (2001). *Aufmerksamkeitsdiagnostik* (Band 2). Göttingen: Hogrefe.
- Johnson, J. A., & Zatorre, R. J. (2006). Neural substrates for dividing and focusing attention between simultaneous auditory and visual events. *Neuroimage*, 31(4), 1673-1681.
- Kapp-Simon, K, Speltz, M., Cunningham, M., Patel, P. & Tomita, T. (2007) Neurodevelopment of children with single suture craniosynostosis: a review. *Childs Nerv System*. 23, 269-281
- Konrad, K., Gauggel, S. & Jansen, H. T. (1998). Hirntumorerkrankungen im Kindesalter: Kognitive, affektive und psychosoziale Langzeitfolgen. *Kindheit und Entwicklung*, 7(3), 154-162.
- Kopp, B. & Wessel, K. (2008). Neuropsychologie der Aufmerksamkeit. *Aktuelle Neurologie*, 35, 16-27.
- Mabbott, D. J., Penkman, L., Witol, A., Strother, D. & Bouffet, E. (2008). Core neurocognitive functions in children treated for posterior fossa tumors. *Neuropsychology*, 22(2), 159-168.
- Mayer, J. S., Bittner, R. A., Nikolic, D., Bledowski, C., Goebel, R. & Linden, D. E. (2007). Common neural substrates for visual working memory and attention. *Neuroimage*, 36(2), 441-453.
- Moore, B. D., 3rd, Ater, J. L. & Copeland, D. R. (1992). Improved neuropsychological outcome in children with brain tumors diagnosed during infancy and treated without cranial irradiation. *Journal of Child Neurology*, 7(3), 281-290.
- Moray, N. (1970). Introductory experiments in auditory time sharing: detection of intensity and frequency increments. *J Acoust Soc Am*, 47(4), 1071-1073.
- Müller, H. (2003). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In H. O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (Band 2, S. 245-281). Berlin: Springer.
- Mulhern, R. K. & Butler, R. W. (2004). Neurocognitive sequelae of childhood cancers and their treatment. *Pediatric Rehabilitation*, 7(1), 1-14.
- Mulhern, R. K., Hancock, J., Fairclough, D. & Kun, L. (1992). Neuropsychological status of children treated for brain tumors: a critical review and integrative analysis. *Medical and Pediatric Oncology*, 20(3), 181-191.
- Mulhern, R. K., Kepner, J. L., Thomas, P. R., Armstrong, F. D., Friedman, H. S. & Kun, L. E. (1998). Neuropsychologic functioning of survivors of childhood medulloblastoma randomized to receive conventional or reduced-dose craniospinal irradiation: a Pediatric Oncology Group study. *Journal of Clinical Oncology*, 16(5), 1723-1728.
- Mulhern, R. K., Merchant, T. E., Gajjar, A., Reddick, W. E. & Kun, L. E. (2004). Late neurocognitive sequelae in survivors of brain tumours in childhood. *Lancet Oncology*, 5(7), 399-408.
- Mulhern, R. K., Palmer, S. L., Reddick, W. E., Glass, J. O., Kun, L. E., Taylor, J. et al. (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.
- Mulhern, R. K., Reddick, W. E., Palmer, S. L., Glass, J. O., Elkin, T. D., Kun, L. E. et al. (1999). Neurocognitive deficits in medulloblastoma survivors and white matter loss. *Annals of Neurology*, 46(6), 834-841.
- Oswald, W. D. & Roth, E. (1987). *ZVT, Zahlenverbindungstest, Handanweisung* (Vol. 2). Göttingen: Hogrefe.
-

-
- Ottensmeier, H., Galley, N., Rutkowski, S. & Kuehl, J. (2006). Kurzgefasste Intelligenzdiagnostik bei Hirntumoren. *Kindheit und Entwicklung*, 15(2), 100-106.
- Packer, R. J. (2008). Childhood brain tumors: accomplishments and ongoing challenges. *Journal of Child Neurology*, 23(10), 1122-1127.
- Palmer, S. L., Gajjar, A., Reddick, W. E., Glass, J. O., Kun, L. E., Wu, S. et al. (2003). Predicting intellectual outcome among children treated with 35-40 Gy craniospinal irradiation for medulloblastoma. *Neuropsychology*, 17(4), 548-555.
- Palmer, S. L., Goloubeva, O., Reddick, W. E., Glass, J. O., Gajjar, A., Kun, L. et al. (2001). Patterns of intellectual development among survivors of pediatric medulloblastoma: a longitudinal analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 19(8), 2302-2308.
- Peelen, M. V., Heslenfeld, D. J. & Theeuwes, J. (2004). Endogenous and exogenous attention shifts are mediated by the same large-scale neural network. *Neuroimage*, 22(2), 822-830.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2007). *HAWIK-IV; Hamburg-Wechsler-Intelligenztest fuer Kinder*. Hamburg: Hans Huber.
- Pollmann, S., Weidner, R., Muller, H. J. & von Cramon, D. Y. (2000). A fronto-posterior network involved in visual dimension changes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(3), 480-494.
- Posner, M. I. & Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78(5), 391-408.
- Posner, M. I. & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Prosiegel, M. (2002). Störungen der Aufmerksamkeit und des Bewusstseins, Störungen bei thalamischen Läsionen. In M. Prosiegel, M. Paulig, S. Böttger, J. Radau & P. A. Winkler (Hrsg.), *Klinische Hirnanatomie* (S.120-137). München: Richard Pflaum.
- Reddick, W. E., Glass, J. O., Palmer, S. L., Wu, S., Gajjar, A., Langston, J. W. et al. (2005). Atypical white matter volume development in children following craniospinal irradiation. *Neurooncology*, 7(1), 12-19.
- Reddick, W. E., White, H. A., Glass, J. O., Wheeler, G. C., Thompson, S. J., Gajjar, A. et al. (2003). Developmental model relating white matter volume to neurocognitive deficits in pediatric brain tumor survivors. *Cancer*, 97(10), 2512-2519.
- Reeves, C. B., Palmer, S. L., Reddick, W. E., Merchant, T. E., Buchanan, G. M., Gajjar, A. et al. (2006). Attention and memory functioning among pediatric patients with medulloblastoma. *Journal of Pediatric Psychology*, 31(3), 272-280.
- Ribi, K., Rely, C., Landolt, M. A., Alber, F. D., Boltshauser, E. & Grotzer, M. A. (2005). Outcome of medulloblastoma in children: long-term complications and quality of life. *Neuropediatrics*, 36(6), 357-365.
- Riva, D. & Giorgi, C. (2000). The cerebellum contributes to higher functions during development: evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa tumours. *Brain*, 123, 1051-1061.
- Ronning, C., Sundet, K., Due-Tonnessen, B., Lundar, T. & Helseth, E. (2005). Persistent cognitive dysfunction secondary to cerebellar injury in patients treated for posterior fossa tumors in childhood. *Pediatric Neurosurgery*, 41(1), 15-21.
- Schatz, J., Kramer, J. H., Ablin, A. & Matthay, K. K. (2000). Processing speed, working memory, and IQ: a developmental model of cognitive deficits following cranial radiation therapy. *Neuropsychology*, 14(2), 189-200.
- Schmidt-Atzert, L., Bühner, M. & Enders, P. (2006). Messen Konzentrationstests Konzentration? Eine Analyse der Komponenten von Konzentrationsleistungen. [; Empirical Study; Assessment Method Description]. *Diagnostica*, 52(1), 33-44.
- Schmidt-Atzert, L., Krumm, S. & Bühner, M. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik - Ableitung eines Strukturmodells und systematische Einordnung von Tests. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19(2), 59-99.
- Schneider, F. & Fink, G. R. (2007). *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
-

-
- Schnider, A. (2004). *Verhaltensneurologie; Die neurologische Seite der Neuropsychologie. Eine Einführung für Ärzte und Psychologen*. Stuttgart: Thieme.
- Schweizer, T. A., Alexander, M. P., Cusimano, M. & Stuss, D. T. (2007). Fast and efficient visuotemporal attention requires the cerebellum. *Neuropsychologia*, 45(13), 3068-3074.
- Shiffrin, R. M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127-190.
- Steinlin, M., Imfeld, S., Zulauf, P., Boltshauser, E., Lovblad, K. O., Ridolfi Luthy, A. et al. (2003). Neuropsychological long-term sequelae after posterior fossa tumour resection during childhood. *Brain*, 126(9), 1998-2008.
- Sturm, W. (2002a). Aufmerksamkeitsstörungen. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie* (S. 372-392). Stuttgart: Thieme.
- Sturm, W. (2002b). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen. *Aktuelle Neurologie*, 29, 25-29.
- 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., de Simone, A., Krause, B. J., Specht, K., Hesselmann, V., Radermacher, I. et al. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 37(7), 797-805.
- Treisman, A. M. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Treisman, A. M. (1969). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review*, 76(3), 282-299.
- Treue, S. (2003). Neuronale Grundlagen von Aufmerksamkeit. In H. O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 259-267). Berlin: Springer.
- Volz Sidiropoulou, E., Böcker, M., Niemann, H., Privou, C., Zimmermann, P. & Gauggel, S. (2007). Skala zur Erfassung von Aufmerksamkeitsdefiziten (SEA). Erste psychometrische Evaluation mit einer Rasch-Analyse. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 18(4), 299-309.
- Ziino, C. & Ponsford, J. (2006). Selective attention deficits and subjective fatigue following traumatic brain injury. *Neuropsychology*, 20(3), 383-390.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (1993). TAP, Testbattery for Attentional Performance (Test Computer Program). Retrieved June 18, 2009, from the PSYNDEXplus Tests Database.
- Zimmermann, P., Gondan, M., & Fimm, B. (2003). *KITAP, Testatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder*. Herzogenrath: Psytest.

CURRICULUM VITAE

Liesa Josephine Weiler

28.11.1985	geboren in Steyr
1991/1992	Vorschule Rainbow Montessori School in Phoenix/Arizona
1992/1993	Erste Klasse Public School: Rainbow Montessori School in Phoenix/Arizona
1993-1996	Zweite – vierte Klasse Volksschule in Steyr
1996-2004	Bundesgymnasium Steyr
24.6.2004	Matura
Seit WS 2004	Studium der Psychologie an der Uni Wien
Mai 2005	Herausgabe meines Buches: „Auf den Spuren Franz Schuberts in Steyr“
Sommer 2006	Stellvertretende Pädagogische Leitung auf einem Ferienlager veranstaltet von der Wiener Jugenderholung
Sommer 2007	Stellvertretende Pädagogische Leitung auf einem Ferienlager veranstaltet von der Wiener Jugenderholung Ferialpraktikum im Krankenhaus Steyr und Sierning
WS 2007/08	Beginn Psychotherapeutisches Propädeutikum
Okt. 2007	20th European College of Neuropsychopharmacology Congress
Nov. 2007	bestNET Kongress (erster interdisziplinärer Kongress)
Sommer 2008	6-wöchiges Pflichtpraktikum im Krankenhaus Steyr „Neuropsychologie“ Pädagogische Leitung auf einem Ferienlager veranstaltet von der Wiener Jugenderholung Ferialpraktikum „Klinik Pirawarth“
Okt.2008-Apr.2009	Praktikum im „Foqus – Pflegezentrum/Ärzteheim Wien“
Sommer 2009	Pädagogische Leitung auf einem Ferienlager veranstaltet von der Wiener Jugenderholung
Seit WS 2007	Ehrenamtliche Tätigkeit im Rahmen des „Clinicnanny-Programms“ in der Kinderneuroonkologie AKH