



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Pädiatrische Kleinhirntumore und ihre Auswirkungen
auf Exekutivfunktionen und Verhalten – eine
retrospektive Analyse

Verfasserin

Irene Ritter, BA

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Ass.-Prof. Dr. Ursula Kastner-Koller

*Für meine Eltern, Lisbeth und Christoph Ritter, die mich immer dazu ermutigt
haben, meinen Interessen zu folgen und es mir ermöglicht haben,
unbeschwert zu studieren.*

DANKSAGUNG

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

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Mag. Dr. Thomas Pletscho, Bakk., der mich von Anfang an beim Schreiben dieser Arbeit intensiv betreute und mir stets mit wertvollen Ratschlägen tatkräftig zur Seite stand. Ein großer Dank geht auch an Mag. Dr. Ulrike Leiss, die auch an meiner Betreuung involviert war und mich mit viel fachlichem Wissen unterstützte. Auch möchte ich Hr. Pletscho und Fr. Leiss dafür danken, dass sie mich mit dem Thema der pädiatrischen Neuropsychologie vertraut machten, mein Interesse darin weckten und mir in diesem Gebiet durch ihre große Kompetenz viel beibringen konnten.

Ebenso gilt mein Dank meinen universitären Betreuern Ass. Prof. Dr. Kastner-Koller und Ass. Prof. Pia Deimann für ihre fachliche und prompte Unterstützung bei meiner Arbeit.

Ein ganz großes Danke geht auch an meine „partner in crime“ Hanna Aschauer, Nadine Möller und Felix Früchtenicht, die mich durch den ganzen Prozess hinweg begleiteten, mit mir Stunden bei der Datenerhebung verbrachten und dadurch nicht nur eine große inhaltliche Unterstützung waren, sondern vor allem sehr viel mehr Freude in den ganzen Prozess hineinbrachten. Auch sei Dank an Julia Fadler und Neeltje Obergfell, die auch im gleichen Boot saßen, und mir mit wertvollen Tipps weiterhalfen. Ich möchte auch dem restlichen Team des AKH Forschungsseminars für all ihre fachlichen und hilfreichen Anregungen danken.

Ich möchte mich bei meinem Vater bedanken, der nicht nur die Arbeit Korrekturgelesen hat, sondern mich auch sonst immer liebevoll im ganzen Prozess unterstützte und ermutigte. Ebenso danke ich meinen Geschwistern, insbesondere Anne für das Korrekturlesen, für ihre aufbauende Art.

Ein weiterer Dank geht an all meine vielen Freunde, insbesondere Kathrin Friedl, die mir freundschaftlich und emotional während des ganzen Prozess des Schreibens zur Seite standen.

Abschließend danke ich all jenen Personen, insbesondere Marianne Stephanides, Saskia Scheiba, Angela Seebacher, Sydney Schlokat und Oliver Wana, die mich während des Studiums begleitet und unterstützt haben, und dadurch das Entstehen dieser Arbeit wesentlich erleichtert haben.

Inhaltsverzeichnis

I. THEORETISCHER TEIL	1
1. Einleitung	1
2. Das Kleinhirn	3
2.1. Die Entwicklung des Kleinhirns im Kindes- und Jugendalter	4
3. Kleinhirntumore	7
3.1. Pädiatrische Neuroonkologie	7
3.1.1. Tumorarten des Zentralnervensystems.....	8
3.1.2. Ursachen und Risikofaktoren für eine Hirntumorerkrankung	9
3.1.3. Symptomatik von Hirntumoren.....	10
3.1.4. Behandlungsmöglichkeiten	11
3.2. Tumore des Kleinhirns	13
3.2.1. Medulloblastome	13
3.2.2. Ependymome	15
3.2.3. Cerebelläres pilozytisches Astrozytom.....	15
4. Exekutive Funktionen	17
4.1. Definitionen exekutiver Funktionen	17
4.2. Neuropsychologische Modelle.....	18
4.3. Die Taxonomie von Drechsler	21
4.3.1. Kognitive Regulation: Basale Regulationsprozesse.....	22
4.3.2. Kognitive Regulation: Komplexe Regulationsprozesse.....	23
4.3.3. Aktivitätsregulation.....	25
4.3.4. Emotionale Regulation.....	25
4.3.5. Soziale Regulation.....	26
4.4. Neuroanatomische Aspekte exekutiver Funktionen.....	26
4.5. Entwicklung von exekutiven Funktionen im Kindes und Jugendalter.....	27
4.6. Diagnostische Verfahren und methodische Besonderheiten bei der Erfassung exekutiver Funktionen	28
5. Grundlagen des Verhaltens bei Kindern und Jugendlichen	33
5.1. Zusammenhang zwischen Exekutivfunktionen und Verhalten	35
6. Neuropsychologie, organische Hirnschädigungen und psychische Störungen	39
6.1. Neuroanatomische Beteiligung des Kleinhirns bei neuropsychologischen Funktionen ..	40

7. Neuropsychologische Folgen aufgrund von Kleinhirntumoren	43
7.1. Das Posterior-Fossa Syndrom	44
7.2. Das cerebelläre kognitive affektive Syndrom (CCAS)	44
7.3. Auswirkungen von Kleinhirntumoren auf die exekutive Funktionen und das Verhalten	45
7.3.1. Auswirkungen pädiatrischer Kleinhirntumore auf die exekutiven Funktionen & das Verhalten	47
7.4. Risikofaktoren bei pädiatrischen Hirntumoren.....	50
8. Die Bedeutung von exekutiven Funktionen und Verhalten für den Schulalltag ..	53
II. EMPIRISCHER TEIL	55
9. Ausgangspunkt und Zielsetzung	55
10. Forschungsfragen	57
10.1. Forschungsfrage 1: Unterscheidung zur Normpopulation.....	57
10.2. Forschungsfrage 2: Einfluss der Risikofaktoren.....	57
10.3. Forschungsfrage 3: Vergleich der Testverfahren.....	59
11. Methode	61
11.1. Methodische Durchführung.....	61
11.2. Erhebungsinstrumente	62
11.2.1. Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen – BRIEF	62
11.2.2. Fragebogen zu Stärken und Schwächen – SDQ	64
11.2.3. Wisconsin Card Sorting Test – 64 Card Version.....	66
11.2.4. Computergestütztes Kartensortierverfahren	67
11.2.5. Trail Making Test	69
11.2.6. Intelligenztestbatterien	70
11.2.7. Medizinische Daten	70
11.3. Stichprobenbeschreibung.....	70
11.3.1. Normierungsstichproben	73
11.4. Statistische Auswertung	75
11.4.1. Zuordnung in Kategorien.....	76
12. Ergebnisse.....	79
12.1. Forschungsfrage 1: Unterscheidung zur Normpopulation.....	79
12.1.1. BRIEF	79
12.1.2. Wisconsin Card Sorting Test und computergestütztes Kartensortierverfahren.	79
12.1.3. TMT	81
12.1.4. SDQ	82

12.2.	Forschungsfrage 2: Einfluss von Risikofaktoren	84
12.2.1.	<i>Auswirkungen des Geschlechts auf exekutive Funktionen und Verhalten.....</i>	84
12.2.1.1.	<i>Auswirkungen des Geschlechts auf den BRIEF</i>	84
12.2.1.2.	<i>Auswirkungen des Geschlechts auf den SDQ.....</i>	86
12.2.1.3.	<i>Auswirkungen des Geschlechts auf den Trail Making Test.....</i>	88
12.2.1.4.	<i>Auswirkungen des Geschlechts auf den Wisconsin Card Sorting Test & das computergestütztes Kartensortierverfahren</i>	88
12.2.2.	<i>Auswirkungen der Tumorart auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten</i>	88
12.2.2.1.	<i>Auswirkungen der Tumorgruppe auf den BRIEF.....</i>	89
12.2.2.2.	<i>Auswirkungen der Tumorgruppen auf den SDQ</i>	94
12.2.2.3.	<i>Tumorgruppe und WCST.....</i>	95
12.2.2.4.	<i>Tumorgruppe und TMT</i>	95
12.2.3.	<i>Auswirkungen des Alters bei Diagnosestellung auf die exekutiven Funktionen und Verhalten</i>	96
12.2.4.	<i>Auswirkungen der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung auf die exekutiven Funktionen und Verhalten</i>	97
12.3.	Forschungsfrage 3: Vergleich der Testverfahren	98
13.	Diskussion.....	101
14.	Zusammenfassung und Ausblick	109
III.	LITERATURVERZEICHNIS	111
IV.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	125
V.	TABELLENVERZEICHNIS	126
VI.	ANHANG	129
	Zusammenfassung	129
	Abstract.....	130
	Curriculum Vitae: Irene Ritter	132

I. THEORETISCHER TEIL

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten stieg die Überlebensrate von Kindern und Jugendlichen mit Hirntumoren kontinuierlich an. Dieser Erfolg basiert auf immer mehr Fortschritten in der Diagnosestellung und Behandlung von Hirntumoren (Tallen, Henze, Creutzig, Dworzak, & Klingebiel, 2009). Aber auch wenn die Behandlungsmethoden immer besser werden, leiden die Betroffenen oft an schweren Langzeitfolgen der Erkrankung. Diese können vielseitig sein, von hormonellen, neurologischen Problemen bis hin zu neuropsychologischen Problemen, wie Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen. Die exekutiven Funktionen spielen eine große Bedeutung im Alltag, da sie Regulations- und Kontrollmechanismen sind, die es ermöglichen mit neuen und nicht gelernten Aufgaben zurecht zu kommen (Müller & Münte, 2009; Drechsler, 2007).

Immer mehr ForscherInnen haben sich daher diesem Thema gewidmet und konnten in ihren Forschungsergebnissen aufzeigen, dass Hirntumore und die damit verbundenen Behandlungen wie Chemo- oder Strahlentherapie neuropsychologische Beeinträchtigungen verursachen können. Diese treten nicht nur direkt nach der Behandlung des Tumors auf, sie nehmen oftmals mit der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung sogar zu (De Ruiter, Van Mourik, Schouten-Van Meeteren, Grottenhuis & Ossterlaan, 2013). Es ist daher verständlich, dass diese Beeinträchtigungen den Kindern und Jugendlichen auch viele Jahre nach der Erkrankung und Behandlung Schwierigkeiten im Alltag, in der Schule oder später im Berufsleben verursachen können. So benötigen ca. 70-80% der Überlebenden eines Hirntumors zusätzliche Unterstützung in der Schule (Nathan, Patel & Dilley, 2007). Um es überlebenden HirntumorpatientInnen erleichtern zu können den Alltag und die Schule erfolgreich zu bewältigen, benötigt es eine gezielte neuropsychologische Diagnostik sowie abgestimmte Interventionen.

Um eine bestmögliche neuropsychologische Diagnostik sowie nachfolgende Behandlungsformen gewährleisten zu können, ist eine gezieltere Auseinandersetzung mit den neuropsychologischen Auswirkungen von Hirntumoren erforderlich. Dabei wird ersichtlich, dass die bei HirntumorpatientInnen häufig zu beobachteten kognitiven Defizite innerhalb verschiedener Leistungsbereiche, nach heutiger Ansicht stark mit den

Regulations- und Kontrollmechanismen der exekutiven Funktionen verbunden sind bzw. mehr oder weniger ausgeprägt ihrer Kontrolle unterliegen.

Üblicherweise werden exekutive Funktionen dem Frontallappen zugeordnet. Doch Störungen exekutiver Funktionen finden sich auch nach Läsionen in anderen kortikalen Bereichen, wie zum Beispiel bei Kleinhirntumoren. Spätestens seit Schmahmanns Theorie des „cerebellar cognitive affective syndrom“ ist bekannt, dass auch das Kleinhirn eine Rolle in der Ausübung von exekutiven Funktionen spielt. Demnach können Beschädigungen im Kleinhirn nicht nur zu motorischen Problemen führen, sondern unter anderem auch zu Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen und zusätzlich dem Verhalten (Schmahmann und Sherman, 1998).

Ausgehend von dieser Theorie wurde die Rolle des Kleinhirns immer mehr erforscht und weitere Studien konnten aufzeigen, dass Schädigungen im Kleinhirn die exekutiven Funktionen als auch das Verhalten negativ beeinflussen (Baillieux et al., 2010; Gottwald, Wilde, Mihajlovic & Mehdorn, 2004; Levisohn, Cronin-Golomb & Schmahmann, 2000). Es ist noch unklar, inwiefern Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen das Verhalten beeinflussen, bzw. ob Verhaltensänderungen unabhängig von Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen auftreten oder als direkte Folge dieser Beeinträchtigungen auftreten. Da das Verhalten eng mit den exekutiven Funktionen zusammenhängt und Verhaltensänderungen bei Kleinhirnläsionen immer wieder auftreten, und für die betroffenen PatientInnen als auch deren Umfeld sehr belastend sind, soll auch der Verhaltensaspekt in dieser Diplomarbeit genauer betrachtet werden. In der bisherigen Forschung gibt es im Bezug zu exekutiven Funktionen und Verhaltensauffälligkeiten bei Kleinhirntumoren zwar ähnliche, aber noch keine einheitlichen Forschungsergebnisse. Deswegen hat diese Diplomarbeit das Ziel die Auswirkungen von Kleinhirntumoren auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten genauer zu untersuchen und mehr Aufschluss in dieses Themengebiet zu bringen. Zuerst wird ein Überblick über das Kleinhirn, die exekutiven Funktionen sowie das Verhalten gegeben, anschließend werden bisherige Forschungsergebnisse zu diesem Thema vorgestellt und im empirischen Teil wird das Thema praktisch anhand einer klinischen Stichprobe untersucht.

2. Das Kleinhirn

Das Gehirn kann in mehrere Teile unterteilt werden aufgrund von morphologischen, entwicklungsgeschichtlichen und funktionellen Blickpunkten. Wie in Abbildung 1 ersichtlich gliedert es sich grob in folgende Abschnitte: **Medulla oblongata** (verlängertes Mark), **Pons** (Brücke), **Mesencephalon** (Mittelhirn), **Diencephalon** (Zwischenhirn), **Cerebellum** (Kleinhirn) und das **Telencephalon** (Groß- oder Endhirn) (Trepel, 2008).

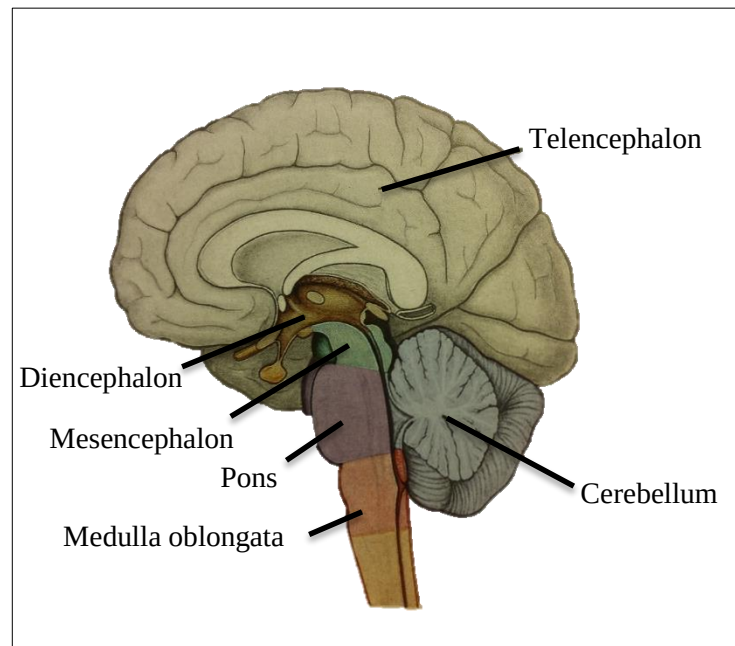


Abbildung 1: Gliederung des Gehirns in seine Abschnitte (Trepel, 2008)

Das Kleinhirn wird im Fachbegriff auch Cerebellum genannt, ein lateinischer Begriff der „kleines Hirn“ bedeutet. Es ist in der hinteren Schädelgrube (*fossa cranii posterior*) lokalisiert, die zusätzlich zum Kleinhirn aus den Strukturen des Hirnstammes (Pons und Medulla oblongata) besteht (Koch, Chi & Gupta, 2005). Dabei sitzt es dem Hirnstamm dorsal, also rückenseitig, auf (Trepel, 2008). Um die hintere Schädelgrube von der vorderen und mittleren Schädelgrube, also dem restlichen Gehirn, abzugrenzen, werden auch die Begriffe *supratentoriell* und *infratentoriell* verwendet. Dabei bedeutet supratentoriell „oberhalb des Tentoriums“, also oberhalb des Kleinhirnzeltens und somit die vordere und mittlere Schädelgrube, und infratentoriell „unterhalb des Tentoriums“, sprich die hintere Schädelgrube (Antwerpes, 2014).

Die äußere Gestalt des Kleinhirns unterscheidet sich insofern vom restlichen Gehirn, da die Oberflächenstruktur eine auffällige Furchung aufweist, die der Oberflächenvergrößerung dient und die Rinde dabei in viele Windungen (*Folia*) aufteilt. Grob lässt sich das Kleinhirn

in zwei Hemisphären, den dazwischen liegenden Wurm, auch Vermis genannt, und einen anterioren und posterioren Lappen unterteilen (Trepel, 2008).

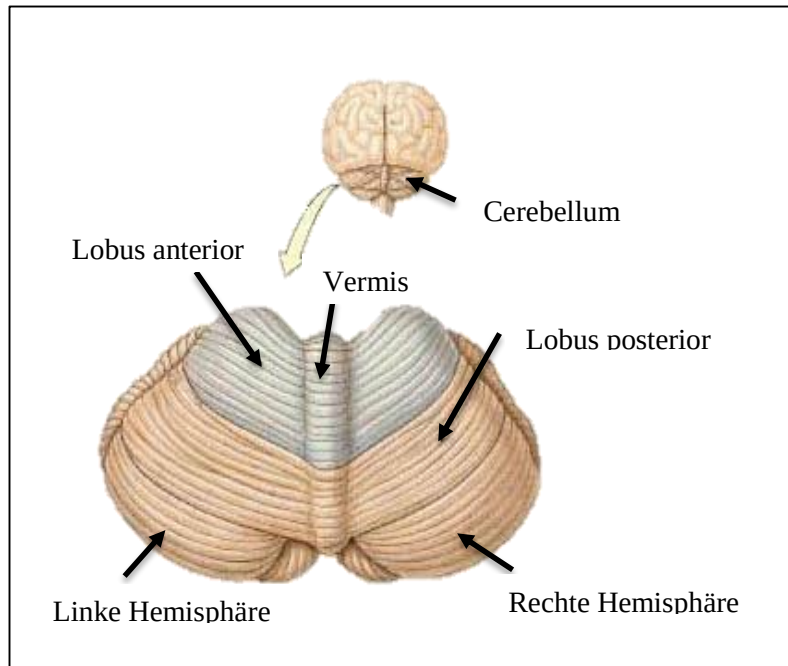


Abbildung 2: Das Cerebellum gegliedert nach rechter und linker Hemisphäre, anterioren und posterioren Lappen und der Vermis (adaptiert nach: Georgia Highlands College, 2014)

Das Kleinhirn ist verantwortlich für motorische Bewegungen da es das wichtigste Integrationszentrum für die Koordination, das Erlernen und die Feinabstimmungen von Bewegungsabläufen ist (Trepel, 2008). Störungen im Kleinhirn können somit zu Problemen bei der Ausführung von motorischen Handlungen führen. In den letzten Jahren fanden ForscherInnen jedoch immer mehr heraus, dass das Kleinhirn auch für nicht-motorische Prozesse zuständig ist, nämlich für Prozesse höherer kognitiver Ordnung, wie zum Beispiel auch die der exekutiven Funktionen auf die nachfolgend noch näher eingegangen wird (Schmahmann & Sherman, 1998; Pinel & Pauli, 2007).

2.1. Die Entwicklung des Kleinhirns im Kindes- und Jugendalter

Einige ForscherInnen, wie auch Riva und Giorgi (2000), nehmen an, dass das Kleinhirn sich schon von früh an entwickelt und spezialisiert. Sie nehmen an, dass die reziproke cerebro-cerebelläre Verbindung, also die Verbindung zwischen Groß- und Kleinhirn, schon bei Kindern vorhanden ist, aufgrund der Ähnlichkeit von cerebellären und kortikalen Störungen

bei Kindern als auch Erwachsenen. Richter et al. (2005) untersuchte dies anhand der Sprachfunktionen und stellten ähnliche Lokalisationen diesbezüglich im Kleinhirn bei Kindern und Erwachsenen fest. Im Gegensatz dazu nehmen Aarsen, Van Dongen, Paquier, Van Mourik und Catsman-Berrevoets (2004) an, dass bei Kindern die Lateralisation der cerebro-cerebellären Bahnen noch nicht abgeschlossen ist.

Bei Kindern mit Kleinhirnläsionen wird als Risikofaktor für schwerwiegendere Folgeschäden von einigen ForscherInnen das Alter angegeben, was für eine bestimmte Entwicklung des Kleinhirns im Kindes- und Jugendalter spricht. Diesbezüglich kommen jedoch unterschiedliche Ergebnisse zum Vorschein. Steinlin et al. (2003) konnten in ihrer Studie, in der sie 24 Kinder untersuchten, keine Altersunterschiede im Bezug zu kognitiven Beeinträchtigungen finden. Andere AutorInnen zeigten jedoch in ihren Studien auf, dass Kinder, die zum Zeitpunkt der Diagnose jünger waren, stärker benachteiligt waren als ältere in Bezug zu kognitiven Folgeschäden (Ris, Packer, Goldwein, Jones-Wallace & Boyett, 2001; Maddrey et al., 2005). Wiederum andere ForscherInnen fanden ein gegenteiliges Ergebnis in ihrer Studie bei der zum Zeitpunkt der Diagnose ältere Kinder stärker benachteiligt waren als jüngere (Levinsohn, Cronin-Golomb & Schmahmann, 2000). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der Studie von Levinsohn et al. (2000) bei der ältere Kinder zum Zeitpunkt der Diagnose stärkere Folgeschäden hatten, die Tumorarten nicht gleich verteilt nach Alter der untersuchten PatientInnen waren. So kamen Medulloblastome bei jüngeren Kindern in der Stichprobe seltener vor als bei älteren Kindern. Da Medulloblastome generell mit schwerwiegenden Folgen einhergehen, ist anzunehmen, dass der Altersunterschied auch aufgrund der Tumorart zu erklären ist. Auch erhielten die Kinder in dieser Studie keine Strahlentherapie, die sich zusätzlich negativ auf die kognitiven Langzeitschäden ausüben kann (Ris et al., 2001; Maddrey et al., 2005). Denn gerade in Studien wo die Kinder Strahlentherapie erhielten sind jüngere Kinder benachteiligt aufgrund der Schäden die mit Strahlentherapie einhergehen und die vor allem bei jüngeren Gehirnen einen größeren Schaden verursachen können (Dennis, Spiegler, Hetherington & Greenberg, 1996).

3. Kleinhirntumore

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Krebserkrankungen des Zentralnervensystems bei Kindern, in der Fachsprache auch pädiatrische Neuroonkologie genannt. Der Schwerpunkt liegt dabei bei Tumorarten des Kleinhirns.

3.1. Pädiatrische Neuroonkologie

Von Krebs spricht man, wenn Zellen entarten oder sich unkontrolliert unabhängig vom Rest des Körpers vermehren. Von allen Erkrankungen beim Menschen tritt eine Krebserkrankung bei Kindern und Jugendlichen nur zu 1% auf. Auch wenn dieser Prozentsatz niedrig erscheint, so ist Krebs bei Kindern und Jugendlichen die häufigste tödliche Erkrankung und zweithäufigste Todesursache bei europäischen Kindern nach dem ersten Lebensjahr. Jährlich werden in Europa circa 15.000 Kinder und Jugendliche mit einer Krebserkrankung diagnostiziert (Tallen, 2013). In Österreich werden ca. 250 Kinder und Jugendliche im Alter bis 18 Jahre jährlich mit einer Krebserkrankung diagnostiziert (Österreichische Kinderkrebshilfe, 2013).

Dabei ist Leukämie die häufigste Krebserkrankung im Kindes – und Jugendalter mit ca. 34%. Am zweithäufigsten sind Tumore des Zentralnervensystems mit ca. 23% und am dritthäufigsten Lymphome mit ca. 13% (Tallen, 2013).

Die Heilungschancen sind in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen und die fünfjährige Überlebensrate beträgt mittlerweile um die 70-80% bei Kindern und Jugendlichen mit Krebserkrankungen. Dabei variieren die Heilungschancen je nach Tumorart und Lokalisation (Tallen, 2013). Das deutsche Kinderkrebsregister (2012) gibt an, dass Kinder unter 15 Jahren in 81% der Fälle eine Krebserkrankung für mindestens 15 Jahre überleben.

Unter dem Begriff pädiatrische Neuroonkologie versteht man jenen Bereich der Onkologie, welcher sich mit Tumoren des Zentralnervensystems (ZNS) bei Kindern und Jugendlichen beschäftigt. Ein Hirntumor ist also – ebenso wie ein Tumor des Rückenmarks – ein Tumor des ZNS. Wie schon oben erwähnt zählen sie mit ca. 23% zu den zweithäufigsten Krebserkrankungen des Kindes- und Jugendalters. Von 100 000 Kinder erkranken jährlich circa 2 bis 4 Kinder an einem Hirntumor (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010). In Deutschland waren das im Jahre 2010 ca. 410 Neuerkrankungen (Kinderkrebsinfo.de, 2013).

Hirntumore können in jedem Alter auftreten. Mit Ausnahme des Medulloblastoms, welches am häufigsten im Kleinkindalter auftritt, sind am häufigsten Menschen ab dem 40. Lebensjahr betroffen. Erwachsene erkranken jedoch viel häufiger an anderen Krebsarten und so kommen Hirntumore im Vergleich zu allen Krebserkrankungen gehäuft im Kindes und Jugendalter vor (Wölflé & Engelke, 2012). Ein Unterschied zwischen pädiatrischen Hirntumoren und Hirntumoren bei Erwachsenen ist, dass diese im Kindes- und Jugendalter mit günstigeren Prognosen einhergehen, da diese sich in der Histologie und im Wachstum von Tumoren im Erwachsenenalter unterscheiden (Cancer Research UK, 2013; Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010).

3.1.1. Tumorarten des Zentralnervensystems

Primäre Tumore des Zentralnervensystems (ZNS) sind solide Tumore die im Rückenmark oder im Gehirn entstehen (Kinderkrebsinfo, 2013) und können abgegrenzt oder infiltrierend wachsen, und in seltenen Fällen auch diffus das Gehirn durchdringen. Das Besondere bei Hirntumoren bei Kindern und Jugendliche ist, dass Hirntumore „echte“ Neubildungen des Nervengewebes sind, und nicht wie meist bei Erwachsenen Hirnmetastasen extrazerebraler Tumoren oder Meningeome sind (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010). Entstehen diese durch die Entartung unreifer Zellen während der embryonalen Organ- und Gewebeentwicklung nennt man diese „embryonale Tumore“. Diese wachsen besonders schnell und dazu zählt zum Beispiel das Medulloblastom (Kinderkrebsinfo, 2013).

Es gibt viele Arten von primären ZNS-Tumoren, unter andere folgende (Kinderkrebsinfo, 2013):

- Niedrigmaligne Gliome: Astrozytome, Gangliogliome, Oligodendrogliome
- Hochmaligne Gliome: Anaplastisches Astrozytom, Glioblastom
- Primitive neuroektodermale Tumore (PNET): Medulloblastom, Pineoblastom
- Ependymom
- Kraniopharyngeom
- Choroid Plexus Tumor
- Rhabdoidtumor (des ZNS): atypischer teratoider/rhabdoider Tumor (ATRT)

Ein Gliom ist eine Sammelbezeichnung für alle Tumore des Zentralnervensystems die von Gliazellen, beispielsweise Astrozyten oder Oligodendrozyten, ausgehen und je nach Herkunft werden sie entsprechend benannt. Gliome können unterschiedliche Bösartigkeiten aufweisen. In der Medizin werden Tumore laut WHO-Klassifikation je nach Grad ihrer Bösartigkeit (Malignität) nach hochgradigen und niedriggradigen Tumoren eingeteilt (Kinderkrebsinfo, 2013). Niedriggradige Tumore sind Tumore mit dem Schweregrad I und II, wobei der Schweregrad I als gutartiger Tumor bezeichnet wird und diese sehr langsam wachsen. Der Schweregrad II ist eine Zwischenstufe zwischen gutartigen und aggressiven Tumoren die etwas schneller wachsen als die der Stufe I. Hochgradige Tumore sind Tumore des Schweregrades III und IV. Bei einem Schweregrad von III ist der Tumor aggressiv und breitet sich schnell aus. Die Stufe IV stellt die bösartigste Gruppe von Tumoren dar und bedeutet, dass der Tumor sehr aggressiv ist und sehr schnell wächst (Wölflé & Engelke, 2012).

Die Klassifikation erfolgt anhand der Tumorlokalisation innerhalb des Zentralnervensystems und dem histologischen Aufbau, wobei diese inhaltlich verknüpft sind und ausschlaggebend für die Prognose sind. Die Lokalisation bestimmt die klinische Symptomatik und die Operabilität und der histologische Aufbau bestimmt das Wachstums- und Metastasierungsverhalten (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010).

3.1.2. Ursachen und Risikofaktoren für eine Hirntumorerkrankung

Auch wenn die Ursachen für eine Erkrankung an einem Hirntumor noch recht unbekannt sind, so konnte die Forschung mittlerweile einige Risikofaktoren bestimmen, die mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einhergehen an einem Hirntumor zu erkranken. Es konnten bisher aber noch keine eindeutig auslösenden Faktoren für die Entstehung eines Hirntumors gefunden werden (Wölflé & Engelke, 2012).

Als Risikofaktor gelten vor allem genetische Erkrankungen wie tuberöse Sklerose, auch Morbus Bouerneville-Pringle genannt, und die Neurofibromatose Typ 1 (Hiddemann, Huber & Bartram, 2004). Bei tuberöser Sklerose häufen sich lokal abnorme Gliazellen an, wie Astrozyten oder Ependymzellen (Trepel, 2008), und dysplastische Ganglienzellen. Aus diesen Anhäufungen, die auch Tubera genannt werden, können sich Riesenzellastrozytome, Ependymome oder Glioblastome formen. Bei Neurofibromatose Typ 1 besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit an einem Hirntumor zu erkranken (Hiddemann et al., 2004). Auch das

Turcot Syndrom oder das Li-Fraumeni Syndrom können zu Krebsentstehung beitragen (Wölflé & Engelke, 2012). Die Prävalenzraten von genetischen Erkrankungen, wie die der Neurofibromatose Typ 1, sind jedoch sehr gering und von diesen PatientInnen entwickeln auch nur ein geringer Prozentsatz einen Hirntumor (Gehlen & Delank, 2010).

Das Geschlecht scheint interessanterweise auch eine Rolle in der Häufigkeit von Hirntumoren zu spielen, da pädiatrische Hirntumore bei Jungen zu 30% häufiger vorkommen als bei Mädchen (Deutsches Kinderkrebsregister, 2012).

Ein weitere mögliche Ursache sind vorangegangene Schädelbestrahlungen, da bei Patientinnen mit Schädelbestrahlung im Nachhinein gehäuft ein Hirntumor auftritt (Wölflé & Engelke, 2012).

Da es sonst aber kaum Hinweise auf Ursachen gibt, lässt sich schlussfolgern, dass die Ursachen von Hirntumoren noch weitestgehend unbekannt sind. Vermutlich entstehen die meisten Hirntumore spontan, ohne derzeit klar identifizierbare exogene ätiologische Faktoren. Daher geht man zurzeit davon aus, dass Hirntumore durch zufällig genetische Mutationsereignisse verursacht werden (Kaatsch, Spix & Schütz, 2006).

3.1.3. Symptomatik von Hirntumoren

Es gibt mehrere Symptome die bei einer Hirntumorerkrankung typischerweise auftreten. Als frühe Symptome gelten allgemein: Übelkeit, epileptische Anfälle, Kopfschmerzen und psychische Veränderungen, wie affektive Abstumpfungen oder eine Antriebsminderung (Gehlen & Delank, 2010). Diese frühen Symptome treten unspezifisch und meist sehr heterogen auf, daher treten oft lange Latenzen zwischen Erstsymptomatik und Diagnosestellung auf. In einer kanadischen Studie wurde ein Mittel von 7,3 Monaten zwischen Erstsymptomatik und Diagnosestellung beschrieben (Mehta, Chapman, McNeely, Walling und Howes, 2002). Kürzere Diagnoselatenzen sind bei malignen Tumoren mit schneller Ausbreitung, einem Alter unter drei Jahren oder infratentorieller und tief-hemisphärischer Lokalisation zu erwarten (Dobrovoljac, 2002; Mehta et al., 2002).

Im weiteren Verlauf der Erkrankung wird zwischen unspezifischen Fernsymptomen und Lokalsymptomen unterschieden. Die Lokalsymptome sind je nach Lokalisation des Tumors unterschiedlich. Zu den Symptomen bei Kleinhirntumoren zählen vor allem Beeinträchtigungen in der Bewegung und erst später ein erhöhter intrakranieller Druck. Zu

den Bewegungsstörungen zählen folgende (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010):

- extremitätenbetonte Ataxie mit Dysmetrie (Bewegungsstörungen in den Gliedmaßen mit Daneben-Zeigen bei Zielbewegungen)
- Dysdiadochokinese (schnell abfolgende antagonistische Bewegungen können nicht mehr geordnet ausgeführt werden) und Intentionstremor (zittern der Gliedmaßen bei zielgerichteten Bewegungen)
- ipsilaterale Hypotonie (einseitige Muskelschwäche)
- skandierende Sprache (langsame, abgehackte und verwaschen Sprache)
- Nystagmus (Augenzittern)

Zu unspezifischen Fernsymptomen gelten Symptome die mit einer intrakraniellen Drucksteigerung einhergehen, da sich innerhalb des Gehirns ein Druck bildet durch die zusätzliche Raumanforderung des Tumors. Dazu zählen: Kopfschmerzen, Erbrechen, Nüchternerebrechen, Nackenversteifung oder Wesensveränderungen, wobei Kopfschmerzen am häufigsten vorkommen (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online, 2010).

3.1.4. Behandlungsmöglichkeiten

Welche Behandlung bei Hirntumoren angewendet wird hängt vom Gewebetyp des Tumors, der Lokalisation des Tumors, dem Alter und dem allgemeinen Gesundheitszustandes des Patienten oder der Patientin ab. Allgemein gilt, umso früher ein Tumor erkannt wird, desto günstigere Prognosen sind für die PatientInnen zu erwarten. In Abhängigkeit von der WHO-Klassifikation des Tumors ist nicht immer eine Heilung möglich, gegebenenfalls geht es um eine Symptomkontrolle mit einer Stabilisierung oder Verlängerung des Lebens (Tallen, 2012; Wölflé & Engelke, 2012).

Im Allgemeinen werden drei unterschiedliche Therapiemöglichkeiten einzeln oder in Kombination miteinander zur Bekämpfung verwendet: Operation, Chemotherapie und Strahlentherapie (Wölflé & Engelke, 2012). Dabei wird meist eine Kombination der einzelnen Behandlungsmöglichkeiten angestrebt, um die Nebenwirkungen jeder einzelner Behandlungsform möglichst klein halten zu können. So kann zum Beispiel eine Operation oder Chemotherapie den Tumor so weit verkleinern, dass nur noch ein kleiner Bereich durch Strahlentherapie bestrahlt werden muss. Dabei verringert sich die Gefahr viele gesunde Zellen durch die Strahlentherapie mit zu zerstören (Tallen, 2012).

Bei der **Operation** wird versucht den Tumor vollständig oder so viel wie möglich davon zu entfernen, man spricht auch von einer Tumoresektion oder Teilresektion. Generell wird versucht möglichst viele der Tumorzellen zu entfernen, das ist aber nicht immer möglich aufgrund von heiklen Tumorlokalisationen oder schlechten Allgemeinzuständen der PatientInnen (Wölfle & Engelke, 2012).

Eine **Chemotherapie** ist eine Behandlung mit zellwachstumshemmenden Medikamenten, sogenannte „Zytostatika“. Derzeit werden bei Kindern und Jugendlichen je nach Krebsart bzw. Verträglichkeit 30 verschiedene Zytostatika aus unterschiedlichen Substanzgruppen bei der Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt. Dabei kann eine Chemotherapie unterschiedliche Ziele haben. Es kann die vollständige und dauerhafte Vernichtung aller bösartigen Zellen angestrebt werden (Remission). Von einer adjuvanten Chemotherapie spricht man, wenn davor ein solider Tumor mithilfe einer Operation oder Strahlentherapie verkleinert wurde und die Chemotherapie die restlichen Zellen vollständig entfernen soll. Wird die Chemotherapie vor einer Operation oder Strahlentherapie eingesetzt, um den Tumor zu verkleinern und Voraussetzungen für die nachfolgende Behandlung zu schaffen, spricht man von einer neoadjuvanten Chemotherapie. Auch wird die Chemotherapie eingesetzt um kleinste Metastasen, sogenannte Mikrometastasen zu vernichten. Bei jeder bösartigen Erkrankung ist damit zu rechnen, dass Mikrometastasen die sich noch im Anfangsstadium befinden vorhanden sind, die sich mit den gängigen Untersuchungsmethoden vielleicht noch gar nicht nachweisen lassen (Tallen, 2012).

Die **Strahlentherapie** verwendet Röntgenstrahlen und andere Formen ionisierender Strahlung um Krebszellen zu vernichten. Dank der technischen Entwicklung der Behandlungsgeräte als auch Bestrahlungsformen und jahrzehntelanger Forschung hat sich diese Form der Behandlung deutlich gebessert sodass schwere Nebenwirkungen immer mehr vermieden werden können. Eine Strahlentherapie wird eingesetzt wenn zum Beispiel eine Operation aufgrund der Lage nicht möglich ist oder der Tumor nicht empfindlich auf eine Chemotherapie reagiert. Voraussetzung um den Tumor durch Strahlentherapie alleine vollständig zu beseitigen ist, dass sich der Tumor noch im Frühstadium befindet und sich noch keine Metastasen über den Blutweg gebildet haben. Die Strahlentherapie wird sehr häufig als Kombinationstherapie mit Operation und oder Chemotherapie angewendet. Das Ziel einer Strahlentherapie kann auch sein die Prognose bei PatientInnen mit einem erhöhten Rückfallrisiko nach vorangegangener Chemotherapie oder Operation zu verbessern, in diesem Fall nennt man es adjuvante Strahlentherapie (Tallen, 2012). Eine neue und schonendere

Form der Strahlentherapie ist die Protonenbestrahlung, die vor allem bei tiefer liegenden Tumoren eingesetzt wird (Paul Scherer Institut, 2013).

Zu diesen klassischen Behandlungsmöglichkeiten gibt es auch noch neuere Behandlungsmöglichkeiten, die sowohl in Kombination zu den anderen Therapieformen oder auch alleine angewendet werden. Dazu zählt zum Beispiel die *Antiangiogenese*, bei der der Tumor „ausgehungert“ werden soll, indem die zum Wachstum des Tumors notwendige Bildung von neuen Blutgefäßen gehemmt wird (Bendas, 2009). Des Weiteren gibt es die *intrathekale Chemotherapie*, eine besondere Form der Chemotherapie bei der die Zytostatika direkt in den Rückenmarkkanal oder das Ventrikelsystem gespritzt werden. Diese hat den Vorteil, dass der Wirkstoff den Tumor schnell erreicht, da die Blut-Hirn-Schranke im Gegensatz zur intravenösen Chemotherapie überwunden werden kann, und somit hoch dosiert verabreicht werden kann, ohne den restlichen Körper zu beeinträchtigen (Heyn, 2006). Eine weitere Möglichkeit einen Tumor zu bekämpfen, und vor allem das Rückfallrisiko zu minimieren, ist die *Tumorimpfung*. Dabei werden körpereigene Krebszellen geimpft, die aus dem zuvor entnommenen Tumor gewonnen werden, was bewirken soll, dass der Körper diese als feindlich erkennt und beginnt anzukämpfen (Gesellschaft für biologische Krebsabwehr, 2012).

3.2. Tumore des Kleinhirns

Bei Erwachsenen liegen ca. 80% der auftretenden Tumore in der vorderen und mittleren Schädelgrube und sind somit supratentoriell lokalisiert. Dabei treten Gliome, Meningeome und Metastasen hierbei am häufigsten auf (Berlit, 2007). Bei Kindern hingegen kommen vermehrt infratentorielle Tumore vor (Delank & Gehlen, 2006), mit über 60% der Hirntumore des Kindesalters in der hinteren Schädelgrube (Children's Brain Tumor Foundation, 2013). Am häufigsten sind folgende Tumore in der hinteren Schädelgrube anzufinden: Medulloblastome, cerebelläre pilozytische Astrozytome, Hirnstammgliome und Ependymome (Children's Brain Tumor Foundation, 2013).

3.2.1. Medulloblastome

Der häufigste Tumor des Zentralnervensystems im Kindes und Jugendalter ist mit ca. 25% der primitiv neuroektodermale Tumor (PNET). Dieser geht zu 75-85% vom Kleinhirn aus und wird dann Medulloblastom genannt (Tallen, 2013). Medulloblastome sind somit die häufigste Art von Kleinhirntumoren und treten vermehrt im Kindes und Jugendalter auf. In

Österreich erkranken jährlich in etwa 10 bis 20 Kinder an einem Medulloblastom. Diagnostiziert werden Medulloblastome in bis zu 80 Prozent vor dem 15. Lebensjahr, wobei die meisten im Alter zwischen zwei und neun Jahren entdeckt werden. Bei Jungen treten Medulloblastome öfters auf als bei Mädchen (Österreichische Kinder-Krebs-Hilfe, 2013).

In der WHO-Klassifikation werden sie dem Grad IV zugeordnet und zählen somit zu den sehr bösartigen Tumoren. Die fünfjährige Überlebensrate beträgt mittlerweile deutlich über 50%, bei Kindern ohne Metastasen sogar bis zu 90% (Tallen, 2013). Behandelt werden Medulloblastome in der Regel mit einer Resektion des Tumors. Anschließend folgt eine Behandlung mit Chemo- und Strahlentherapie. Bei Kindern unter drei Jahren wird versucht keine Strahlentherapie zu beginnen, oder diese so lange wie möglich nach hinten zu verschieben, aufgrund der zu erwartenden langfristigen Folgen einer Strahlentherapie, die vor allem für die Entwicklung eines frühkindlichen Gehirns sehr schädlich sein können. (Österreichische Kinder-Krebs-Hilfe, 2013).

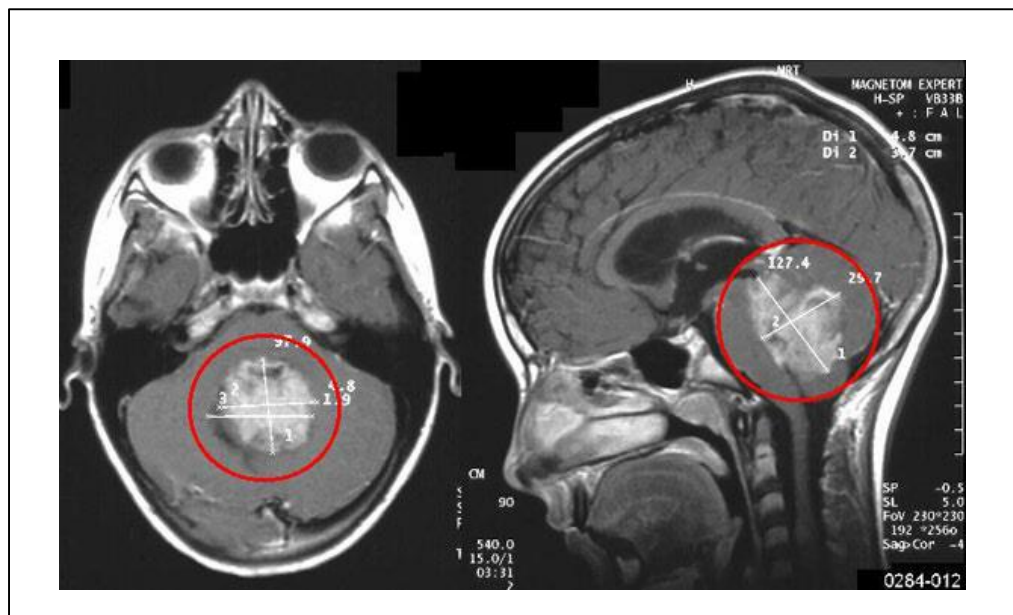


Abbildung 3: Kernspinaufnahme von einem Medulloblastom bei einem 9-jährigen Mädchen (aus: Universitätsklinikum des Saarlandes und Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes, 2014)

3.2.2. Ependymome

Ependymome sind mit circa 10% aller ZNS-Tumoren seltene Tumore bei Kindern und Jugendlichen (Tallen & Yiallourous, 2013). Sie entstehen aus dem Gewebe Ependym, das die Hirnkammern (Ventrikel) und den Zentralkanal des Rückenmarks auskleidet. Das Tumorgewebe kann unterschiedliche Bösartigkeiten aufzeigen und so können Ependymome niedriggradig oder hochgradig sein und langsam oder schnell wachsen. Am häufigsten treten Ependymome in der hinteren Schädelgrube auf. Der Tumor entsteht bei einer fehlerhaften Entwicklung einer der Vorläuferzellen der Ependymzellen, vermutlich durch eine Abweichung der DNA, und kann bereits vor der Geburt vorhanden sein. Dieser Tumor kann sich aber bei Kindern und Erwachsenen jeder Altersstufe entwickeln. Die genauen Ursachen wie diese Schädigung zustande kommt sind nicht bekannt. Jährlich werden in Österreich ca. fünf bis zehn Kinder mit einem Ependymom diagnostiziert. Die zehnjährige Überlebensrate liegt bei Kindern und Jugendlichen bei etwa 55%. Die Behandlung von Ependymome hängt stark vom Malignitätsgrad ab, der Lokalisation des Tumors und des Alters des Kindes. Meist erfolgt jedoch eine Resektion des Tumors mit anschließender Chemo- und oder Strahlentherapie und zusätzlich der Gabe von Cortison (Tallen & Yiallourous, 2013; Österreichische Kinder-Krebs-Hilfe, 2013).

3.2.3. Cerebelläres pilozytisches Astrozytom

Das pilozytische Astrozytom ist mit dem Malignitätsgrad I ein gutartiger Tumor, der langsam wächst und gut abgrenzbar ist. Ein anderer Name dafür ist auch Sponglioblastom. Der Tumor kann klinisch jedoch auch bösartig sein, wenn die Lokalisation operativ nicht zugänglich ist. Es besteht meist aus einem soliden und einem zystischem Aufbau. Pilozytische Astrozytome treten hauptsächlich im Hirnstamm, im Kleinhirn, im Thalamus oder bei den Sehnerven auf. Tritt es im Kleinhirn auf, wird es cerebelläres pilozytisches Astrozytom genannt (Poeck & Hacke, 2006). Sie stellen in etwa ein Drittel der Tumore in der hinteren Schädelgrube dar (Koch et al., 2005). Sie gehen meist vom Kleinhirnwurm (Vermis) aus und breiten sich dann in die Kleinhirnhemisphären aus wobei große Zysten entstehen. Am häufigsten treten cerebelläre pilozytische Astrozytome im Alter von sieben bis 17 Jahren auf (Poeck & Hacke, 2006). Behandelt werden PatientInnen meist mit einer Resektion des Tumors und anders wie bei Ependymomen oder Medulloblastomen sind hierbei meist keine Strahlen-oder Chemotherapie erforderlich (Koch et al., 2005).

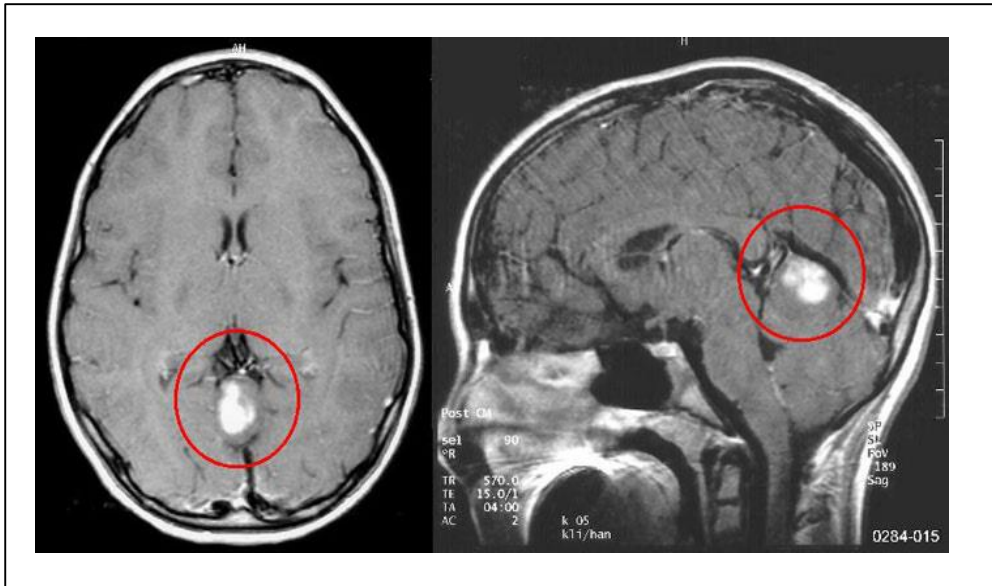


Abbildung 4: Kernspinaufnahme von einem cerebellären pilozytischen Astrozytom bei einem 12-jährigen Mädchen (aus: Universitätsklinikum des Saarlandes und Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes – Neuroonkologie, 2014)

4. Exekutive Funktionen

Bevor die Auswirkungen von Kleinhirntumoren näher beleuchtet werden, dienen die nächsten zwei Kapitel dazu, Auskunft über die exekutiven Funktionen und das Verhalten zu geben und einen Überblick darüber zu verschaffen. Das folgende Kapitel befasst sich mit dem psychologischen Konstrukt der exekutiven Funktionen. Unterschiedliche psychologische Modelle werden vorgestellt und deren anatomische Aspekte näher beleuchtet. Des Weiteren wird auf die Entwicklung von exekutiven Funktionen im Kindes und Jugendalter eingegangen und auf methodische Besonderheiten bei der Erfassung dieser.

4.1. Definitionen exekutiver Funktionen

Der Begriff „exekutive Funktionen“ wird in der Literatur oftmals unterschiedlich definiert und ist somit schwer zu vereinheitlichen. Der Begriff ist aus dem Englischen entliehen und kann mit „Steuerungs- oder Leitungsfunktionen“ übersetzt werden. In der Neuropsychologie werden Exekutivfunktionen vorwiegend als psychologisches Konstrukt definiert, das höhere kognitive Fähigkeiten bezeichnet, die für ein zielorientiertes und situationsangepasstes Handeln benötigt werden. Diese Regulations- und Kontrollmechanismen werden unter dem Begriff „exekutive Funktionen“ zusammengefasst (Müller & Münte, 2009; Drechsler, 2007). Sie helfen uns dabei neue bzw. nicht gelernte Aufgaben in den Angriff zu nehmen, Zwischenschritte bei Handlungsplanungen zu koordinieren und Alternativen bei Komplikationen im Alltag zu erkennen und sind daher wesentlich für eine selbstständige Bewältigung des Alltags (Müller & Münte, 2009). Auch wenn es eine große Begriffsvielfalt von exekutiven Funktionen gibt, so werden folgende Leistungsmerkmale meistens zu den Exekutivfunktionen gezählt: die Aufrechterhaltung und Modulation von Aufmerksamkeit, Selbstkontrolle, adäquate Anpassung an neue Situationen, kognitive Flexibilität, Strategie und zielgerichtetes Verhalten, Planen, Handeln, Problemlösen, abstraktes Denken, Entscheidungsfähigkeit, Organisation und Überwachung von simultanen Aktivitäten, Verhaltensoptimierung durch „Feedback“-Stimulus und Dekodierung von Information (Sattler, 2011).

Mesulam (2002) vergleicht exekutive Funktionen mit der technischen Analogie des „default mode“, immer dann wenn von der neutralen Voreinstellung des Organismus, dem sogenannten „default mode“ abgewichen werden muss, kommen die exekutiven Funktionen ins Tragen. Das ist zum Beispiel der Fall bei neuen Situationen oder wenn ein Ziel gesetzt werden muss und dieses über mehrere Phasen geplant werden muss.

Wenn es um klinische Störungsbilder geht, wird in der medizinischen Literatur oftmals stattdessen der Begriff „Frontalhirnsyndrom“ verwendet, da die exekutiven Funktionen im Groben primär dem Frontallappen anatomisch zuzuordnen sind und bei Frontalhirnläsionen häufig eine Störung in den Exekutivfunktionen zu beobachten ist. Eine Vermischung zwischen funktioneller und anatomischer Beschreibung ist allerdings nicht ratsam, da nicht alle Frontallappen Funktionen den exekutiven Funktionen zugeschrieben werden und der Begriff Frontalhirnsyndrom laut ICD-10 (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme) sowohl mentale Störungen, als auch Störungen der Persönlichkeit und des Verhaltens umfasst. Des Weiteren hat der frontale Kortex eine besonders hohe bidirektionale Verschaltungsdichte mit den meisten Hirnstrukturen und arbeitet immer im Verbund neuronaler Netzwerke und somit weisen die exekutiven Funktionen komplexe Verbindungen mit anderen Hirnregionen auf (Sattler, 2011). Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen können somit nicht nur aus Läsionen im Frontallappen entstehen, sondern auch, wie in dieser Diplomarbeit untersucht, von Läsionen anderer Hirnregionen wie dem Cerebellum.

Kontrovers wird in der Literatur diskutiert ob die exekutiven Funktionen verschiedene unabhängige Funktionen voneinander sind, oder ob ihnen ein gemeinsames Konstrukt zugrunde liegt.

4.2. Neuropsychologische Modelle

In der Diskussion ob die exekutiven Funktionen über ein übergeordnetes Konstrukt funktionieren oder aus mehreren unabhängigen Komponenten bestehen spricht sich Baddeley (2002) für eine zentrale Schaltzelle in den exekutiven Funktionen aus. In seinem sogenannten *Arbeitsgedächtnis-Modell* nennt er diese Schaltzelle die „Zentrale Exekutive“, die ein Bestandteil des Arbeitsgedächtnisses ist und dabei die Kontrolle über den episodischen, visuellen und phonologischen Arbeitsspeicher ausübt. Die Zentrale Exekutive ist für mehrere Aufgaben verantwortlich: die Aufmerksamkeitsausrichtung zu steuern („*capacity to focus attention*“), den Aufmerksamkeitsfokus von einem System zu anderen zu verlagern („*task switching*“), die Verknüpfung von dem Langzeitgedächtnis mit den Inhalten des Arbeitsgedächtnisses, und die Regulation der Aufmerksamkeitsverteilung, wenn zwei Aufgaben gleichzeitig zu verrichten sind („*dual task performance*“).

Auch andere ForscherInnen wie zum Beispiel Norman und Shallice (1986) gehen von einem übergeordneten globalen Konstrukt der exekutiven Funktionen aus, einer übergreifenden Schaltzentrale die präfrontal lokalisiert ist, dem sogenannten „*Supervisory Attentional*

System (SAS)“. Diese Schaltzentrale kontrolliert die einzelnen Subkomponenten der exekutiven Funktionen. Laut ihrem Modell lösen Umweltreize jeweils mehrere Handlungsschemata im Organismus aus, wobei sich immer das am stärksten aktivierte Handlungsschema durchsetzt. Dies passiert im „*contention scheduling*“ Prozess. Kommt es jedoch zu Situationen wo die vorhandenen Handlungsschemata nicht ausreichen und Handlungsroutrinen unterbrochen werden müssen, dann kommt die Instanz des SAS zum Einsatz, die flexible Handlungsalternativen sucht. Später präzierte Shallice (2002) die Mechanismen des SAS und meinte, dass die wichtigsten Prozesse dabei das Generieren und Auswählen von Strategien als auch das Überwachen und Überprüfen von Handlungen seien. In der Diskussion, ob exekutive Funktionen einem übergeordneten Konstrukt unterliegen oder ob diese aus verschiedenen unabhängigen Funktionen bestehen, gibt es auch viele ForscherInnen, die sich für einzelne Teilbereiche der exekutiven Funktionen aussprechen, die unabhängig voneinander operieren und so auch unabhängig voneinander beeinträchtigt sein können (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000; Stuss & Alexander, 2007). So reduzieren Miyake et al. (2000) die exekutive Funktionen auf wenige, voneinander unabhängige Basismechanismen: das Unterdrücken dominanter Antworttendenzen („*inhibition*“), das Aktualisieren von Inhalten des Arbeitsgedächtnisses („*upgrading*“) und der Wechsel des Aufmerksamkeitfokuses („*shifting*“). Auch Stuss und Alexander (2007) sprechen von unabhängigen Prozessen innerhalb der exekutiven Funktionen. Sie untersuchten PatientInnen mit Schädigungen an unterschiedlichen Lokalisationen des Gehirns und schlussfolgerten, dass sich die exekutiven Funktionen in drei funktional unabhängige Prozesse der Aufmerksamkeitskontrolle unterteilen lassen. Der Prozess „*energization*“ regelt die Initiierung und das Aufrechterhalten von Verhalten, der Prozess „*task-setting*“ ist dafür zuständig zwischen Stimulus und Reaktion eine Verbindung herzustellen. Der dritte Prozess „*monitoring*“ ist verantwortlich für die Aufgabenüberwachung und einer verbesserten Anpassung des Verhaltens (Stuss & Alexander, 2007).

Da exekutive Funktionen Handlungs- und Verhaltensregulation im Alltag bewerkstelligen, ist die Beschränkung derer auf nur kognitive Prozesse unzureichend (Drechsler, 2007). Genauso müssen emotionale Regulationsprozesse in Zusammenhang dazu betrachtet werden, da exekutive Funktionen zu einem großen Teil von Gefühlen, Antrieb und Motivation abhängen (Bartl-Storck & Dörner, 2004; Eslinger 1996; Denckla, 1996). Kerr und Zelazo (2004) kommen deswegen auf die Idee zwischen kognitiven („*cold*“) und motivationalen („*hot*“) exekutiven Funktionen zu unterscheiden. Den Aspekt der Motivation

greift auch Lezak (2004; Lezak, Howieson & Loring, 2004) auf indem sie in ihrem Modell von einer Taxonomie von vier Komponenten exekutiver Funktionen spricht, und dabei dem Willen („*volition*“) einen großen Stellenwert gibt. Durch den „Willen“ ist man fähig die eigene Umgebung wahrzunehmen, eigene Wünsche und Bedürfnisse bewusst wahr zu nehmen und sich von ihnen führen zu lassen, was wiederum die Voraussetzung für intentionales Handeln darstellt. Ist der Wille zu wenig ausgeprägt entsteht ein Motivationsdefizit und das Verhalten der Person wirkt apathisch. Zu den weiteren Komponenten exekutiver Funktionen zählen neben dem Willen, das Planen („*planning*“), absichtsvolles und zielgerichtetes Handeln („*purposive action*“) und Handlungseffizienz („*effective performance*“). In dieser Taxonomie sind exekutive Funktionen ganz klar übergreifende Regulationsprozessen, die sich nicht nur auf kognitive Funktionen beschränken. Auch Matthes-von Cramon und von Cramon (2000) stimmen mit dieser Einteilung überein, erweitern sie jedoch um eine zusätzliche Ebene. Sie meinen, dass zur Ausführung einer erfolgreichen Handlung das Einsetzen einer Handlungskontrolle- und Regulation notwendig sei.

Auch die Theorie des „*somatischen Markers*“ von Damasio (1998) wird heute im Zusammenhang mit exekutiven Funktionen zitiert (z.B. Matthes-von Cramon & von Cramon, 2000) und bringt emotionale Komponenten in Verbindung mit exekutiven Funktionen. Damasio selber postulierte seine Theorie im Kontext von Störungen aus dem emotionalen und sozialen Bereich. Das Konzept besagt, dass vor allem durch einen neuronalen Schaltkreis mit orbitofrontaler Beteiligung, emotionales Lernen möglich ist. Kommt es bei komplexen Entscheidungen zu negativen oder positiven Körpersensationen, werden die daraus resultierenden visceralen und endokrinen Prozesse als somatische Marker bezeichnet. Der somatische Marker ist dafür zuständig, emotionale Komponenten die bei komplexen Entscheidungen entstehen, mit dem Ereignis zu verknüpfen und so eine emotionale Grundlage für kommende Entscheidungen zu legen. Bei neu aufkommenden Situationen, die Vorerfahrungen ähneln, werden diese nichtbewussten affektiven Bewertungen abgerufen und können somit eine Tendenz für oder gegen ein Verhalten verstärken. So werden Entscheidungen aufgrund von positiven oder negativen Vorerfahrungen getroffen. In der Alltagssprache entspricht das z.B. einem „flauen Gefühl“ bei ungünstigen Situationen. Sind diese Verbindungen des somatischen Markers zwischen Ereignis und Empfindung durch z. B. Läsionen gestört, verliert die Person die Fähigkeit, sich von Gefühlen und Bewertungen in der Situation leiten zu lassen, da diese den Zusammenhang nicht herstellen kann. So kann diese Person zwar zum Beispiel die Folgen

eines Diebstahles vorhersagen, aber im Zusammenhang stehende Gefühle wie Reue oder Angst können nicht gleichzeitig abgerufen werden. In diesem Fall erfolgen Entscheidungen aufgrund von unmittelbarer Bedürfnisbefriedigung und nicht mehr aufgrund von langfristigen Zielen bzw. emotional verankerten Regeln (Damasio, 1998; Bechara & Damasio, 2005).

4.3. Die Taxonomie von Drechsler

Für den Zweck dieser Studie beruht der Begriff „exekutive Funktionen“ auf der Taxonomie von Renate Drechsler (2007), die exekutive Funktionen als Regulations- und Kontrollmechanismen definiert, welche ein zielorientiertes und situationsangepasstes Verhalten ermöglichen. Dabei regulieren exekutive Funktionen top-down domänspezifische Fähigkeiten, wie zum Beispiel eine Strategie zu entwickeln und diese auf ihre Brauchbarkeit hin zu überprüfen, und ermöglichen ein Abweichen von Handlungsrouinen (Drechsler, 2007). Drechsler betrachtet exekutive Funktionen als unabhängige Teilbereiche, die jedoch miteinander in Verbindung stehen. Sie gliedert diese anhand ihrer Komplexität und anhand von Regulationsebenen.

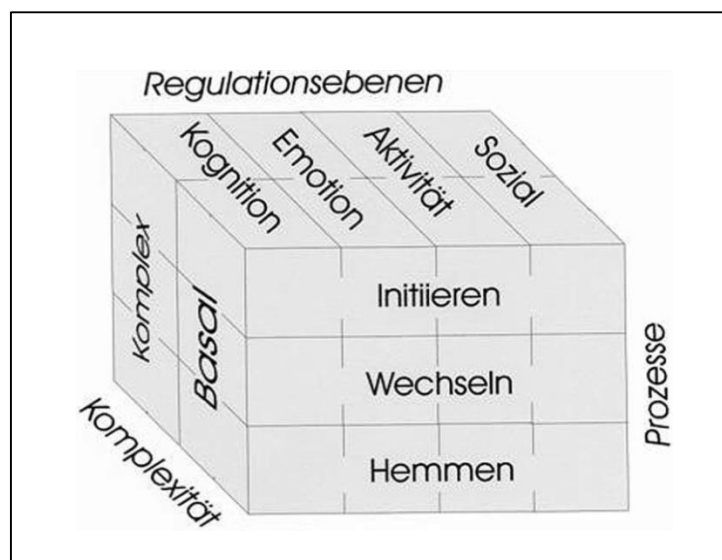


Abbildung 5: Beschreibungsebenen exekutiver Funktionen (Drechsler, 2007, S. 236)

Wie in der Abbildung 5 ersichtlich geht Drechsler von vier Regulationsebenen aus, denen sich klinisch beobachtbare Phänomene bei Störungen exekutiver Funktionen zuordnen lassen. Zu den vier Regulationsebenen zählen die *kognitive Regulation*, die *Aktivitätsregulation*, die *emotionale Regulation* und die *soziale Regulation*. Bei dem Level

an Komplexität bei exekutiven Funktionen unterscheidet Drechsler zwischen *basalen* und *komplexen Ebenen*. Des Weiteren gibt es noch drei basale Prozesse, das *Initiieren*, das *Wechseln* und das *Hemmen*. Diese Ebenen und Prozesse stehen zueinander in Beziehung. Drechsler nennt auch noch einen möglichen vierten basalen Basisprozess, das *Erneuern von Informationen im Arbeitsspeicher*. Es ist jedoch umstritten inwieweit dieser von den anderen Basisprozessen unabhängig ist. Das Modell von Drechsler inkludiert somit nicht nur die klassischer Weise den exekutiven Funktionen zugeschriebenen kognitiven Fähigkeiten wie Handlungssteuerung, Handlungsplanung, Flexibilität im Denken oder das Initiieren oder Hemmen von Aktivitäten, sondern unter anderem auch Aufmerksamkeitsfunktionen und Verhaltensweisen (Drechsler, 2007). Die einzelnen Ebenen der Regulation-Prozesse werden nachfolgend genauer erläutert.

4.3.1. Kognitive Regulation: Basale Regulationsprozesse

Der **Prozess des Initiierens** ist die Fähigkeit, intentionale Handlungen aus eigenem Antrieb und eigener Motivation heraus zu starten. Wenn diese Fähigkeit beeinträchtigt ist, sind externe Trigger und klar vorgegebene Strukturen für PatientInnen erforderlich, damit bei ihnen Handlungen gestartet werden. Bei strukturierten diagnostischen Testsituationen fallen Schwierigkeiten in diesem Bereich oft weniger auf, Aufgaben die sich dazu eignen das Initiieren zu messen sind daher Aufgaben, bei denen die Testpersonen die Handlungen selber initiieren müssen oder die Verarbeitungsgeschwindigkeit selber entscheiden müssen als auch Flüssigkeitsaufgaben (Drechsler, 2007).

Der **Prozess der Hemmung** reguliert das Unterdrücken von irrelevanten Stimuli. PatientInnen bei denen Hemmungsprozesse gestört sind zeichnen sich durch einen impulsiven Arbeitsstil mit erhöhter Ablenkbarkeit aus (Drechsler, 2007). In der schlimmsten Form können automatisierte Reaktionen auf äußere Reize gar nicht mehr gesteuert werden, in dem Fall spricht man von dem „*Environmental Dependency Syndrome*“ (Lhermitte, 1986).

Das **Wechseln**, oft auch mentale Flexibilität oder Umstellfähigkeit genannt, ist die Fähigkeit den Aufmerksamkeitsfokus gezielt von einer Sache zu einer anderen Sache zu verschieben oder sich von einer Verhaltensroutine bzw. einem Denkmuster zu trennen und sich auf was Neues einzustellen. Ist diese Fähigkeit eingeschränkt kommt es zu mentaler Rigidität (Drechsler, 2007; Drechsler & Steinhausen, 2013).

Der vierte basale Regulationsprozess, das **Aufrechterhalten und Erneuern von Informationen** im Arbeitsspeicher, ist wie schon oben erwähnt, umstritten ob es unabhängig von den anderen Basisprozessen ist. Bei diesem Prozess geht es, wie der Name schon sagt, darum, benötigte Inhalte im Arbeitsgedächtnis aufrechtzuerhalten und Informationen gezielt zu erneuern (Drechsler, 2007).

4.3.2. Kognitive Regulation: Komplexe Regulationsprozesse

Man spricht von komplexen exekutiven Kontrollprozessen wenn Basisprozesse kombiniert ablaufen oder wenn kognitive Prozesse flexibel an situative Bedingungen angepasst werden müssen.

Beim **Monitoring** geht es darum die eigenen kognitiven Leistungen fortlaufend zu überwachen und bei Bedarf an die Arbeitsweise anzupassen oder Fehler zu korrigieren. Dabei bezieht es sich sowohl auf Prozesse während des Überwachens, z.B. ob die richtige Strategie angewandt wird, als auch auf das nachträgliche Vergleichen zwischen dem tatsächlichen Ergebnis mit dem eigentlich richtigen Ergebnis wie z.B. das Überprüfen ob eine Aufgabe richtig gelöst wurde oder ob Fehler enthalten sind. PatientInnen bei denen dieser Prozess gestört ist tun sich schwer damit Informationen zu evaluieren und das eigene Handeln mit Rahmenbedingungen abzustecken. So fällt es ihnen auch schwer Prioritäten zu setzen, oder sie können nicht abschätzen welcher Genauigkeitsgrad verlangt wird. Manche PatientInnen tendieren auch zu Perfektionismus oder Pedanterie (Drechsler, 2007).

Das **Problemlösen**, bzw. das problemlösende Denken oder auch induktives Denken genannt, wird oft bei Intelligenztests überprüft. Es handelt sich dabei um die Fähigkeit allgemeine Regeln in Einzelereignissen zu finden und diese Regeln dann auf weitere Einzelereignisse an zu wenden. Typische Beispielaufgaben dafür wären zum Beispiel Reihenergänzungen, Analogien oder Matrizentests. Interessanter Weise stellen klassische Denkaufgaben für PatientInnen mit exekutiven Störungen oftmals kein Problem dar, sofern diese auf automatisierte Lösungsstrategien zurückgreifen können die prämorbid vorhanden waren. Bei Aufgabenstellungen bei denen jedoch kreatives Denken zum Auffinden von neuen Lösungsstrategien erforderlich ist, wie das im Alltag oft der Fall ist, scheitern diese PatientInnen. Um die Ideenproduktion quantitativ messen zu können werden in der Neuropsychologie häufig Flüssigkeitsaufgaben angewendet, bei denen zu bestimmten Kriterien so viele Elemente wie möglich aufgezählt (Wortflüssigkeitsaufgaben) bzw. geschaffen (Muster zeichnen) werden sollen (Drechsler, 2007).

Das **Planen** ist die Fähigkeit, Handlungen auf ein Ziel aus zu richten, dieses Ziel in mehrere Schritte zu unterteilen und diese dann in geordneter Weise durch zu führen. Das kann auch bedeuten, dass eine Strategie oder ein mögliches Ziel entworfen wird und dann auf die Brauchbarkeit hin überprüft wird, und, falls es nicht passend ist, verworfen wird (Drechsler, 2007).

Bei der **Ablauforganisation** werden Aufgaben des Problemlösens, der Planung und der Evaluation miteinander kombiniert. Die Fähigkeit dazu wird im Berufsleben oft benötigt, wenn man zum Beispiel mehrere Sachen gleichzeitig im Auge behalten soll, wie das Telefon beantworten und gleichzeitig auf Emails zu achten. Je komplexer diese Anforderungen, desto eher erkennt man in diesem Gebiet PatientInnen mit exekutiven Störungen, da diese sich schwer dabei tun sich flexibel an ändernde Bedingungen an zu passen, die andauernde Entscheidungsprozesse unter Zeitdruck verlangen (Drechsler, 2007).

Die **Aufmerksamkeitsverteilung und die Konfliktverarbeitung** sind exekutive Kontrollprozesse der Aufmerksamkeitsleistung. Diese sind wichtig, wenn mehrere Prozesse gleichzeitig ablaufen, welche alle die Aufmerksamkeit beanspruchen, damit eine entsprechende Adaption und Aufmerksamkeitsverteilung an die benötigten Prozesse erfolgen kann. Auch beinhaltet es die Fähigkeit die Intensität kognitiver Prozesse an die Schwierigkeit von Aufgaben anzupassen, so verwenden z.B. Personen mit diesbezüglicher Störung für leichte als auch schwere Aufgaben das gleiche Maß an Anstrengung (Drechsler, 2007).

Enkodier- und Abrufstrategien lassen sich innerhalb der komplexen Regulationsprozessen zu den exekutiven Kontrollprozessen der Gedächtnisleistungen einordnen. Es geht dabei um die Bildung von Verknüpfungen von neu gelernten Inhalten mit semantischen Attributen. Dabei wird das Material auf bestimmte Merkmale analysiert (z.B.: Pflanze mit gelber Blüte) oder zu möglichen Ordnungsstrukturen in Relation gesetzt („gehört zu Säugetieren“) und die Verknüpfung soll das Abrufen anhand dieser Struktur erleichtern. Dabei ist der frontale Kortex beteiligt. PatientInnen die Frontalhirnschädigungen haben, lernen daher oft ineffizient, da es ihnen schwer fällt, das Material systematisch mit entsprechenden Enkodierungsstrategien zu lernen und in Folge wird auch das Abrufen des Gelernten erschwert. Auch passiert es jenen PatientInnen, dass sie gelernte Informationen mit falschen örtlichen oder zeitlichen Quellen verbinden, womit es zu Verwechslungen und Interferenzeffekten kommt (Drechsler, 2007).

4.3.3. *Aktivitätsregulation*

Neben der kognitiven Regulationsebene gibt es die Ebene der **Aktivitätsregulation**. Die Aktivitätsregulation entscheidet über das Ausmaß an Aktivität, das sich nicht auf innere Prozesse bezieht sondern auf das gezeigte Verhalten. Weicht die Aktivitätsregulation von einem normalen Ausmaß ab, kann sie sich in einem Aktivitätsüberschuss (Positiv-Symptomatik) äußern als auch in einem Aktivitätsdefizit (Minus-Symptomatik) (Drechsler, 2007). Das Aktivitätsdefizit fällt bei PatientInnen oft auf anhand von Apathie, Motivationsverlust, Indifferenz gegenüber der eigenen Situation, mangelnde emotionale Beteiligung, Interessenslosigkeit und Schwerfälligkeit. Innerhalb von Untersuchungen kann sich ein Aktivitätsdefizit auch als Initiierungsstörung zeigen oder als verlangsamtes Verhalten, das Fehlen von spontaner Kommunikation oder als vermindertes Aufrechterhalten von Aufmerksamkeit und Anstrengung. Im Gegenzug dazu zeigt sich ein Aktivitätsüberschuss anhand von Hyperaktivität, Rastlosigkeit, allgemeinen Verhaltensenthemmungen wie zum Beispiel Distanzlosigkeit oder Albernheit, impulsives Verhalten, Sprechdrang, gesteigerter Erregbarkeit und Irritabilität oder einem impulsiven Verhalten (Müller & Münte, 2009; Litvan, 2001; Starkstein & Kremer, 2001). In Untersuchungssituationen sind diese PatientInnen vermehrt ablenkbar, tun sich schwer damit längerfristig an einer Sache zu bleiben und driften oftmals im Gespräch vom Thema ab (Drechsler, 2007).

4.3.4. *Emotionale Regulation*

Eine weitere Regulationsebene ist die der **emotionalen Regulation**. Dazu zählen, wie schon in der *somatic marker* Theorie beschrieben, das emotionale Lernen und die Auswirkung dessen auf neue Entscheidungsprozesse. PatientInnen, bei denen das Belohnungssystem gestört ist, passen ihr Verhalten nicht an, auch wenn sie positive oder negative Rückmeldung bekommen, da sie keine Verknüpfung bilden können mit den emotionalen Auswirkungen und dem Auslöser. Deswegen haben diese Personen generell Mühe aus Erfahrungen zu lernen oder Motivation aufzubringen um ein langfristiges Ziel zu verfolgen (Drechsler, 2007).

4.3.5. Soziale Regulation

Die vierte Regulationsebene ist die der **sozialen Regulation**. Die soziale Selbstregulation bezeichnet die Fähigkeit, soziale Interaktionen angemessen zu regulieren in Hinblick auf Initiierung, Häufigkeit, Dauer und Intensität (Eslinger, Grattan & Geder, 1995). Ist diese Fähigkeit gestört, zeigen PatientInnen Schwierigkeiten in Bezug auf angemessenes soziales Verhalten was sich z.B. in Form von aufdringlichem Verhalten oder distanzlosem Verhalten Fremden gegenüber zeigt. Das zeigt sich auch im Gesprächsverhalten, wenn allgemein gültige Gesprächsregeln nicht mehr eingehalten werden können, bei ansonsten intakter Sprache (McDonald & Johnson, 2005). Zur sozialen Regulation zählt auch das Bewusstsein für ein zeitlich überdauerndes Ich mit stabilen Merkmalen (Levine, Freedman, Dawson, Black & Stuss, 1999). Auch zählt dazu die Fähigkeit zur Empathie bzw. zu einem Perspektivenwechseln im Sinne der „Theory of Mind“. So fällt bei PatientInnen mit Frontalhirnläsionen oft eine verstärkte Ich-Bezogenheit auf (Drechsler, 2007). Der Begriff der Theory of Mind stammt aus der Autismusforschung und beschreibt die Fähigkeit, sich vorzustellen zu können, was ein anderer Mensch denkt und welche Intentionen er verfolgt. Intakte Frontalhirnfunktionen scheinen eine Voraussetzung dafür zu sein, eine Theory of Mind zu entwickeln (Stuss & Anderson, 2004).

4.4. Neuroanatomische Aspekte exekutiver Funktionen

Wie schon anfangs erwähnt ist der Begriff „exekutive Funktionen“ kein neuroanatomisch definiertes Konstrukt, sondern ein psychologisches. Neuroanatomisch werden die exekutiven Funktionen üblicherweise dem Frontallappen zugeordnet, genauer gesagt verschiedenen neuroanatomisch definierten frontalen Funktionsschleifen (Alexander, Crutcher & DeLong, 1990; Lichter & Cummings, 2001). Diese Funktionsschleifen umfassen sowohl frontale Strukturen aber auch Verbindungen die nicht frontal lokalisiert sind und werden daher „*frontal lobe system*“ genannt (Royall et al., 2002). Dabei werden vor allem drei fronto-subkortikale Funktionsschleifen mit Störungen in den exekutiven Funktionen in Zusammenhang gebracht (Alexander et al., 1990; Lichter & Cummings, 2001):

- 1.) Die dorsolaterale präfrontale Schleife wird mit kognitiven Aspekten exekutiver Funktionen in Zusammenhang gebracht.
- 2.) Die medial orbitofrontale Schleife wird mit dem affektiven Lernen und Entscheiden und der sozialen Interaktion assoziiert.
- 3.) Die vordere cinguläre Schleife wird mit Antrieb und Motivation in Verbindung gebracht.

Störungen exekutiver Funktionen finden sich häufig nach Läsionen im frontalen Bereich, aber wie auch schon vorher betont können auch Schädigungen anderer kortikaler Areale und auch subkortikaler Strukturen zu Störungen in den exekutiven Funktionen führen. Die neuronale Grundlage exekutiver Funktionen dürfte demnach weit über die anatomischen Grenzen des präfrontalen Kortex hinausgehen (Sattler, 2010; Jacobs, Harvey & Anderson, 2011). Auch scheinen fronto- cerebelläre Verbindungen, also Verbindungen zwischen Frontallappen und Cerebellum, eine Rolle bei exekutiven Funktionen zu spielen (Bellebaum & Daum, 2007). Schädigungen in fronto-cerebellären Schleifen können sowohl zu kognitiven als auch affektiven Beeinträchtigungen führen. Demnach können Beschädigungen im Kleinhirn nicht nur zu motorischen Problemen führen, womit das Kleinhirn typischerweise assoziiert wird, sondern unter anderem auch zu Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen und zusätzlich dem Verhalten (Tavano et al., 2007; Schmahmann und Sherman, 1998).

Auch konnte ein anatomischer Zusammenhang zwischen der Funktionsfähigkeit von exekutiven Funktionen und der Integrität der weißen Substanz im Gehirn gefunden werden. Brinkman et al. (2012) haben in ihrer Studie heraus gefunden, dass eine verminderte Integrität der weißen Substanz langfristig mit Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen einhergeht.

4.5. Entwicklung von exekutiven Funktionen im Kindes und Jugendalter

Parallel zur Entwicklung des Frontallappens entwickeln sich exekutive Funktionen über einen langen zeitlichen Verlauf, da auch der Frontallappen erst ab einem Alter von 20 Jahren ausgereift ist. Im Vergleich zu anderen mehr grundlegenden Funktionen wie Sprache, räumliche Orientierung oder Aufmerksamkeit entwickeln sich exekutive Funktionen erst später im Verlauf des Kindes- und Jugendalters (Gogtay et al., 2004). Betrachtet man die neuronalen Netzwerke für exekutive Funktionen, so scheinen sich diese auch erst mit steigendem Alter zu spezifizieren. Bei Kindern wird anfangs noch ein breites weitläufiges Netzwerk aktiviert. Im Laufe der Ontogenese verändert sich das Netzwerk aufgrund von funktionellen und strukturellen Verbindungsmustern, und es kommt zu besseren Leistungen da die relevanten Areale für die jeweilige Funktion spezifisch aktiviert werden (Konrad, 2007). Interessant bei der Entwicklung von exekutiven Funktionen ist, dass sich einzelne exekutive Funktionen in ihren Entwicklungsverläufen unterscheiden, was gegen die These einer einzelnen exekutiven Basisfunktion spricht. So erreichen manche Funktionen schon früher ihr ausgereiftes Plateau, andere erst später. Ganz früh ist zum Beispiel das

zielorientierte Verhalten schon vorhanden, es kann schon bei Einjährigen beobachtet werden. Auch das Arbeitsgedächtnis und Ansätze inhibitorischer Kontrolle können schon ab ca. 18 Monaten beobachtet werden (Diamond, 1990). Bereiche wie Inhibition oder kognitive Flexibilität sind mit etwa 12 Jahren ausgereift (Levin et al., 1991). Einzelne Funktionen wie das strategische Arbeitsgedächtnis und Problemlösen entwickeln sich bis in das junge Erwachsenenalter, und auch das emotionale Entscheiden entwickelt sich bis in die späte Adoleszenz (de Luca & Leventer, 2008). Bei den Aufgaben zu klassischen exekutiven Funktionen lässt sich eine Altersentwicklung deutlich erkennen. Viele der Aufgaben können in einer altersangepassten Form schon ab einem Alter von drei Jahren durchgeführt werden und die fortlaufende Entwicklung kann bis in das Erwachsenenalter verfolgt werden (Espy, Kaufman, Glisky & McDiarmid, 2001). Interessant ist jedoch auch, dass nicht alle Entwicklungsverläufe kontinuierlich ablaufen. So kann es zum Beispiel zu Beginn der Adoleszenz zu einer Abflachung oder sogar Regression kommen. Es wird vermutet, dass wenn ein Übergang von einer Entwicklungsphase zur nächsten erfolgt, sich die Verarbeitungsstrategien ändern. In der Adoleszenz beginnt man zunehmend ganzheitliche Verarbeitungsstrategien zu verwenden, die treten jedoch in Konflikt mit zunehmender Selbstwahrnehmung und Kontrolle und es kann somit zu vorübergehenden Funktionsrückschritten kommen (Anderson, Anderson, Jacobs & Spencer-Smith, 2008).

4.6. Diagnostische Verfahren und methodische Besonderheiten bei der Erfassung exekutiver Funktionen

Ein wichtiger Aspekt bei der Betrachtung exekutiver Funktionen ist die Frage der Messbarkeit. Mehrere Punkte erschweren hierbei die neuropsychologische Diagnostik exekutiver Funktionen. Eine Schwierigkeit stellt die Uneinigkeit im theoretischen Konstrukt dar. Oftmals sind die theoretischen Konstrukte nur unzureichend definiert, wenig aufeinander bezogen und gegeneinander abgegrenzt und somit ist es oft unklar, welches Konstrukt mit einem Test zur Erfassung exekutiver Funktionen wirklich gemessen wird. So kann zum Beispiel eine Beeinträchtigung in verbalen Flüssigkeitsaufgaben aufgrund unterschiedlicher Störungen erfolgen. Mögliche Ursachen dafür wären zum Beispiel: Störungen bei der Unterdrückung habitueller Antworten oder bei der Initiierung von Handlungen, eingeschränkte Ideenproduktion oder kognitive Flexibilität, Sprachstörungen oder ein eingeschränkter Zugriff auf Abrufstrategien (Drechsler, 2007).

Aber nicht nur die Uneinigkeit im theoretischen Konstrukt stellt eine Herausforderung dar, sondern auch die Konstruktvalidität an sich bei diagnostischen Verfahren zur Messung von

exekutiven Funktionen. Das liegt daran, dass es praktisch keine diagnostischen Leistungstests gibt, die nicht auch auf anderen domänenspezifische Fähigkeiten basieren, wie zum Beispiel sprachliche Leistung oder das Gedächtnis. Diese Tests sind somit multifaktoriell und keine „reinen“ exekutiven Tests (Lezak et al., 2004; Burgess, Alderman, Forbes, Costello, Coates, Dawson et al., 2006). Auch messen diese Verfahren meist nur Teildomänen von exekutiven Funktionen, selten aber das gesamte Konstrukt. Verfahren, die Teilaspekte exekutiver Funktionen messen wären z.B. der Turm von London (Tucha & Lange, 2004), Wisconsin Card Sorting Test (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000) oder Trail Making Test (aus dem Delis-Kaplan Executive Function System von Delis, Kaplan & Kramer, 2001). Aber auch wenn nur einzelne Aspekte von exekutiven Funktionen gemessen werden, so messen diese Tests doch auch mehrere unterschiedliche exekutive Leistungen gleichzeitig, diese jedoch nicht differenziert genug und es bleibt bei auffälligen Testergebnissen oftmals unklar welcher Teilbereich tatsächlich gestört ist. Der Wisconsin Card Sorting Test, kurz WCST, überprüft zum Beispiel die Nutzung von Feedback, kognitive Flexibilität, schlussfolgerndes Denken, Kategorienbildung, Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen, Monitoring, oder das Aufrechterhalten von Informationen im Arbeitsgedächtnis. PatientInnen können daher aufgrund unterschiedlicher Störungen im WCST schlecht abschneiden und ein Vergleich miteinander ist daher schwer möglich (Drechsler, 2007). Beim Trail Making Test Kondition 4 wird Flexibilität im Denken gemessen wobei visuell-motorische Fähigkeiten vorausgesetzt werden (Swanson, 2005). Wenn also Fähigkeiten beeinträchtigt sind, die Basisvoraussetzungen für weitere Aufgaben sind und diese Testaufgaben schlecht gelöst werden, kann es zu Fehlinterpretationen kommen (Drechsler, 2007). Miyake et al. (2000) forderten daher eine größtmögliche Reduktion auf exekutive Basisleistungen bei Testverfahren. Dies stellt jedoch ein weiteres Problem dar, da viele PatientInnen mit exekutiven Störungen Schwächen gut kompensieren können, solange die Anforderungen gut überschaubar sind und klar gestellt sind, und erst bei komplexeren Aufgaben Schwierigkeiten aufzeigen (Stuss & Alexander, 2000).

Ein Verfahren das versucht das ganze Konstrukt der exekutiven Funktionen zu messen und sich dabei auf das Modell von Renate Drechsler bezieht ist der BRIEF – Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen, die deutsche Adaption des BRIEF von Guy, Isquith & Gioia (Drechsler & Steinhausen, 2013). Allerdings ist der BRIEF ein reiner Fragebogen und kein objektiver Leistungstest und kann somit von den Testpersonen bewusst oder unbewusst verfälscht werden oder bei geringer Reflexionsfähigkeit falsch eingeschätzt werden. Um diesem Problem gegenzusteuern, enthält der Test einen Negativitäts- und

Inkonsistenz Testkennwert, der aufzeigen soll ob der Fragebogen auffällig negativ oder inkonsistent ausgefüllt wurde.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Messung von exekutiven Funktionen ist die Sicherstellung der ökologischen Validität. Das Problem liegt darin, dass in strukturierten Testsituationen mit klar definierten Aufgabenstellungen die Gefahr besteht, dass der Testleiter exekutive Funktionen für die Testperson sozusagen übernimmt (Drechsler, 2007). Alltagsanforderungen werden in kaum einem Test realistisch abgebildet, daher diskutieren manche Autoren naturalistische Aufgaben in die Diagnostik mit aufzunehmen, wie zum Beispiel das Kochen von Mahlzeiten (Godbout, Grenier, Braun & Gagnon, 2005; Manchester, Priestley & Jackson, 2005). Ein weiteres Problem liegt darin, dass PatientInnen oftmals sehr gut in der Lage sind „in vitro“ – also gedanklich, Lösungswege bei konstruierten Labor-Situationen zu finden oder zu sagen, was sie im Alltag bei bestimmten Situationen machen sollten, dies in der Realität aber nicht tun. Dieses Problem trifft zum Beispiel für das Testverfahren Turm von London zu, bei dem die Planungsfähigkeit und konvergentes problemlösendes Denken gemessen werden, indem Kugeln von einem Ausgangszustand mit möglichst wenigen Zügen in einen Zielzustand transportiert werden sollen (Tucha & Lange, 2004). Durch die strukturierte Testsituation und der geringen ökologischen Validität des Testverfahrens wäre es kritisch Rückschlüsse von der Testaufgabe auf dieselbe Fähigkeit in alltagsnahen Situationen zu schließen (Dawson & Guare, 2010). Daher ist es schwer, aufgrund von simulierten Problemlöseverhalten eine Prognose für die Alltagsanforderungen zu stellen. Ein weiteres Problem diesbezüglich ist, dass es kaum erforscht ist welche Komponenten von exekutiven Funktionen bei Alltagssituationen erforderlich sind (Burgess et al., 2006). Die Spezifität der Testverfahren und die sichere Übertragung von Testverfahren auf Alltagsfunktionen sind somit noch eingeschränkt. Dies wird auch ersichtlich wenn man den Zusammenhang zwischen Testergebnissen mit Einschätzungen der PatientInnen oder Angehörigen zu ihren Alltagsproblematiken vergleicht. Dieser Zusammenhang ist meist nur gering bis moderat (Odhuba, van den Broek & Johns, 2005; Chayter, Schmitter-Edgecombe & Burr, 2006).

Eine weitere Herausforderung bei der Erstellung von diagnostischen Verfahren zur Erfassung der exekutiven Funktionen stellt die Reliabilität von Testverfahren dar. Reliabilitätskennwerte wie die der *split-half*–Reliabilität oder die der *Retestreliabilität* sind oftmals eher ungeeignet. Bei der Retestreliabilität wird verglichen inwieweit Testergebnisse übereinstimmen bei der Wiederholung des Tests (Kubinger, 2009). Möchte man aber die

exekutiven Funktionen messen, mit der Aufgabe neue Lösungswege zu finden, so kann man den gleichen Test nicht nochmals vorgeben. Denn ist der Lösungsweg erstmal bekannt, kennen die Probanden schon das Lösungsprinzip und bei einer Wiederholung des Tests würden nicht mehr die exekutiven Funktionen gemessen werden. Auch ist es schwer möglich Parallelförmigkeiten des Tests zu entwickeln, da diese das Aufgabenmaterial verändern würden (Rabitt, 1997). Bei der split-half Reliabilität wird die erste Hälfte des Tests mit der zweiten Hälfte des Tests verglichen und es wird geschaut, ob beide Hälften zu der gleichen Aussage kommen (Kubinger, 2009). Auch das ist problematisch bei exekutiven Testaufgaben, da PatientInnen oftmals erst mit zunehmender Dauer Schwierigkeiten aufzeigen sich zu organisieren, auch wenn der Schwierigkeitsgrad gleich bleibt. Auch treten manche Probleme erst auf wenn ein bestimmter Komplexitätsgrad überschritten ist. Die *Interrater-Reliabilität* scheint dagegen ein sinnvollerer Maß zur Reliabilitätsmessung zu sein (Ross, Calhoun, Cox, Wenner, Kono & Pleasant, 2007; Anderson, Anderson & Garth, 2001).

Des Weiteren ist bei der Diagnostik zu beachten, dass es sowohl inter- als auch intraindividuelle Variabilität bei exekutiven Leistungen gibt. Dabei spielt das Alter und die allgemeine Entwicklung eine große Rolle. Manche Aufgaben, die von kleineren Kindern noch exekutive Funktionen benötigen, sind bei älteren Kindern schon automatisiert und beanspruchen daher keine exekutiven Funktionen mehr (Denckla, 1996). Aber nicht nur bei Kindern, sondern auch bei Erwachsenen ist es je nach Aufgabentyp von der Erfahrung und der Bildung der Person abhängig, ob und inwiefern exekutive Funktionen beansprucht werden. Durch Training und Bildung können Aufgaben, die anfangs viel exekutive Kontrolle benötigen, in automatisierte Handlungsschemata überführt werden, und eine exekutive Kontrolle ist nicht mehr oder nur noch abgeschwächt von Nöten. Es ist auch bekannt, dass exekutive Leistungen mit der Intelligenz korrelieren (Duncan, Emslie, Williams, Johnson & Freer, 1996), besonders Leistungen des Arbeitsgedächtnisses und schlussfolgerndes Denken (Salthouse, 2005; Friedmann et al., 2006). Trotz dieses Zusammenhangs ist diesbezüglich jedoch wichtig zu erwähnen, dass sich Störungen in den exekutiven Funktionen meist nicht in klassischen Intelligenztests, wie die der Wechsler Intelligenztests, abbilden (Duncan et al., 1996). So kann es zu großen Schwankungen bei exekutiven Testleistungen zwischen Personen abhängig von Erfahrung, Bildung und Intelligenz kommen. Aber auch intraindividuelle Unterschiede sind bei exekutiven Funktionen typisch. Eine Person die in den exekutiven Funktionen beeinträchtigt ist, vermag an einem Tag bessere exekutive Leistungen zu erzielen als an anderen Tagen. Bei PatientInnen mit Frontalhirnläsionen ist

häufiger als bei anderen Personen eine starke intraindividuelle Leistungsvariabilität zu finden (Stuss & Alexander, 2000).

Auch ist bei der Erfassung von exekutiven Funktionen zu beachten, dass ein qualitativer Ansatz sinnvoller ist als ein quantitativer. Nicht die Menge an beobachtbaren Auffälligkeiten ist entscheidend, aber vielmehr die Qualität des Fehlers, der Fehlleistung oder der Auslassung (Bartl-Storck & Dörner, 2004). Es ist schwer oder kaum machbar im Alltag Handlungsfehler kontinuierlich zu beobachten, auch deswegen, da die Beobachtung von Testpersonen oftmals einen Einfluss auf die Selbstkontrolle der Testperson ausübt, indem diese viel bessere Leistungen erzielt, sobald jemand sie beobachtet (Burgess, 1997). Auch ist es sehr schwer realisierbar bei Aufgaben mehrere Durchläufe zu machen um eine statistische Absicherung zu bekommen, wie das zum Beispiel bei Reaktionszeitmessungen erfolgt. Deswegen werden Verhaltensauffälligkeiten bei exekutiven Funktionen oftmals auch als Kasuistik beschrieben (Drechsler, 2007).

Generell gibt es bislang wenig standardisierte Verfahren zur Erfassung der exekutiven Funktionen, die anhand von deutschsprachigen Stichproben normiert und validiert wurden. Englischsprachige Verfahren, die hoch gepriesen werden, liegen nur in experimentellen Versionen vor. So gibt es bislang noch eine große Kluft zwischen dem Erkenntnisstand der Forschung und den aktuellen Möglichkeiten die exekutiven Funktionen diagnostisch zu erfassen (Drechsler, 2007). Daher wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von Denk, Pletschko und Leiss an der Universität Wien und an der Abteilung der Neuroonkologie an der Universitätsklinik für Kinder und Jugendheilkunde des AKH Wien ein Verfahren entwickelt, welches versucht sich den besonderen Anforderungen bei der Messung von exekutiven Funktionen zu stellen. Das sogenannte Verhaltensinventar zur Operationalisierung der Planungs- und Organisationsfähigkeit (VIOP) misst altersadäquat und alltagsnah die Planungs- und Organisationsfähigkeit indem alltagstypische Aufgaben geplant werden müssen (Denk, 2010). Dieses vielversprechende Verfahren unterliegt jedoch noch Modifikationen und muss noch an größeren Stichproben getestet werden um eine Aussage über die Generalisierbarkeit des Verfahrens zu bekommen.

5. Grundlagen des Verhaltens bei Kindern und Jugendlichen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem breiten Begriff „das Verhalten“ und dessen Zusammenhang mit exekutiven Funktionen. Auffälliges Verhalten weicht von allgemein akzeptierten sozialen Verhaltensnormen ab, die in einer Gesellschaft aufgrund von Wertvorstellungen und Einstellungen etabliert sind. Aufgrund dieser Verhaltensnormen gibt es allgemeine Grundsätze über gutes und schlechtes Verhalten, die unbewusst in jeder Gesellschaft im Bewusstsein der Menschen verankert sind. Ein Verstoß einer Norm wird als abnormales Verhalten definiert. Soziale Verhaltensnormen können je nach Gesellschaft und Kultur unterschiedlich sein (Kring, Johnson, Davison & Neale, 2012). So zählt ein Rülpsen nach dem Essen in der westlichen Kultur zum Beispiel als unangebrachtes unhöfliches Benehmen, in China dagegen ist es erwartetes Verhalten, um höflich zu zeigen, dass das Essen geschmeckt hat. Doch abgesehen von eher harmlosen Verhaltensabweichungen wie das Rülpsen nach dem Essen, gibt es abnormales Verhalten das für die betroffenen Personen und deren Umfeld weitaus drastischere Auswirkungen hat.

Um in der psychologischen Diagnostik abnormales Verhalten einheitlich definieren zu können, behilft man sich unterschiedlicher Kriterien. Im Klassifikationsmodell der American Psychiatric Association (2013), dem DSM-V, wird abnormales Verhalten im Sinne von mentalen Störungen mit mehreren Kriterien charakterisiert. Zu den wesentlichsten Kriterien zählen: die Störung geschieht im Individuum, die Störung verursacht Leiden oder Beeinträchtigungen, es ist keine kulturelle spezifische Reaktion auf ein Ereignis und es ist nicht primär ein Ergebnis von abweichenden Verhalten in der Gesellschaft bzw. Konflikte mit einer Gesellschaft. Diese Kriterien tragen zu abnormalen Verhaltensweisen bei, können aber nicht alleine mentale Störungen charakterisieren. So kann eine Person eine mentale Störung haben und dabei keinen subjektiven Leidensdruck empfinden, das Verhalten zeigt jedoch trotzdem Beeinträchtigungen in wichtigen Lebensbereichen wie z.B. bei Beziehungen oder der Umgang mit Geld was wiederum in einer Übertretung von sozialen Normen resultieren kann. Beeinträchtigungen oder auch Dysfunktionen können verhaltensspezifische Dysfunktionen sein, psychologische Dysfunktionen oder biologische Dysfunktionen. Die Grenze zwischen abnormalen Verhalten aufgrund von psychischen Störungen oder biologischen Störungen ist daher sehr eng und nicht immer klar ersichtlich (Kring et al., 2012).

Es gibt auch unterschiedliche Modelle, die sich im Laufe der Geschichte entwickelt haben, und die versucht haben, je nach Weltauffassung und psychologischer Ausrichtung abnormales Verhalten und dessen Entstehung zu erklären. Zu den großen Modellen zählen tiefenpsychologische Modelle, humanistisch-existenzielle Modelle, soziokulturelle Modelle, behavioristische Modelle, kognitive Modelle, biologische Modelle und wie es heute oft üblich ist, Mischformen der einzelnen Modelle die mehrere Ansichten integrieren. Während soziokulturelle Modelle Ursachenfaktoren in der Gesellschaft und Erziehung sehen, betonen biologische Modelle den Einflussfaktor von Genen und körperlichen Störungen wie Krankheiten. In der heutigen Forschung beziehen sich die meisten Modelle auf eine Mischung von biologischen, sozialen und kognitiven Einflussfaktoren, die miteinander eng verwebt sind und nicht immer eindeutig voneinander trennbar sind (Comer, 2008). Bei vielen psychischen Krankheiten geht man mittlerweile davon aus, dass Personen aufgrund biologischer Faktoren eine gewisse Anfälligkeit für bestimmte psychische Krankheiten haben, die durch bestimmte Umweltfaktoren wie Traumata oder Stress ausgelöst werden können oder eben nicht (Luangrath & Hiscock, 2011).

Auffälliges Verhalten kann daher aufgrund unterschiedlicher Einflussfaktoren entstehen und dann als psychische Störung klassifiziert werden. Dabei werden psychische Störungen oftmals in internalisierende Störungen und externalisierende Störungen unterteilt. Internalisierende Störungen beziehen sich auf Störungen, die nach außen hin nicht immer gleich ersichtlich sind, da diese mehr auf das Innenleben der Person gerichtet sind. Zu internalisierenden Störungen zählen zum Beispiel Depressionen oder Angststörungen. Externalisierende Störungen sind gut ersichtlich, da es das Verhalten nach „außen“ bestimmt, wie zum Beispiel aggressives, oppositionelles, impulsives oder hyperaktives Verhalten (Textor, 2006). Bei Mädchen kommen internalisierende Störungen häufiger vor, bei Burschen externalisierende Störungen (Ihle & Esser, 2002).

Verhaltensauffälligkeiten im Kindes- und Jugendalter kommen nicht selten vor. In einer australischen Studie, in der 589 Kinder im Alter von drei Jahren untersucht wurden, zeigten 12% externalisierende Probleme und 12% internalisierende Probleme (Bayer, Hiscock, Ukoumunne, Scalzo & Wake, 2010). In einer größeren Stichprobe mit 4509 australischen Kindern im Alter von vier bis 17 Jahren wurden fast idente Ergebnisse erzielt, indem 13% der Kinder internalisierende oder externalisierende Probleme aufzeigten (Sawyer, Arney, Baghurst, Clark, Graetz, Kosky et al., 2001). Auch in deutschsprachigen Studien bei

Kindergartenkinder zeigen ca. 20-25% Verhaltensauffälligkeiten oder psychische Probleme, wobei ca. 5% davon behandlungsbedürftig sind (Textor, 2006).

Dabei sind verhaltensspezifische Probleme oftmals temporär und kommen vor allem vermehrt vor, wenn Kinder dabei sind eine neue Entwicklungsstufe zu erreichen (Luangrath & Hiscock, 2011). Doch bis zu 50% derer Probleme die bis zum Schulalter auftauchen, können anhalten und sich zu kindlichen psychischen Gesundheitsproblemen entwickeln, die zum Beispiel zu einem erhöhten Risiko für Drogenmissbrauch, gewalttätiges Verhalten und später auch zu kriminellm Verhalten führen (Prior, Smart, Sanson & Oberklaid, 2001). Deswegen ist die frühzeitige Erfassung kindlicher Verhaltensprobleme von großer Bedeutung. Im internationalen Raum wird hierfür häufig der CBCL Fragebogen (Child Behavior Checklist von T. M. Achenbach) oder der SDQ Fragebogen (Strengths and Difficulties Questionnaire von R. Goodman) verwendet.

5.1. Zusammenhang zwischen Exekutivfunktionen und Verhalten

Auch wenn die bisherige Forschung noch keinen direkten kausalen Zusammenhang zwischen den exekutiven Funktionen und dem Verhalten gefunden hat, so gibt es doch zahlreiche Hinweise darauf, dass die exekutiven Funktionen das Verhalten beeinflussen und Störungen in den exekutiven Funktionen Verhaltensauffälligkeiten mit sich bringen können (Riccio, Hewitt & Blake, 2011). Betrachtet man die Funktionsbreite von exekutiven Funktionen, so ist es nicht verwunderlich, dass diese das Verhalten beeinflussen. Das wird auch ersichtlich, wenn man jene Modelle oder Definitionen über exekutiven Funktionen betrachtet, welche verhaltensspezifische und emotionale Aspekte sehr wohl zu den exekutiven Funktionen zuordnen. Dies tun, wie schon im Kapitel über exekutive Funktionen genauer erläutert, zum Beispiel Kerr und Zelazo (2004), Lezak et al. (2004) und Matthes-von Cramon und von Cramon (2000) indem sie den Aspekt der Motivation und des Willens in die exekutiven Funktionen hineinbringen. Gerade auch Damasio (1998) mit seiner Theorie über den somatischen Marker, erklärt in seiner Theorie wie Verhaltensweisen bei komplexen Entscheidungen aufgrund von emotionalen Lernerfahrungen zustande kommen.

Auch Renate Drechsler spricht sich in ihrem Modell über exekutive Funktionen klar dafür aus, dass exekutive Funktionen sich nicht auf rein kognitive Funktionen beschränken, sondern diese auch Verhaltensweisen beeinflussen. Deswegen gibt es in ihrem Modell nicht nur eine kognitive Regulationsebene, sondern auch eine soziale und emotionale

Regulationsebene und auch eine Aktivitätsregulation die alle drei wesentlich das Verhalten mitbestimmen (Drechsler, 2007).

Wird auffälliges Verhalten von einer neuropsychologischen Perspektive betrachtet, so gibt es einige Forschungen die aufzeigen, dass präfrontale Dysfunktionen mit antisozialem Verhalten, erhöhter Aggressivität, sozialer Enthemmung, abgeflachten Affekt, Impulsivität und verminderter Empathie zusammenhängen (Davidson, Jackson & Kalin, 2000; Cummings, 1993; Martzke, Swan & Varney, 1991; Grattan, Bloomer, Archambault & Eslinger, 1994, Stuss, Gow & Hetherington, 1992). Anders herum wird vermutet, dass ein gut funktionierender Frontallappen zu angebrachtem sozialen Verhalten und der Hemmung von maladaptivem Verhalten beiträgt (Grigsby & Stevens, 2000, zitiert nach Riccio et al., 2011). Da die exekutiven Funktionen klassischer Weise dem präfrontalen Lappen zugeordnet werden, liegt die Annahme nahe, dass die resultierenden Verhaltensauffälligkeiten von präfrontalen Dysfunktionen mit Dysfunktionen in den exekutiven Funktionen zusammen hängen. Aber auch andere Areale des Gehirns die für exekutive Funktionen verantwortlich sind, wie das Cerebellum, können bei Schädigungen zu Verhaltensauffälligkeiten führen. Diese Auswirkungen werden im untenstehenden Kapitel 7 noch näher erläutert.

Unabhängig von neurologisch lokalisationsabhängigen Forschungen, konnte in einigen Studien ein Zusammenhang zwischen exekutiven Funktionen und dem Verhalten nachgewiesen werden. Eine Funktion die den exekutiven Funktionen zugeschrieben wird ist zum Beispiel die Selbst-Regulation. Diese trägt wesentlich zur sozialen und akademischen Kompetenz bei (Barkley, 1997; Kochanska, Murray & Coy, 1997) und Defizite bei der Selbst-Regulation hängen wiederum mit einem erhöhten Risiko für aggressives und impulsives Verhalten zusammen und mit sozialer Ablehnung (Calkins, 1994; Campell, 1995; Hoaken, Shaugnessy & Pihl, 2003). Das Risiko gesundheitsschädigendes Verhalten wie z.B. Drogenmissbrauch zu entwickeln, ist auch erhöht bei Defiziten in den exekutiven Funktionen. Personen die sich schwer tun Ziele und Strategien zu verfolgen, das eigene Verhalten zu überwachen und dominante Reize zu unterdrücken, sind anfälliger für Drogenmissbrauch und tun sich wesentlich schwerer von einer Abhängigkeit loszukommen (Barkley, 2000; Zelazo, Carter, Reznick & Frye, 1997). Das haben auch Giancola und Parker (2001) in einer Längsschnitt Studie nachweisen können, in der männliche Jugendliche mit Schwächen in den exekutiven Funktionen und schwierigem Temperament sich öfter antisozial verhielten, was wiederum mit erhöhten Drogenmissbrauch zusammenhing.

Giancola (2000) vermutet, dass exekutive Funktionen sowohl als Mediator- als auch Moderatorvariable dienen bei dem Zusammenhang zwischen Aggression und Alkoholgebrauch. Auch Santor, Ingram und Kusumaker (2003) kamen zu dem Schluss, dass jene Personen mit Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen ein erhöhtes Risiko aufzeigen, bei Provokation sich aggressiv und impulsiv zu verhalten.

Dass die exekutiven Funktionen mit dem Verhalten zusammenhängen, wird auch im Zusammenhang der diagnostischen Messverfahren dieser Konstrukte ersichtlich. Drechsler und Steinhausen (2013) haben in der Normierung des BRIEFs, dem deutschsprachigen Verhaltensinventar zur Erfassung exekutiver Funktionen, die Skalen sowohl mit Skalen aus der CBCL als auch dem SDQ verglichen. Beim Vergleich zwischen dem SDQ und BRIEF, in beiden Fällen von Eltern ausgefüllt, korrelierte der *Verhaltensindex* des BRIEFs im mittleren Ausmaß mit der SDQ Skala *Verhaltensprobleme*. Die Skala *Hyperaktivität* des SDQs hatte eine hohe Korrelation mit der BRIEF-Skala *Arbeitsgedächtnis* und eine mittlere Korrelation mit den meisten anderen Skalen des BRIEFs. Beim CBCL Fragebogen korrelierte der *Verhaltensindex* des BRIEFs mit der Skala *Aggressives Verhalten* im stärkeren Ausmaß, und die CBCL Skala *Aufmerksamkeitsprobleme* stark mit dem BRIEF *Gesamtwert* (Drechsler & Steinhausen, 2013).

6. Neuropsychologie, organische Hirnschädigungen und psychische Störungen

Um die neuropsychologischen Folgen von Kleinhirntumoren besser zu verstehen, wird in diesem Kapitel der Begriff Neuropsychologie näher erläutert. Die Neuropsychologie beschäftigt sich sowohl mit normalen als auch pathologischen Beziehungen zwischen hirnanatomischen Strukturen, Verhalten und kognitiven Leistungen (Wurzer, 2006). Es ist eine Verknüpfung zwischen neuronalen Prozessen und psychischem Erleben und Verhalten. Das Zentralnervensystem wird dabei nicht als rein isolierte biologische Instanz betrachtet, das Verhalten und Erleben hervorbringt, sondern als ein Bestandteil eines dynamischen Systems, welches mit Umweltgegebenheiten, den übrigen Körpersystemen und vererbten Eigenschaften in Verbindung steht (Kryspin-Exner, 2011).

Deswegen dürfen, auch wenn neuropsychologische Störungen aufgrund von organischen Ursachen wie Hirntumore auftreten, auch psychosoziale Faktoren bei der Entstehung von neuropsychologischen Beeinträchtigungen nicht vergessen werden. Aufgrund des Netzwerkcharakters des Gehirns können soziale und psychische Stressoren auch neurologische Veränderungen im Gehirn auslösen und es kann zu neuropsychologischen Funktionsstörungen kommen. Es bleibt deswegen bei psychischer Belastung, gerade bei längeren Zeitintervallen zwischen organischer Läsion und psychischer Beeinträchtigung, manchmal fraglich ob diese aufgrund von organischen Faktoren oder psychosozialen Faktoren verursacht wurde (Beblo, 2004).

Geht man von der heute gängigen Annahme aus, dass alle psychische Prozesse auf neuronalen Prozessen basieren, so müssen bei veränderten psychischen Prozessen, wie das bei psychischen Störungen der Fall ist, auch veränderte neuronale Prozesse zu Grunde liegen. Veränderungen in der Neuroanatomie, die bei Hirnschädigungen meist zustande kommen, können deswegen zu psychischen Störungen beitragen, die jenen von psychiatrischen Erkrankungen ähneln. Pathopsychologische Prozesse die nicht aufgrund von neurologischen Erkrankungen oder strukturellen Hirnschädigungen zustande kommen unterscheiden sich zwar in mancher Hinsicht von eben diesen, sind aber nicht grundsätzlich andersartig. Ein Unterschied besteht darin, dass aufgrund des dynamischen Systems zwischen Zentralnervensystem und Umwelteinflüssen sowie vererbten Eigenschaften, eine genaue Lokalisation der Beeinträchtigung im Gehirn oftmals nicht möglich ist. Dabei ist auch zu bedenken, dass die unterschiedlichen Funktionssysteme des Gehirns eng

miteinander vernetzt sind, es meist mehrere Subsysteme für Funktionen gibt und es deswegen oftmals bei unterschiedlichen Primärstörungen zu gemeinsamen „Endstörungen“ kommen kann. So kann es zum Beispiel aufgrund unterschiedlichster Gründe zu Störungen bei höheren Hirnleistungen wie die der Informationsverarbeitung kommen. Deswegen werden kognitive Funktionen wie z.B. die Aufmerksamkeit, exekutive Funktionen oder das Gedächtnis auch im Bereich von psychischen Störungen berücksichtigt (Kryspin-Exner, 2011). Verletzung des Zentralnervensystems können daher zu vielfältigen Beeinträchtigungen führen, sei es körperlich spürbar wie motorische Störungen, psychisch erlebbar wie affektive Störungen oder neuropsychologisch auffällig wie Störungen in den exekutiven Funktionen. Diese Beeinträchtigungen können die Lebensqualität und Funktionsfähigkeit von PatientInnen im Alltag sehr leicht bis massiv beeinträchtigen (Wurzer, 2006).

6.1. Neuroanatomische Beteiligung des Kleinhirns bei neuropsychologischen Funktionen

Neuroanatomisch betrachtet konnte die Forschung bis jetzt gut aufzeigen, dass das Kleinhirn für die Koordination, Balance und motorische Sprachproduktion im Wesentlichen zuständig ist. Doch in den letzten Jahren wurde diese Sicht durch neuroanatomische, bildgebende und klinische Studien erweitert, indem gezeigt werden konnte, dass das Kleinhirn auch für kognitive Funktionen zuständig ist. Auch wenn es noch keine konsistenten Ergebnisse in Bezug auf beeinträchtigte Kognition und pathophysiologische Ursachen im Kleinhirn gibt, so wurde immer mehr ersichtlich, dass das Kleinhirn mit dem Großhirn verbunden ist und über Verbindungsschlaufen miteinander agiert (Brinkman et al., 2012; Middleton & Strick, 1997). Diesbezüglich versuchten einige ForscherInnen den Zusammenhang zwischen Kleinhirn und Kognition anatomisch zu erklären:

Zum Beispiel Middleton und Strick (1997) sowie Schmahmann und Pandya (1997) zeigen in ihren Studien neuroanatomische Erklärungsansätze auf, die auf eine Verbindung des Kleinhirns mit dem Großhirn hinweisen. So enthält das Kleinhirn mehr als die Hälfte aller Neuronen im Gehirn und ist stark kontralateral mit den Hemisphären des Großhirns verlinkt, sowohl in vorwärts- als auch rückwärts Schlaufen. Cerebrale Bereiche höherer Ordnung wie der dorsolaterale präfrontale Cortex, sowie parietale und superior temporale Gebiete, projizieren über den Pons zum Cerebellum. Eine Rückwärtsschleife verbindet den tiefen cerebellären Nucleus mit cerebralen Arealen, über den roten Nucleus und den Thalamus (Middleton & Strick, 1997). Auch ist die Rate von cerebellären Afferenzen im Vergleich zu

den Efferenzen viel höher, was eine integrative Rolle des Cerebellums vermuten lässt (Carpenter, 1991).

Courchesne und Allen (1997) erklären in ihrem Modell, dass es zu kognitiven und verhaltensspezifischen Defiziten kommt wenn die neuronalen Schleifen gestört sind. Dabei sind diese Defizite jenen ähnlich, die mit Störungen in den verbundenen Arealen des Großhirns typischerweise assoziiert werden. Das Kleinhirn spielt dabei eine vorbereitende Rolle für mentale oder motorische Abläufe, da es durch Blutzufuhr oder neuronale Reaktionen die Abläufe in unterschiedlichen Arealen steuert. Deswegen bewirken Schädigungen im Cerebellum nicht den kompletten Ausfall von Funktionen, jedoch aber klare Minderungen. Umso komplexer der kognitive Prozess dabei ist, umso stärker sind die Ausfälle (Courchesne & Allen, 1997).

Dabei scheint das Kleinhirn mit dem Großhirn kontralateral verlinkt zu sein (Salman, 2002; Riva & Giorgi, 2000). So verursachen zum Beispiel Läsionen in der rechten Hemisphäre des Kleinhirns Beeinträchtigungen in der Sprache, und bei linksseitigen cerebellären Läsionen herrschen Raumwahrnehmungsprobleme vor (Salman, 2002). Riva und Giorgi (2000) konnten auch zeigen, dass bei Tumoren in der rechten Hemisphäre zusätzlich zu Problemen mit der Sprachverarbeitung, Probleme mit dem auditiven seriellen Gedächtnis gefunden werden konnten und bei linksseitigen Tumoren Probleme mit der Raumwahrnehmung und dem visuellen Gedächtnis. Diese kontralaterale Verbindung mit dem Großhirn konnte jedoch nicht in allen Studien gefunden werden.

Unterstützt werden diese Ergebnisse mit Forschungsergebnissen die bei gesunden Probanden gefunden wurden. Mithilfe von bildgebenden Verfahren wie Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) konnte auch in Studien mit gesunden Probanden bei kognitiven Aufgaben Aktivitäten im Kleinhirn sowie kontralaterale Verbindungen des Kleinhirns mit den Großhirnhemisphären festgestellt werden. Dabei zeigten die Probanden, unabhängig von motorischer Beteiligung, bei aufmerksamkeitsbezogene Aufgaben Aktivität im Cerebellum (Allen, Buxton, Wong & Courchesne, 1997; Le, Pardo & Hu, 1998). Rechte cerebelläre Aktivität wurde bei verbalen Flüssigkeitsaufgaben gefunden (Marien, Engelborghs, Fabbro, De Deyn & 2001) und sogar bei unterschiedlicher Sprachdominanz wurde kontralateral zum Frontalcortex Aktivität im Cerebellum gemessen (Hubrich-Ungureanu, Kaemmerer, Henn & Braus, 2002). Umso komplexer und anspruchsvoller die Aufgaben bei verbalen Flüssigkeitsaufgaben dabei waren, desto intensiver war auch die Aktivität im Cerebellum (De Zubizaray, Zelaya,

Andrew, Williams & Bullmore, 2000; Seger, Desmond, Glover & Gabrieli, 2000). Weitere Belege für die Rolle des Cerebellums, nicht nur bei motorischen oder kognitiven Funktionen, sondern auch beim Verhalten kommen von psychopathologischen Störungen, wobei bei Schizophrenie, Autismus und beim Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom cerebelläre Abnormalitäten festgestellt werden können (Townsend et al., 2001; Mostofsky, Reiss, Lockhart & Denckla, 1998; Yeganeh-doost, Gruber, Falkai & Schmitt, 2011).

7. Neuropsychologische Folgen aufgrund von Kleinhirntumoren

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Folgen von Kleinhirntumoren, wobei der Schwerpunkt bei exekutiven Funktionen und dem Verhalten liegt, sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern.

Wie schon mehrmals erwähnt, ist das Kleinhirn dafür bekannt motorische Prozesse zu steuern. Störungen im Kleinhirn können somit zu Problemen bei der Ausführung von motorischen Handlungen führen (Beckwitt-Turkel, 2004). In den letzten Jahren fanden ForscherInnen zusätzlich heraus, dass das Kleinhirn auch für nicht-motorische Prozesse zuständig ist, nämlich auch für Prozesse höherer kognitiver Ordnung und das Verhalten (Schmahmann & Sherman, 1998). Anhand von Kleinhirnläsionen, meist aufgrund von Kleinhirntumoren, konnten mehrere neuropsychologische Beeinträchtigungen in Verbindung mit dem Kleinhirn gebracht werden. So konnten Defizite nach Kleinhirnläsionen in den Exekutivfunktionen und der Aufmerksamkeit gefunden werden (Aarsen et al., 2004; Riva & Giorgi, 2000; Steinlin et al., 2003), in visuell-räumlichen Fähigkeiten (Aarsen et al., 2004; Levisohn et al., 2000; Steinlin et al., 2003), in Gedächtnisfunktionen (Aarsen et al., 2004; Karatekin, Lazareff & Asarnow, 2000; Levisohn et al., 2000; Steinlin et al., 2003) und in der Verarbeitungsgeschwindigkeit (Horská et al., 2010; Steinlin et al., 2003). Oftmals treten auch sprachliche Funktionsstörungen wie Aphasie (Aggramatismus, amnemische Aphasie) (Silveri, Misciagna, Leggio & Molinari, 1994; Schmahmann & Sherman, 1998), und Schreib- und Leseschwächen wie Alexie, Dyslexie und Agraphie nach Kleinhirnläsionen auf (Marien, Verhoeven, Brouns, De Witte, Dobbeleir & De Deyn, 2007; DeSmet, Paquier, Verhoeven & Marien, 2013).

Bekannt sind auch behaviorale und affektive Auffälligkeiten nach Kleinhirntumoren (Aarsen et al., 2004; Levisohn et al., 2000; Steinlin et al., 2003). Auch gibt es eine erhöhte Wahrscheinlichkeit psychische Störungen wie Anorexie, Phobien, Sucht oder Affektregulationsstörungen zu entwickeln (Steinlin et al., 2003).

Im Zusammenhang mit Kleinhirnläsionen gibt es nicht nur einzelne Symptome die unterschiedlich auftreten können, sondern auch klinisch relevante Syndrome. Eine typische postoperative Folgeerscheinung von Kleinhirntumoren ist das sogenannte „Posterior Fossa Syndrom“ (Rekate, Grubb, Aram, Hahn & Ratcheson, 1985), welches Tage nach der Operation auftreten kann und über Monate andauern kann. Charakteristisch dafür sind Defizite in der Sprache (Mutismus), kognitive Beeinträchtigungen und

Verhaltensauffälligkeiten (Pollack, 1997). Ein weiteres bekanntes Syndrom, das vor allem das Kleinhirn mitsamt seiner Funktionsbreite in das Interesse der Forschung rückte, ist das sogenannte „cerebelläre kognitive affektive Syndrom“ (cerebellar cognitive affective syndrome – CCAS) von Schmahmann und Sherman (1998).

7.1. Das Posterior-Fossa Syndrom

Ein bereits gut akzeptiertes Krankheitsbild, das nach akuter cerebellärer Schädigung auftreten kann, ist das „*Posterior Fossa Syndrom (PFS)*“. Der Name kommt daher, da es nach Operationen an der hinteren Schädelgrube (*posterior fossa*) auftritt, es läuft aber auch unter dem Namen „*cerebellares Mutismus Syndrom (CMS)*“. Das interessante dabei ist, dass es aus kurzzeitigen, vergänglichen Defiziten besteht, die ein bis sechs Tage nach der Operation auftreten und über Monate andauern können. Typische Symptome sind dabei Mutismus (sogenannter „cerebellarer Mutismus“) mit nachfolgender Dysarthrie, oropharyngeale (=Mund und Rachen betreffend) Dyspraxie, Inkontinenz, emotionale Labilität und bizarre Persönlichkeitsveränderungen (Pollack, 1997; Rekate et al., 1985). Es ist bisweilen noch unklar wann genau und warum das Posterior Fossa Syndrom auftritt, da es in ätiologisch heterogenen Fällen auftritt. Am öftesten wurde es jedoch bei Kindern mit einem Tumor in der hinteren Schädelgrube dokumentiert. Bei Kindern liegt die Inzidenzrate von PFS nach einer Tumoresektion in der hinteren Schädelgrube schätzungsweise zwischen 8% und 34% (Marien, De Smet, Paquier, De Deyn & Verhoeven, 2013). Risikofaktoren die dazu beitragen, dass Kinder nach einer Tumoresektion in der hinteren Schädelgrube ein Posterior Fossa Syndrom entwickeln, sind Medulloblastome, Tumore die bei der Mittellinie angesiedelt sind und ein niedriger sozioökonomischer Status (Küpeli, Yalcin, Bilginer, Akalan, Haksal & Büyükpamukcu, 2011). Das Syndrom wurde auch bei Erwachsenen beschrieben, tritt jedoch äußerst selten auf (De Smet et al., 2013).

7.2. Das cerebelläre kognitive affektive Syndrom (CCAS)

Schmahmann und Sherman (1998) waren mit ihrer Studie maßgebend um aufzuzeigen, dass das Kleinhirn auch für kognitive Prozesse höherer Ordnung zuständig ist. Sie untersuchten zwanzig erwachsene PatientInnen, die Beschädigungen im Kleinhirn erlitten hatten aufgrund von Schlaganfällen, cerebellären kortikalen Atrophien, postinfektiöser Cerebellitis oder eines Tumors und keine andere neurologischen Erkrankungen wie Alzheimer, Epilepsie oder Parkinson hatten. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass spezielle Störungen mit Beschädigungen des posterioren Cerebellums oder der Vermis verbunden waren und dieses

Syndrom nannten sie „*cerebellar cognitive affective syndrom (CCAS)*“. Folgende vier Störungen sind charakteristisch für das CCAS:

- Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen (Planen, Konzeptwechsel, abstraktes schlussfolgerndes Denken, Arbeitsgedächtnis und Wortflüssigkeit)
- Beeinträchtigung der räumlich kognitiven Fähigkeiten (räumlich-visuelle Organisation und Gedächtnis)
- Persönlichkeitsveränderung (Abflachen oder Abstumpfen des Affekts und ungehemmtes, unangepasstes Verhalten)
- Sprachliche Schwierigkeiten (Dysprosodie, Agrammatismus und Anomie)

Schmahmann schiebt die Ursache des Syndroms auf eine Unterbrechung der Schaltkreise, die den präfrontalen, temporalen, posterior parietalen und limbischen Cortex mit dem Cerebellum verbinden. Er betont dabei auch symptomatische Unterschiede die aufgrund der Lokalisation der Läsion im Cerebellum zustande kommen, und argumentierte diese damit, dass die Verbindungsschlaufen kontralateral zwischen Cerebellum und Großhirn verbunden sind. Rechte Läsionen sollten somit zu verbalen Defiziten führen und bei linken Läsionen sollten Raumwahrnehmungsprobleme vorherrschen. Läsionen im anterioren Lappen des Cerebellums resultierten in seiner Studie mit nur geringen bis gar keinen Veränderungen bei den exekutiven und visuell-räumlichen Funktionen. Läsionen welche die Vermis betrafen resultierten meist in starken Veränderungen im Affekt (Schmahmann & Sherman, 1998; Levisohn et al., 2000).

Auch bei Kindern konnten Symptome ähnlich dem CCAS bei Erwachsenen gefunden werden (Beckwitt-Turkel et al., 2004; Riva & Giorgi, 2004). So konnten Levisohn et al. (2000) in einer retrospektiven Studie aufzeigen, dass Kinder innerhalb der ersten zwei Jahre nach Tumorresektion neuropsychologische Probleme aufzeigten, ähnlich dem CCAS Syndrom bei Erwachsenen. Probleme waren in folgenden Bereichen zu sehen: visuell-räumliche Wahrnehmung, Sprachverarbeitung, Gedächtnis und Emotionsregulierung. In dieser Studie konnte jedoch kein Muster mit der Lokalisation des Tumors gefunden werden.

7.3. Auswirkungen von Kleinhirntumoren auf die exekutive Funktionen und das Verhalten

Im folgenden Abschnitt werden Ergebnisse die mit den exekutiven Funktionen und dem Verhalten zusammenhängen näher betrachtet. Das cerebelläre kognitive affektive Syndrom

wurde in den letzten zwanzig Jahren in Studien mit PatientInnen unterschiedlicher Störungen im Kleinhirn weiter erforscht. Dabei bezogen sich die Studien sowohl auf erwachsene PatientInnen als auch auf Kinder, meist jedoch mit sehr kleinen klinischen Stichproben um die zwanzig Personen. Die Studien konnten teilweise die Ergebnisse von Schmahmann und Sherman replizieren, vor allem im Bereich der exekutiven Funktionen, jedoch konnten nicht immer die gleichen Symptome nachgewiesen werden. Dabei ist zu beachten, dass ForscherInnen fast ausschließlich mit klinischen Stichproben arbeiteten, die sich in Bezug auf die Erkrankung und Behandlungsmethode unterschieden, und es wahrscheinlich ist, dass diese Faktoren einen Einfluss auf die Ergebnisse ausübten. Manche ForscherInnen achteten auf möglichst homogene Stichproben, indem sie zum Beispiel nur PatientInnen mit gleicher Behandlungsart untersuchten. In den meisten Fällen erwies sich die Zusammenstellung von homogenen Gruppen allerdings sehr schwer, und somit gab es innerhalb von Stichproben oftmals Unterschiede in der Erkrankungsart, dem diagnostischen Messzeitpunkt, der Behandlungsart oder im Alter der PatientInnen. Auch verglichen die ForscherInnen in ihren Studien ihre klinische Stichprobe in den meisten Fällen mit den Normstichproben der verwendeten diagnostischen Messinstrumente und nur in seltenen Fällen mit Kontrollgruppen, wie zum Beispiel in den Studien von Gottwald et al. (2004) und Horská et al. (2010). Forschungsschwerpunkte waren nicht nur die Auswirkungen von Kleinhirnläsionen auf kognitive Bereiche und das Verhalten, sondern auch ob bestimmte Faktoren mit den Auswirkungen zusammenhängen. Untersucht wurde unter anderem der Einfluss des Alters der PatientInnen, die Lokalisation innerhalb des Kleinhirns, oder die Behandlungsart.

Bei Erwachsenen konnten unter anderem Gottwald et al. (2004) und Baillieux et al. (2010) Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen und Verhaltensauffälligkeiten nach Kleinhirnläsionen feststellen. Beide verwendeten Stichproben mit rund zwanzig Personen die Kleinhirnläsionen durch unterschiedliche Erkrankungen hatten, wie zum Beispiel Tumore, Ödeme, Hämatome oder vaskuläre Läsionen. Die PatientInnen wurden diagnostisch kurz vor oder nach der Operation untersucht noch bevor eine Chemo- oder Strahlentherapie begonnen hatte. Gottwald et al. (2004) konnten dabei auch aufzeigen, dass sowohl beim Gedächtnis als auch bei der Aufmerksamkeit, die Stichprobe bei Aufgabenstellungen die komplexere Fähigkeiten beanspruchten signifikant schlechtere Ergebnisse erzielte. Sie vermuteten, dass diese sekundäre Folgen von Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen waren. So war die Gruppe bei Gedächtnisaufgaben die eine freie Wiedergabe bzw. Strategie erforderten beeinträchtigt, nicht jedoch bei Aufgaben die das

implizite oder automatische Gedächtnis beanspruchten. Im Bezug zur Aufmerksamkeit waren Defizite zu sehen bei Aufgabenstellungen die geteilte Aufmerksamkeit erforderten, nicht jedoch bei basaleren Aufgabenstellungen wie *Go/NoGo* Aufgaben (gemessen mit der TAP – Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; Zimmermann & Fimm, 1993, 1994), welche impulsive Reaktionstendenzen misst. Auch Baillieux et al. (2010) konnte Beeinträchtigungen in der geteilten Aufmerksamkeit feststellen, zusätzlich zu Defiziten in der mentalen Flexibilität, der Problemlösefähigkeit und in organisatorischen Fähigkeiten. Beide Studien zeigten vor allem Probleme bei verbalen Flüssigkeitsaufgaben auf. Interessanter Weise konnten Gottwald et al. in ihrer Stichprobe keine motorischen Beeinträchtigungen bei jenen PatientInnen feststellen, mit Läsionen in der linken Hemisphäre. Bei PatientInnen mit Läsionen in der rechten Hemisphäre waren dagegen leichte motorische Beeinträchtigungen bei der Hand ipsilateral zur Hemisphäre vorhanden. Einen Unterschied zwischen den Hemisphären konnten auch Baillieux et al. feststellen, indem jene PatientInnen mit rechtseitigen Läsionen mehr in jenen Bereichen beeinträchtigt waren, die im Großhirn links zugeordnet sind, wie z.B. logisches Schlussfolgern oder sprachliche Fähigkeiten. Linkseitige Beschädigungen gingen mehr mit Beeinträchtigungen einher die visuelle oder räumliche Komponenten beinhalteten. Bei Baillieux et al. zeigten insgesamt vier von 18 PatientInnen ein voll ausgeprägtes CCAS-Syndrom auf. Im Bezug zum Verhalten zeigten sich sowohl Verhaltensauffälligkeiten in Form von Minussymptomatik wie Inhibition, Apathie, abgeflachter Affekt, verminderter Initiative, als auch Positivsymptomatik wie Distanzlosigkeit Personen gegenüber oder unverantwortliches Benehmen (Baillieux et al., 2010; Gottwald et al., 2010).

7.3.1. Auswirkungen pädiatrischer Kleinhirntumore auf die exekutiven Funktionen & das Verhalten

Auch bei Kindern konnten Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen und in dem Verhalten durch Kleinhirnläsionen festgestellt werden (Beebe et al., 2005; Levisohn et al., 2000; Karatekin et al., 2000; Riva & Giorgi, 2000; Steinlin et al., 2003). Diese sogar sehr oft ohne den zusätzlich negativen Einfluss von Chemo- oder Strahlentherapie.

KlinikerInnen nehmen oft an, dass Kindern mit niedriggradigen Tumoren in der hinteren Schädelgrube nur ein geringes Risiko haben kognitive oder verhaltensspezifische Defizite zu bekommen, so lange sie keine Strahlentherapie bekommen. Kleine Fallstudien haben dies jedoch in Frage gestellt und konnten aufzeigen, dass auch nichtbestrahlungsbedürftige

Kleinhirntumore lokalisationsspezifische kognitive und verhaltensspezifische Beeinträchtigungen bewirken können (Beebe et al., 2005; Riva & Giorgi, 2000).

So untersuchten Riva und Giorgi (2000) 26 Kinder nach der Resektion eines Kleinhirntumors noch bevor eine Chemo- oder Strahlentherapie angefangen wurde. Sie konnten Folgeschäden in Verbindung mit der Lokalisation des Tumors aufzeigen. Bei Tumoren in der rechten Hemisphäre des Kleinhirns konnten Probleme mit dem auditiven seriellen Gedächtnis und der Sprachverarbeitung gefunden werden, bei linksseitigen Tumoren Probleme mit der Raumwahrnehmung und dem visuellen Gedächtnis. Wenn die Vermis, der mittlere Teil des Kleinhirns, involviert war, konnten postoperativer Mutismus und später auch Sprachprobleme als auch Verhaltensauffälligkeiten festgestellt werden. Die exekutiven Funktionen waren sowohl bei linksseitigen als auch bei rechtseitigen Tumoren betroffen.

Die Effekte von Kleinhirntumoren ohne Chemo- oder Strahlentherapie konnten auch Beebe et al. (2005) sehr schön aufzeigen, in dem das Forscherteam darauf achtete nur Kinder mit cerebellären Astrozytomen ohne Hirnstambeteiligung zu untersuchen, bei denen der Tumor nur mithilfe einer Operation entfernt wurde. Sie hatten eine verhältnismäßig große Stichprobe von 103 Kindern in einer Altersspanne von drei bis 18 Jahren, die sie innerhalb des ersten Jahres nach der Tumorresektion diagnostisch untersuchten. Auch sie konnten Auffälligkeiten in kognitiven Bereichen, im Verhalten und bei motorischen Fertigkeiten feststellen. Dabei erzielten die erkrankten Kinder signifikant schlechtere Werte als die Normstichprobe in der Achenbach Child Behavior Checklist (CBCL), ein Fragebogen zur Erfassung von Verhaltensproblemen, im Gesamtwert und auf der Skala für internalisierende Probleme. Die Autoren geben jedoch an, dass dieses Ergebnis mit Vorsicht zu genießen ist, da die Skala für internalisierende Probleme sowohl physische, somatische und Stimmungssymptome aufnimmt, und es deswegen bei einer erkrankten Stichprobe schwer zu interpretieren ist, inwiefern diese Symptome nicht aufgrund körperlicher Schmerzen oder längeren Krankenhausaufenthalten zustande gekommen sind. Kognitive Fähigkeiten wurden mit einem altersspezifischen Wechsler Intelligenztest erfasst, und dabei konnten Defizite beim Gesamt-IQ, dem Handlungs-IQ und dem Verbal-IQ festgestellt werden. Daraus schlossen die AutorInnen, dass die exekutiven Funktionen bei Kindern mit cerebellären Astrozytomen beeinträchtigt sind. Diese Schlussfolgerung ist jedoch mit Vorsicht zu beachten, da ein Wechsler Intelligenztest nicht explizit exekutive Funktionen misst. Die Autoren verglichen ihre Ergebnisse auch mit medizinischen Komplikationen die vor,

während oder nach der Operation passierten. Sie konnten keinen signifikanten Einfluss von medizinischen Komplikationen und den Testergebnissen finden. Des Weiteren untersuchten die Autoren, ob die Lokalisation einen Einfluss auf die Art der Beeinträchtigung ausübte. Sie unterteilten die Lokalisation des Tumors in rechtseitig, linkseitig und Vermis. Außer im Bereich von motorischen Fähigkeiten, die erhöht bei Tumoren in der Vermis beeinträchtigt waren, konnten keine lokalisationsspezifischen in Bezug zu kognitiven oder verhaltensspezifischen Beeinträchtigungen festgestellt werden.

Auch Steinlin et al. (2003) untersuchten PatientInnen die keine Chemo- oder Strahlentherapie erhielten. Sie wollten die Langzeitfolgen von pädiatrischen Kleinhirntumoren erforschen und untersuchten daher 24 erwachsene PatientInnen die als Kind eine Hirntumorresektion erhalten hatten. Des Weiteren untersuchten sie ob das Alter oder die Tumorlokalisierung eine Rolle spielen. Der zeitliche Abstand zwischen Tumorresektion und diagnostischer Testung schwankte dabei zwischen 2,1 bis 18,25 Jahre. Von den 24 PatientInnen zeigten 15 PatientInnen leichte motorische Beeinträchtigungen, obwohl fast keine subjektiven Beeinträchtigungen berichtet wurden. Bei den exekutiven Funktionen konnten Beeinträchtigungen in der verbalen Flüssigkeit, der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit und bei Interferenzaufgaben gefunden werden. Das Verhalten wurde in der Studie nicht explizit gemessen, es wurde jedoch die Häufigkeit von bereits gestellten psychiatrischen Diagnosen analysiert. Dabei stellten sie fest, dass in ihrer Stichprobe bei acht von 24 Erwachsenen spezielle Verhaltensprobleme diagnostiziert waren, nämlich bei drei ADHS, und bei den restlichen fünf Anorexie, Phobie, selektiver Mutismus, Spielsucht und unkontrollierte Wutausbrüche. Im Bezug zum Alter konnten tatsächlich Altersunterschiede bei den Testergebnissen gefunden werden. Die Stichprobe wurde in drei Altersklassen unterteilt: Vorschulalter (3,5 - 6,5 Jahre), Grundschulalter (7 - 9,5 Jahre) und älteres Schulalter (10 – 15,5 Jahre). Dabei erzielte die Gruppe im Grundschulalter bei fast allen Untertests und vor allem im verbalen Bereich signifikant schlechtere Werte als die anderen Gruppen. Die Autoren konnten auch Unterschiede anhand der Tumorlokalisierung feststellen. Bei linksseitigen Tumoren gab es stärkere Beeinträchtigungen beim Gesamt-IQ, im Wortschatz, der räumliche Wahrnehmung und dem Kurzzeitgedächtnis.

Eine weitere Studie, welche die Langzeitfolgen von pädiatrischen Kleinhirntumoren messen wollte, ist die Studie von Brinkman et al. (2012). Sie untersuchten 20 Erwachsene, die ca. 18 Jahre zuvor ein Medulloblastom hatten. Die Stichprobe hatte im Durchschnitt einen Intelligenzquotienten der fast eine Standardabweichung vom normierten Mittelwert abwich

(IQ=86,3; $p=.004$) und 75% waren zumindest in einer Teilfunktion der exekutiven Funktionen beeinträchtigt. Das Alter bei Diagnosestellung korrelierte sowohl mit dem Gesamt-IQ, Flüssigkeitsaufgaben, kognitiver Flexibilität, Aufmerksamkeitsverlagerung, Arbeitsgedächtnis, und Fähigkeiten zur Planung und Organisation. Jüngere PatientInnen schnitten in diesen Gebieten schlechter ab als ältere. In dieser Studie wurde auch ersichtlich, dass eine reduzierte Weiße-Substanz Integrität mit Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen zusammenhing (Brinkman et al., 2012).

Keine Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen, schon jedoch bei motorischen Fähigkeiten und der Verarbeitungsgeschwindigkeit, konnten Horská et al. (2010) in ihrer Stichprobe feststellen. Allerdings war die untersuchte Stichprobe sehr klein, sie untersuchten zehn Kinder mit Medulloblastom und verglichen diese mit einer gesunden Kontrollgruppe von zehn Kindern.

7.4. Risikofaktoren bei pädiatrischen Hirntumoren

Mehrere Faktoren, sogenannte Risikofaktoren, können dazu beitragen, dass PatientInnen mit Hirntumoren anfälliger für deren negativen Auswirkungen sind. Diese Risikofaktoren wurden in diversen Studien gefunden, konnten jedoch nicht einheitlich in allen Studien als Risikofaktoren identifiziert werden.

Zu den Risikofaktoren, die die kognitive Entwicklung beeinträchtigen können, zählt unter anderen die Behandlungsart: Operation, Chemo- oder Strahlentherapie bzw. eine Kombination dieser. Chemo- und Strahlentherapie sind mit stärkeren Auswirkungen verbunden als Operationen, wobei die Strahlentherapie noch stärkere Beeinträchtigungen mit sich bringen kann (Conklin, Li, Xiong, Ogg & Merchant, 2008; Rutkowski et al., 2005). Umso höher die Bestrahlungsdosis bzw. umso größer das bestrahlte Volumen ist, desto stärker sind die kognitiven Beeinträchtigungen (Butlers & Hasler, 2006). Der Grund für kognitive Verschlechterungen bei Strahlentherapie oder Chemotherapie liegt darin, dass zwangsläufig auch gesunde Zellen des Zentralnervensystems beschädigt werden und es außerdem zu einer Verschlechterung der Weißen-Substanz Integrität kommt. Die Weiße-Substanz Integrität verschlechtert sich insofern, da gliale Vorläuferzellen besonders empfindlich auf Strahlen- und Chemotherapie reagieren (Monje & Dietrich, 2012). Diese sind verantwortlich für die Formation von Oligodendryten und Astrozyten - myelinisierende Zellen - die besonders wichtig für die Weiße-Substanz Integrität sind. Da die weiße Substanz sich langsam bis zum Erwachsenenalter entwickelt, ist gerade bei Kindern und Jugendlichen

mit Chemo- oder Strahlentherapie die Reifung der weißen Substanz behindert. Eine verminderte Weiße-Substanz Integrität wirkt sich negativ auf die Informationsverarbeitungs-geschwindigkeit (Dockstader, Gaetz, Rockel & Mabbott, 2012) und die exekutiven Funktionen aus (Brinkman et al., 2012). Dieser Punkt ist besonders bei der Diagnostik von PatientInnen die eine Strahlen-oder Chemotherapie durchlaufen haben zu beachten, da eine verminderte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit gerade bei Testaufgaben unter Zeitdruck zu schlechteren Testresultaten führt.

Als weiterer Risikofaktor zählt das Alter, wobei jüngere PatientInnen benachteiligt sind (Butlers & Hasler, 2006; Ris et al., 2001; Maddrey et al., 2005; Brinkman et al., 2012). Negativ wirkt sich auch die Dauer seit Behandlungsende auf die kognitive Leistung aus (Butlers & Hasler, 2006; DeRuiter et al., 2012). Als weiterer Risikofaktor gilt die Lokalisation des Tumors, wobei infratentorielle Tumore meist mit negativeren Auswirkungen einhergehen als supratentorielle (Patel et al., 2011).

Des Weiteren wurde auch noch das weibliche Geschlecht als Risikofaktor für neuropsychologische Beeinträchtigungen gefunden, auch im Bereich der Emotionsregulation (Butlers & Hasler, 2006; Ellenberg et al., 2009, Ris et al., 2001). Andere ForscherInnen konnten jedoch keine Geschlechtsunterschiede bei Kleinhirntumoren und den Auswirkungen derer feststellen (Baillieux et al., 2010).

De Ruiter et al. (2012) untersuchten in einer Metastudie von insgesamt 29 Studien mit pädiatrischen HirntumorpatientInnen folgende Risikofaktoren: Behandlungsart (Chemotherapie, Strahlentherapie), Tumorlokalisation (infratentoriell vs. supratentoriell), Alter bei Diagnose und vergangene Zeit seit Diagnose. Diese Faktoren wurden anhand des Intelligenzprofils, gemessen mit dem Wechsler Intelligenztest WISC IV, untersucht. Dabei zeigten sich signifikant negative Auswirkungen auf die kognitiven Leistungen durch den Risikofaktor Behandlungsart, sowohl Chemotherapie als auch Strahlentherapie, wobei diese Faktoren nicht getrennt voneinander interpretiert werden konnten aufgrund der hohen Korrelation zueinander. Strahlentherapie machte dabei 19-32 % in der Varianz des WISC IV Intelligenzprofils aus und Chemotherapie zwischen 22-29%. Auch zeigte sich die vergangene Zeit seit Diagnosestellung als signifikanter Risikofaktor. Das Alter bei der Diagnose als auch die Tumorlokalisation konnten in der Metastudie jedoch nicht als signifikante Risikofaktoren identifiziert werden.

8. Die Bedeutung von exekutiven Funktionen und Verhalten für den Schulalltag

Der Schulalltag ist maßgebend für die Bildung, Persönlichkeitsentwicklung und für spätere Berufschancen und damit von großer Bedeutung für jedes Kind, das an einem Hirntumor erkrankt und generell auch für unsere Gesellschaft.

Betrachtet man die Funktionsbreite von exekutiven Funktionen so ist es nicht verwunderlich, dass diese gerade auch für ein Zurechtkommen im Schulalltag eine wesentliche Rolle spielen. Sowohl konzeptuell als auch empirisch betrachtet wird ersichtlich, dass exekutive Funktionen und Schulaufgaben untrennbar ineinander verflochten sind (Shonkoffs & Philipps, 2000). Deswegen spielen exekutive Funktionen eine wesentliche Rolle bei späteren Lernerfolgen (Duncan et al., 2007; McClelland et al., 2007).

Es ist auch nicht verwunderlich, dass das Verhalten von Kindern einen großen Einfluss auf den Schulerfolg und auch das Wohlbefinden der Kinder hat. Externale Probleme bei Kindern und schlechtes Benehmen wirken sich negativ auf mehrere Aspekte im Schulalltag aus: Ablehnung von Mitschülern (Coie & Dodge, 1998), schlechte akademische Leistungen (Bergman & Magnusson, 1997), verringerte Motivation und ein erhöhtes Risiko die Schule abzubrechen (Kokko, Tremblay, Lacourse, Nagin & Vitaro, 2006).

Upton und Eiser (2006) haben in ihrer Studie die Folgen von Hirntumorerkrankungen bei 40 überlebenden Kindern in der Schule gemessen. Die Kinder waren zwischen sechs und 16 Jahre alt und hatten ihre letzte Behandlung mindestens zwei Jahre zuvor erhalten. Sie konnten aufzeigen, dass die Kinder selbst Jahre nach der Erkrankung nicht nur eine Reihe von physischen Schwierigkeiten erleben, sondern auch unter Lernschwierigkeiten und interpersonellen Problemen leiden. Durch neurologische Defizite benötigte die Hälfte der Stichprobe zusätzliche Hilfe in der Schule. Kinder mit einem Hirntumor zeigten auch mehr verhaltensspezifische und emotionale Probleme auf als andere Schüler in ihrem Alter. Diese Schwierigkeiten schränkten die Kinder in ihrer Schulleistung ein. Diese Ergebnisse zeigen auf, wie wichtig es für pädiatrische Hirntumorkranke ist, neuropsychologische Diagnostik zu erhalten um angemessene Behandlungen oder Hilfe in der Schule anbieten zu können.

Um dem Ziel näher zu kommen, Beeinträchtigungen in der Schule und im Alltagsleben besser erkennen zu können und somit Interventionen in einem interdisziplinären Setting auch besser planen zu können, wurde von Mag. Pletschko, Mag. Schwarzingler und Dr. Leiss

(2011) an der Univ. Klinik für Kinder-und Jugendheilkunde, AKH Wien, der S-PS 24/7 Fragebogen entwickelt. Dieser basiert auf der Internationalen Klassifikation für Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) und dient dazu die Teilhabe von chronisch erkrankten Kindern und Jugendliche im schulischen Alltag zu erfassen. Das Besondere an dem Fragebogen ist, dass nicht nur klassische neuropsychologische Bereiche wie das Gedächtnis oder die Aufmerksamkeit damit erfragt werden, sondern der Fokus auch auf emotionalen und sozialen Faktoren liegt. Der Fragebogen erweist sich als einfach handhabbares, reliables und valides Instrument um Beeinträchtigungen nach einer neuroonkologischen Erkrankung insbesondere in der Funktionsebene erkennen zu können (Pletschko et al., 2013).

II. EMPIRISCHER TEIL

9. Ausgangspunkt und Zielsetzung

Im folgenden Teil der Arbeit werden die bereits theoretisch diskutierten Auswirkungen von pädiatrischen Kleinhirntumoren empirisch erforscht. Mithilfe einer klinischen Stichprobe werden die exekutiven Funktionen und das Verhalten bei PatientInnen die aufgrund eines Kleinhirntumors auf der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des Allgemeinen Krankenhauses Wiens behandelt wurden untersucht. Wie aus dem Theorieteil hervorgeht, spielt das Kleinhirn eine Rolle bei höheren kognitiven Prozessen als auch bei Verhaltensweisen, klar einheitliche Ergebnisse diesbezüglich sind jedoch nur spärlich vorhanden. Studien an pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen sind aufgrund bestimmter Eigenschaften die mit der Erkrankung einhergehen methodisch schwer durch zu führen: es gibt nur eine geringe Anzahl an betroffenen Personen und durch unterschiedliche Tumorarten und unterschiedlichen Begleiterkrankungen stellen diese keine klare homogene Gruppe dar. An diesen Schwierigkeiten litten auch bisherige Forschungsergebnisse. Die im Theorieteil vorgestellten Studien wurden großteils mit kleinen Stichprobengrößen rund um die 20 Personen durchgeführt wobei die Stichproben in Bezug auf die Krebsart, die Behandlungsart und das Alter heterogen waren. Weitere Forschung innerhalb dieses Gebiets ist daher wichtig, um aufzuzeigen, ob die bereits gefundenen Ergebnisse, auch bei weiteren Studien gefunden werden können. Ausgehend von dieser Sachlage soll diese Studie mehr Aufschluss über die Rolle des Kleinhirns in Verbindung mit den exekutiven Funktionen und dem Verhalten bringen.

Auch diese Studie hatte mit den gleichen Herausforderungen der bisherigen Forschung in diesem Gebiet zu kämpfen. Da es nur wenige pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen gibt, war auch die Stichprobe dieser Studie mit 27 Kindern und Jugendlichen eher klein. Es wurde aber versucht die Stichprobe so homogen wie möglich zu halten, indem die Studie sich auf PatientInnen mit Kleinhirntumoren im Alter zwischen 8 und 16 Jahren beschränkte. Ein Vorteil an dieser Studie liegt auch darin, dass die Stichprobe typisch für die österreichische Population war. Da die Kinderklinik des AKH Wiens auf die Behandlung von pädiatrischen Hirntumoren spezialisiert ist, reisen erkrankte Kinder aus allen sozialen Schichten aus vielen Gebieten Österreichs an um dort behandelt zu werden.

Das Ziel dieser Untersuchung liegt aber nicht nur darin, die exekutiven Funktionen und das Verhalten in Verbindung mit dem Kleinhirn genauer zu untersuchen, sondern auch darin, die Rahmenbedingungen, die einen Einfluss auf die Spätfolgen haben können und somit auch als Risikofaktoren gelten, genauer zu untersuchen. Diese Informationen können zukünftigen PatientInnen helfen, bessere Prognosen in Bezug zu ihrer Erkrankung und entsprechende Behandlungen zu bekommen.

Ein weiteres Ziel der Untersuchung konzentriert sich auf die diagnostischen Messinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen und des Verhaltens. Es soll untersucht werden, ob unterschiedliche Messinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen aber auch des Verhaltens die gleichen Kinder als auffällig oder nicht auffällig diagnostizieren. In Anbetracht dessen, dass die exekutiven Funktionen aufgrund ihrer bereits diskutierten Eigenschaften methodisch nicht leicht zu messen sind, soll diese Frage Auskunft darüber geben inwieweit in der psychologischen Praxis einzelne Testverfahren die exekutiven Funktionen messen können. Des Weiteren soll diese Frage auch Aufschluss über einen möglichen Zusammenhang zwischen Verhalten und exekutiven Funktionen geben. Falls Zusammenhänge erkennbar sind zwischen einem Testverfahren zur Erfassung des Verhaltens und einem zur Erfassung der exekutiven Funktionen so ergibt sich die Frage ob ein auffälliger Verhaltenstest in der neuropsychologischen Diagnostik auch als Screening-Instrument für Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen dienen könnte.

10. Forschungsfragen

Aus der bisherigen Forschung und eigenen Überlegungen ergeben sich für diese Diplomarbeit folgende Forschungsfragen:

10.1. Forschungsfrage 1: Unterscheidung zur Normpopulation

Inwieweit zeigen sich Unterschiede in den exekutiven Funktionen und dem Verhalten zwischen Kindern mit Kleinhirntumoren und Kindern der Normstichprobe?

Diese Forschungsfrage soll der generellen Frage nachgehen, ob Kinder oder Jugendliche durch Kleinhirntumore in ihren exekutiven Funktionen und/oder dem Verhalten eingeschränkt werden. Des Weiteren soll diese Frage Aufschluss darüber geben, in welchen Teilbereichen der exekutiven Funktionen oder dem Verhalten Beeinträchtigungen vorliegen und wie stark diese sind. In dieser Fragestellung werden alle Tumorarten des Kleinhirns zusammengefasst, da diese an sich schon eine gesonderte Gruppe an Hirntumore darstellen. Eine differenziertere Betrachtung der Auswirkungen abhängig von der Tumorart erfolgte im Rahmen der zweiten Forschungsfrage. In der Literatur konnten bis jetzt Beeinträchtigungen in unterschiedlichen Komponenten der exekutiven Funktionen und dem Verhalten festgestellt werden, einheitliche Ergebnisse sind jedoch noch ausständig. Diese Fragestellung kann daher Neuropsychologen mehr Aufschluss darüber geben, ob sie bei PatientInnen mit Kleinhirntumoren ein verstärktes Augenmerk auf die exekutiven Funktionen bzw. auf bestimmte Komponenten der exekutiven Funktionen in der Diagnostik und anschließenden Behandlung legen sollten.

10.2. Forschungsfrage 2: Einfluss der Risikofaktoren

Wirken sich folgende Risikofaktoren bei der Behandlung eines Kleinhirntumors negativ auf die exekutiven Funktionen oder das Verhalten aus?

- a. Geschlecht**
- b. Tumorart**
- c. Alter bei Diagnosestellung**
- d. Vergangene Zeit seit Diagnosestellung**

Einzelne Faktoren können, wie schon im theoretischen Teil erwähnt, dazu beitragen, dass Tumorerkrankungen mit stärkeren kognitiven Beeinträchtigungen einhergehen. Vereinzelt

Forscher haben diesbezüglich sowohl das weibliche Geschlecht als auch ein jüngeres Alter bei Diagnosestellung als Risikofaktoren identifiziert (siehe Kapitel 7.4.). Auch scheinen sich Beeinträchtigung mit der Dauer seit Diagnosestellung zu verschlechtern und auch die Tumorart hat einen Einfluss auf die kognitiven Spätfolgen. Wie auch schon oben erwähnt, hat auch die Behandlungsform einen Einfluss auf die kognitiven Folgen einer Tumorerkrankung. Da aber Behandlungsart und Tumorart stark miteinander zusammenhängen, wurde in dieser Diplomarbeit nur die Art des Tumors als Einflussfaktor untersucht. Höhergradige Tumore wie z.B. das Medulloblastom werden meist mit Operation und einer hohen Dosis von Chemo- und Strahlentherapie behandelt und bei niedriggradigen Tumoren, wie z.B. das cerebelläre pilozytische Astrozytom, reicht manchmal eine Operation alleine aus um den Tumor zu entfernen.

Diese sogenannten Risikofaktoren sollen in der Diplomarbeit genauer untersucht werden um vorhandene Ergebnisse diesbezüglich zu bestätigen oder gegebenenfalls zu widerlegen. Die genannten Risikofaktoren wurden bis jetzt immer in Verbindung mit kognitiven Folgen untersucht, kaum jedoch in Bezug zum Verhalten. Diesbezüglich gibt die Fragestellung Auskunft, inwiefern diese Risikofaktoren für kognitive Auswirkungen als auch das Verhalten verantwortlich sind. Da in der bisherigen Forschung nicht immer einheitliche Ergebnisse bezüglich dieser Risikofaktoren gefunden werden konnten, wurden die einzelnen Risikofaktoren, mit Ausnahme der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung, ungerichtet betrachtet. Den Einfluss den die vergangene Zeit seit Diagnosestellung ausübt, wurde gerichtet betrachtet, da, wie schon in Kapitel 7.4. diskutiert, die meisten Studien einen negativen Einfluss diesbezüglich berichten konnten, immer in die Richtung gehend, dass sich Testleistungen im Laufe der Zeit verschlechtern.

Die Beantwortung dieser Fragestellung dient dazu, zukünftigen PatientInnen bessere Prognosen in Bezug auf die Spätfolgen ihrer Erkrankung zu geben. Im weiteren Schritt kann aufgrund dieser Information die weiterführende Behandlung durch ein psychosoziales Team besser abgestimmt werden, sofern bekannt ist, dass einzelne Risikofakten einen stärkeren negativen Einfluss auf Spätfolgen ausüben.

10.3. Forschungsfrage 3: Vergleich der Testverfahren

Werden anhand der diagnostischen Verfahren die gleichen PatientInnen als auffällig erkannt oder nicht? Kann der SDQ als Screeninginstrument für Beeinträchtigungen bei exekutiven Funktionen dienen?

Mit dieser Fragestellung soll untersucht werden, ob die verwendeten Messinstrumente die gleichen Personen als auffällig oder nicht auffällig erkennen. Da das theoretische Konstrukt der exekutiven Funktionen nicht einheitlich in der Literatur definiert ist, gibt es auch in den diagnostischen Messinstrumenten Unterschiede welche Aspekte der exekutiven Funktionen gemessen werden. Dabei wird, wie in Abbildung 6 ersichtlich, der SDQ mit dem BRIEF verglichen, der BRIEF mit dem WCST und TMT, und der TMT mit dem WCST verglichen.

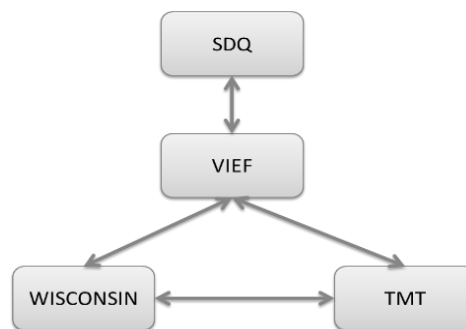


Abbildung 6: Graphische Darstellung der verglichenen Testverfahren

Teilweise gibt es diesbezüglich schon Studien, die diese Testverfahren miteinander verglichen haben. Im Theorieteil wurde bereits erwähnt, dass einzelne Skalen des SDQ mit Skalen des BRIEF mittelmäßig bis stark miteinander korrelieren (Drechsler, 2009). Auch wurde der WCST mit dem TMT verglichen, wobei geringe bis mittlere Korrelationen herausgekommen sind (Drühe-Wienholt & Wienholt, 1998). In dieser Studie ergibt sich die Möglichkeit alle vier Testverfahren miteinander zu vergleichen.

Diese Fragestellung gibt somit Auskunft darüber, ob unterschiedliche Messinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen, die exekutiven Funktionen bei pädiatrischen Hirntumorpatienten gleich gut messen oder ob mit diesen unterschiedliche Teilkomponenten der exekutiven Funktionen gemessen werden. Der TMT, WCST und BRIEF messen alle die exekutive Funktion „Flexibilität im Denken“. PatientInnen, die darin eingeschränkt sind, sollten daher auch in allen drei Testverfahren als auffällig erkannt werden. Der BRIEF als Fragebogen erfasst im Vergleich zum TMT und WCST eine breitere Bandbreite der exekutiven Funktionen und somit ist es interessant, ob beim BRIEF PatientInnen als auffällig

erkannt werden, die beim TMT oder WCST nicht als auffällig erkannt werden. Interessant ist hierbei auch der Vergleich zwischen Fragebogen und Leistungstest. Generell werden in der psychologischen Diagnostik Leistungstests den Fragebögen vorgezogen, da Leistungstests von den Testpersonen schwerer zu verfälschen sind als es bei Fragebögen der Fall ist. Doch wie schon im theoretischen Teil erwähnt, gibt es bei der Erfassung von exekutiven Funktionen methodische Besonderheiten. Eine davon ist, dass Testpersonen in einer strukturierten Testsituation bessere Ergebnisse erzielen als es im Alltag oft der Fall ist, wo kein strukturierter Rahmen vorliegt. Daher kann es sein, dass ein Fragebogen wie der BRIEF, der Fragen über Alltagssituationen stellt, trotz des Nachteiles der leichteren Verfälschbarkeit, eine genauere Methode zur Erfassung der exekutiven Funktionen ist.

Kommt jedoch heraus, dass alle drei Messinstrumente die exekutiven Funktionen gleich gut erfassen, so kann sich für die psychologische Diagnostik die Frage ergeben, ob aus ökonomischen Gründen bei einer psychologischen Testung eines der Verfahren ausreicht zur Messung der exekutiven Funktionen. Diese Fragestellung kann Hinweise zur Sensitivität und Spezifität der Testverfahren geben, jedoch keine klaren Antworten diesbezüglich, da es keinen eindeutigen Maßstab dafür gibt, welche Personen wirklich Beeinträchtigungen haben und welche nicht. Von einer hohen Sensitivität spricht man, wenn eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht mit einem diagnostischen Test die Erkrankten zu erfassen. Eine hohe Spezifität bedeutet, dass eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht mit einem diagnostischen Test die Nicht-Erkrankten korrekt als gesund zu erkennen (Kubinger, 2009). Da es gerade wichtig ist beeinträchtigte Personen auch als beeinträchtigt zu erkennen, damit diese detailliertere Diagnostik oder Trainings erhalten können ist eine hohe Sensitivitätsrate bei den Testverfahren wünschenswert.

Auch wird in dieser Fragestellung überprüft ob der SDQ und der BRIEF mit dem *Verhaltensindex* die gleichen Personen als auffällig erkennen. Ist das der Fall, ergibt sich die Frage ob der SDQ auch als Screening-Instrument in der psychologischen Diagnostik für Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen herangezogen werden könnte. Diese Überlegung ergibt sich deswegen, da Auffälligkeiten im Verhalten oft durch Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen zustande kommen bzw. diese miteinander verknüpft sind, wie bereits im Theorieteil diskutiert wurde.

11. Methode

Die Forschungsfragen wurden anhand einer klinischen Stichprobe retrospektiv untersucht. Die Genehmigung dies durchzuführen wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien erteilt.

11.1. Methodische Durchführung

Im Zeitraum zwischen Juni 2013 und Juni 2014 wurde die Datenanalyse unter Verwendung der Krankenakten und Ambulanzakten der Abteilung der Neuroonkologie an der Universitätsklinik für Kinder und Jugendheilkunde des AKH Wien durchgeführt. Dabei wurden in einem Team von vier Psychologie-DiplomandInnen mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten alle Patientenakten von Kindern durchgeschaut, die in der Abteilung neuropsychologisch untersucht wurden. Alle Kinder hatten im Rahmen ihrer Behandlung eine umfangreiche neuropsychologische Diagnostik erhalten, die gemäß den evidenzbasierten Leitlinien der „PSAPOH“ (Psychosoziale Arbeitsgemeinschaft in der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie) einen Teil der psychosozialen Versorgung im AKH Wien darstellt und in regelmäßigen Abständen vor und nach einem Tumor durchgeführt werden. Jene Kinder und Jugendliche die brauchbare Testunterlagen aufwiesen, sprich relevante Testunterlagen für zumindest eine/n DiplomandIn hatten, wurden in die Datensammlung aufgenommen. Um eine homogenere Ausgangslage zu schaffen wurden jene Kinder oder Jugendliche nicht in die Datensammlung aufgenommen, die an der genetischen Erkrankung Neurofibromatose Typ 1 erkrankt waren und jene bei denen nur präoperative Testergebnisse vorlagen. Aus diesem Pool von pädiatrischen HirntumorpatientInnen wurden die für diese Diplomarbeit relevanten Kinder und Jugendliche herausgenommen, all jene die aufgrund eines Kleinhirntumors behandelt wurden und im Alter zwischen 8 und 16 Jahren getestet wurden. Die Altersspanne 8 bis 16 Jahre wurde deswegen gewählt, da die verwendeten Testverfahren für dieses Alter normiert waren. Ausschlusskriterien für die Teilnahme waren jene Kinder und Jugendliche die keine Testunterlagen der Testinstrumente BRIEF, WCST, SDQ und TMT aufwiesen. Der Hauptgrund für unzureichende Testunterlagen war eine fehlende Kooperation der PatientInnen bzw. deren Eltern, indem sie Fragebögen nicht oder nur unvollständig ausgefüllt hatten. Ein anderer häufiger Grund für unzureichende Testunterlagen für diese Studie war, dass bei PatientInnen bei denen die Testung schon mehrere Jahre zurück lag, teilweise noch anderer Tests vorgegeben wurden.

11.2. Erhebungsinstrumente

Die Erhebungsinstrumente, die zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen wurden, werden im Folgenden kurz beschrieben.

11.2.1. *Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen – BRIEF*

Das Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen (BRIEF) von Drechsler und Steinhausen (2013) ist die deutsche Adaption des Fragebogens von Gioia, Isquith, Guy und Kenworthy (2000) mit dem Originalnamen *Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)*. Der BRIEF wurde ausgewählt, da das Verfahren die exekutiven Funktionen in einer großen Bandbreite anhand von Alltagssituationen misst. Das Verfahren, obwohl es ein Fragebogen ist, hat zwei Vorteile. Einerseits werden damit nicht nur Teilaspekte der exekutiven Funktionen gemessen, sondern es wird das gesamte Konstrukt der „exekutiven Funktionen“ nach dem Modell von Drechsler damit erfasst. Der zweite Vorteil ist der Bezug der Fragestellungen auf Alltagssituationen und somit können auch Probleme ersichtlich werden, die in einer strukturierten Testsituation eventuell nicht sichtbar werden.

Der Fragebogen liegt sowohl in einer Fremdbeurteilung- für Lehrer und Eltern - als auch in einer Selbstbeurteilungsversion für Kinder und Jugendliche ab 11 Jahren vor. In der Fremdbeurteilungsversion liegen Normen für das Alter 6 bis 16 Jahre vor, in der Selbstbeurteilungsversion für das Alter 11-16 Jahre. Für diese Arbeit wurde hauptsächlich die Fremdbeurteilungsversion für Eltern und vereinzelt die Selbstbeurteilungsversion für Kinder und Jugendliche verwendet, da mehr Fragebögen von den Eltern ausgefüllt worden waren.

Der Fragebogen erfasst Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen indem anhand von 86 Fragen Verhaltensauffälligkeiten in Alltagssituationen in der Schule und auch zuhause gemessen werden. Die Testpersonen sind aufgefordert die Statements anhand einer 3-stufigen Skala (nie/sehr selten, manchmal, oft) zu beantworten und die durchschnittliche Testdurchführung dauert circa 10 bis 15 Minuten. Folgende Fragen kommen beispielhaft in der Selbstbeurteilungsversion vor.

„ 1. *Es fällt mir schwer still zu sitzen.* “

„ 26. *Ich habe Probleme Aufgaben vollständig durchzuführen.* “

„36. *Es fällt mir schwer mich an neue Situationen zu gewöhnen (neue Klassen, Gruppen, Freunde).* “

„37. *Ich bin impulsiv (Ich mache Sachen zu schnell, ohne zu überlegen).* “

Der Fragebogen gibt Auskunft über Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen anhand eines Gesamtwertes, der sich aus 8 Skalen zusammensetzt die in Tabelle 1 beschrieben werden.

Tabelle 1: Beschreibung der Skalen und Indexe des BRIEF (Drechsler & Steinhausen, 2013)

BRIEF Skalen und Indices	Kurzbeschreibung
Hemmen	Impulskontrolle; das Stoppen oder Unterbrechen von Verhalten im richtigen Moment
Umstellen	Mentale Umstellfähigkeit bei der Lösung von Problemen
Emotionale Kontrolle	Emotionale Reaktionen angemessen regulieren
Initiative	Aufgaben oder Aktivitäten aus eigenem Antrieb beginnen
Arbeitsgedächtnis	Informationen während einer Aufgabenbearbeitung präsent halten
Planen/Strukturieren	Ziele setzen, vorausschauend denken, strukturiertes Durchführen von Aufgaben, Prioritäten setzen
Ordnen/Organisieren	Ordnung im Arbeitsbereich halten, benötigtes Material parat haben
Überprüfen	Kontrolle der eigenen Arbeit während und nach der Durchführung, Wahrnehmung/Überprüfen der eigenen Fähigkeiten
Verhaltensregulations-Index (VRI)	Regulation von Verhalten und Emotionen
Kognitiver Regulations-Index (KRI)	Regulation kognitiver Leistungen
Exekutiver Gesamtwert (EGW)	Übergreifende Regulationsfähigkeit

Die Skalen *Hemmen*, *Umstellen*, *Emotionale Kontrolle* und *Überprüfen* (nur in der Selbstbeurteilungsversion) werden in einen *Verhaltensregulations-Index* zusammengefasst. Die Skalen *Initiative*, *Überprüfen* (nur in der Fremdbeurteilungsversion), *Arbeitsgedächtnis*, *Planen/Strukturieren*, *Ordnen/Organisieren*, *Aufgaben Durchführen* (nur in der Selbstbeurteilungsversion) werden in dem *Kognitiven Regulations-Index* zusammengefasst. Um die Validität des Fragebogens zu überprüfen gibt es zusätzlich eine Konsistenzskala und eine Negativitätsskala, die Aufschluss geben ob ähnliche Fragen gleich beantwortet wurden und ob in einem auffälligen Maße sehr extreme Antworten gegeben wurden (Drechsler & Steinhausen, 2013). Für diese Arbeit war es ein Kriterium, dass nur jene Fragebögen in die

weitere Analyse eingingen, bei denen keine auffälligen Werte in der Konsistenz- oder Negativitätsskala vorhanden waren. Hier sei vorweg gesagt, dass keines der Kinder und Jugendliche auffällige Konsistenz- oder Negativitätswerte hatte.

Der BRIEF erweist sich auch als valides Testinstrument mit internen Konsistenten zwischen .79 und .98 bei der Eltern- und Lehrerversion und zwischen .73 und .96 bei der Selbstbeurteilungsversion. In Bezug zur Reliabilität liegen die meisten Skalen in der Retest-Reliabilität bei der Elternversion über .8, bei der Lehrerversion meist über .9, und bei der Selbstbeurteilungsversion zwischen .78 und .86.

11.2.2. Fragebogen zu Stärken und Schwächen – SDQ

Zur Erfassung von Verhaltensauffälligkeiten wurde der „*Strengths and Difficulties Questionnaire*“ (SDQ) oder auf Deutsch der „*Fragebogen zu Stärken und Schwächen*“ herangezogen. Der Fragebogen wurde ausgewählt, da er ein leicht durchführbares, valides und reliables Instrument ist um Verhaltensauffälligkeiten zu erfassen (Goodman, 2001) und international sowohl in der Praxis als auch in der Forschung gut etabliert ist.

Der Fragebogen wurde von Robert Goodman entwickelt und erfasst klinische Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen. In der Praxis wird der SDQ häufig als Screeningverfahren verwendet um klinisch-psychiatrische Auffälligkeiten zu bestimmen, da der Fragebogen mit drei Antwortmöglichkeiten („nie“, „machmal“ und „häufig“) und 25 Fragen schnell und einfach vorgebar ist. Es liegen mehrere Versionen des Fragebogens vor, es gibt eine Eltern-, Lehrer-, und Selbstbeurteilungsversion und Versionen mit zusätzlichen Fragen. Der Fragebogen ist für Kinder zwischen 3 und 16 Jahren normiert, wobei die Selbstbeurteilungsversion ab 11 Jahren vorgegeben werden kann. Der Fragebogen unterscheidet Auffälligkeiten anhand von folgenden 5 Skalen: „*Emotionale Probleme*“, „*Verhaltensauffälligkeiten*“, „*Hyperaktivität*“, „*Probleme mit Gleichaltrigen*“ und „*Prosoziales Verhalten*“. Die ersten vier Skalen fließen in einen Gesamtwert, den „*Gesamtproblemwert*“ ein. In Versionen mit zusätzlichen Fragen erhält man einen „*Impact Score*“, der Aufschluss darüber gibt inwiefern Schwierigkeiten in den Bereichen Stimmung, Konzentration, Verhalten und Umgang mit Anderen den Alltag beeinflussen bzw. in der „*Follow-up*“ Version ob sich diese verändert haben. Goodman hat den Fragebogen so konzipiert, dass die Rohwerte in folgende Kategorien umgewandelt werden: „*unauffällig*“, „*leicht auffällig*“, „*auffällig*“ und „*sehr auffällig*“. Dabei entfallen ca. 80% Prozent der Population in die Kategorie „*unauffällig*“, 10% in „*leicht auffällig*“, 5 % in „*auffällig*“ und 5% in „*sehr auffällig*“ (Youthinmind, 2012).

Die 5 Skalen Struktur bzw. 5 Faktoren Struktur konnte in mehreren Studien nachgewiesen und repliziert werden womit der SDQ Fragebogen ein valides und reliables Messinstrument ist um Psychopathologien und die generelle Anpassungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen fest zu stellen (Goodman, 2001). Auch konnten Goodman, Meltzer und Bailey (1998) in einer anderen Studie feststellen, dass der SDQ sehr gut zwischen einer gesunden Stichprobe und einer psychopathologischen Stichproben unterscheiden konnte, vor allem die Skala „*Gesamtproblemwert*“. Die restlichen Skalen differenzieren dagegen weniger aufschlussreich zwischen gesunden und klinischen Stichproben (van Roy, Veenstra & Clench-Aas, 2008). Teilweise unterscheidet aber der *Impact score* am besten zwischen klinischen und gesunden Gruppen und deswegen führt eine Betrachtung der Kombination von *Impact Score* und *Gesamtproblemwert* zu den allerbesten Ergebnissen (Goodman, 2001).

In der vorliegenden Arbeit wurde der Fragebogen der Elternversion verwendet mit *Impact Score*. Der Grund warum die Elternversion herangezogen wurde und nicht auch die Selbstbeurteilungsversion liegt darin, dass die Selbstbeurteilungsversion erst ab 11 Jahren vorliegt, und gleiche Bedingungen für die gesamte Altersspanne nur mit der Elternversion erreicht werden konnten. In der Literatur lässt sich das zusätzlich begründen, da Eltern diesbezüglich die „besseren“ Informanten sind (Esser, 2008). Der Fragebogen liegt in vielen Sprachen vor und wurde hauptsächlich in der deutschen Version vorgegeben, in Einzelfällen in der Muttersprache der getesteten Person. Die deutsche Version wurde im Jahre 2002 normiert und ist ebenfalls ein valides und reliables Messinstrument (Becker, Friedrich, Rothenberger, Klasen & Goodman, 2002). Der *Gesamtproblemwert* hat in der deutschen Version eine Reliabilität (Cronbach- α) von .82 und die anderen Skalen schwanken zwischen .58 und .76 (Woerner et al., 2002). In Bezug zur Validität wurde die deutsche Version mit dem etablierten CBCL (Child Behavior Checklist) Fragebogen verglichen, welcher ähnliche Inhalte erfasst und dessen deutsche Version in mehreren epidemiologischen Studien geprüft und validiert worden ist (Remschmidt & Walter 1990; Lehmkuhl et al. 1998). Dabei konnten in der Elternversion korrelative Zusammenhänge in den Subskalen zwischen .60 und .76 gefunden werden und beim *Gesamtwert* ein korrelativer Zusammenhang von .78 (Klasen et al., 2000).

11.2.3. Wisconsin Card Sorting Test – 64 Card Version

Der Wisconsin Card Sorting Test (WCST), im Deutschen auch Wisconsin Kartensortiertest genannt, liegt sowohl in einer Papier-Bleistift Version als auch in einer Computerversion vor. Die Computerversion läuft unter dem Namen „Computergestütztes Kartensortierverfahren (CKV)“. Das Kartensortierverfahren wird sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis verwendet um die exekutiven Funktionen zu messen. Die ersten Vorläuferversionen des Tests wurden bereits 1948 an der Universität von Wisconsin von Grant und Berg entwickelt (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000).

Das Kartensortierverfahren besteht aus vier Stimuluskarten und 64 Antwortkarten die von einem Testleiter vorgegeben werden. Die Karten unterscheiden sich anhand der vorhandenen Figuren (Kreuze, Kreise, Dreiecke, Sterne), der Anzahl der abgebildeten Figuren (eins, zwei, drei, vier) und der Farbe der abgebildeten Figuren (rot, blau, gelb, grün). Die Stimuluskarten setzen sich zusammen aus einer Karte mit einem roten Dreieck, einer Karte mit zwei grünen Sternen, eine Karte mit drei gelben Kreuzen und eine mit vier blauen Kreisen und werden zu Beginn vor der Testperson in einer Reihe aufgelegt. Die Testperson bekommt nun die Instruktion die 64 Antwortkarten passend unter die Stimuluskarten zu legen, ohne genauere Instruktionen nach welchem Prinzip. Es liegt an der Versuchsperson das Prinzip herauszufinden, wobei es insgesamt drei Ordnungsprinzipien gibt, die sich im Laufe des Testdurchganges ändern. Eine richtige Zuordnung kann anhand der Ordnungsprinzipien entweder anhand der Farbe, Anzahl der Figuren oder der Form der Figur erfolgen. Gilt das Ordnungsprinzip Farbe so gilt es als richtige Zuordnung wenn die Antwortkarten anhand der Farbe und unabhängig von Form und Anzahl der Figuren zu den Antwortkarten zugeordnet werden. Errät die Versuchsperson das Ordnungsprinzip und ordnet 10 Karten richtig zu, so ändert sich das Ordnungsprinzip und die Versuchsperson muss das neue Ordnungsprinzip herausfinden. Der Testleiter darf dabei nur sagen, ob die Karte richtig oder falsch zugeordnet wurde, ohne weitere Erklärungen zu geben. Der Testleiter protokolliert dabei jede Antwort mit und daraus ergeben sich Werte in folgenden Kategorien: *Total Number of Errors*, *Perservative Responses*, *Perservative Errors*, *Nonperservative Errors*, *Conceptual Level Responses*, *Numbers of Categories Completed*, *Trials to Complete First Category*, *Failure to Maintain Set* und *Learning to Learn*. *Total Number of Errors* gibt an wieviele Fehler insgesamt gemacht wurden, *Perservative Responses* zeigt auf wieviele Antworten perservativ waren. Als *Perservative Error* werden jene falschen Antworten gewertet, bei denen der Proband eindeutige Fehler macht und diese nach gegebener Rückmeldung fortsetzt oder der Proband nach Erkennung des Ordnungsprinzips innerhalb einer Kategorie

sein Muster plötzlich ändert. *Nonperservative Errors* sind falsche Zuordnungen die nicht perservativ sind. Als *Conceptual Level Response* werden jene Antworten gewertet, bei denen mindestens drei Karten in Abfolge richtig zugeordnet werden. *Failure to Maintain Set* liegt dann vor, wenn der Proband innerhalb einer Kategorie fünf oder mehr richtige Antworten in Folge gegeben hat und dann einen Fehler macht. *Learning to Learn* misst inwiefern der Proband fähig ist innerhalb der Testung besser zu werden, sprich aus den Fehlern zu Lernen (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000).

So misst das Kartensortierverfahren schlussfolgerndes Denken, Kategorienbildung, die Nutzung von Feedback, Flexibilität im Denken, Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen, Monitoring und das Aufrechterhalten von Informationen im Arbeitsgedächtnis (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000).

Das Testverfahren erweist sich als reliables Testinstrument mit *Interrater-Reliabilitäten* zwischen .895 und 1.000 und *Intrarater-Reliabilitäten* zwischen .828 und 1.000 (Huettner, Wolfe & Hynd, 1990) und Generalisierbarkeitskoeffizienten zwischen .60 und .85 (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000). Auch die Validität konnte in Studien nachgewiesen werden bei neurologisch geschädigten Patienten. Sowohl bei Leistungen bei Kindern als auch bei Erwachsenen konnte ein klarer Unterschied zwischen gesunden Stichproben und neurologisch erkrankten Stichproben (z.B.: Epilepsie, Schizophrenie, Hirnläsionen) gefunden werden (Hermann, Wyler & Richey, 1988; Beatty, Jovic, Monson & Katzung, 1994; Milner, 1963). Diese Studien legen auch nahe, dass der WCST sensitiv für Läsionen im Frontallappen ist, aber auch für Läsionen in anderen Hirnregionen (Anderson, Damasio, Jones & Tranel, 1991). Im Bezug zur Spezifität erweist sich der WCST jedoch weniger robust im Vergleich zur Sensitivität, was bedeutet, dass Einzelpersonen mit vielfältigen Diagnosen schlecht beim WCST abschneiden können (Heaton, Chelune, Talley, Kay & Curtiss, 1993). Auch ist anzumerken, dass der WCST kein geeignetes Verfahren für wiederholte Messungen ist, denn ist das Lösungsprinzip erst einmal bekannt dann sind zukünftige Messungen nicht mehr aussagekräftig.

11.2.4. Computergestütztes Kartensortierverfahren (Drühe-Wienholt & Wiehnholt, 1998)

Das computergestützte Kartensortierverfahren ist wie der Name schon sagt, die computerisierte Version des WCST. Die Realisierung am PC hat insofern Vorteile, da die Darbietung für ProbandInnen ansprechender ist und es auch für die TestleiterInnen wesentlich leichter durchführbar und auswertbar ist. Somit ist die Untersuchung ökonomischer und viel weniger anfällig auf Fehler von Seiten des Testleiters bzw. der

Testleiterin bei der Protokollierung und anschließender Testauswertung. Das computergestützte Kartensortierverfahren ist ab dem Alter von 16 Jahre anzuwenden. Die Ergebnisse werden in ähnlichen Kategorien nach dem gleichen Prinzip wie in der Papier-Bleistift Version angegeben, mit nur minimalen Unterschieden. Zu den Parametern zählen:

- *Zuordnungen gesamt*: Anzahl der Zuordnungen, die der Proband durchführt (maximal 96)
- *Richtige*: Anzahl der richtigen Zuordnungen in Prozent
- *Falsche*: Anzahl der falschen Zuordnungen in Prozent
- *Konzepte*: Anzahl der erfassten Kategorien, bei der in unmittelbarer Abfolge die richtige Zuordnung für ein Konzept erfolgte
- *Perservationsfehler*: Anzahl der Perservationsfehler in Prozent
- *Perservationsscore*: Anteil der Perservationsfehler an der Gesamtfehlerzahl (in Prozent)
- *Konzeptperservationen*: Perservationen eines Konzepts, hintereinander werden drei oder mehr Zuordnungen zu einem der beiden falschen Konzepte gemacht
- *Nicht-perseverative Fehler*: Andere falsche Zuordnungen in Prozent
- *Konzeptverlust*: Der Proband macht 3 bis 9 richtige Zuordnungen hintereinander, schafft es jedoch nicht die Kategorie erfolgreich zu beenden (10 richtige Zuordnungen)
- *Erfassung des Konzepts*: Der Proband macht hintereinander 3 und mehr richtige Zuordnungen
- *Zuordnung zum 1. Konzept*: Anzahl der Zuordnungen bis zur Beendigung des ersten Konzepts

In einer Studie von Artiola und Heaton (1996) wurde die Computerversion mit der Papier-Bleistift Vorgabeversion bei 119 gesunden Testpersonen verglichen und dabei kam heraus, dass beide Testversionen ähnliche Ergebnisse erzielten.

Im Rahmen der Validierungsstudien für das computergestützte Kartensortierverfahren wurden die Parameter des CKVs bei hirngeschädigte Patienten mit dem TMT verglichen und dabei kamen statistisch bedeutsame Korrelationen zwischen +/- .23 und +/- .31 in den Parametern *Zuordnungen*, *Richtige*, *Fehler*, *Konzepte*, *Perservationsfehler*, *andere Fehler*, und *Konzeptperservationen* heraus (Drühe-Wienholt & Wienholt, 1998).

11.2.5. Trail Making Test

Der Trail Making Test aus dem Delis-Kaplan Executive Function System von Delis, Kaplan & Kramer (2001) kann unter anderem zur Erfassung der exekutiven Funktionen herangenommen werden. Das Testverfahren ist die modifizierte Version des Trail Making Test B der ursprünglich 1938 von Partington entwickelt wurde, 1944 von Militärpsychologen den Namen Trail Making Test bekam und Jahre später in die Halstead-Reitan Testbatterie aufgenommen wurde und dadurch berühmt wurde (Fine, Delis & Holdnack, 2011).

Der Test besteht aus fünf unterschiedlichen Untertests und der eigentliche Untertest zur Erfassung der exekutiven Funktionen ist die Kondition 4 „Zahlen-Buchstaben verbinden“. Dabei ist die Testperson aufgefordert so schnell wie möglich innerhalb von 150 Sekunden Buchstaben und Zahlen auf einem Blatt Papier mit einem Bleistift abwechselnd in aufsteigender Reihenfolge zu verbinden (A-1-B-2-C-3.... 16-P). Diese Aufgabe misst somit flexibles Denken, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und visumotorische Koordination. Wird diese Aufgabe schlecht erfüllt, kann das einerseits an einer Beeinträchtigung in den exekutiven Funktionen liegen, oder aber auch an einer Beeinträchtigung in den Basisfunktionen die für die Kondition 4 vorausgesetzt werden. Ob eine Beeinträchtigung in den Basisfunktionen vorliegt kann mithilfe der anderen vier Untertests überprüft werden, die diese einzeln messen. So wird mit den anderen Subtests das visuelle Scanning gemessen, die Fähigkeit Zahlen und Buchstaben getrennt voneinander in einer Reihenfolge zu verbinden und die motorische Geschwindigkeit (Delis, Kaplan & Kramer, 2001).

Der TMT kann gut zwischen gesunden und erkrankten Stichproben unterscheiden und ist somit hoch sensitiv für neurologische Dysfunktionen. Allerdings ist anzumerken, dass der TMT mehrere kognitive Funktionen, wie oben erwähnt, gleichzeitig misst und es daher schwer ist, eine klare Aussage über Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen zu bekommen (Heled, Hoofien, Margalit, Natovich & Agranov, 2012). Im Bezug zur Reliabilität weist der TMT mittlere Reliabilitäten auf. Der TMT wurde auch mit der Papier-Bleistift Version des WCST verglichen und dabei kamen mittlere Korrelationen heraus (Delis, Kaplan & Kramer, 2001).

Da der Test sowohl ein Zahlenverständnis als auch das Beherrschen des Alphabets voraussetzt ist er für die Altersspanne 8 - 89 Jahre einsetzbar. Für diese Studie wurde nur die Kondition 4 als Messinstrument für die exekutiven Funktionen herangezogen.

11.2.6. Intelligenztestbatterien

Zusätzlich wurde das kognitive Leistungsniveau der Kinder mit einer der folgenden Intelligenz Testbatterien erhoben:

- WIE - Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (von Aster, Neubauer & Horn, 2006)
- HAWIK-IV - Hamburg-Wechsler-Intelligenztest IV (Petermann & Petermann, 2007)
- AID2 - Adaptives Intelligenz Diagnostikum – Version 2.2 (Kubinger, 2009)

11.2.7. Medizinische Daten

Zur Erfassung der medizinischen Faktoren der Kinder und Jugendlichen, die für diese Studie relevant waren, wurde ein medizinisches Datenblatt von der/dem zuständigen Ärztin/Arzt ausgefüllt. In diesem Datenblatt wurden unter andere Angaben zur Art und Lokalisation des Tumors, der Behandlungsart, dem Alter zu Beginn der Erkrankung sowie zum Neurostatus erhoben.

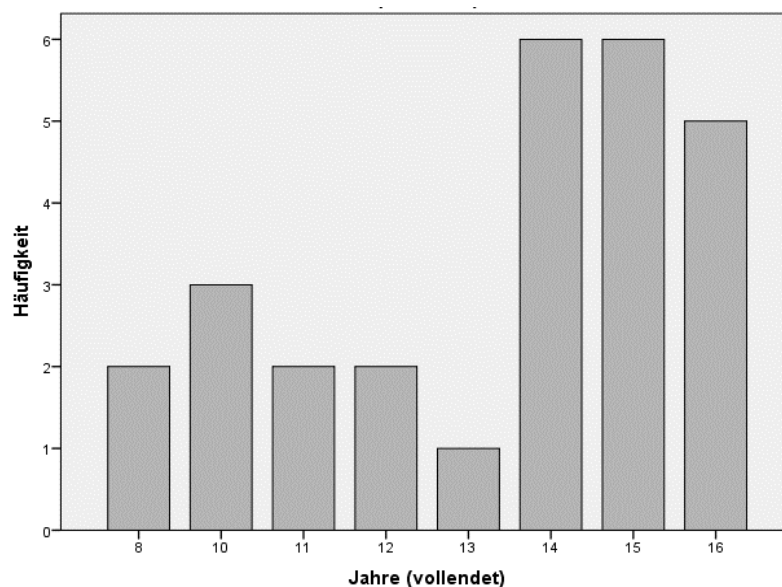
11.3. Stichprobenbeschreibung

Aus dem gesammelten Datenpool von insgesamt 212 pädiatrischen Hirntumorpatienten entsprachen 27 Kinder und Jugendliche den Auswahlkriterien für diese Diplomarbeit und wurden in die Stichprobe aufgenommen.

Wie in Tabelle 2 ersichtlich bestand die Stichprobe der 27 Kinder und Jugendlichen aus 15 männlichen und 12 weiblichen PatientInnen. Diese Verteilung mit einem leicht höheren männlichen Anteil entspricht der generellen Geschlechtsverteilung bei pädiatrischen Hirntumoren (siehe dazu Kapitel 3.1.2). Die Kinder und Jugendliche waren zum Zeitpunkt der Testung zwischen 8 und 16 Jahren und hatten ein durchschnittliches Alter von 13 Jahren und 4 Monaten ($SD = 2$ Jahre und 5 Monate). Das durchschnittliche Alter bei Mädchen unterscheidet sich nicht signifikant von dem durchschnittlichen Alter der Jungen ($t(25) = .130$; $p = .897$). Das Alter der Stichprobe ist annähernd normalverteilt, da Schiefe und Kurtosis nicht signifikant von einer symmetrischen Verteilung abweichen, wie in Tabelle 2 ersichtlich ist. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße wirkt die Verteilung in Abbildung 7 nicht normalverteilt, dividiert man jedoch die Schiefe und Kurtosis jeweils mit deren Standardabweichung, so wird der kritische Wert von -2 oder 2 nicht überschritten.

Tabelle 2: Deskriptive Statistik Alter nach Geschlecht

	Gesamt	Mädchen	Jungen
Stichprobengröße	27	12	15
Mittelwert	13,30	13,62	13,74
Standardabweichung	2,48	2,78	2,26
Median	14	14,79	14,17
Minimum	8	8	8,5
Maximum	16,92	16,92	16,75
Schiefe	-,826	-,783	-1,085
Standardfehler der Schiefe	,448	,637	,580
Kurtosis	-,412	-3,64	,697
Standardfehler der Kurtosis	,872	1,232	1,121

**Abbildung 7: Balkendiagramm rechts zur Altersverteilung der Stichprobe**

Das Alter der PatientInnen zum Zeitpunkt der Tumordiagnose variierte zwischen 2 und 16 Jahren, wobei das Durchschnittsalter bei 8 Jahren und 5 Monaten lag ($SD = 52$ Monate). Die vergangene Zeit zwischen Diagnosestellung und neuropsychologischer Testung lag zwischen 0 und 13 Jahre wobei der durchschnittliche Zeitraum 4 Jahre und 4 Monate ($SD = 50$ Monate) betrug. Die jeweiligen Häufigkeiten des Alters bei Diagnosestellung sowie die vergangene Zeit zwischen Diagnosestellung und psychologischer Testung werden in Abbildung 8 und 9 dargestellt.

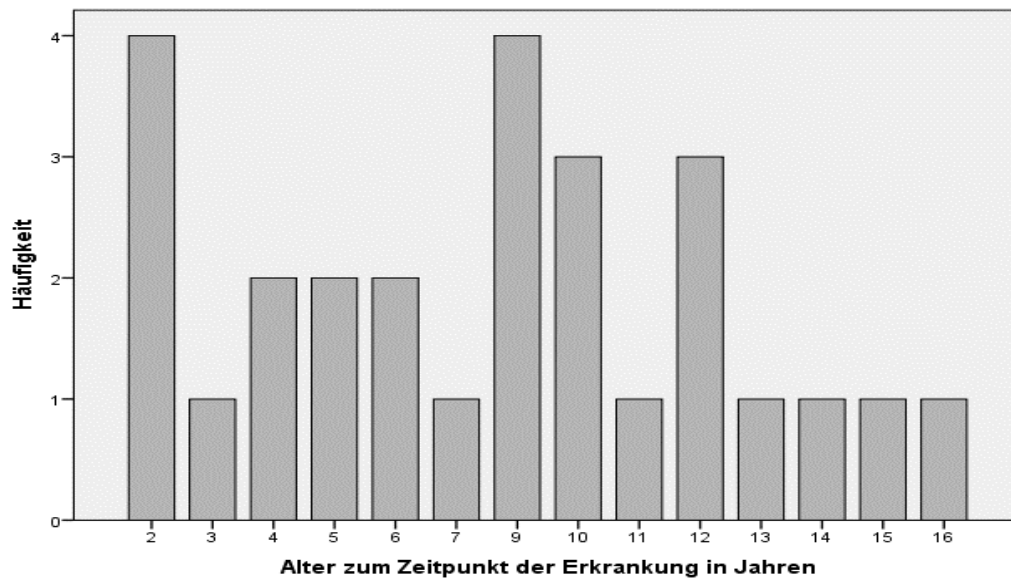


Abbildung 8: Balkendiagramm des Alters bei Diagnosestellung

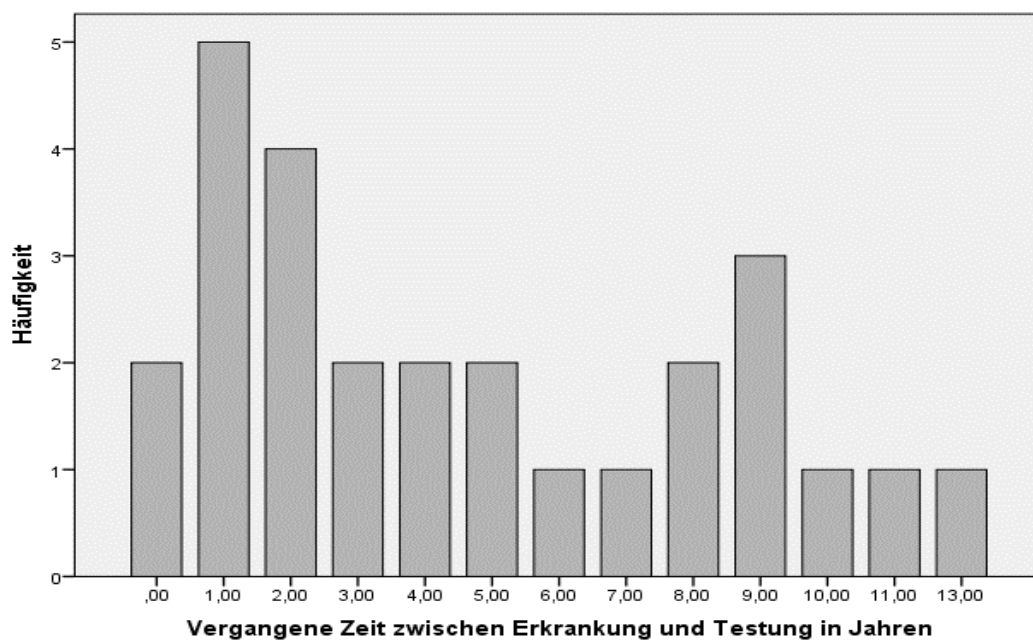


Abbildung 9: Balkendiagramm der vergangenen Zeit zwischen Diagnosestellung und neuropsychologischer Testung.

Die Kinder waren entweder an einem Medulloblastom (37%, $n = 9$), Ependyom (11%, $n = 3$) oder an einem cerebellären pilozytischem Astrozytom (52%, $n = 15$) erkrankt. Zusätzliche genetische Erkrankungen waren nicht vorhanden. In dieser Stichprobe überwiegen somit cerebelläre pilozytische Astrozytome als Tumorerkrankung, generell sind jedoch Medulloblastome die häufigsten Kleinhirntumore und cerebelläre pilozytische Astrozytome stellen nur ca. ein Drittel der Tumorerkrankungen im Kleinhirn dar (siehe dazu Kapitel 3.2.).

Die Behandlungsformen der Kinder variierten je nach Tumorart bzw. Tumorfortschritt. Es war nur ein Mädchen dabei, bei der der Tumor nur observiert und nicht zusätzlich behandelt wurde, alle anderen Kinder und Jugendlichen wurden operiert. Von diesen 26 Kindern und Jugendlichen die operiert wurden, erhielten zusätzlich 12 PatientInnen eine Chemo- und Strahlentherapie, ein Kind eine Chemotherapie, ein Kind eine Strahlentherapie und ein Kind eine antioangionetische Therapie.

Im Bezug zur Intelligenz wiesen 73 % einen Intelligenzquotienten über 85 auf, wie in Tabelle 3 ersichtlich. Das durchschnittliche Intelligenzniveau lag bei 95,15 ($SD = 16,18$) und war somit leicht niedriger als das der Normpopulation mit einem IQ Mittelwert von 100 und einer Standardabweichung von 15. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ($t(26) = -1.558$, $p = .131$). Es wird aber schon ersichtlich, dass der Anteil an Personen mit einem IQ unter der durchschnittlichen Intelligenz mit 27% höher ist, als bei Normstichproben bei denen nur 16 % eine unterdurchschnittliche Intelligenz aufweisen. Ein leicht niedrigeres Intelligenzniveau der Stichprobe entspricht auch der Studienlage über Intelligenz bei Hirntumorerkrankungen (siehe dazu Kapitel 7).

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung Intelligenzniveau der Stichprobe

<i>Intelligenzquotient</i>	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozent
IQ 50-69: leichte intellektuelle Behinderung	1	4	4
IQ 70-84: niedrige Intelligenz	6	23	27
IQ 85-114: durchschnittliche Intelligenz	15	58	85
IQ 115-119: überdurchschnittliche Intelligenz	4	15	100

11.3.1. Normierungsstichproben

Da für die Auswertung der Studie die klinische Stichprobe mit der Normpopulationen der verwendeten Testinstrumente verglichen wurde, erfolgt nun eine kurze Beschreibung der Normpopulationen. Mehr dazu findet sich in den jeweiligen Manualen der Testinstrumente.

Die Normstichprobe des **BRIEF** setzt sich in der Elternversion aus 921 Kindern (465 Jungen) und in der Selbstbeurteilungsversion aus 531 Kindern (261 Jungen) zusammen, die an 35 Schulen in den Jahren 2006 bis 2011 rekrutiert wurden. Die Kinder und Jugendliche entstammen aus Regelklassen in der Schweiz, in Deutschland und Luxemburg. Da es

zwischen Jungen und Mädchen signifikante Geschlechtsunterschiede gab, werden Normwerte getrennt für Mädchen und Jungen angegeben.

Die Normstichprobe des **WCST-64** besteht aus 897 Personen. Diese Stichprobe ist die gleiche Normierungsstichprobe die im „Wisconsin-Card Sorting Test Manual-Revised and Expanded (Heaton et al., 1993) verwendet wurde. Für diese Studie wurde jedoch nur die Normgruppe bestehend aus Kindern und Jugendlichen herangezogen, da nur ein Vergleich mit diesen sinnvoll war. Diese setzt sich zusammen aus 452 Kinder und Jugendliche (52% weiblich) im Alter zwischen 6 und 17 Jahren aus öffentlichen Schulen in südöstlichen Regionen der USA (Kongs, Thompson, Iverson & Heaton, 2000).

Der **CKV** wurde anhand von 268 PatientInnen und 72 gesunden Personen validiert. Die PatientInnen hatten einen neurochirurgischen Eingriff erhalten und befanden sich in der Klinik Holthausen in Hattingen zur Frührehabilitation. Die Vergleichsstichprobe bestand aus 59 gesunden Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen der Ruhr-Universität Bochum und 13 Mitarbeitern im pflegerischen oder therapeutischen Bereich der Klinik Holthausen (Drühe-Wienholt & Wienholt, 1998).

Für den **SDQ** gibt es mehrere Normierungsstichproben, da der SDQ in mehreren Ländern validiert wurde. Da keine Angaben über die Standardabweichungen in der deutschen Normierungsstichprobe gefunden werden konnten, wurde die britische Normierungsstichprobe herangezogen, da diese fast idente Mittelwerte wie in der deutschen Normierungsstichprobe aufwiesen. Die britische Normierungsstichprobe beinhaltete 10 438 Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 5 und 15 Jahren und war repräsentativ für die britische Population. Diese Normen entstammen der offiziellen Homepage des SDQ (<http://www.sdqinfo.com/>; Youthinmind, 2001).

Der **TMT** aus dem Delis-Kaplan Exekutive Functioning System wurde anhand einer amerikanischen Stichprobe von N = 1750 im Alter zwischen 8 und 89 Jahren normiert. Diese Gruppe wurde anhand der U.S amerikanischen Population stratifiziert und war hinsichtlich des Alters, Geschlechts, ethnischer Herkunft, Ausbildungsgrad und geographischer Herkunft repräsentativ für die U.S. amerikanische Population (Delis et al., 2001).

11.4. Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit SPSS 22.0 für Windows.

Die verwendeten statistischen Verfahren wurden je nach Erfüllung der statistischen Voraussetzungen ausgewählt. Es wurden Einstichproben t-Test verwendet um die Mittelwerte der Stichprobe mit der Normierungsstichprobe zu vergleichen. Um Mittelwerte innerhalb der Stichprobe zu vergleichen wurden t-Tests für unabhängige Stichproben gerechnet, waren die Daten ordinalskaliert, nicht normalverteilt oder es bestand keine Homogenität der Varianzen, dann wurde der Mann Whitney U-Test gerechnet.

Um Zusammenhänge zu berechnen wurden Korrelationen nach Pearson bei intervallskalierten Daten gerechnet, war die Fragestellung gerichtet so wurde eine einfache Regression gerechnet. Bei ordinalskalierten Daten wurden aufgrund der kleinen Stichprobengröße Korrelationen mittels Kendall's tau berechnet.

Beim Vergleich der Testverfahren zueinander wurden Vierfelder-Tafeln gerechnet.

Aufgrund der kleinen Stichprobengröße sind signifikante Unterschiede schwerer statistisch zu erfassen als es bei größeren Stichproben wäre. Deswegen werden zusätzlich zu den Testkennwerten zur Signifikanz auch die Effektstärke nach Cohen (*Cohen's d*) angegeben. Die Effektstärke gibt Auskunft darüber, wie groß ein Unterschied bzw. Effekt ist, also ob dieser Effekt von praktischer Relevanz ist. Bei einer großen Stichprobe kann es leichter zu einem signifikanten Ergebnis kommen, die Effektstärke verrät hier jedoch, ob der gefundene Effekt auch groß und somit von praktischer Relevanz ist. Genau umgekehrt kann eine große Effektstärke in einer kleinen Stichprobe mit keinem signifikanten Ergebnis darauf hinweisen, dass ein Trend erkennbar ist, der bei einer größeren Stichprobe wahrscheinlich auch signifikant wäre. Deswegen ist es wichtig, gerade bei kleinen Stichproben auch auf die Effektstärke zu achten. Diese Effektstärke errechnet sich aus folgenden Werten:

$$Cohen's\ d = \frac{X_1 - X_2}{\sigma}$$

$$\sigma = \frac{SD_1 - SD_2}{2} \quad X_{1,2} = \text{Mittelwert 1, 2}; \quad SD_{1,2} = \text{Standardabweichung 1, 2}$$

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

Teilweise wurde auch die Effektstärke nach Rosenthal verwendet, die sich folgendermaßen berechnet:

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}} \quad Z = z\text{-Wert}; N = \text{Stichprobengröße}$$

Hier steht ein Wert ab $r = .3$ für einen mittleren Effekt und $r = .5$ für einen großen Effekt (Rosenthal, 1991:19, zitiert nach Field, 2009, S. 550).

Bonferroni-Korrekturen im Sinne der Alpha-Fehler Kumulierung bei wiederholten Testungen wurden nicht vorgenommen, da bei allen statistischen Berechnungen mit einem Signifikanzniveau von .05 generell davon ausgegangen wird, dass von allen Ergebnissen 5 Prozent falsch sein können.

Bei der Darstellung der Werte werden einheitlich die normierten T-Werte verwendet. T-Werte haben einen Mittelwert (M) von 50 und eine Standardabweichung (SD) von 10. Somit entsprachen auch die Mittelwert der Normstichproben immer einem T-Wert von 50 ($SD = 10$).

Bei der Einteilung von auffälligen Testkennwerten fallen, sofern nicht anders angegeben, jene Testkennwerte in den auffälligen Bereich, die eine Standardabweichung vom Mittelwert abweichen. Das entspricht T-Werten unter 40 oder über 60, je nach Interpretation der Testverfahren. Bei normalverteilten Populationen entfallen dann 16% in einen „auffälligen“ unterdurchschnittlichen Bereich, 68% in einen durchschnittlichen unauffälligen Bereich und weitere 16% in einen überdurchschnittlichen Bereich (klinisch unauffällig). Der SDQ und der BRIEF werden sohingehend interpretiert, dass höhere Testwerte für schlechtere Testleistungen sprechen. Beim Wisconsin Card Sorting Test und dem TMT ist es genau umgekehrt, je niedriger die Testwerte, desto schlechter die Testleistung.

11.4.1. Zuordnung in Kategorien

Für gewisse Berechnungen wurden die Ergebnisse einzelner Testverfahren in zwei Kategorien geteilt, nämlich ein „unauffälliges“ Testergebnis und ein „auffälliges“ Testergebnis. Die Zuteilung in diese Kategorien geschah folgendermaßen:

Generell galt die in klinischen Settings übliche Norm, dass Werte die mindestens eine Standardabweichung vom Mittelwert abweichen als auffällig galten. Deswegen galt beim TMT und BRIEF jedes Testergebnis als auffällig, das mindestens eine Standardabweichung vom Mittelwert abwich. Beim BRIEF waren das T-Werte ≥ 60 , da hier höhere Werte als

auffällig gewertet werden und beim TMT T-Werte < 60 , da beim TMT niedrigere Werte schlechtere Testleistungen bedeuten.

Der SDQ wurde als auffällig gewertet sobald eine der Skalen auffällig war, da jede Abweichung von der Norm als auffälliges Verhalten gezählt werden kann.

Beim Wisconsin Card Sorting Test wurden die Kategorien *Number of Categories Completed*, *Trials to Complete First Category* und *Perservative Errors* zur Einteilung herangezogen. Diese Kategorien wurden ausgewählt, da diese inhaltlich am meisten über die exekutiven Funktionen aussagen, vor allem messen diese Konzepterfassung, perseveratives Denken und Flexibilität im Denken. Wenn zumindest eine der Kategorien einen Prozentrang unter 16 aufwies, wurde der Test als auffällig gewertet. Beim computergestützten Kartensortierverfahren gibt es nach dem Manual bestimmte Kriterien, die für ein auffälliges Testergebnis sprechen. Sobald nicht alle 6 Konzepte erfasst wurden, Konzeptverluste oder Konzeptperservationen vorhanden waren, der Perservationsscore über 25% oder der Fehlerscore über 15% war, galt ein Test als auffällig.

12. Ergebnisse

12.1. Forschungsfrage 1: Unterscheidung zur Normpopulation

12.1.1. BRIEF

Im Vergleich zwischen klinischer Stichprobe und Normstichprobe konnten beim BRIEF signifikante Unterschiede in den folgenden Skalen gefunden werden: *Hemmen* und *Ordnen/Organisieren*. Alle anderen Skalen zeigten keine signifikanten Unterschiede auf und hatten auch nur kleine Effektstärken. Bei den Indexen waren beim *kognitiven Regulations-Index* signifikant niedrigere Testwerte zu finden, der *Verhaltensregulations-Index* zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied auf, auch nicht der *Exekutive Gesamtwert*. Niedrigere T-Werte stehen beim BRIEF für bessere Testleistungen. Die Effektstärken zeigen, dass bei der Skala *Hemmen* ein kleiner Effekt vorlag, bei der Skala *Ordnen/Organisieren* ein großer Effekt und bei dem *kognitiven Regulations-Index* ein kleiner Effekt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung des BRIEF der Stichprobe von der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von $\mu=50$ und einer Standardabweichung von $\sigma=10$

<i>Testkennwerte BRIEF</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Mittelwert differenz	<i>t</i>	Sig. (2- seitig)	Cohen's d
Hemmen	46.44	7.21	-3.56	-2.56	.017	-0.41
Umstellen	50.78	11.39	0.78	0.36	.726	0.07
Emotionale Kontrolle	48.54	10.07	-1.46	-0.74	.466	-0.15
Initiative	49.63	10.27	-0.37	-0.19	.853	-0.04
Arbeitsgedächtnis	51.59	10.72	1.59	0.77	.447	0.15
Planen/Strukturieren	48.08	8.02	-1.92	-1.22	.233	-0.21
Ordnen/Organisieren	38.07	9.39	-11.93	-6.6	.000	-1.23
Überprüfen	48.63	7.00	-1.37	-1.02	.318	-0.16
Verhaltensregulations-Index	47.63	8.15	-2.37	-1.51	.143	-0.26
Kognitiver Regulations-Index	46.67	7.39	-3.33	-2.35	.027	-0.38
Exekutiver Gesamtwert	47.41	7.60	-2.59	-1.77	.088	-0.29

12.1.2. Wisconsin Card Sorting Test und computergestütztes Kartensortierverfahren.

19 Kinder und Jugendliche wurden beim Wisconsin Card Sorting Test mit der Papier-Bleistift Version getestet, 8 Jugendliche wurden aufgrund ihres Alters mit der Computerversion getestet. Bei der Papier-Bleistift Version des Wisconsin Card Sorting

Tests konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe gefunden werden. Die Werte sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Bei den Häufigkeitsverteilungen in den Kategorien *Number of Categories Completed* und *Trials to Maintain Set* konnte jedoch eine erhöhte Rate an Auffälligkeiten festgestellt werden (siehe Tabelle 6). Während in der Normpopulation 16 % in den auffälligen Bereich fallen so waren in dieser Stichprobe in der Kategorie *Number of Categories Completed* 21 % auffällig und in der Kategorie *Failure to Maintain Set* waren 27,8 % auffällig.

Tabelle 5: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung der Stichprobe von der Normstichprobe beim WCST mit einem Populationsmittelwert von $\mu=50$ und einer Standardabweichung von $\sigma=10$

<i>Testkennwerte WCST</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mittelwert differenz</i>	<i>t</i>	<i>Sig. (2-seitig)</i>	<i>Cohen's d</i>
Total Number of Errors	50.53	11.98	0.53	0.19	.850	0.05
Perservative Responses	51.24	16.11	1.24	0.34	.742	0.12
Perservative Errors	51.66	16.98	1.66	0.43	.675	0.16
Nonperservative Errors	53.66	13.43	3.66	1.19	.251	0.36
Conceptual Level Responses	50.25	11.70	0.25	0.09	.933	0.03

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung beim WCST in den Kategorien *Number of Categories Completed* und *Failure to Maintain Set*

<i>Testkennwerte WCST</i>	<i>Häufigkeit</i>	<i>Prozent</i>	<i>Kumulierte Prozent</i>
Number of Categories completed – n = 19			
PR kleiner gleich 1	0	0	0
PR 2 bis 5	0	0	0
PR 6 bis 10	2	10.5	10.5
PR 11 bis 16	2	10.5	21
über PR 16	15	78.9	100
Failure to Maintain Set – n = 18			
PR kleiner gleich 1	0	0	0
PR 2 bis 5	1	5.6	5.6
PR 6 bis 10	2	11.1	16.7
PR 11 bis 16	2	11.1	27.8
über PR 16	13	72	100

Ganz anders schaut es bei der älteren Stichprobe aus, welche mit der Computerversion getestet wurde. Hier zeigten alle 8 Jugendlichen ein auffälliges Testergebnis. Die Kategorie *Fehler* gibt an, wie viele Fehler insgesamt gemacht wurden. Ab einem Cut-Off Wert von 15 % (Fehler werden in Relation gesetzt zur gesamten Anzahl an Zuordnung) spricht man von einem auffälligen Testwert. Bei den Fehlern lag der Range zwischen 11-79% und davon

hatten 7 (87,5%) einen Cut Off Wert über 15%. Die Kategorie *Perservationsscore* gibt den Anteil an Perservationen bei den Fehlern an, hier gelten Werte unter 25% als unauffällig. Hier lag der Range zwischen 6,7% und 51,9% wobei jeweils 4 Personen einen Perservationsscore unter und 4 Personen über 25 % hatten.

Auch bei den Häufigkeiten in den Kategorien Konzept Vollendung, -Verluste und -Perservationen kann man in Tabelle 7 Auffälligkeiten erkennen. Von einem unauffälligen Testergebnis spricht man wenn alle 6 Konzepte erfolgreich beendet wurden und keine Konzept Verluste oder Konzept Perservationen vorlagen. Diese Voraussetzungen konnten von den 8 Personen welche das computergestützte Kartensortierverfahren machten 4, bzw. 5, bzw. 6 Personen nicht erfüllen.

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung beim CKV in Kategorien Konzept-Vollendung, -Verluste und -Perservationen

<i>Testkennwerte computergestütztes Kartensortierverfahren</i>	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozent
Anzahl Konzept Vollendung (Auffällig < 6)			
1	1	12.5	12.5
5	3	37.5	50
6	4	50	100
Anzahl Konzept Verluste (Auffällig > 0)			
0	3	37.5	37.5
2	3	37.5	75
3	1	12.5	87.5
5	1	12.5	100
Anzahl Konzept Perservationen (Auffällig >0)			
0	2	25	25
1	2	25	50
2	3	37.5	87.5
7	1	12.5	100

12.1.3. TMT

Beim TMT ist die Kategorie „Zahlen-Buchstaben verbinden“ von Interesse, da diese Flexibilität im Denken misst. Die Stichprobe erzielte einen Mittelwert von 42.69 ($SD = 12.77$). Hier zeigte sich, dass die klinische Stichprobe signifikant schlechter zur Normstichprobe abschnitt und man kann von einem mittleren Effekt sprechen ($M = 42.69$, $SD = 12.77$, $t(26) = -2.98$, $p = .006$, $d = 0.64$).

12.1.4. SDQ

Wie schon in der Beschreibung über den SDQ erwähnt, entfallen in der Normpopulation ca. 80% in den unauffälligen Bereich, 10 % in den leicht auffälligen Bereich und jeweils 5 % in den auffälligen und sehr auffälligen Bereich. Vergleicht man die Prozentsätze mit der klinischen Stichprobe in Tabelle 8 so wird ersichtlich, dass in den Bereichen *Emotionale Probleme* und *Probleme mit Gleichaltrigen* mit 22% bzw. 27% deutlich mehr Prozent in den leicht auffälligen Bereich fallen. Dafür ist der Gesamtproblemwert bei allen außer einer Person unauffällig und auch bei der *Hyperaktivität* sind 92 % unauffällig. Vergleicht man die Rohwerte der klinischen Stichprobe mit der der Normpopulation so stellte sich heraus, dass sich die Stichprobe nur in der Skala *Hyperaktivität* signifikant von der Normpopulation unterschied ($t(26) = -3.712$, $p = .001$, $d = 0.59$). Die Stichprobe zeigt in diesem Bereich weniger Auffälligkeiten und dieser Unterschied war von mittlerer praktischer Relevanz. Die Skala *Probleme mit Gleichaltrigen* erwies sich zwar nicht als signifikant, es zeigte sich aber trotzdem ein kleiner Effekt, auch in der Skala *Verhaltensauffälligkeiten*. Die genauen Werte sind der Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung der Stichprobe im SDQ

<i>Testkennwerte SDQ</i>	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozent
Gesamtproblemwert			
sehr auffällig	26	96.3	96.3
unauffällig	1	3.7	100
Emotionale Probleme			
sehr auffällig	1	3.7	3.7
auffällig	1	3.7	7.4
leicht auffällig	6	22.2	29.6
unauffällig	19	70.4	100
Verhaltensauffälligkeiten			
sehr auffällig	1	3.7	3.7
auffällig	1	3.7	7.4
leicht auffällig	2	7.4	14.8
unauffällig	23	85.2	100
Hyperaktivität			
leicht auffällig	2	7.4	7.4
unauffällig	25	92.6	100
Probleme mit Gleichaltrigen			
sehr auffällig	2	7.4	7.4
auffällig	2	7.4	14.8
leicht auffällig	7	25.9	40.7
unauffällig	6	59.3	100
Prosoziales Verhalten			
sehr auffällig	4	14.8	14.8
auffällig	1	3.7	18.5
leicht auffällig	1	3.7	22.2
unauffällig	21	77.8	100
Impact Score			
sehr auffällig	3	11.1	11.1
auffällig	1	3.7	14.8
leicht auffällig	1	3.7	18.5
unauffällig	22	81.5	100

Tabelle 9: Ergebnisse des Einstichproben *t*-Test zur Überprüfung der Abweichung der klinischen Stichprobe von der Normpopulation beim SDQ

<i>Testkennwerte SDQ</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	μ	σ	Mittelwert differenz	<i>t</i>	Sig. (2-seitig)	Cohen's d
Gesamtproblemwert	7.48	5.22	8.4	5.8	-0.92	-0.914	.369	0.17
Emotionale Probleme	2.22	2.23	1.9	2	0.32	0.753	.458	0.15
Verhaltens-auffälligkeiten	1.15	1.43	1.6	1.7	-0.45	-1.638	.113	0.29
Hyperaktivität	2.19	1.84	3.5	2.6	-1.32	-3.712	.001	0.59
Probleme mit Gleichaltrigen	1.93	1.62	1.5	1.7	0.43	1.37	.182	0.26
Prosoziales Verhalten	8.44	2.04	8.6	1.6	-0.16	-0.395	.696	0.09
Impact	0.59	1.42	0.4	1.1	0.19	0.704	.488	0.15

12.2. Forschungsfrage 2: Einfluss von Risikofaktoren

12.2.1. Auswirkungen des Geschlechts auf exekutive Funktionen und Verhalten

12.2.1.1. Auswirkungen des Geschlechts auf den BRIEF

Um die Geschlechtsunterschiede beim BRIEF zu überprüfen wurden die Mittelwerte der jeweiligen Gruppen miteinander verglichen. Da die Skalen *Hemmen* und *Umstellen* nicht normalverteilt waren und bei der Skala *Emotionale Kontrolle* die Varianzen nicht homogen verteilt waren, wurde in diesen drei Kategorien das parameterfreie Verfahren Mann-Whitney U-Test angewendet, alle andere Kategorien wurden mittels t-Test berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt. Hier zeigten sich signifikante Geschlechtsunterschiede in der Skala *Emotionale Kontrolle* ($U = 37$, $z = -2.43$, $p = .014$) und auch im *Verhaltensregulationsindex* ($t(25) = 2.1$, $p = .046$). Bei der *Emotionalen Kontrolle* erzielten Mädchen ($M = 43.5$, $SD = 5.13$) bessere Werte als Jungen ($M = 52.86$, $SD = 11.36$) mit mittel bis großen Effekten und auch im *Verhaltensregulationsindex* zeigte sich mit großer Effektstärke, dass Mädchen ($M = 44.17$, $SD = 5.98$) bessere Werte erzielt hatten als Jungen ($M = 50.5$, $SD = 9.08$). Alle anderen Skalen und Indexe zeigten keine statistisch signifikanten Geschlechtsunterschiede auf, auffällig sind jedoch die mittelgroßen Effektstärken bei der Skala *Hemmen*, *Überprüfen* und beim *Exekutiven Gesamtwert*.

Tabelle 10: Ergebnisse der Mittelwertsunterschiede bei Mädchen und Jungen im BRIEF mittels *t*-Test und Mann-Whitney *U*-Test

BRIEF		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>U</i>	Sig. (2-seitig)	Effektstärke
Hemmen							
	Jungen	46.79	5.79		58.5	.125	r = -0.30
	Mädchen	44.08	5.16				
Umstellen							
	Jungen	51.43	12.32		73.5	.434	r = -0.16
	Mädchen	48.25	8.90				
Emotionale Kontrolle							
	Jungen	52.86	11.36		37	.014	r = -0.47
	Mädchen	43.50	5.13				
Initiative							
	Jungen	50.21	9.82	.885		.385	d = -0.35
	Mädchen	47.67	10.45				
Arbeitsgedächtnis							
	Jungen	51.64	9.76	1.02		.319	d = -0.25
	Mädchen	49.25	9.21				
Planen/Strukturieren							
	Jungen	47.57	8.03	-.341		.736	d = 0.13
	Mädchen	48.67	8.32				
Ordnen/Organisieren							
	Jungen	36.93	8.99	-.045		.965	d = 0.13
	Mädchen	38.17	9.53				
Überprüfen							
	Jungen	49.43	6.26	1.506		.145	d = -0.47
	Mädchen	46.42	6.49				
VRI							
	Jungen	50.5	9.08	2.101		.046	d = -0.84
	Mädchen	44.17	5.98				
KRI							
	Jungen	46.64	6.80	.309		.760	d = -0.06
	Mädchen	46.17	8.39				
EGW							
	Jungen	49.21	7.26	1.507		.144	d = -0.55
	Mädchen	45	7.92				

12.2.1.2. Auswirkungen des Geschlechts auf den SDQ

Trennt man den SDQ nach Geschlecht so wird in der Abbildung 10 ersichtlich, dass die Jungen deutlich mehr Auffälligkeiten im SDQ in den unterschiedlichen Kategorien aufzeigten. Da der SDQ die Ergebnisse in Kategorien angibt wurde ein parameterfreies Verfahren, der Mann-Whitney U-Test verwendet um diese Unterschiede statistisch zu überprüfen. Hier zeigten sich signifikante Unterschiede in der Kategorie *Prosoziales Verhalten* ($U = 84$, $z = -2.42$, $p = .016$, $r = 0.47$) und *Impact Score* ($U = 60$, $z = -2.16$, $p = .031$) mit mittleren Effektstärken in die Richtung gehend, dass Jungen mehr belastet waren.

Tabelle 11: Ergebnisse des Mann Whitney U-Test zur Überprüfung von Geschlechtsunterschieden beim SDQ

<i>SDQ Skala</i>	<i>U</i>	<i>z</i>	Sig. (2.-seitig)	Effektstärke r^*
Gesamtproblemwert	84	-.89	.371	-0.17
Emotionale Probleme	67	-1.40	.161	-0.27
Verhaltensauffälligkeiten	66	-1.90	.058	-0.36
Hyperaktivität	78	-1.29	.197	-0.25
Probleme mit Gleichaltrigen	70	-1.11	.268	-0.21
Prosoziales Verhalten	54	-2.42	.016	-0.47
Impact Score	60	-2.16	.031	-0.42

* Negatives Vorzeichen bei der Effektstärke bedeutet, dass Jungen einen höheren mittleren Rang als die Mädchen hatten und somit Jungen mehr belastet waren.



Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung in Prozent der SDQ Skalen nach Geschlecht getrennt.

12.2.1.3. Auswirkungen des Geschlechts auf den Trail Making Test

Die Voraussetzungen, eine Normalverteilung der Daten sowie Homogenität der Varianzen, konnten angenommen werden und somit wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben gerechnet um zu überprüfen ob das Geschlecht einen Einfluss auf die Testergebnisse der Kategorie *Zahlen-Buchstaben verbinden* beim TMT hatte. Mädchen erzielten hier einen höheren und somit besseren Mittelwert als die Jungen ($M_{\text{Mädchen}} = 45.42$, $SD_{\text{Mädchen}} = 12.38$; $M_{\text{Jungen}} = 40.50$, $SD_{\text{Jungen}} = 13.06$). Dieser Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant und hatte auch nur eine kleine Effektstärke, $t(25) = -.994$, $p = .330$, $d = 0.39$.

12.2.1.4. Auswirkungen des Geschlechts auf den Wisconsin Card Sorting Test & das computergestützte Kartensortierverfahren

Um eine Interpretation des Wisconsin Card Sorting Tests und des computergestützten Kartensortierverfahren zu vereinheitlichen, wurden die einzelnen Kategorien nicht einzeln betrachtet, sondern die Testverfahren in die Kategorie „auffällig“ und „nicht auffällig“ eingeteilt. Danach wurde mit diesen Kategorien ein Mann Whitney U-Test gerechnet, um zu überprüfen ob das Geschlecht eine Auswirkung auf ein auffälliges Testergebnis im Wisconsin Card Sorting Test oder im computergestützten Kartensortierverfahren hatte. Hier zeigte sich, dass von den 15 Jungen 8 (53,3%) ein auffälliges Testergebnis hatten und von den 12 Mädchen 7 (58,3%) ein auffälliges Testergebnis aufwiesen. Der Unterschied erwies sich als nicht signifikant mit $U = 85.5$, $p = .799$, $d = 0.05$.

12.2.2. Auswirkungen der Tumorart auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten

Bei dieser Fragestellung wurde untersucht inwiefern sich unterschiedliche Tumorarten auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten auswirkten. Da die Tumorguppen unterschiedlich groß waren und die Gruppe der Ependymome nur 3 Personen umfasste, wurden die Tumorarten in niedriggradige und hochgradige Tumorgruppen nach WHO Grad eingeteilt. Bei den Ependymomen gab es einen Tumor mit Malignitätsgrad III, dieser zählt zu den hochgradigen Tumoren, und so ergab sich zusammen mit den Medulloblastomen ($n=9$) eine Gruppengröße von $n=10$ an hochgradigen Tumoren. Die anderen zwei Ependymome hatten den Malignitätsgrad von II. Diese wurden der niedriggradigen Tumorgruppe zugeordnet und zusammen mit den cerebellären pilozytischen Astrozytomen ($n=15$) ergab sich so eine Gruppengröße von $n= 17$ bei den niedriggradigen Tumoren.

Da jedoch nicht nur von Interesse war inwiefern die zwei Tumorgruppen sich voneinander unterscheiden, sondern auch, inwieweit sich hochgradige oder niedriggradige Tumore von

einer nicht erkrankten Stichprobe unterscheiden, wurden zusätzlich die zwei Gruppen getrennt voneinander mit der Normstichprobe verglichen. Diese gesonderte Betrachtung machte auch Sinn, da abhängig vom Malignitätsgrad die Behandlungsmethode variierte. Höhergradige Tumore werden generell intensiver mit Strahlen- und Chemotherapie behandelt und wie schon im Kapitel 7.4. erwähnt, wirken sich Chemo- und Strahlentherapie negativ auf kognitive Fähigkeiten aus. In Forschungsfrage 1 wurde die gesamte Stichprobe mit der Normstichprobe verglichen, hier sollte jedoch noch ein spezifischerer Vergleich aufgezeigt werden, in dem der Tumorschweregrad und somit auch die Behandlungsform berücksichtigt wurden.

12.2.2.1. Auswirkungen der Tumorgruppe auf den BRIEF

Die Tumorgruppen beim BRIEF erfüllten die Annahme der Normalverteilung und der Homogenität der Varianzen mit Ausnahme der Kategorien *Hemmen*, *Initiative* und *Überwachen*. Mit Ausnahme der drei Kategorien bei denen der Mann Whitney U-Test verwendet wurde, wurden t-Tests für unabhängige Stichproben gerechnet. Hier zeigte sich wie in Tabelle 12 ersichtlich, dass sich die Tumorgruppen in den Kategorien *Umstellen*, *Emotionale Kontrolle*, *Initiative*, und im *Verhaltensregulationsindex* sowie Exekutiven Gesamtwert voneinander signifikant unterschieden mit mittelgroßen und großen Effektstärken. Dabei erzielten jene Kinder und Jugendliche der hochgradigen Tumorgruppe schlechtere Testleistungen als jene der niedriggradigen Gruppe. Die anderen Kategorien waren zwar nicht signifikant, jedoch zeigten sich mittlere Effektstärken beim *Arbeitsgedächtnis*, *Planen/Strukturieren* und im *Kognitiven Regulations-Index*.

Tabelle 12: Ergebnisse des BRIEF mittels *t*-Test und Mann Whitney *U*-Test nach Tumorgruppe getrennt

		Deskriptiv		Vergleich zwischen den Tumorgruppen		
BRIEF		M	SD	<i>t</i>	<i>U</i>	Sig. (2-seitig) Effektstärke
Hemmen						
	Niedriggradig	45.35	7.40		61.00	.223 <i>r</i> = 0.23
	Hochgradig	48.30	6.85			
Umstellen						
	Niedriggradig	46.24	8.94	-3.123		.004 <i>d</i> = 1.21
	Hochgradig	58.50	11.30			
Emotionale Kontrolle						
	Niedriggradig	43.56	6.28	-4.056		.000 <i>d</i> = 1.58
	Hochgradig	56.50	10.06			
Initiative						
	Niedriggradig	45.24	7.78		32.00	.008 <i>r</i> = 0.51
	Hochgradig	57.10	9.92			
Arbeitsgedächtnis						
	Niedriggradig	49.53	10.16	-1.323		.198 <i>d</i> = 0.52
	Hochgradig	55.10	11.26			
Planen/Strukturieren						
	Niedriggradig	45.81	6.52	-1.917		.067 <i>d</i> = 0.75
	Hochgradig	51.70	9.15			
Ordnen/Organisieren						
	Niedriggradig	38.18	8.76	.072		.943 <i>d</i> = 0.03
	Hochgradig	37.90	10.88			
Überprüfen						
	Niedriggradig	47.59	6.59		71.00	.480 <i>r</i> = 0.14
	Hochgradig	50.40	7.66			
VRI						
	Niedriggradig	44.24	6.66	-3.323		.003 <i>d</i> = 0.65
	Hochgradig	53.40	7.37			
KRI						
	Niedriggradig	44.76	6.14	-1.821		.081 <i>d</i> = 0.70
	Hochgradig	49.90	8.49			
EGW						
	Niedriggradig	44.29	5.68	.303		.003 <i>d</i> = 0.63
	Hochgradig	52.70	7.76			

In der Forschungsfrage 1 war ersichtlich, dass die gesamte Stichprobe beim BRIEF teilweise signifikant bessere Testleistungen als die Normstichprobe erzielte. Betrachtet man jedoch die Gruppen einzeln mittels Einstichproben *t*-Test, so wurde ersichtlich, dass dafür vor allem die größere Gruppe an niedriggradigen Tumoren verantwortlich war. Die Gruppe der niedriggradigen Tumore erzielte in allen Kategorien niedrigere und somit bessere Mittelwerte. Signifikant mit mittelgroßen bis großen Effektstärken waren dabei die Kategorien *Hemmen*, *Emotionale Kontrolle*, *Initiative*, *Planen/Strukturieren*,

Ordnen/Organisieren sowie der *Verhaltensregulations-Index*, der *Kognitive Regulations-Index* und der *Exekutive Gesamtwert*. Die genauen Werte sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Anders schaut es jedoch bei der Gruppe der hochgradigen Tumore aus (siehe Tabelle 13). Hier waren die Mittelwerte in allen Kategorien mit Ausnahme von *Hemmen* und *Ordnen/Organisieren* und dem *Kognitiven Regulations-Index* höher und somit schlechter als in der Normstichprobe. Signifikante Unterschiede zeigten sich in den Kategorien *Umstellen* ($t(9) = 2.379, p = .041, d = -0.80$) und *Ordnen/Organisieren* ($t(9) = -3.518, p = .007, d = 1.16$). Die Kategorie *Initiative* war mit $t(9) = 2.264, p = .05$ ganz knapp nicht signifikant, es zeigt sich bei einer Effektstärke von $d = -0.71$ doch ein klarer Trend in die Richtung ab, dass Kinder und Jugendliche mit einem hochgradigen Tumor schlechtere Werte als die Normstichprobe erzielten. Das gleiche traf auf die Kategorie *Emotionale Kontrolle* zu, auch hier war der Unterschied nicht signifikant, es gab aber eine mittelgroße Effektstärke ($t(9) = 2.044, p = .071, d = -0.65$).

Tabelle 13: Ergebnisse der Mittelwertsunterschiede des BRIEF getrennt nach Tumorgruppe im Vergleich zur Normstichprobe

		Deskriptiv		Vergleich mit der Normstichprobe (M=50, SD =10)		
BRIEF		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	Sig. (2-seitig)	Cohen's d
Hemmen						
	Niedriggradig	45.35	7.40	-2.59	.020	0.53
	Hochgradig	48.30	6.85	-.785	.453	0.20
Umstellen						
	Niedriggradig	46.24	8.94	-1.736	.102	0.40
	Hochgradig	58.50	11.30	2.379	.041	-0.80
Emotionale Kontrolle						
	Niedriggradig	43.56	6.28	-4.099	.001	0.79
	Hochgradig	56.50	10.06	2.044	.071	-0.65
Initiative						
	Niedriggradig	45.24	7.78	-2.524	.023	0.54
	Hochgradig	57.10	9.92	2.264	.050	-0.71
Arbeitsgedächtnis						
	Niedriggradig	49.53	10.16	-.191	.851	0.05
	Hochgradig	55.10	11.26	1.432	.186	-0.48
Planen/Strukturieren						
	Niedriggradig	45.81	6.52	-2.567	.021	0.51
	Hochgradig	51.70	9.15	.587	.571	-0.18
Ordnen/Organisieren						
	Niedriggradig	38.18	8.76	-5.568	.000	1.26
	Hochgradig	37.90	10.88	-3.518	.007	1.16
Überprüfen						
	Niedriggradig	47.59	6.59	-1.510	.151	0.29
	Hochgradig	50.40	7.66	.165	.873	-0.05
VRI						
	Niedriggradig	44.24	6.66	-3.570	.003	0.69
	Hochgradig	53.40	7.37	1.460	.178	-0.39
KRI						
	Niedriggradig	44.76	6.14	-3.516	.003	0.65
	Hochgradig	49.90	8.49	-.037	.971	0.01
EGW						
	Niedriggradig	44.29	5.68	-4.145	.001	0.73
	Hochgradig	52.70	7.76	1.100	.300	-0.30

In Abbildungen 11 und 12 sind die Mittelwerte der einzelnen Skalen des BRIEF noch einmal graphisch dargestellt. Abbildung 11 wurde erstellt um auch auf zu zeigen, wie sich die Mittelwerte der einzelnen Tumorarten ohne Gruppenbildung unterscheiden. Diese können aufgrund der kleinen Gruppengröße der Ependymome jedoch nur qualitativ betrachtet werden.

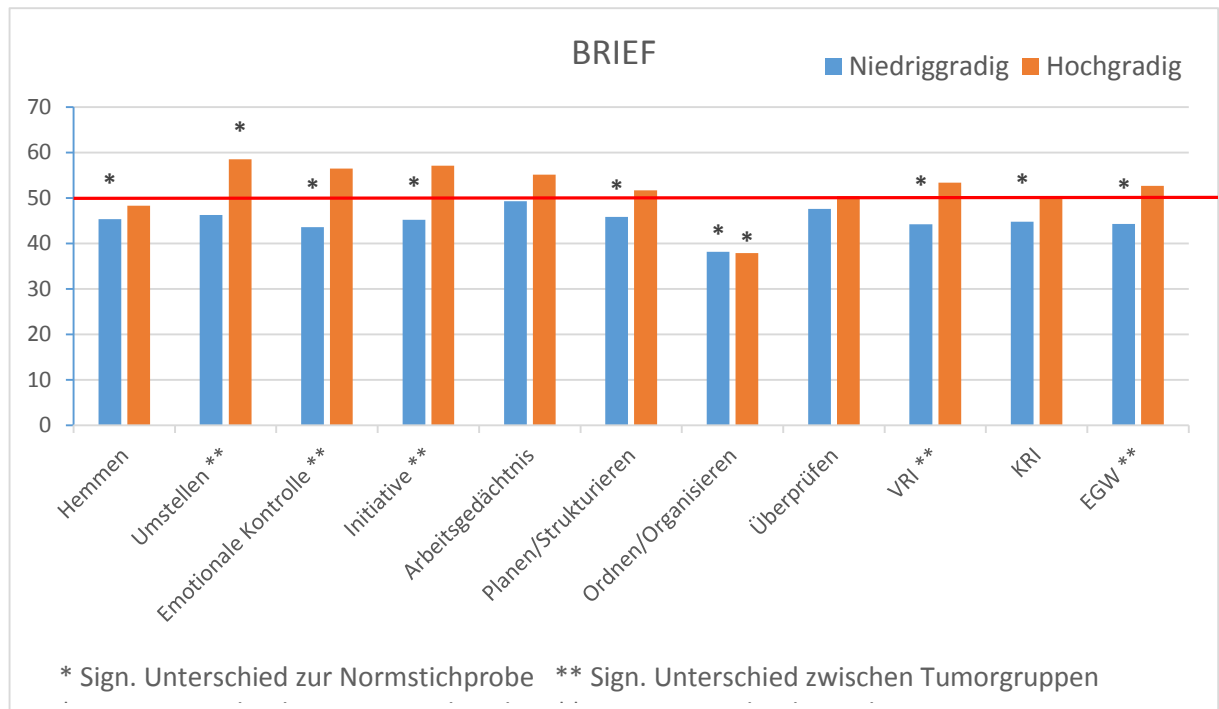


Abbildung 11: Mittelwerte des BRIEF nach Tumorart getrennt

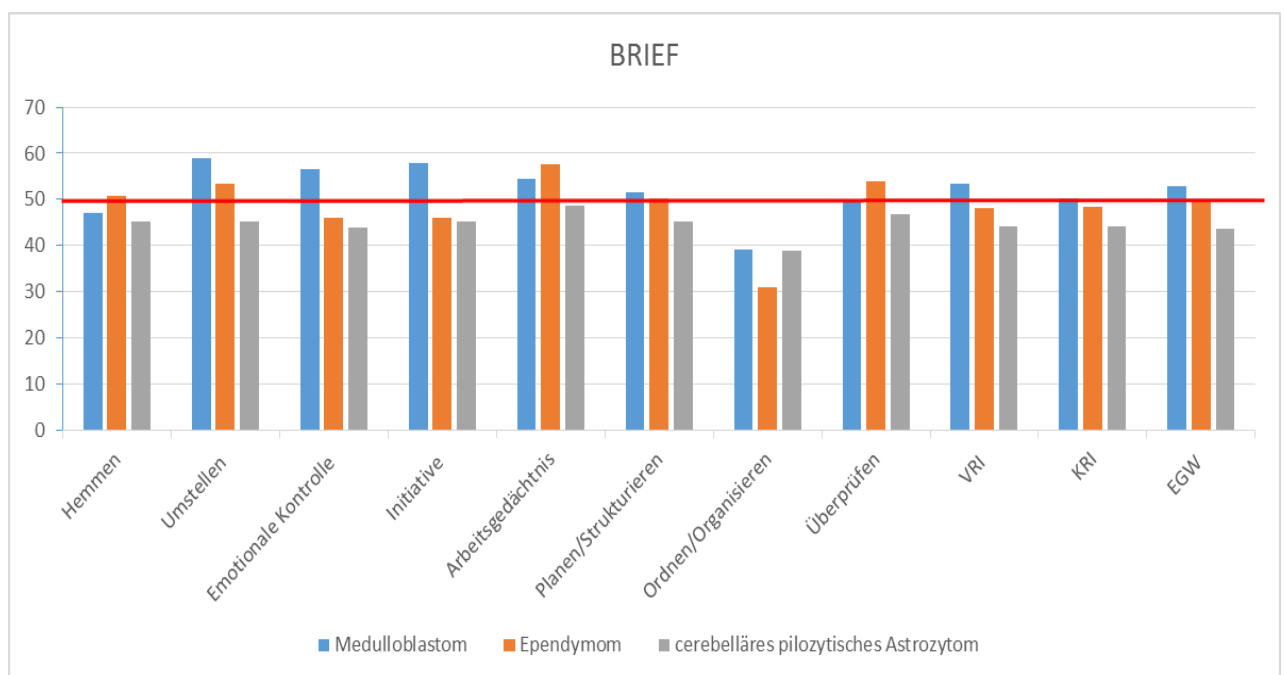


Abbildung 12: Mittelwerte des BRIEF nach Tumorgruppen getrennt

12.2.2.2. Auswirkungen der Tumorgruppen auf den SDQ

Da der SDQ kategoriale Variablen hat wurde der Vergleich der Tumorgruppen mittels Mann Whitney U-Test gerechnet. Hier zeigten sich signifikante Unterschiede von mittlerer Größe in den Kategorien *Probleme mit Gleichaltrigen* und beim *Impact Score*, in die Richtung gehend, dass die hochgradige Tumorgruppe mehr beeinträchtigt war. Alle anderen Kategorien waren nicht signifikant. Die Werte können der Tabelle 14 entnommen werden und die Mittelwerte der Tumorgruppen sind in Tabelle 15 ersichtlich.

Tabelle 14: Ergebnisse des Mann Whitney U-Test zur Überprüfung der Unterschiede der Tumorgruppen im SDQ

<i>SDQ Skala</i>	<i>U</i>	<i>z</i>	Sig. (2.-seitig)	Effektstärke <i>r</i> *
Gesamtproblemwert	80	-.767	.443	-0.15
Emotionale Probleme	62.5	-1.411	.158	-0.27
Verhaltensauffälligkeiten	78.5	-.528	.597	-0.10
Hyperaktivität	75	-1.106	.269	-0.21
Probleme mit Gleichaltrigen	50.5	-1.986	.049	-0.38
Prosoziales Verhalten	84	-.069	.945	-0.01
Impact Score	57	-2.077	.038	-0.40

* Ein negatives Vorzeichen bei der Effektstärke steht für eine höhere Beeinträchtigung in der hochgradigen Tumorgruppe.

Werden die Tumorgruppen getrennt voneinander mit der Normstichprobe verglichen, so zeigte sich, dass sich nur die Gruppe der hochgradigen Tumore signifikant von der Norm in der Kategorie *Probleme mit Gleichaltrigen* unterschied ($t(9) = 4.474$, $p = .002$, $d = 0.99$) in die Richtung gehend, dass die hochgradige Tumorgruppe mehr Auffälligkeiten aufzeigte. Bei *Emotionalen Problemen* zeigte sich bei der hochgradigen Tumorgruppe aufgrund einer Effektstärke von mittlerem Ausmaß und einem knapp nicht signifikanten Wert auch der Trend, dass mehr Auffälligkeiten bestanden ($t(9) = 2.182$, $p = .057$, $d = 0.58$). Bei der Kategorie *Hyperaktivität* zeigten beide Tumorgruppen getrennt voneinander mit mittleren Effektstärken signifikant weniger Auffälligkeiten als die Normstichprobe. Die Werte sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Tabelle 15: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung der klinischen Stichprobe von der Normpopulation beim SDQ

<i>Testkennwerte SDQ</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	μ	σ	<i>t</i>	<i>Sig. (2-seitig)</i>	<i>Cohen's d</i>
Gesamtproblemwert							
Niedriggradig	6.41	6.04	8.4	5.8	-1.357	.194	0.34
Hochgradig	9.30	2.83			1.006	.341	-0.21
Emotionale Probleme							
Niedriggradig	1.82	2.53	1.9	2	-.125	.902	0.04
Hochgradig	2.90	1.45			2.182	.057	-0.58
Verhaltensauffälligkeiten							
Niedriggradig	1.06	1.48	1.6	1.7	-1.510	.151	0.34
Hochgradig	1.30	1.42			-.669	.520	0.19
Hyperaktivität							
Niedriggradig	2.12	1.20	3.5	2.6	-2.855	.011	0.73
Hochgradig	2.30	1.64			-2.319	.046	0.57
Probleme mit Gleichaltrigen							
Niedriggradig	1.41	1.73	1.5	1.7	-.210	.836	0.05
Hochgradig	2.80	0.92			4.474	.002	-0.99
Prosoziales Verhalten							
Niedriggradig	8.47	2.15	8.6	1.6	-.248	.808	0.07
Hochgradig	8.40	1.96			-.323	.754	0.11
Impact							
Niedriggradig	0.29	1.21	0.4	1.1	-.360	.724	0.10
Hochgradig	1.10	1.66			1.331	.216	-0.51

12.2.2.3. Tumorgruppe und WCST

Um Unterschiede zwischen den Tumorgruppen fest zu stellen, wurden der Wisconsin Card Sorting Test und das computergestützte Kartensortierverfahren wieder in die Kategorien auffällig und nicht auffällig eingeteilt, um einen besseren Vergleich zu ermöglichen. Es zeigte sich kein großer Unterschied hinsichtlich der Häufigkeitsverteilungen an Auffälligkeiten zwischen der niedriggradigen Tumorgruppe (58,8% Personen zeigten Auffälligkeiten) und der hochgradigen Tumorgruppe (50% der Personen zeigten Auffälligkeiten). Dieser geringe Unterschied wurde mittels Mann Whitney U-Test überprüft und erwies sich als nicht signifikant ($U = 77.5$, $p = .662$, $d = 0.08$).

12.2.2.4. Tumorgruppe und TMT

Die Annahmen einer Normalverteilung und Homogenität der Varianzen konnten bei den Tumorgruppen und den TMT Ergebnissen angenommen werden. Daher wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben gerechnet und es zeigte sich, dass sich die Tumorgruppen nicht signifikant voneinander hinsichtlich der Kategorie *Zahlen-Buchstaben verbinden* des TMT unterschieden ($t(25) = 1.01$, $p = .322$, $d = 0.41$). Die Mittelwerte der hochgradigen Gruppe

betrug $M = 39.45$ ($SD = 11.94$) und der Mittelwert der niedriggradigen Gruppe betrug $M = 44.59$ ($SD = 13.20$). Beim TMT bedeuten niedrigere T-Werte schlechtere Testleistungen.

Wie schon bei den Mittelwerten ersichtlich, lagen beide Mittelwerte unter dem der gesunden Normstichprobe ($M = 50$, $SD = 10$). Hier unterschied sich jedoch nur die Gruppe der hochgradigen Tumore signifikant von der Normstichprobe mit einer großen Effektstärke ($t(9) = -2.794$, $p = .021$, $d = 0.96$). Bei der Gruppe der niedriggradigen Tumore zeigte sich zwar kein signifikanter Unterschied ($t(16) = -1.690$, $p = .110$, $d = 0.47$), die mittelgroße Effektstärke zeigt aber einen Trend in die Richtung auf, dass Kinder und Jugendliche mit einem niedriggradigen Tumor etwas schlechtere Leistungen erzielten als die Normstichprobe.

12.2.3. Auswirkungen des Alters bei Diagnosestellung auf die exekutiven Funktionen und Verhalten

Um zu überprüfen, ob das Alter bei Diagnosestellung einen Einfluss auf die Ergebnisse des SDQ ausübten, wurde eine Korrelation nach Kendall's tau (τ) gerechnet. Dieses parameterfreie Verfahren wurde aufgrund der Ordinalskalierung des SDQ und der kleinen Stichprobengröße mit vielen gebundenen Rängen gewählt. Hier ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Alter bei Diagnosestellung und den Skalen des SDQ. Die genauen Werte sind der Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16: Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Alter bei Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des SDQ mittels Kendall's tau (τ)

<i>SDQ Skala</i>	τ	Sig. (2.-seitig)
Gesamtproblemwert	.273	.095
Emotionale Probleme	.250	.116
Verhaltensauffälligkeiten	-.049	.760
Hyperaktivität	.151	.354
Probleme mit Gleichaltrigen	.256	.100
Prosoziales Verhalten	-.005	.977
Impact Score	.198	.215

Beim BRIEF und TMT wurden Korrelationen nach Pearson gerechnet, da die Annahmen einer Normalverteilung getroffen werden konnte und die Daten intervallskaliert waren. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Alter bei Diagnosestellung und Testergebnisse des BRIEF, siehe Tabelle 17.

Tabelle 17: Ergebnisse zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Alter bei Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des BRIEF mittels Pearson Korrelation

BRIEF	<i>r</i>	Sig. (2.-seitig)
Hemmen	.039	.847
Umstellen	.062	.760
Emotionale Kontrolle	.150	.464
Initiative	.256	.197
Arbeitsgedächtnis	.016	.938
Planen/Strukturieren	-.012	.952
Ordnen/Organisieren	.132	.511
Überprüfen	-.046	.819
VRI	-.069	.731
KRI	-.001	.995
EGW	-.091	.650

Auch der Zusammenhang zwischen der Testleistung „Zahlen-Buchstaben verbinden“ des TMT und dem Alter bei Diagnosestellung war mit $r = -.281$, $p = .156$ nicht signifikant. Der WCST und das computergestützte Kartensortierverfahren wurden in die dichotomen Kategorien „auffällig“ und „nicht auffällig“ geteilt und damit wurde eine biserale Korrelation gerechnet. Auch hier zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang mit $r_b = -0.019$, $p = .936$.

12.2.4. Auswirkungen der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung auf die exekutiven Funktionen und Verhalten

Um zu überprüfen ob die Testergebnisse sich mit der Dauer der vergangenen Zeit zwischen Diagnose und Testzeitpunkt verschlechtern, wie in der Literatur mehrfach beschrieben, wurden beim BRIEF und TMT aufgrund der gerichteten Hypothese einfache Regressionen gerechnet. Beim BRIEF wurden die Indexe *VRI* und *KRI* heran gezogen und hier zeigte sich, dass die vergangene Zeit seit Diagnosestellung ein schlechter Prädiktor für die Testleistungen im BRIEF war. Der Zusammenhang mit dem *VRI* war nicht signifikant ($R^2 = .045$, $F = 1.181$, $p = .288$), und auch der Zusammenhang mit dem *KRI* war nicht signifikant ($R^2 = .006$, $F = .147$, $p = .704$).

Auch beim TMT konnte kein signifikanter Zusammenhang entdeckt werden. Mit $R^2 = .010$, $F = .244$, $p = .625$, erwies sich auch hier die vergangene Zeit seit Diagnosestellung als schlechter Prädiktor für die Testleistungen des TMT „Zahlen-Buchstaben verbinden“.

Der Zusammenhang zwischen SDQ Ergebnissen und vergangener Zeit wurde mittels Kendall's Tau berechnet und hier zeigte sich ein signifikanter negativer Zusammenhang in der *Kategorie Probleme mit Gleichaltrigen* ($\tau = -.382$, $p = 0.14$). Dies bedeutet, dass die Probleme mit Gleichaltrigen mit der Dauer der vergangenen Zeit zunehmen. Alle anderen Kategorien ergaben keinen signifikanten Zusammenhang und die genauen Werte sind in der Tabelle 18 auffindbar.

Tabelle 18: Ergebnisse zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen vergangene Zeit seit Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des SDQ mittels Kendall's tau (τ)

<i>SDQ Skala</i>	τ	Sig. (2.-seitig)
Gesamtproblemwert	.273	.095
Emotionale Probleme	.221	.165
Verhaltensauffälligkeiten	.168	.292
Hyperaktivität	-.106	.517
Probleme mit Gleichaltrigen	.382	.014
Prosoziales Verhalten	-.198	.214
Impact Score	-.094	.556

Der Wisconsin Card Sorting Test und das computergestützte Kartensortierverfahren wurden wieder zusammengefasst und in die Kategorien auffällig und nicht auffällig eingeteilt. Die biserale Korrelation zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen vergangener Zeit und einem auffälligen oder unauffälligen Testergebnis $r_b = .317$, $p = .190$.

12.3. Forschungsfrage 3: Vergleich der Testverfahren

Bei dieser Fragestellung ging es darum fest zu stellen, ob die verwendeten Testverfahren die gleichen Kinder als auffällig und nicht auffällig erkannten. Dies wurde mittels Vierfeldertafel überprüft. Die Testergebnisse wurden in die Kategorien „auffällig“ und „nicht auffällig“ unterteilt.

Der SDQ wurde mit dem Verhaltensregulationsindex des BRIEF verglichen und hier zeigte sich mit einem Φ von .271 kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Testverfahren ($\chi^2(1) = 1.985$, $p = .274$). Die Häufigkeitsverteilungen der Vierfeldertafel sind

in Tabelle 19 sichtbar. Der SDQ schlug viel schneller als der BRIEF aus, was sich darin zeigte, dass beim SDQ 17 Personen als auffällig galten und beim BRIEF nur 3 Personen. Von den dreien aber die im BRIEF als auffällig erschienen waren auch alle drei im SDQ als auffällig gekennzeichnet.

Tabelle 19: Vierfeldertafel SDQ Auffälligkeiten * BRIEF-VI Auffälligkeiten

			SDQ Auffälligkeiten		Gesamtsumme
			nicht auffällig	auffällig	
BRIEF-VI Auffälligkeiten	nicht auffällig	Anzahl	10	14	24
		% in BRIEF-VI Auffälligkeiten	41,7%	58,3%	100,0%
	auffällig	Anzahl	0	3	3
		% in BRIEF-VI Auffälligkeiten	0,0%	100,0%	100,0%
Gesamtsumme			10	17	27
			37,0%	63,0%	100,0%

Um den BRIEF mit dem WCST und dem TMT zu vergleichen, wurde jeweils die Kategorie *Umstellen* herangezogen, da diese Kategorie inhaltlich am meisten dem WCST und dem TMT entspricht indem Flexibilität im Denken gemessen wird. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge, sprich die Kategorie *Umstellen* erkannte nicht die gleichen Personen als auffällig an wie es der WCST ($\Phi = .120$, $\chi^2(1) = .386$, $p = .662$) tat, wie in Tabelle 20 ersichtlich.

Es zeigte sich mit einem Φ von .294 ein Zusammenhang von kleiner bis mittlerer Stärke zwischen der Kategorie *Umstellen* und dem TMT, dieser Zusammenhang war jedoch nicht signifikant ($\chi^2(1) = 2.328$, $p = .290$). Die Häufigkeitsverteilungen zwischen Auffälligkeiten der Kategorie *Umstellen* und dem TMT sind in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 20: Vierfeldertafel Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten*TMT Auffälligkeiten

			TMT Auffälligkeiten		Gesamtsumme
			nicht auffällig	Auffällig	
Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten	nicht	Anzahl	17	4	21
	auffällig	% in Shift - BRIEF Auffälligkeiten	81,0%	19,0%	100,0%
	auffällig	Anzahl	3	3	6
		% in Shift - BRIEF Auffälligkeiten	50,0%	50,0%	100,0%
Gesamtsumme			20	7	27
			74,1%	25,9%	100,0%

Tabelle 21: Vierfeldertafel Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten*Wisconsin Auffälligkeiten

			WCST Auffälligkeiten		Gesamt- summe
			nicht auffällig	Auffällig	
Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten	nicht	Anzahl	10	11	21
	auffällig	% in Shift - BRIEF Auffälligkeiten	47,6%	52,4%	100,0%
	auffällig	Anzahl	2	4	6
		% in Shift - BRIEF Auffälligkeiten	33,3%	66,7%	100,0%
Gesamtsumme		Anzahl	12	15	27
		% in Shift - BRIEF Auffälligkeiten	44,4%	55,6%	100,0%

Auch der Vergleich zwischen Kartensortierverfahren und TMT zeigte nur einen sehr kleinen Zusammenhang mit $\Phi = .019$ der sich auch als nicht als signifikant erwies ($\chi^2(1) = .10$ und $p = 1.000$), siehe Tabelle 22.

Tabelle 22: Vierfeldertafel TMT Auffälligkeiten*Wisconsin Auffälligkeiten

			WCST Auffälligkeiten		Gesamt- summe
			nicht auffällig	Auffällig	
TMT Auffälligkeiten	nicht	Anzahl	9	11	20
	auffällig	% in TMT Auffälligkeiten	45,0%	55,0%	100,0%
	auffällig	Anzahl	3	4	7
		% in TMT Auffälligkeiten	42,9%	57,1%	100,0%
Gesamtsumme		Anzahl	12	15	27
		% in TMT Auffälligkeiten	44,4%	55,6%	100,0%

Da im BRIEF starke Unterschiede zwischen hochgradiger und niedriggradiger Tumorguppe vorhanden waren, und hauptsächlich die Gruppe der hochgradigen Tumore Auffälligkeiten aufzeigte, wurde die Gruppe der hochgradigen Tumore bei Testvergleichen mit dem BRIEF noch zusätzlich gesondert betrachtet. Hier zeigte sich im Bezug zur Übereinstimmung jedoch ein sehr ähnliches Bild ab wie bei der Betrachtung mit der gesamten Stichprobe weswegen auf diese Ergebnisse nicht näher eingegangen wird.

13. Diskussion

In der bisherigen Forschung kam heraus, dass Kleinhirntumore kognitive Funktionen, unter anderem auch exekutiven Funktionen beeinträchtigen können. Auch zeigten sich manchmal Verhaltensauffälligkeiten nach Kleinhirntumoren. Bei Betrachtung der Ergebnisse dieser Studie wird das in der Theorie bereits diskutierte Problem klar, dass es generell schwierig ist das Konstrukt der exekutiven Funktionen diagnostisch zu erfassen, auch deswegen da Testinstrumente unterschiedliche Teilaspekte der exekutiven Funktionen messen. Das zeigen die Ergebnisse der Testverfahren BRIEF, WCST und TMT, denn obwohl alle drei Testinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen sind, konnten je nach Fragestellung bei manchen Testverfahren Beeinträchtigungen festgestellt werden, bei anderen aber nicht. Insofern ist es wichtig bei der Interpretation der Ergebnisse auf die diagnostischen Eigenschaften der Testinstrumente ein zu gehen. Dann wird ersichtlich, dass auch in dieser Studie Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen und im Verhalten bei pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen festgestellt werden konnten.

Bei der ersten Forschungsfrage, ob Kinder und Jugendliche mit Kleinhirntumoren Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen oder im Verhalten zeigen, zeigte sich im Bezug zu den exekutiven Funktionen ein teilweise heterogenes Bild. Während im TMT und WCST Beeinträchtigungen festgestellt werden konnten, zeigte der BRIEF bei Betrachtung der Gesamtstichprobe ein anderes Bild. Beim BRIEF erzielte die Gesamtstichprobe bessere Werte als die Normstichprobe. Doch bevor die Ergebnisse des BRIEF analysiert werden, werden die Ergebnisse des TMT und Wisconsin Kartensortierverfahren genauer betrachtet.

Die klinische Stichprobe schnitt im TMT mit einem mittleren Effekt signifikant schlechter ab. Der TMT misst von den exekutiven Funktionen Flexibilität im Denken, doch bei der Bearbeitung der Aufgabe spielen auch die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die visumotorische Koordination eine Rolle. Hier muss beachtet werden, dass sowohl die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit als auch die visumotorische Koordination bei pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen beeinträchtigt gewesen sein könnte, da das Kleinhirn ja auch für die motorische Koordination verantwortlich ist. Allerdings spielt es beim TMT keine Rolle wie präzise die Buchstaben und Zahlen verbunden werden, insofern ist diese Aufgabe auch bei verminderter Visumotorik gut schaffbar. Die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit trägt neben der Flexibilität im Denken zur Geschwindigkeit der Lösung der Aufgabenstellung bei, die für das Testergebnis

verantwortlich ist. Da Strahlentherapie und Chemotherapie sich negativ auf die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und exekutiven Funktionen ausüben können (siehe Kapitel 7.4.), ist es wahrscheinlich, dass vor allem PatientInnen mit einem hochgradigen Tumor eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit haben, da diese häufiger mit Strahlentherapie und oder Chemotherapie behandelt werden. Diesbezüglich sind die Ergebnisse im Zusammenhang mit der Tumorgruppe interessant. Beim Vergleich der niedriggradigen und hochgradigen Tumorgruppen mit der Normstichprobe zeigte sich beim TMT, dass jene PatientInnen mit einem hochgradigen Tumor sich signifikant von der Normstichprobe unterschieden, jene der niedriggradigen Tumorgruppe aber nicht, auch wenn sich ein Trend in diese Richtung zeigte. Das spricht dafür, dass sich die Behandlungsart negativ auf die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit oder exekutiven Funktionen auswirkte. So gesehen zeigt der TMT bei pädiatrischen HirntumorpatientInnen zwar eine Beeinträchtigung im flexiblen Denken auf, es ist aber schwer zu sagen inwieweit nicht eine verminderte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit dafür auch verantwortlich sein könnte.

Beim Wisconsin Kartensortierverfahren zeigten sich Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen in der Papier-Bleistift Version und auch in der computerisierten Version, in der die Beeinträchtigungen besonders deutlich waren. Bei der Papier-Bleistift Version des Wisconsin Card Sorting Test hatten in der Kategorie *Number of Categories Completed* 21 % und in der Kategorie *Failure to Maintain Set* 28% der Stichprobe ein auffälliges Testergebnis, während in der Normstichprobe nur 16% Auffälligkeiten zeigten. In den anderen Kategorien der Papier-Bleistift Version des WCST waren jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der klinischen Stichprobe und der Normstichprobe zu finden. Im computergestützten Kartensortierverfahren hatten alle acht getesteten Jugendlichen ein auffälliges Testprofil.

Im Wisconsin Kartensortierverfahren müssen Konzepte erfasst werden. Um Konzepte zu erfassen bedarf es problemlösendes Denken, die Fähigkeit Kategorien zu bilden, das Überwachen der eigenen Leistung unter Berücksichtigung von Feedback und Flexibilität im Denken. Dass die Flexibilität eingeschränkt war, zeigte sich an der höheren Anzahl an Auffälligkeiten in der Kategorie *Number of Categories Completed* in der Papier-Bleistift Version und in der Computerversion in den Kategorien *Konzeptvollendungen* und *Konzeptperservationen*. *Number of Categories Completed* misst wie auch die Kategorie *Konzeptvollendungen*, wie viele Konzepte insgesamt erfasst wurden. Die geringe Anzahl an

erfassten Konzepten spricht dafür, dass sich die Stichprobe einerseits schwer tat durch problemlösendes Denken und Kategorienbildung Konzepte zu finden, und andererseits durch eingeschränkte Flexibilität im Denken Schwierigkeiten hatte neue Konzepte zu finden. Denn neue Konzepte können nur durch flexibles Denken gefunden werden, indem neue Lösungswege ausprobiert werden und nicht auf alten Lösungswegen beharrt wird (perservative Antworten). Die Anzahl an vollendeten Konzepten als auch die Anzahl an Konzeptperservationen gibt somit Auskunft über Flexibilität im Denken an. Vor allem in der Stichprobe der Älteren, bei welchen die computerisierte Version verwendet wurde, konnten hier verstärkt Beeinträchtigungen festgestellt werden. Allerdings machte in der Papier-Bleistift Version die Stichprobe nicht statistisch signifikant mehr Fehler bzw. perservative Fehler als die Normstichprobe.

Des Weiteren sprechen die Ergebnisse dafür, dass sich die Stichprobe schwer tat, das eigene Verhalten zu überwachen bzw. aufrecht zu erhalten, auch *Monitoring* genannt. Denn die erhöhte Anzahl an Auffälligkeiten in der Kategorie *Failure to Maintain Set* (Papier-Bleistift Version) oder *Konzept Verluste* (Computerversion) deutet darauf hin, dass die Stichprobe vermehrt dazu neigte bereits gefundene Konzepte wieder zu verlieren. Das kann auch mit Beeinträchtigungen im Arbeitsgedächtnis zu tun haben, das nach dem Modell von Drechsler auch mit den exekutiven Funktionen zusammenhängt.

Die Ergebnisse des BRIEF sind beim ersten Anblick sehr widersprüchlich zu denen des TMT und Kartensortierverfahrens. Immerhin zeigte sich, dass die gesamte Stichprobe in einigen Kategorien bessere Ergebnisse als die Normstichprobe hatte. Statistisch signifikant waren diese Unterschiede in den Kategorien *Hemmen*, *Ordnen/Organisieren* und im *Kognitiven Regulations-Index*. Diese Unterschiede waren mit Ausnahme von *Ordnen/Organisieren* wo ein großer Effekt vorlag, von eher kleiner praktischer Bedeutung. Diese Ergebnisse veränderten sich jedoch, wenn man die Ergebnisse getrennt nach Tumorgruppe betrachtet. Hier wurde ersichtlich, dass die hochgradige Tumorgruppe entweder ähnliche Werte wie die Normstichprobe zeigte, oder sogar schlechtere mit Ausnahme der Kategorie *Ordnen/Organisieren*, bei der beide Gruppen signifikant bessere Werte erzielten. Signifikant schlechter schnitt die Gruppe der hochgradigen Tumore in der Kategorie *Umstellen* ab, diese Kategorie misst Flexibilität im Denken. Die hohe Effektstärke spricht für eine große praktische Relevanz und diesbezüglich stimmte der BRIEF mit den Ergebnissen des Kartensortierverfahrens und des TMT überein, indem dieser in der Gruppe der hochgradigen Tumoren eine Beeinträchtigung in der Flexibilität im Denken aufzeigte. Auch zeigte sich ein

Trend in die Richtung gehend, dass Kinder und Jugendliche mit einem hochgradigen Hirntumor sich schwerer dabei taten ihre Emotionen zu regulieren, Initiative zu zeigen und Informationen im Arbeitsgedächtnis aufrecht zu halten. Auch diese Ergebnisse stimmen mit bisherigen Forschungsergebnissen überein. Es bleibt aber noch immer die Frage offen, warum die Gruppe der niedriggradigen Tumore teilweise bessere Ergebnisse erzielte als die Normstichprobe, wo doch die Literatur auch bei niedriggradigen Tumoren bis jetzt genau das Gegenteil aufgezeigt hatte. Mehrere Faktoren könnten für diese widersprüchlichen Ergebnisse verantwortlich sein. Ein Faktor ist die Tatsache, dass der BRIEF ein Fragebogen ist, und somit nicht die tatsächliche Leistung misst, sondern die subjektiv eingeschätzte Leistung und somit anfällig für Fehleinschätzungen ist. Hier ist aber noch hinzuzufügen, dass der BRIEF nicht die Funktion an sich misst, sondern das Verhalten abfragt. So kann es sein, dass die zugrundeliegende Funktion zwar beeinträchtigt ist, andere Funktionen bzw. erlernte Strategien aber dies im Verhalten kompensieren können und die beeinträchtigte Funktion im Verhalten somit nicht als auffällig erkannt wird. Ein weiterer Punkt ist, dass der BRIEF hauptsächlich von den Eltern der erkrankten Kinder und Jugendliche ausgefüllt worden ist, und es bereits Studien darüber gibt, dass Eltern, insbesondere Mütter die Leistung der eigenen Kinder überschätzen, gerade dann wenn Entwicklungsrückstände vorhanden sind (Rennen-Allhoff, 1991; Deimann & Kastner-Koller, 2011). Eine offene Frage bleibt jedoch warum die Stichprobe gerade in der Kategorie *Ordnen/Organisieren* so gut abschnitt und somit diese Kategorie sich deutlich von den restlichen Kategorien hervorhob. Eine mögliche Erklärung wäre jene, dass die meisten Kinder und Jugendlichen der Stichprobe während und nach ihrer Erkrankung psychologisch betreut wurden und viele auch neuropsychologische Trainings bekommen hatten um mit den Auswirkungen ihrer Erkrankung besser umgehen zu können. In diesen Trainings ist das Erlernen von Strategien für die Alltagsbewältigung ein wesentlicher Bestandteil. Insofern wäre es möglich, dass die Stichprobe durch die Trainings besonders gut gelernt hatte, Ordnung in ihrem Arbeitsbereich oder mit ihren Arbeitsmaterialien zu halten. Auch erhalten die Eltern von betroffenen Kindern und Jugendlichen nach einer Diagnostik sehr oft die Empfehlung, eine Strukturierung „von außen“ zu geben, und so kommt es häufig vor, dass gerade dieser Aspekt, das Ordnen und Organisieren von Sachen vom Umfeld abgenommen wird.

Im Bezug zum Verhalten stimmen die Ergebnisse dieser Studie mit bisherigen Forschungsergebnissen überein. Pädiatrische Hirntumore scheinen sich negativ auf das Verhalten auszuwirken, insbesondere betrifft das emotionale Probleme und Probleme mit Gleichaltrigen. Unter emotionalen Problemen versteht man z.B.: erhöhte Ängstlichkeit,

Depressionen, Traurigkeit, Nervosität, sich vermehrt Sorgen zu machen und das Auftreten von körperlichen Beschwerden wie Kopfweg oder Bauchweg. Probleme mit Gleichaltrigen bedeutet, dass die Kinder bevorzugt alleine sind, wenig Freunde haben und von anderen Gleichaltrigen weniger gemocht werden oder sich besser mit Erwachsenen verstehen als mit Gleichaltrigen. Dafür war die Stichprobe deutlich weniger betroffen von Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsproblemen. Das ist nicht verwunderlich wenn man berücksichtigt, dass viele der Kinder entweder durch Medikamenteneinnahme oder eine durch den Tumor ausgelöste Störung im Hormonhaushalt unter Müdigkeit und Antriebslosigkeit litten oder generell durch die Krankheit einfach geschwächt waren.

Bezüglich der Risikofaktoren konnten auch in dieser Studie, wie in der bisherigen Forschung, nur teilweise bereits bekannte Risikofaktoren als negative Einflussfaktoren identifiziert werden, andere wiederum nicht. In der Literatur wurde vereinzelt beschrieben, dass Mädchen mit einem Hirntumor mehr von kognitiven Auswirkungen betroffen waren als Jungen und diese auch mehr Probleme in der Emotionsregulation aufzeigten (Butlers & Hasler, 2006; Ellenberg et al., 2009, Ris et al., 2001). Im Bezug der exekutiven Funktionen und auch im Verhalten konnten diese Ergebnisse in dieser Studie nicht repliziert werden. Es zeigte sich eher das Gegenteil im Bereich Verhalten, indem Jungen mehr Verhaltensauffälligkeiten zeigten als Mädchen mit statistisch signifikanten Unterschieden im *prosozialen Verhalten* und beim *Impact Score*. Der Impact Score befasst sich mit den negativen Auswirkungen die eine Erkrankung auf das alltägliche Leben (Schule, Freunde, Hobbies, Familie) ausüben kann. Dies zeigte sich auch im BRIEF wieder, wo Jungen in der Kategorie *Emotionale Kontrolle* und im *Verhaltens-Regulations-Index* schlechter abschnitten als Mädchen. So scheinen sich Jungen mit einem Hirntumor schwerer zu tun ihre Emotionen kontrollieren zu können und prosoziales Verhalten zu zeigen. Laut den Eltern erlebten Jungen die Auswirkungen ihrer Krankheit auch negativer als es Mädchen taten. Bei den restlichen exekutiven Funktionen spielte das Geschlecht aber keine Rolle.

Die Auswirkungen, welche die Tumorart und somit auch die Behandlungsart auf die exekutiven Funktionen spielen, wurden stark beim BRIEF ersichtlich aber auch beim TMT, wo die höhergradige Tumorgruppe schlechter abschnitt als die niedrigergradige Tumorgruppe im Vergleich mit der Normstichprobe. Diese Ergebnisse stimmen mit der bisherigen Literatur überein, dass vor allem die Behandlungsart einen Einfluss auf die Spätfolgen von Kleinhirntumoren ausübt (Butlers & Hasler, 2006; DeRuiter, 2012, Rutkowski et al., 2005). Da die Behandlungsart stark vom Schweregrad des Tumors abhängt, wurden diese zwei

Faktoren nicht getrennt voneinander betrachtet. Interessant ist jedoch, dass keine Unterschiede zwischen niedriggradigen und hochgradigen Tumorgruppen im Wisconsin Kartensortierverfahren gefunden werden konnten, obwohl dieser wie der TMT und der BRIEF (Kategorie Umstellen) Flexibilität im Denken misst. Hier wurde einmal mehr ersichtlich, dass die Testinstrumente unterschiedlich gut die exekutiven Funktionen messen bzw. unterschiedliche Aspekte der exekutiven Funktionen messen. Deswegen wäre es auch nicht ratsam in der psychologischen Praxis anhand eines einzelnen Testverfahrens eine generelle Aussage über die exekutiven Funktionen zu tätigen.

Im Verhalten zeigten sich auch Unterschiede abhängig von der Tumorgruppe. Generell waren die Mittelwerte der hochgradigen Tumorgruppe mit Ausnahme vom prosozialem Verhalten schlechter als die der niedriggradigen Gruppe. Auch zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede bei *Problemen mit Gleichaltrigen*: Die Gruppe der hochgradigen Tumore zeigte mehr Verhaltensauffälligkeiten im Umgang mit Gleichaltrigen. Es zeigte sich auch der Trend, dass Kinder und Jugendliche mit einem hochgradigen Tumor mehr emotionale Probleme hatten und generell stärkere Probleme mit den Auswirkungen der Krankheit auf das alltägliche Leben hatten (*Impact Score*). Diese Ergebnisse sind nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass PatientInnen mit einem hochgradigen Tumor mit schwereren Belastungen durch ihre Krankheit zu kämpfen haben durch die intensiveren und länger andauernden Behandlungen, als jene mit einem niedriggradigen Tumor.

Im Bezug zum Alter bei der Diagnosestellung und den Auswirkungen auf die exekutiven Funktionen konnte in der bisherigen Forschung immer wieder ein negativer Zusammenhang gefunden werden (Brinkman et al., 2012; Steinlin et al., 2003). In der Metastudie von DeRuiter et al. (2012) konnte das Alter zur Diagnosestellung jedoch nicht als Risikofaktor identifiziert werden. Die Ergebnisse dieser Studie decken sich mit den Ergebnissen mit der Metastudie von DeRuiter et al.: das Alter zum Zeitpunkt der Erkrankung stand nicht im Zusammenhang mit dem Grad an Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen. Auch zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Diagnosealter und Verhaltensauffälligkeiten.

Ähnlich ist es mit dem Risikofaktor der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung. Bisherige Forschungsergebnisse sprachen dafür, dass die kognitiven Auswirkungen sich mit der vergangenen Zeit seit Diagnosestellung verschlechtern (Butlers & Hasler, 2006; DeRuiter et al., 2012). Im Bereich der exekutiven Funktionen konnte dieser Zusammenhang in dieser Studie nicht bestätigt werden. Nur im Verhalten, genauer gesagt bei Problemen mit Gleichaltrigen zeigte sich ein kleiner Zusammenhang in die Richtung gehend, dass die

Probleme mit Gleichaltrigen mit der vergangen Dauer seit Diagnosestellung zunahmen. Dieser Zusammenhang ist verständlich, in Anbetracht dessen, dass Kinder und Jugendliche mit einem Hirntumor oftmals lange Zeit durch ihren Krankenhausaufenthalt von ihren Freunden abgeschnitten werden bzw. durch die Erkrankung weniger mit Gleichaltrigen unternehmen können und die sozialen Auswirkungen davon mit der Zeit immer deutlicher werden.

Beim Vergleich der Testinstrumente miteinander wird ersichtlich, dass die drei Testinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen, nicht die gleichen Kinder und Jugendliche als auffällig bzw. als unauffällig erkannten. Es zeigte sich, dass die verwendeten Testverfahren bunt durchgemischt einzelne Kinder und Jugendliche als auffällig erkannten und keine klaren Zusammenhänge ersichtlich waren. Dieses Ergebnis erklärt auch die teilweise unterschiedlichen Ergebnisse in den bisherigen Forschungsfragen und deutet darauf hin, dass die Testinstrumente unterschiedliche Aspekte der exekutiven Funktionen messen und diese auch unterschiedlich gut messen. Aussagen über die Spezifität und Sensitivität der Messinstrumente lassen sich daher auch schwer treffen, da kein Wissen darüber besteht, welche Kinder und Jugendliche tatsächlich beeinträchtigt waren, und welche nicht, da kein Testinstrument als wahrer Maßstab herangezogen werden konnte. Es wurde aber deutlich, dass der BRIEF, der die meisten unterschiedlichen Teilkomponenten der exekutiven Funktionen differenziert erfasst, am wenigsten Kinder und Jugendliche als auffällig erkannte. Dies könnte einerseits durch Fehleinschätzungen der Eltern zustande gekommen sein. Eine weitaus wahrscheinlichere Erklärung wäre aber die Tatsache, dass der BRIEF die exekutiven Funktionen auf der Verhaltensebene misst und nicht wie die anderen Tests die dahinter liegende neuropsychologische Funktion. Das Verhalten im Alltag entsteht durch eine Vielzahl an Funktionen, bestimmte Defizite können daher oftmals durch andere gut funktionierende Funktionen kompensiert werden und so zeigen sich keine oder nur abgeschwächte Auffälligkeiten im Verhalten. So zeigt der BRIEF Problematiken im Alltag auf, während ein Test wie der TMT oder der WCST eher die Problematik im Gehirn aufzeigt, die erst ab einem gewissen Ausmaß verhaltenswirksam wird. Daher ist es generell ratsam in der klinischen Praxis bei der Diagnostik von exekutiven Funktionen Testinstrumente vor zu geben, die sowohl die neuropsychologische Funktion als auch die Verhaltensebene abdecken. Damit kann auch sichergestellt werden, dass die aus der Diagnostik resultierenden Empfehlungen für die betroffenen Personen sinnvoll und auch nachvollziehbar sind, gerade wenn Beeinträchtigungen auf der Verhaltensebene noch nicht sichtbar sind.

Auch zeigte die Studie, dass es nicht wirklich sinnvoll ist, den SDQ als Screening Instrument für Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen heran zu ziehen, da auch zwischen SDQ und Verhaltens-Regulations-Index des BRIEF Fragebogens kein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden konnte, und das obwohl beide Testverfahren die Verhaltensebene messen. Zwar diagnostizierte der SDQ alle drei Kinder und Jugendliche, die im Verhaltensindex des BRIEF auffällig waren, auch als auffällig, aber ein viel größerer Teil an Kindern und Jugendlichen (14) wurde nur im SDQ als auffällig erkannt und nicht auch im BRIEF.

14. Zusammenfassung und Ausblick

Es ist bewusst, dass die Aussagen dieser Studie aufgrund der kleinen Stichprobengröße schwer zu verallgemeinern sind und auch die Homogenität der Stichprobe aufgrund der unterschiedlichen Tumorerkrankungen vermindert war. Für zukünftige Studien wäre es ratsam genau an diesen Problemen an zu setzen, und zu versuchen das Thema an noch größeren und homogenen Stichproben zu erforschen. Jedoch ist zu erwähnen, dass es generell beachtlich ist eine pädiatrische Stichprobe dieser Größe innerhalb Österreichs zu untersuchen, da die Grundgesamtheit an pädiatrischen HirntumorpatientInnen sehr klein ist, insbesondere bei KleinhirntumorpatientInnen. Ein großer Vorteil an dieser Studie ist auch, dass die exekutiven Funktionen nicht nur mit einem Testinstrument gemessen wurden, sondern mit insgesamt drei verschiedenen. Somit konnten die Rolle des Kleinhirns in Verbindung mit exekutiven Funktionen viel differenzierter erfasst werden, als es in vielen bisherigen Studien bis jetzt der Fall war. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen liefert diese Studie einen wesentlichen Beitrag dazu mehr Einblick in die Folgen von pädiatrischen Kleinhirntumoren zu bekommen.

Abschließend lässt sich aus dieser Studie schlussfolgern, dass pädiatrische Hirntumore sich negativ auf die exekutiven Funktionen als auch das Verhalten auswirkten. Bei den exekutiven Funktionen waren insbesondere das flexible Denken, das Überwachen und Aufrechterhalten von eigenen Leistungen, die Konzeptbildung und das Problemlösen beeinträchtigt und es zeigten sich Trends, dass auch die emotionale Kontrolle und initiatives Handeln beeinträchtigt waren. Im Verhalten zeigten sich Auffälligkeiten im Umgang mit Gleichaltrigen und bei emotionalen Problemen. Dafür zeigten sich deutlich weniger Hyperaktivitätsprobleme/ Aufmerksamkeitsdefizite. Jungen zeigten im Verhalten mehr Auffälligkeiten als Mädchen. Der Schweregrad des Tumors hatte einen Einfluss auf die exekutiven Funktionen als auch das Verhalten, wobei jene Kinder und Jugendliche mit einem hochgradigen Tumor mehr beeinträchtigt waren. Das Alter zum Zeitpunkt der Diagnosestellung hatte keinen Einfluss auf die exekutiven Funktionen oder das Verhalten. Die vergangene Zeit seit Diagnosestellung hatte nur einen kleinen Effekt auf den Umgang mit Gleichaltrigen wobei die Probleme mit der vergangenen Dauer zunahmen. Beim Vergleich der Testinstrumente untereinander konnte keine Übereinstimmung gefunden werden, es wurden nicht die gleichen Kinder und Jugendliche als auffällig erkannt oder nicht. Somit wurde verstärkt deutlich, wie schwierig es ist die exekutiven Funktionen diagnostisch zu erfassen und dass diese schwer „rein“ messbar sind, da oftmals andere

psychologische Prozesse bei den Testaufgaben mit erfasst werden. Insofern wäre es wichtig, weiterhin daran zu forschen, geeignetere diagnostische Verfahren zur Erfassung der exekutiven Funktionen zu entwickeln, um Personen mit Beeinträchtigungen besser erkennen zu können und in Folge jenen gezieltere Trainings anbieten zu können.

Durch diese Studie wurde deutlich, wie wichtig es ist, bei KleinhirntumorpatientInnen eine ausführliche Diagnostik über die exekutiven Funktionen durch zu führen. Für die klinische Praxis bedeutet dies aber auch, dass ein einzelnes Testinstrument zur Messung der exekutiven Funktionen (WCST, TMT, BRIEF) nicht ausreicht um eine Abklärung über die Funktionsfähigkeit der exekutiven Funktionen in voller Bandbreite zu bekommen, da unterschiedliche Aspekte mit den einzelnen Testverfahren gemessen werden und somit Auffälligkeiten mit nur einem Testverfahren nicht unbedingt erkannt werden. Hierbei ist auch zu beachten, dass sich nicht alle Beeinträchtigungen sofort auf der Verhaltensebene zeigen, da diese gerade anfangs durch andere Fähigkeiten kompensiert werden können. Leistungstests wie der TMT oder der Wisconsin Card Sorting Test können neuropsychologische Beeinträchtigungen somit früher aufzeigen als Fragebögen wie der BRIEF, der die Verhaltensebene betrachtet. Der BRIEF kann dann wertvolle Informationen liefern, inwiefern neurologische Beeinträchtigungen sich auf das Verhalten auswirken. Abschließend lässt sich sagen, dass die empirischen Erkenntnisse dieser Arbeit aufzeigen konnten, wie unerlässlich es für die Neuropsychologie ist, die exekutiven Funktionen bei pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen ausführlich und differenziert zu erfassen.

III. LITERATURVERZEICHNIS

- Aarsen, F. K., Van Dongen, H. R., Paquier, P. F., Van Mourik, M., & Catsman-Berrevoets, C. E. (2004). Long-term sequelae in children after cerebellar astrozytoma surgery. *Neurology*, 62 (2/2), 1311-1316.
- Alexander, G E., Crutcher, M. D., & DeLong, M. R. (1990). Basal ganglia-thalamocortical circuits: Parallel substrates for motor, oculomotor, “prefrontal” and “limbic” functions. *Progress in Brain Research*, 85, 119-146.
- Allen, G., Buxton, R. B., Wong, E. C., & Courchesne, E. (1997). Attentional activation of the cerebellum independent of motor involvement. *Science*, 275, 1940-1943.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition*. Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Anderson, P., Anderson, V., & Garth, J. (2001). Assessment and development of organizational ability: The Rey Complex Figure Organizational Strategy Score (RCF-OSS). *The Clinical Neuropsychologist*, 15, 81–94.
- Anderson, V., Anderson, P. J., Jacobs, R., & Spencer-Smith, M. (2008). Development and assessment of executive function: from preschool to adolescence. In V. Anderson, R. Jacobs, P. J. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes. A lifespan perspective* (pp. 124-154). New York: Taylor & Francis.
- Antwerpes, F., DocCheck Flexikon (2014). *Supratentoriell*. Zugriff am 24.2.2014 von <http://flexikon.doccheck.com/de/Supratentoriell>
- Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften online (2010). Registernummer (025-022). *Leitsymptome und Diagnostik der Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter*. Zugriff am 14.01.2014, von <http://www.awmf-leitlinien.de>
- Baddeley, A. (2002). Fractionating the Central Executive. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 246–260). New York: Oxford University Press.
- Baillieux, H., De Smet, H. J., Dobbelier, A., Paquier, P. F., De Deyn, P. P., & Marien, P. (2010). Cognitive and affective disturbances following focal cerebellar damage in adults: a neuropsychological and SPECT study. *Cortex*, 46 (7), 869-879.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Barkley, R. A. (2000). Genetics of childhood disorders: XVII, ADHD, Part 1: The executive functions and ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39, 1064-1068.
- Bartl-Storck, C., & Dörner, D. (2004). Der «kognitive Kern» der Neuropsychologie. In S. Lautenbacher & S. Gauggel (Hrsg.), *Neuropsychologie psychischer Störungen* (S. 43–66). Berlin: Springer-Verlag.

- Bayer, J., Hiscock, H., Ukoumunne, O., Scalzo, K., & Wake, M. (2010). 3-year-old outcomes of a brief universal parenting intervention to prevent behaviour problems: randomized controlled trial. *Archives of Disease in Childhood*, 95, 187-192.
- Beblo, T. (2004). Neuropsychologie affektiver Störungen. In S. Lautenbacher & S. Gauggel (Hrsg.), *Neuropsychologie psychischer Störungen* (S. 177-198). Berlin: Springer.
- Bechara, A., & Damasio, A. R. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52, 336-372.
- Beckwitt-Turkel, S., Shu Chen, L., Nelson, M. D., Hyder, D., Gilles, F. H., Woodall, L., . . . Tavaré, C. J. (2004). Case Series: Acute mood symptoms associated with posterior fossa lesions in children. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 16, 443-445.
- Beebe, D. W., Ris, M. D., Armstrong, F. D., Fontanesi, J., Mulhern, R., Holmes, E., & Wisoff, J. H. (2005). Cognitive and Adaptive Outcome in Low-Grade Pediatric Cerebellar Astrocytomas: Evidence of Diminished Cognitive and Adaptive Functioning in National Collaborative Research Studies. *Journal of Clinical Oncology*, 23, 5198-5204.
- Bellebaum, C., & Daum, I. (2007). Cerebellar involvement in executive control. *Cerebellum*, 6, 184-192.
- Bendas, G. (2009). Antiangiogenese: Den Tumor den Lebenssaft abdrehen. *Pharmazeutische Zeitung*, 154 (21), 18.
- Bergman, L. R., & Magnusson, D. (1997). A person-oriented approach in research on developmental psychopathology. *Development and Psychopathology*, 9, 291-319.
- Brinkman, T. M., Reddick, W. E., Luxton, J., Glass, J. O., Sabin, N. D., Srivastava, D. K., . . . Krull, K. R. (2012). Cerebral white matter integrity and executive function in adult survivors of childhood medulloblastoma. *Neuro-Oncology*, 14, iv25-iv36.
- Burgess, P. (1997). Theory and methodology in executive function research. In P. Rabbitt (Ed.), *Methodology of frontal and executive function* (pp. 81-116). Hove: Psychology Press.
- Burgess, P. W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., Coates, L. M., Dawson, . . . Channon, S. (2006). The case for the development and use of “ecologically valid” measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 194-209.
- Butler, R. W., & Hasler, J. K. (2006). Neurocognitive effects of treatment for childhood cancer. *Mental Retardation Developmental and Disabilities Research Reviews*, 12, 184-191.
- Calkins, S. D. (1994). Origins and outcomes of individual differences in emotion regulation. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59, 53-72.
- Campell, S. B. (1995). Behavior Problems in preschool children: A review of recent research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 113-149.

- Cancer Research UK (2013). *UK outcomes and statistics for brain tumours*. Zugriff am 15.01.2014, von <http://www.cancerresearchuk.org/cancer-help/type/brain-tumour/treatment/statistics-and-outlook-for-brain-tumours#age>
- Carpenter, M. D. (1991). *Core text of neuroanatomy* (4th ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M., & Burr, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 217–227.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coie, J. D., & Dodge, K. A. (1998). Aggression and antisocial behavior. In W. Damon & N. Eisenberg (Eds.), *Handbook of child psychology. Vol. 3: Social, emotional, and personality development* (pp. 779–862). New York, NY: Wiley.
- Comer, R. J. (2008). Psychopathologische Modelle. In G. Sartory (Hrsg.), *Klinische Psychologie* (6. Auflage) (S. 43 – 78). Heidelberg: Spektrum.
- Conklin H. M., Li, C., Xiong, X., Ogg, R. J., & Merchant, T. E. (2008). Predicting change in academic abilities after conformal radiation therapy for localized ependymoma. *Journal of Clinical Oncology*, 26, 3965–70.
- Courchesne, E., & Allen, G. (1997). Prediction and preparation, fundamental functions of the cerebellum. *Learning and Memory*, 4, 1-35.
- Cummings, J. L. (1993). Frontal-subcortical circuits and human behavior. *Archives of Neurology*, 50, 873-880.
- Davidson, R. J., Jackson, D. C., & Kalin, N. H. (2000). Emotion, plasticity, context, and regulation: Perspectives from affective neuroscience. *Psychological Bulletin*, 126, 890-909.
- Damasio, A. R. (1998). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. In A. C. Roberts, T. W. Robbins & L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex. Executive and cognitive functions* (pp. 36–50). Oxford: Oxford University Press.
- Dawson, P., & Guare, R. (2010). *Executive skills in children and adolescents. A practical guide to assessment and intervention* (2nd ed.). New York: The Guildford Press.
- Deimann, P. & Kastner-Koller, U. (2011). Maternal evaluations of young children's developmental status: A comparison of clinic- and non-clinic groups. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53, 214-227.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- De Luca, C. R., & Leventer, R. J. (2008). Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. In V. Anderson, R. Jacobs & P. J. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes. A lifespan perspective* (pp. 23-56). New York: Taylor & Francis.

- Denckla, M.B. (1996). A theory and model of executive function. In G. P. Lyons & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory and executive function* (pp. 263–278). Baltimore: Paul Brooks.
- Denk, C. (2010). *Die Erfassung der Planungs- und Organisationsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen - ein Exkurs in eine alltagsnahe Operationalisierung von Exekutiven Funktionen*. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Dennis, M., Spiegler, B. J., Hetherington, C. R., & Greenberg, M. L. (1996). Neuropsychological sequelae of the treatment of children with medulloblastoma. *Journal of Neuro-Oncology*, 29, 91-101.
- De Ruiter, M., Van Mourik, R., Schouten-Van Meeteren, A., Grottenhuis, M., & Oosterlaan, J. (2013). Neurocognitive consequences of a paediatric brain tumour and its treatment: A meta analysis. *Developmental Child Medicine & Child Neurology*, 55 (5), 408-417.
- De Smet, H. J., Paquier, P., Verhoeven, J., & Marien, P. (2013). The cerebellum: Its role in language and related cognitive and affective functions. *Brain & Language*, 127, 334-342.
- De Zubicaray, G. I., Zelaya, F. O., Andrew, C., Williams, S. C., & Bullmore, E. T. (2000). Cerebral regions associated with verbal response initiation, suppression and strategy use. *Neuropsychologia*, 38, 1292-1304.
- Diamond, A. (1990). The development and neural bases of memory functions as indexed by the AB and delayed response tasks in human infants and infant monkeys. *Annals of the New York Academy of Science*, 608, 267-317.
- Drechsler, R. (2007). Exekutive Funktionen: Übersicht und Taxonomie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 18 (3), 233-248.
- Drechsler, R., & Steinhausen, H. C. (2013). *Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen. Deutschsprachige Adaptation des Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) von G. A. Gioia, P. K. Isquith, S. C. Guy und L. Kenworthy und der Self-Report Version (BRIEF-SR) von S. C. Guy, P. K. Isquith und G. A. Gioia*. Bern: Huber.
- Dobrovoljac, M., Hengartner, H., Boltshauser, E., & Grotzer, M. A. (2002). Delay in the diagnosis of paediatric brain tumours. *European Journal of Pediatrics*, 161, 663-667.
- Dockstader, C., Gaetz, W., Rockel, C., & Mabbott, D. J. (2012). White matter maturation in visual and motor areas predicts the latency of visual activation in children. *Human Brain Mapping*, 33, 179-191.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., . . . Engel, M. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology*, 30, 257–303.

- Ellenberg, L., Liu, Q., Gioia, G., Yasui, Y., Packer, R. J., Mertens, A., . . . Zeltzer, L. K., (2009). Neurocognitive status in long-term survivors of childhood CNS malignancies: A report from the Childhood Cancer Survivor Study. *Neuropsychology*, 23, 705-717.
- Espy, K. A., Kaufman, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist*, 15, 46-58.
- Eslinger, P. J. (1996). Conceptualizing, describing, and measuring components of executive function. A summary. In G. P. Lyons & N.A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory and executive function* (pp. 367–395). Baltimore: Paul Brooks.
- Esslinger, P. J., Grattan, I., & Geder, L. (1995). Impact of frontal lobe lesions on rehabilitation and recovery from acute brain injury. *Neurorehabilitation*, 5, 161-185.
- Esser, G. (2008). *Lehrbuch der Klinischen Psychologie und Psychotherapie bei Kindern und Jugendlichen* (3., aktualisierte und erweiterte Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Third edition. London: SAGE.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., Defries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- Gehlen, W., & Delank, H.-W. (2010). *Neurologie* (12., vollständig überarbeitete Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Georgia Highlands College (2014). *Central Nervous System, Cerebellum*. Zugriff am 10.06.2014 von <http://www.highlands.edu/academics/divisions/scipe/biology/faculty/harnden/2121/images/cerebellum.jpg>
- Gesellschaft für biologische Krebsabwehr (2012). Tumoring. Zugriff am 02.04.2014, von http://www.biokrebs.de/images/stories/download/Therapie_Infos/Tumoring.pdf
- Giancola, P. R. (2000). Executive functioning: A conceptual framework for alcohol-related aggression. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 8, 576-597.
- Giancola, P. R., & Parker, A. M. (2001). A 6-year prospective study of pathways toward drug use in adolescent boys with and without a family history of substance use disorder. *Journal of Studies on Alcohol*, 62, 166-178.
- Godbout, L., Grenier, M. C., Braun, C. M., & Gagnon, S. (2005). Cognitive structure of executive deficits in patients with frontal lesions performing activities of daily living. *Brain Injury*, 19, 337–348.
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., . . . Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 8174-8179.

- Goodman, R. (2001). Psychometric Properties of the Strengths and Difficulties Questionnaire. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40 (11), 1337 – 1345.
- Goodman, R., Meltzer, H., & Bailey, V. (1998). The Strengths and Difficulties Questionnaire: A Pilot Study on the Validity of the Self-report Version. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 7 (3), 125 – 130.
- Gottwald, B., Wilde, B., Mihajlovic, Z., & Mehdorn, H. M. (2004). Evidence for distinct cognitive deficits after focal cerebellar lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 75, 1524-1531.
- Grattan, L. M., Bloomer, R. H., Archambault, F. X., & Eslinger, P. J. (1994). Cognitive flexibility and empathy after frontal-lobe lesion. *Neuropsychiatry, Neuropsychology & Behavioral Neurology*, 7, 251-259.
- Heyn, G. (2006). Metastasen an den Hirnhäuten: Hoch maligne und schwer zu behandeln. *Pharmazeutische Zeitung*, 151 (11), 30.
- Hiddemann, W., Huber, H., & Bartram, C. (2004). *Die Onkologie – Teil 2. Solide Tumoren, Lymphome, Leukämien*. Berlin: Springer.
- Hoaken, P. N., Shaugnessy, V. K., & Pihl, R. O. (2003). Executive cognitive functioning and aggression: Is it an issue of impulsivity? *Aggressive behavior*, 29, 15-30.
- Horská, A., LaClair, A., Mohamed, M., Wells, C. T., McNutt, T., Cohen, K. J., . . . Kates, W. (2010). *Brain*, 134, 3672-3686.
- Hubrich-Ungureanu, P., Kaemmerer, N., Henn, F. A., & Braus, D. F. (2002). Lateralized organization of the cerebellum in a silent verbal fluency task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers. *Neuroscience Letters*, 319 (2), 91-94.
- Ihle, W., & Esser, G. (2002). Epidemiologie psychischer Störungen im Kindes- und Jugendalter. *Psychologische Rundschau*, 53(4), 159-169.
- Jacobs, R., Harvey, A. S., & Anderson, V. (2011). Are executive skills primarily mediated by the prefrontal cortex in childhood? Examination of focal brain lesions in childhood. *Cortex*, 47, 808-824.
- Kaatsch, P., Spix, C., & Schütz, J. (2006). Epidemiologie, Ätiologie, Prävention. In H. Gadner, G. Gaedicke, C. Niemeyer, J. Ritter (Hrsg.), *Pädiatrische Hämatologie und Onkologie* (S. 421-435). Heidelberg: Springer.
- Karatekin, C., Lazareff, J. A., & Asarnow, R. F. (2000). Relevance of the cerebellar hemispheres for executive functions. *Pediatric Neurology*, 22, 106-112.
- Kinderkrebsinfo.de, Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2013). Hirntumore. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/erkrankungen/zns_tumoren/index_ger.html
- Koch, C. S., Chi, J. H., & Gupta, N. (2005). Cerebellar Astrocytomas. In M. S. Berger & M. D. Prados (Eds.), *Textbook of Neuro-Oncology*. (p. 617-626). Philadelphia: Elsevier.

- Kochanska, G., Murray, K., & Coy, K. C. (1997). Inhibitory control as a contributor to conscience in childhood: From toddler to early school age. *Child Development*, 68, 263-277.
- Kokko, K., Tremblay, R. E., Lacourse, E., Nagin, D. S., & Vitaro, F. (2006). Trajectories of prosocial behavior and physical aggression in middle childhood: Links to adolescent school dropout and physical violence. *Journal of Research on Adolescence*, 16, 403-428.
- Kongs, S. K., Thompson, L. L., Iverson, G. L., & Heaton, R. K. (2000). *The Wisconsin Card Sorting Test – 64 (WCST 64)*. PAR, Psychological Assessment Resources.
- Konrad, K. (2007). Entwicklung von Exekutivfunktionen und Arbeitsgedächtnisleistungen. In L. Kaufmann, H.-C. Nuerk, K. Konrad & K. Willmes (Hrsg.), *Kognitive Entwicklungsneuropsychologie* (S. 300-320). Göttingen: Hogrefe.
- Kring, A. M., Johnson, S. L., Davison, G. C., & Neale, J. M. (2012). *Abnormal Psychology* (12th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Kryspin-Exner, I. (2011). Grundlagen der Neuropsychologie psychischer Störungen. In J. Lehrner, G. Pusswald, E. Fertl, W. Strubreither & I. Kryspin-Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie: Grundlagen, Diagnostik, Rehabilitation* (2. Aufl.)(S. 587-595). Wien: Springer.
- Kubinger, K. D. (2009). *Adaptives Intelligenz Diagnostikum - Version 2.2 (AID 2) samt AID 2-Türkisch*. Göttingen: Beltz.
- Kubinger, K. D. (2009). *Psychologische Diagnostik: Theorie und Praxis psychologischen Diagnostizierens*. Göttingen: Hogrefe.
- Kupeli, S., Yalcin, B., Bilginer, B., Akalan, N., Haksal, P., & Buyukpamukcu, M. (2011). Posterior Fossa Syndrome After Posterior Fossa Surgery in Children With Brain Tumors. *Pediatric Blood & Cancer*, 56 (2), 206-210.
- Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: cerebellar and parietal contributions. *Journal of neurophysiology*, 79, 1535-1548.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Hartmann, J., Evankovich, K., Mattson, A. J., Harward, H., . . . Fletcher, J. M. (1991). Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning. *Developmental Neuropsychology*, 7, 377-395.
- Levine, B., Freedman, M., Dawson, D., Black, S., & Stuss, D.T. (1999). Ventral frontal contribution to self-regulation: Convergence of episodic memory and inhibition. *Neurocase*, 5, 263-275.
- Levisohn, L., Cronin-Golomb A., & Schmahmann, J. D. (2000). Neuropsychological consequences of cerebellar tumour resection in children: Cerebellar cognitive affective syndrome in a paediatric population. *Brain*, 123, 1041-1050.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.

- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed). New York: Oxford University Press.
- Lhermitte, F. (1986). Human autonomy and the frontal lobes. Part II: Patient behavior in complex and social situations: The “environmental dependency syndrome”. *Annals of Neurology*, 19, 335–343.
- Lichter, D. G., & Cummings, J. L., (2001). Introduction and overview. In D. G. Lichter & J. L. Cummings (Eds.), *Frontal-subcortical circuits in psychiatric and neurological disorder* (pp. 1-43). New York: Guilford.
- Litvan, I. (2001). Personality and behavioral changes with frontal- subcortical dysfunction. In D. G. Lichter & J. L. Cummings (Eds.), *Frontal-subcortical circuits in psychiatric and neurological disorder* (pp. 151–182). New York: Guilford.
- Luangrath, A., & Hiscock, H. (2011). Problem behaviour in children: An approach for general practice. *Australian Family Physician*, 40, 678-681.
- Maddrey, A. M., Bergeron, J. A., Lombardo, E. R., McDonald, N. K., Mulne, A. F., Barenberg, P. D., . . . Bowers, D. C. (2005). Neuropsychological performance and quality of life of 10 year survivors of childhood medulloblastoma. *Journal of Neurooncology*, 72, 245-253.
- Manchester, D., Priestley, N., & Jackson, H. (2004). The assessment of executive functions: Coming out of the office. *Brain Injury*, 18, 1067–1081.
- Mariën, P., Engelborghs, S., Fabbro, F., & De Deyn, P. P. (2001). The lateralized linguistic cerebellum: a review and a new hypothesis. *Brain and Language*, 79, 580-600.
- Mariën, P., Verhoeven, J., Brouns, R., De Witte, L., Dobbelier, A., & De Deyn, P. P. (2007). Apraxic agraphia following a right cerebellar hemorrhage. *Neurology*, 69, 926-929.
- Mariën, P., De Smet, H. J., Paquier, P., De Deyn, P. P., & Verhoeven, J., (2013). Cerebellar Mutism. In M. Manto, D. Gruol, J. Schmahmann, N. Koibuchi & F. Rossi (Eds.), *Handbook of the Cerebellum and Cerebellar Disorders* (pp. 1753-1769). Dordrecht: Springer.
- Martzke, J. S., Swan, C. S., & Varney, N. R. (1991). Posttraumatic anosmia and orbital frontal damage: Neuropsychological and neuropsychiatric correlates. *Neuropsychology*, 5, 213-225.
- Matthes-von Cramon, G., & von Cramon, D. Y. (2000). Störung der exekutiven Funktionen. In W. Sturm, M. Herrmann & C. W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie* (S.392-410). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers’ literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43, 947–959.
- McDonald, S., & Johnson, C. J. (2005). Assessment of subtle cognitive communication deficits following acquired brain injury: A normative study of the Functional Assessment of Verbal Reasoning and Executive Strategies (FAVRES). *Brain Injury*, 19, 895-902.

- Mehta, V., Chapman, A., McNeely, P. D., Walling, S., & Howes, W. J. (2002). Latency between symptom onset and diagnosis of pediatric brain tumors: an Eastern Canadian geographic study. *Neurosurgery*, 51, 365-373.
- Mesulam, M. M. (2002). The human frontal lobes: Transcending the default mode through contingent encoding. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 8–31). New York: Oxford University Press.
- Middleton, F. A., & Strick, P. L. (1997). Cerebellar output channels. In J. D. Schmahmann (Ed.), *The cerebellum and cognition. International review of neurobiology* (Vol. 41) (pp. 61-83). San Diego: Academic Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Monje, M., & Dietrich, J. (2012). Cognitive side effects of cancer therapy demonstrate a functional role for adult neurogenesis. *Behavioral Brain Research*, 227, 376-379.
- Mostofsky, S. H., Reiss, A. L., Lockhart, P., & Denckla, M. B. (1998). Evaluation of cerebellar size in attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology*, 13, 434-439.
- Müller, S. V., & Münte, T. F. (2009). Störungen von Exekutivfunktionen. In W. Sturm, M. Herrmann & T. F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Neuropsychologie: Grundlagen, Methoden, Diagnostik, Therapie* (2. Auflage) (S. 480-497). Heidelberg: Spektrum.
- Nathan, P., Patel, S., & Dilley, K. (2007). Guidelines for identification of, advocacy for, and intervention in neurocognitive problems in survivors of childhood cancer: A report from the Children's Oncology Group. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(8), 798-806.
- Norman, D.A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research Vol. 4.* (pp. 1–18). New York: Plenum.
- Odhuba, R. A., van den Broek, M. D., & Johns, L. C. (2005). Ecological validity of measures of executive functioning. *British Journal of Clinical Psychology*, 44, 269–278.
- Österreichische Kinder-Krebs-Hilfe (2013). *Ependymom: Für Eltern die mehr wissen wollen*. Zugriff am 12.12.2013, von <http://www.kinderkrebshilfe.at/upload/Ependymom.pdf>
- Österreichische Kinder- Krebs-Hilfe (2013). *Krebs – Und was nun?* Zugriff am 12.2.2014, von http://www.kinderkrebshilfe.at/upload/6838_Jugendbroschuere_10Dez09_Endversion.pdf
- Österreichische Kinder-Krebs-Hilfe (2013). *Medulloblastom: Für Eltern die mehr wissen wollen*. Zugriff am 12.12.2013, von http://www.kinderkrebshilfe.at/MDB/pdf/24_Medulloblastom2_WEB_27August2013.pdf

- Paul Scherer Institut (2013). *Klinische Erfahrung mit der Protonentherapie am PSI*. Zugriff am 02.04.2014, von <http://p-therapie.web.psi.ch/klinikerfahrung.html>
- Patel S. K., Mullins, W. A., O’Neil, S. H., & Wilson, K. (2011) Neuropsychological differences between survivors of supratentorial and infratentorial brain tumours. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55, 30–40.
- Petermann, F., & Petermann, U. (2007). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder IV, HAWIK-IV*. Bern: Huber.
- Pletschko, T., Gmoser, S., Leeb, L., Schwarzingen, A., Slavcs, I., & Leiss, U. (2013). Advantages of an ICF-Based Approach in School Reintegration of Pediatric Brain Tumor Patients: The School Participation Scales (S-PS-24/7). *Journal of Cancer Therapy*, 4, 825-834.
- Pletschko, T., Leiss, U. & Schwarzingen, A. (2011). *Schulische Partizipations Skala 24/7 (S – PS 24/7)*. Unveröffentlichter Fragebogen. Medizinische Universität Wien.
- Pinel, J. P. & Pauli, P. (2007). *Biopsychologie* (6., Auflage). München: Pearson Studium.
- Poeck, K., & Hacke, W. (2006). *Neurologie*. (12., aktualisierte und erweiterte Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Prior, M., Smart, D., Sanson, A., & Oberklaid, F. (2001). Longitudinal predictors of behavioural adjustment in pre-adolescent children. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 35, 297-307.
- Pollack, I. F. (1997). Posterior fossa syndrome. *International Review of Neurobiology*, 41, 412-432.
- Rabbitt, P. (1997). Introduction: Methodology and models in the study of executive function. In P. Rabbitt (Ed.), *Methodology of frontal and executive function* (pp. 1–38). Hove: Psychology Press.
- Rekate, H. L., Grubb, R. L., Aram, D. M., Hahn, J. F., & Ratcheson, R. A. (1985). Muteness of cerebellar origin. *Archives of Neurology*, 42, 697-698.
- Rennen-Allhoff, B. (1991). Wie verlässlich sind Elternangaben? *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 40, 333-338.
- Riccio, C. A., Hewitt, L. L., & Blake, J. J. (2011). Relation of measures of executive function to aggressive behavior in children. *Applied Neuropsychology*, 18, 1-10.
- Richter, S., Schoch, B., Ozimek, A., Gorissen, B., Hein-Kropp, C., Kaiser, O., . . . Timmann, D. (2005). Incidence of dysarthria in children with cerebellar tumors: a prospective study. *Brain and Language*, 92, 153-167.
- Ris, M. D., Packer, R., Goldwein, J., Jones-Wallace, D., & Boyett, J. M. (2001). Intellectual outcome after reduced-dose radiation therapy plus adjuvant chemotherapy for medulloblastoma: a Children’s Cancer Group study. *Journal of Clinical Oncology*, 19, 3470–3476.

- 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.
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., . . . Coffey, C. E. (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of Neuropsychiatric and Clinical Neurosciences*, 14, 377-405.
- Ross, T. P., Calhoun, E., Cox, T., Wenner, C., Kono, W., & Pleasant, M. (2007). The reliability and validity of qualitative scores for the Controlled Oral Word Association Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 475–488.
- Rutkowski, S., Bode, U., Deinlein, F., Ottensmeier, H., Warmuth-Metz, M., Soerensen, N., . . . Kuehl, J. (2005). Treatment of early childhood medulloblastoma by postoperative chemotherapy alone. *The New England Journal of Medicine*, 352, 978–86.
- Salman, M. S. (2002). The cerebellum: It's about time! But timing is not everything – New insights into the role of the cerebellum in timing motor and cognitive tasks. *Journal of Children Neurology*, 17, 1-9.
- Salthouse, T. A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19, 532–545.
- Santor, D. A., Ingram, A., & Kusumaker, V. (2003). Influence of executive functioning on verbal aggression in adolescents: Moderating effects of winning and losing and increasing and decreasing levels of provocation. *Aggressive Behavior*, 29, 475-488.
- Sattler, W. (2011). Funktionen frontaler Strukturen – Exekutivfunktionen. In J. Lehrner, E. Fertl, W. Strubreither & I. Kryspin-Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie. Grundlagen – Diagnostik – Rehabilitation* (2. Aufl.) (S. 561-576). Wien: Springer.
- Sawyer, M. G., Arney, F. M., Baghurst, P. A., Clark, J. J., Graetz, B. W., Kosky, R. J., . . . Zubrick, S. R. (2001). The mental health of young people in Australia: key findings from the child and adolescent component of the national survey of mental health and well-being. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 35, 806-814.
- Schmahmann, J. D., & Sherman, J. C. (1998). The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*, 121, 561-579.
- Schmahmann, J. D., & Pandya, D. N. (1997). The cerebrocerebellar system. In Schmahmann, J. D. (Ed.) *The cerebellum and cognition. International review of neurobiology*, vol. 41 (p.61-83). San Diego: Academic Press.
- Segar, C. A., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2000). Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence for Right-Hemisphere Involvement in Processing Unusual Semantic Relationships. *Neuropsychology*, 14, 361-369.
- Shallice, T. (2002). Fractionation of the supervisory system. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 261–277). New York: Oxford University Press.

- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. Washington, DC: National Academy Press.
- Silveri, M. C., Misciagna, S., Leggio, M., & Molinari, M. (1994). The cerebellum contributes to linguistic production: A case of agrammatic speech following a right cerebellar lesion. *Brain*, 121, 2175–2187.
- Starkstein, S. E., & Kremer, J. (2001). The Disinhibition syndrome and fronto-subcortical circuits. In D. G. Lichter & J. L. Cummings (Eds.), *Frontal-subcortical circuits in psychiatric and neurological disorder* (pp. 163–176). New York: Guilford.
- Steinlin, M., Imfeld, S., Zulauf, P., Boltshauser, E., Lövblad, K., Lüthy, A. R., . . . Kaufmann, F. (2003). Neuropsychological long-term sequelae after posterior fossa tumour resection during childhood. *Brain*, 126, 1998–2008.
- Stuss, D.T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes. A conceptual view. *Psychological Research*, 63, 289–298.
- Stuss, D. T., & Anderson, V. (2004). The frontal lobes and theory of mind: Developmental concepts from adult focal lesion research. *Brain and Cognition*, 55, 69–83.
- Stuss, D. T., Gow, C. A., & Hetherington, C. R. (1992). “No longer Gage”: Frontal-lobe dysfunction and emotional changes. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60, 349–359.
- Swanson, J. (2005). The Delis-Kaplan Executive Function System: A review. *Canadian Journal of School Psychology*, 20, 117–128.
- Tallen, G., Henze, G., Creutzig, U., Dworzak, M., & Klingebiel, T. (2009). Auswirkungen der EU-Direktive für klinische Studien auf Kinder und Jugendliche mit Krebserkrankung in Europa. *Forum 2010* (25), 42–48.
- Tallen, G., Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2013). *Überblick über Stand der Pädiatrischen Onkologie in Deutschland*. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/fachinformationen/ueberblick_paediatr_onkologie/index_ger.html
- Tallen, G., Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2012). *Chemotherapie*. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/patienten/behandlung/behandlungsmethoden/pohkinderkrebsinfochemotherapie/index_ger.html
- Tallen, G., Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2012). *Strahlentherapie*. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/patienten/behandlung/behandlungsmethoden/strahlentherapie/index_ger.html
- Tallen, G., Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2013). *Medulloblastom und primitiv neuroektodermale Tumoren des Zentralnervensystems (ZNS-PNET)*. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/erkrankungen/zns_tumoren/pohpatinfomedullo120080109/index_ger.html#literature_1

- Tallen, G. & Yiallourous, M., Kompetenznetz Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2013). *Ependymom*. Zugriff am 15.01.2014, von http://www.kinderkrebsinfo.de/erkrankungen/zns_tumoren/pohpatinfomedullo120080109/index_ger.html#literature_1
- Tavano, A., Grasso, R., Gagliardi, C., Triulzi, F., Bresolin, N., Fabbro, F., & Borgatti, R. (2007). Disorders of cognitive and affective development in cerebellar malformations. *Brain*, 130, 2646-2660.
- Textor, M. R. (2006). Verhaltensauffällige Kinder. In E. Stutzer (Hrsg.), *Praxisratgeber Kindertagesbetreuung* (Teil 5.5.). Merching: Forum Verlag Herkert
- Trepel, M. (2008). *Neuroanatomie Struktur und Funktion* (4. Aufl.). München: Elsevier Urban & Fischer.
- Townsend, J., Westerfield, M., Leaver, E., Makeig, S., Jung, T. P., Pierce, K., & Courchesne, E. (2001). Event-related brain response abnormalities in autism: evidence for impaired cerebello-frontal spatial attention networks. *Cognitive Brain Research*, 11, 127–145.
- Tucha, O., & Lange, K.W. (2004). *TL-D, Turm von London – Deutsche Version*. Göttingen: Hogrefe.
- Upton, P., & Eiser, C. (2006). School experiences after treatment for a brain tumour. *Child Care Health and Development*, 32, 8-17.
- Universitätsklinikum der Universität des Saarlandes, Klinik für Neurochirurgie, Institut für Neuroradiologie und Klinik für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (2014). *Neuroonkologie*. Zugriff am 10.03.2014, von http://www.uniklinikum-saarland.de/einrichtungen/kliniken_institute/neurochirurgie/patienteninfo/behandlungsschwerpunkte/kinderneurochirurgie/neuroonkologie/
- Van Roy, B., Veenstra, M., & Clench-Aas, J. (2008). Construct validity of the five-factor Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) in pre-, early, and late adolescence. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49 (12), 1304 – 1312.
- Von Aster, M., Neubauer, A. C., & Horn, R. (2006). *Wechsler Intelligenztest für Erwachsene*. Frankfurt: Harcourt Test Services.
- Woerner, W., Becker, A., Friedrich, C., Rothenberger, A., Klasen, H., & Goodman, R. (2002). Normierung und Evaluation der deutschen Elternversion des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ): Ergebnisse einer repräsentativen Felderhebung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 30 (2), 105-112.
- Wölfle, M., & Engelke, J. (2012). Universitätsklinikum Ulm Comprehensive Cancer Center Ulm (CCCU) . *Bösartige Gehirntumoren - Gliom, Meningeom, Medulloblastom, Lymphom*. Zugriff am 15.01.2014, von <http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/zentren/cccu/home/fuer-patienten-und-angehoerige/krebsbehandlung/krebs-spezifisch/hirntumor.html>
- Wurzer, W. (2006). <F07> Persönlichkeits- und Verhaltensstörungen aufgrund einer Erkrankung, Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns. In W. Beiglböck, S. Feselmayer & E. Honemann (Hrsg.), *Handbuch der klinisch-psychologischen Behandlung* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage) (S. 71-100). Wien: Springer.

- Yeganeh-doost, P., Gruber, O., Falkai, P., & Schmitt, A. (2011). The role of the cerebellum in schizophrenia: from cognition to molecular pathways. *Clinics*, 66, 71.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1, 198-226.
- Zimmermann P., & Fimm B. (1993, 1994). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung (TAP)*. Freiburg: Psytest.
- Youthinmind (2001). *Norms*. Zugriff am 20.06.2014, von <http://www.sdqinfo.com/norms/UKNorm1.pdf>
- Youthinmind (2012). *What is the SDQ?*. Zugriff am 03.03.2014, von <http://www.sdqinfo.org/a0.html>

IV. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Gliederung des Gehirns in seine Abschnitte (Trepel, 2008)	3
Abbildung 2: Das Cerebellum gegliedert nach rechter und linker Hemisphäre, anterioren und posterioren Lappen und der Vermis (adaptiert nach: Georgia Highlands College, Central Nervous System. Zugriff am 10.06.2014, von http://www.highlands.edu/academics/divisions/scipe/biology/faculty/harnden/2121/im ages/cerebellum.jpg).....	4
Abbildung 3: Kernspinaufnahme von einem Medulloblastom bei einem 9-jährigen Mädchen (aus: Universitätsklinikum der Universität des Saarlandes, Klinik für Neurochirurgie, Institut für Neuroradiologie und Klinik für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie. Zugriff am 10.03.2014, von http://www.uniklinikum- saarland.de/einrichtungen/kliniken_institute/neurochirurgie/patienteninfo/behandlungsschwerpunkte/kinderneurochirurgie/neuroonkologie/)	144
Abbildung 4: Kernspinaufnahme von einem cerebellären pilozytischen Astrozytom bei einem 12-jährigen Mädchen (aus: Universitätsklinikum der Universität des Saarlandes, Klinik für Neurochirurgie, Institut für Neuroradiologie und Klinik für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie. Zugriff am 10.03.2014, von http://www.uniklinikum- saarland.de/einrichtungen/kliniken_institute/neurochirurgie/patienteninfo/behandlungsschwerpunkte/kinderneurochirurgie/neuroonkologie/)	16
Abbildung 5: Beschreibungsebenen exekutiver Funktionen (Drechsler, 2007, S. 236).....	21
Abbildung 6: Graphische Darstellung der verglichenen Testverfahren	59
Abbildung 7: Balkendiagramm zur Altersverteilung der Stichprobe	71
Abbildung 8: Balkendiagramm der vergangenen Zeit zwischen Diagnosestellung und neuropsychologischer Testung.	72
Abbildung 9: Balkendiagramm des Alters bei Diagnosestellung	72
Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung in Prozent der SDQ Skalen nach Geschlecht getrennt	87
Abbildung 11: Mittelwerte des BRIEF nach Tumorart getrennt	93
Abbildung 12: Mittelwerte des BRIEF nach Tumorgruppen getrennt	93

V. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Beschreibung der Skalen und Indexe des BRIEF (Drechsler & Steinhausen, 2013)	63
Tabelle 2: Deskriptive Statistik Alter nach Geschlecht	71
Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung Intelligenzniveau der Stichprobe	73
Tabelle 4: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung des BRIEF der Stichprobe von der Normstichprobe mit einem Populationsmittelwert von $\mu=50$ und einer Standardabweichung von $\sigma=10$	79
Tabelle 5: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung der Stichprobe von der Normstichprobe beim WCST mit einem Populationsmittelwert von $\mu=50$ und einer Standardabweichung von $\sigma=10$	80
Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung beim WCST in den Kategorien Number of Categories Completed und Failure to Maintain Set	80
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung beim CKV in Kategorien Konzept- Vollendung, -Verluste und -Perservationen	81
Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung der Stichprobe im SDQ	83
Tabelle 9: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung der klinischen Stichprobe von der Normpopulation beim SDQ	83
Tabelle 10: Ergebnisse der Mittelwertsunterschiede bei Mädchen und Jungen im BRIEF mittels t-Test und Mann-Whitney U-Test	85
Tabelle 11: Ergebnisse des Mann Whitney U-Test zur Überprüfung von Geschlechtsunterschieden beim SDQ	86
Tabelle 12: Ergebnisse des BRIEF mittels t-Test und Mann Whitney U-Test nach Tumorguppe getrennt	90
Tabelle 13: Ergebnisse der Mittelwertsunterschiede des BRIEF getrennt nach Tumorguppe im Vergleich zur Normstichprobe	92
Tabelle 14: Ergebnisse des Mann Whitney U-Test zur Überprüfung der Unterschiede der Tumorguppen im SDQ	94
Tabelle 15: Ergebnisse des Einstichproben t-Test zur Überprüfung der Abweichung der klinischen Stichprobe von der Normpopulation beim SDQ	95
Tabelle 16: Ergebnisse der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Alter bei Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des SDQ mittels Kendall's tau (τ)	96

Tabelle 17: Ergebnisse zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Alter bei Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des BRIEF mittels Pearson Korrelation	97
Tabelle 18: Ergebnisse zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen vergangene Zeit seit Diagnosestellung (in Monaten) und Ergebnissen des SDQ mittels Kendall's tau (τ).98	
Tabelle 19: Vierfeldertafel SDQ Auffälligkeiten * BRIEF-VI Auffälligkeiten	99
Tabelle 20: Vierfeldertafel Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten*TMT Auffälligkeiten	99
Tabelle 21: Vierfeldertafel Umstellen - BRIEF Auffälligkeiten*Wisconsin Auffälligkeiten.....	100
Tabelle 22: Vierfeldertafel TMT Auffälligkeiten*Wisconsin Auffälligkeiten.....	100

VI. ANHANG

Zusammenfassung

HINTERGRUND: Die Überlebensrate von pädiatrischen HirntumorpatientInnen stieg dank besserer Behandlungsmöglichkeiten in den letzten Jahren kontinuierlich an, wodurch die Langzeitfolgen von Hirntumoren immer mehr in den Fokus rückten. Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen von pädiatrischen Kleinhirntumoren auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten zu untersuchen. Dabei wurden auch bestimmte Risikofaktoren (Geschlecht, Tumorart und Behandlung, Alter bei Diagnosestellung, vergangene Zeit seit Diagnosestellung) untersucht. Zusätzlich wurden die diagnostischen Eigenschaften der verwendeten Messinstrumente untersucht indem verglichen wurde, ob die Messinstrumente die gleichen Kinder und Jugendliche als auffällig bzw. unauffällig erkannten oder nicht.

METHODE: Die Stichprobe bestand aus 27 Kindern und Jugendlichen im Alter von 8 bis 16 Jahren, die an einem Kleinhirntumor erkrankt waren. Die exekutiven Funktionen wurden anhand des BRIEF Fragebogens und der Leistungstests TMT und Wisconsin Card Sorting Test (sowie das computergestützte Kartensortierverfahren) untersucht. Der SDQ Fragebogen wurde verwendet um das Verhalten zu erheben. Dabei wurden die Werte der Stichprobe mit den Normstichproben der Manuale statistisch mittels *t*-Test und Mann-Whitney *U*-Test verglichen. Bei den Risikofaktoren wurden zusätzlich einfache Regressionen und Korrelationen gerechnet. Die Messinstrumente wurden anhand von Vierfeldertafeln auf ihren Zusammenhang überprüft.

ERGEBNISSE: Es zeigte sich, dass pädiatrische KleinhirntumorpatientInnen unter Beeinträchtigungen in den exekutiven Funktionen litten und auch vermehrt Verhaltensauffälligkeiten zeigten. Vor allem waren das flexible Denken, das Überwachen und Aufrechterhalten von eigenen Leistungen, die Konzeptbildung und das Problemlösen betroffen. Auch zeigten sich Trends dass die emotionale Kontrolle und initiatives Handeln beeinträchtigt waren. Im Verhalten zeigten sich Auffälligkeiten im Umgang mit Gleichaltrigen und bei emotionalen Problemen, wobei Jungen mehr Auffälligkeiten zeigten als Mädchen. Hochgradige Tumore übten einen stärkeren negativen Einfluss auf die exekutiven Funktionen und das Verhalten aus als niedriggradige Tumore. Das Alter zum Zeitpunkt der Diagnosestellung hatte keinen Einfluss auf die Auswirkungen. Die vergangene Zeit seit Diagnosestellung wirkte sich nur im Umgang mit Gleichaltrigen negativ aus, wobei

die Probleme mit der vergangenen Dauer zunehmen. Es wurde ersichtlich, dass die Testinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen nicht die gleichen PatientInnen als auffällig oder nicht erkannten, wobei der BRIEF am wenigsten Auffälligkeiten diagnostizierte.

FAZIT: Die Studie zeigt auf, dass Verhaltensauffälligkeiten und Beeinträchtigungen bei pädiatrischen KleinhirntumorpatientInnen zu erwarten sind. Sie verdeutlicht außerdem, wie wichtig es ist die exekutiven Funktionen differenziert zu erfassen, da die Messinstrumente zur Erfassung der exekutiven Funktionen unterschiedliche Teilkomponenten maßen und neuropsychologische Beeinträchtigungen nicht immer auf der Verhaltensebene sichtbar waren.

Abstract

PURPOSE: The survival rate of pediatric brain tumor patients has increased over the last few years due to better treatment possibilities and has hence put the long term effects of brain tumors into focus. The purpose of this study was to analyze the effects of cerebellar brain tumors on executive functioning and behavior. Certain risk factors were also taken into account (sex, type of tumor and treatment, age at diagnosis, passed age since diagnosis). Furthermore, the assessment instruments were compared to each other to examine whether they could detect the same patients as impaired or not.

METHOD: The sample size consisted of 27 children and adolescents between the age of 8 and 16 years who had been treated for a cerebellar brain tumor. Executive functions were assessed with the following instruments: BRIEF, TMT and Wisconsin Card Sorting Test (as well as the computerized version CKV). The Strength and Difficulties Questionnaire was used to examine behavioral problems. The results were compared with the normative sample sizes of test manuals using *t*-tests or Mann-Whitney *U*-Tests. Risk factors were analyzed via simple regressions and correlations. To examine whether the test instruments detected the same patients as impaired or not 2x2 tables were used.

RESULTS: Results showed that pediatric cerebellar brain tumors had a negative effect on executive functions and also led to increased behavioral problems. Especially affected were flexible thinking, monitoring, concept formation and problem solving. There were also trends indicating that emotional control as well as initiative acting were impaired. Behavior was affected in peer relationships and in dealing with emotional problems, with boys being

more affected than girls. Patients with a high-grade tumor were more impaired in executive functioning and showed more behavioral problems than patients with a low-grade tumor. The age at diagnosis did not have an effect on the results. The passed aged since diagnosis only affected peer relationships negatively. It could be seen that the different test instruments did not detect the same patients as impaired or not, with BRIEF showing the fewest amount of detections.

SUMMARY: This study shows that behavioral problems as well as impairment in executive functioning can be expected in pediatric cerebellar brain tumor patients. It also points out the importance of using differentiated diagnostic methods when examining executive functions. This is due to the fact that test instruments used in this study measured different parts of executive functions and it could be seen that neurological impairment were not always visible on a behavioral level.

Curriculum Vitae: Irene Ritter

Persönliche Daten

Name	Irene Ritter
Staatsbürgerschaft	Österreich

Ausbildung

Studium

Seit 2009	Universität Wien Diplomstudium Psychologie 1. Abschnitt 2011 mit Auszeichnung absolviert Leistungsstipendium 2010, 2011
2006 - 2009	Fachhochschule Joanneum - Graz Bachelor in „Management internationaler Geschäftsprozesse“ Schwerpunkt: Internationales Marketing und Vertrieb
2008	Curtin University of Technology – Perth, Australia Auslandsemester an der Curtin Business School mit zusätzlichen Kursen in Psychologie und Australischer Kultur

Bakkelaureats Arbeiten

2009	Managing Intercultural Diversity within Teams
2008	Managing Individuals: Impact on Teamwork

Schule

1998 – 2006	B(R)G Carnerigasse – Graz Matura mit Vertiefungsrichtung in Sprachen
2003 - 2004	Northern Bedford County High School - Pennsylvania Besuch einer amerikanischen High School für ein Jahr

Arbeitserfahrungen

Seit November 2009	English Conversation with Kids - Privat Spielender Englischunterricht mit Kleinkindern.
--------------------	---

Seit Mai 2011	Erlebnismarketing GmbH Hostess bei diversen Veranstaltungen
Aug.-Sept. 2012	Univ. Klinik für Kinder und Jugendheilkunde – AKH Wien, Neuroonkologische Ambulanz Praktikum an der neuropsychologischen Station Durchführung klinisch-psychologischer Diagnostik, Gutachtenerstellung und psychologische Beratung bei pädiatrischen Hirntumorpatienten & wissenschaftliches Arbeiten.
Juli 2011	ISG Personalmanagement GmbH – Personalberatung Praktikum in der Personalberatung Bewerbersuche, Interviewführung und Berichterstattung.
März 2009	FH Joanneum –Graz Standbetreuung und Studienberatung der FH Joanneum
März-Juni 2008	OMV Refining & Marketing GmbH - Wien Praktikum im Projekt Management
Sommer 2007	Grossauer's Events & Gastronomie GmbH - Graz Kassier- und Kellnertätigkeiten, Mithilfe bei Eventplanung.
Sommer 2004	Schloss Mittersill – Salzburg Kinderbetreuung bei Familienfreizeit.

Ehrenamtlich

Seit 2009	ÖSM Wien Leitung und Organisation von Veranstaltungen für Studenten.
Seit 2004	AFS (Organisation für Austauschprogramme) Abwicklung von Familienbesuchen als Vorbereitung für zukünftige Austauschschüler.

Sprachkenntnisse

Deutsch (Muttersprache)

Englisch (fließend durch Jahresaufenthalt in den USA und Australien)

Französisch (DELF – Diplom [Diplome d'Etudes en langue francaise] 2005)