



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Arbeit

IQ und kognitive Leistungen von pädiatrischen  
PatientInnen mit Medulloblastom

Verfasserin

Barbara Rupp

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im April 2010

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Anton Formann



*In Erinnerung an meine Großeltern*

*Gertrude und Reinfrid Burkert*





# Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Univ. Prof. Dr. Anton Formann. Durch seine Geduld, die lehrreichen Diskussionen und Anmerkungen hat er mich zu einer kritischen Reflexion meiner Arbeits- und Denkweise angeregt. Nicht zuletzt wurde dadurch mein Interesse an der klinischen Grundlagenforschung unter besonderer Beachtung methodischen Wissens geprägt und vertieft.

Meinem Freund Wolfgang Steiner möchte ich dafür danken, mich in so vielen schwierigen Phasen des Studiums begleitet zu haben und meinen Horizont durch viele konstruktive, inhaltliche und auch persönliche Diskussionen erweitert und bereichert zu haben.

Meinen Eltern danke ich für all die Jahre, in denen sie mich durch ihren Glauben an meine Person und mein Tun begleitet und motiviert haben, meine Zukunftspläne zu realisieren.

Herrn Mag. Thomas Pletschko gilt mein Dank für die intensive Unterstützung beim Entstehen dieser Arbeit und die vielen inhaltlichen Diskussionen und Kommentare.

Für die mir so wichtige freundschaftliche und emotionale Unterstützung gilt mein besonderer Dank Anita und meinem Bruder Reinfrid.

Frau Dr. Ulrike Leiss hat durch ihre Kompetenz auf dem Gebiet der pädiatrischen Neuropsychologie und der Leidenschaft, mit der sie in diesem

Forschungsbereich arbeitet, den Wunsch hervorgerufen diese Arbeit zu realisieren.

Weiters gilt mein Dank Julia Steiner für das Korrekturlesen der vorliegenden Arbeit.

Abschließend danke ich all jenen Personen, insbesondere Ursula Burkert, die mich während des Studiums begleitet und unterstützt haben, und dadurch das Entstehen dieser Arbeit ermöglicht haben.





# Inhaltsverzeichnis

<b>I. THEORETISCHER TEIL</b>	<b>13</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>15</b>
<b>2. Hirntumorerkrankungen</b>	<b>17</b>
2.1 Pädiatrische PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen	18
2.2 Neurokognitive Entwicklung	23
<b>3. Das Medulloblastom</b>	<b>31</b>
3.1 Klassifikation	31
3.2 Ursachen	33
3.3 Klinische Symptomatik	34
<b>4. Diagnose und Behandlung</b>	<b>37</b>
4.1 Diagnose	38
4.2 Medizinische Behandlungskonzepte	39
4.3 Klinische Kinderneuropsychologie	46
4.4 Langzeitfolgen der Behandlung	51
<b>5. Globalmaß Intelligenz vs. neurokognitive Leistungen</b>	<b>61</b>
5.1 Begriffsabgrenzungen	61
5.2 Forschungsansätze zur Messung von Intelligenz	61
5.3 Begriffsdefinition des herangezogenen IQ-Konzepts	68
<b>6. Testverfahren zur Erfassung neurokognitiver Leistungen</b>	<b>75</b>
6.1 Der Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder III. Auflage	75
6.2 Testverfahren zur Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit	76
<b>II. EMPIRISCHER TEIL</b>	<b>81</b>
<b>7. Ausgangspunkt und Zielsetzungen der empirischen Arbeit</b>	<b>83</b>
<b>8. Datenbank</b>	<b>85</b>
8.1 Beschreibung der Datenbank	85
8.2 Einleitende Überlegungen zur Analyse klinischer Stichproben	94

<b>9. Fragestellungen</b>	<b>97</b>
9.1 Fragestellung 1	97
9.2 Fragestellung 2	98
9.3 Fragestellung 3	99
9.4 Fragestellung 4	99
<b>10. Methode</b>	<b>101</b>
10.1 Untersuchungsinstrumente	101
10.2 Statistische Auswertung	108
<b>11. Ergebnisse</b>	<b>115</b>
11.1 Beschreibung der Stichprobe	115
<b>12. Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>123</b>
12.1 Vergleich der Stichprobe mit der Normierungsstichprobe	123
12.2 Vergleich des Verbal-IQ mit dem Handlungs-IQ	144
12.3 Zusammenhänge zwischen den Wechslerskalen und Form A des TMT	152
12.4 Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf	162
<b>13. Diskussion und Ausblick</b>	<b>179</b>
13.1 Einleitung	179
13.2 Diskussion der Beschaffenheit der Datenbank	181
13.3 Diskussion der Forschungsfragen	183
13.4 Schlussfolgerungen und Ausblick	195
<b>14. Zusammenfassung</b>	<b>201</b>
<b>15. Literaturverzeichnis</b>	<b>213</b>
<b>16. Anhang</b>	<b>225</b>





# I. THEORETISCHER TEIL



# 1. Einleitung

Um Aussagen über das kognitive Leistungspotential von Personen zu machen, wird die Darstellung des Intelligenzquotienten (IQ) sehr häufig als Basis der Beurteilung intellektueller Fähigkeiten herangezogen. Die Beurteilungsgrundlage stellt in der Regel der aus einem Intelligenztest resultierende Gesamt-IQ Wert dar. Dabei wird nicht, oder nur unzureichend berücksichtigt, dass es sich bei einem Gesamt-IQ Wert um einen Durchschnittswert handelt, der sich aus einer Vielzahl an Teilleistungen zusammensetzt und zudem den Anspruch erhebt, Intelligenz als solche messen zu können. Der Test-IQ ist zum einen von dem jeweils zugrunde liegenden Intelligenzkonzept, zum anderen aber auch von den zur Erfassung des Intelligenzquotienten herangezogenen psychologisch-diagnostischen Testverfahren und deren Untertests abhängig.

Es liegt die Vermutung nahe, dass eine alleinige Betrachtung der Gesamtleistung einer Intelligenztestbatterie insbesondere bei an Hirntumoren erkrankten Kindern zu einer Unterschätzung bzw. Fehleinschätzung deren kognitiver Leistungsfähigkeit führen kann. Der Fokus gegenwärtiger Studien über das kognitive Leistungsprofil pädiatrischer PatientInnen mit Medulloblastom liegt auf der Betrachtung des Gesamt-IQ, Verbal-IQ oder Handlungs-IQ. Einzelne neurokognitive Leistungen sowie deren Beitrag zu der Gesamtleistung einer Person in einem Intelligenztest werden unzureichend bis gar nicht berücksichtigt.

Die vorliegende empirische Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die Betrachtung eines Gesamt-IQ Wertes bei pädiatrischen PatientInnen, welche an dem Kleinhirntumor Medulloblastom erkrankt sind, sinnvoll ist. Dabei wird eine detaillierte Analyse einzelner neurokognitiver Funktionen angestrebt. Hierfür soll untersucht werden, inwieweit Beeinträchtigungen einzelner neurokognitiver Funktionen zu fehlerhaften Einschätzungen der kognitiven Leistungsfähigkeit von Kindern mit Medulloblastom führen können, wobei das Augenmerk auf einer detaillierten Analyse der Untertestleistungen der Wechslerintelligenzskalen (z.B. HAWIK-R; Tewes, 1983) sowie dem Trailmaking Test (TMT;

Reitan, 1992) liegt. Letzteres Verfahren dient der Erfassung einer grundlegenden kognitiven Fähigkeit, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Bewältigung einer Reihe kognitiver Aufgaben dar, wie sie im Rahmen von Intelligenztestbatterien vorgegeben werden. Daher soll die Annahme überprüft werden, ob Kinder mit einem Medulloblastom eine kognitive Verlangsamung in einem Ausmaß zeigen, dass dadurch die Gesamtleistung in einem Intelligenztest beeinflusst sein könnte.

## 2. Hirntumorerkrankungen

Der Hirntumor ist eine intrakranielle Raumforderung, die sich raumersetzend oder raumverdrängend ausbreitet. Er kann abgegrenzt oder infiltrierend wachsen, aber auch diffus das Gehirn durchwachsen (Gliomatose) (Korinthenberg, Warmuth- Metz & Rutkowski, 2007). Beim Hirntumor handelt es sich um Gewebsneubildungen im zentralen Nervensystem, welche in primäre Hirntumore und Hirnmetastasen unterteilt werden. Erstere entstehen aus Gewebe des Zentralnervensystems (Tallen & Yiallouros, 2007) und gehen vom Neuroepithel, Ektoderm oder Mesoderm aus (Psyhyrembel Klinisches Wörterbuch; 1998). Hirnmetastasen stellen demgegenüber eine Absiedelung von Tumoren anderer Organe dar (Onmeda, 2008).

Trotz umfangreicher Forschungsbemühungen sind die Ursachen für die Entstehung von Hirntumoren nicht geklärt und bis dato konnten keine auslösenden Faktoren identifiziert werden. Das medizinische Wörterbuch Psyhyrembel nennt als mögliche Ursachen genetische sowie hormonelle Faktoren, onkogene Viren sowie exogene Karzinome.

Die Inzidenzrate (siehe Abschnitt 2.1) für maligne und non-maligne Hirntumorerkrankungen liegt in den USA bei 16.5 Fällen pro 100.000, wobei die Inzidenzrate bei Frauen (17.2 pro 100.000) etwas höher ausfällt als bei Männern (15.8 pro 100.000). Nach einer Schätzung der International Agency for Research on Cancer (IARC) wurde 2002 weltweit bei 189.582 Personen ein bösartiger Hirntumor diagnostiziert (Central Brain Tumor Registry of the United States-CBTRUS, 2007-2008). Nach einer Schätzung des National Cancer Institute beläuft sich die Anzahl der Neuerkrankungen an einem Tumor des Zentralnervensystems für die USA auf 22.070 (<http://www.cancer.gov/>).

Tumoren im Zentralnervensystem zeichnen sich gegenüber anderen Tumorerkrankungen durch einige Besonderheiten aus. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass es eine immens große Vielfalt unterschiedlicher Tumorarten des Gehirns und Rückenmarks gibt. Darüber hinaus unterscheiden sich Tumorerkrankungen des ZNS von anderen Tumorerkrankungen durch die

Besonderheiten des Zentralnervensystem sowie dessen Beteiligung an nahezu allen Funktionen des menschlichen Daseins. Demzufolge sind auch die klinischen Symptome in Abhängigkeit von Tumorlokalisierung, Wachstums-symptomatik (benigne oder maligne), Größe des Tumors sowie Erkrankungs-alter sehr unterschiedlich. Unterschiede in der klinischen Symptomatik zeigen sich nicht nur bei unterschiedlichen Tumorarten, sondern können auch inner-halb einer Tumorgruppe wie z.B. der Gruppe der Medulloblastome beobachtet werden (Hohenberger, 2009; Psychyrembel Klinisches Wörterbuch, 1998). Die klinische Symptomatik reicht von unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerz, Übelkeit und Erbrechen bis hin zu spezifischen neurologischen und neuro-psychiatrischen Symptomen wie Lähmungen, Wesensveränderungen oder epileptischen Anfällen.

Eine genaue Klassifikation der verschiedenen Tumorarten sowie ihre histologische Kategorisierung und damit Unterteilung in maligne und non-maligne Tumore, ist für eine genaue Behandlungsplanung und Abschätzung der Prognose unbedingt erforderlich (Wölfle, 2005). Die Differenzierung der Hirn-tumore erfolgt anhand des histologischen Befundes, der Tumorlokalisierung sowie anhand prognostischer Aspekte, Dignität (maligne oder benigne), Operabilität oder Strahlenempfindlichkeit. Die histologische Klassifikation des Tumors erfolgt nach international anerkannten Kriterien der Weltgesundheits-organisation (siehe Tabelle 3) (Delank & Gehlen, 2006).

## **2.1 Pädiatrische PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen**

Die Gruppe der Hirntumorerkrankungen bzw. der intrakraniellen Neubildungen ist die häufigste solide Tumorerkrankung im Kindes- und Jugendalter und nach der akuten lymphatischen Leukämie (ALL) die zweithäufigste Krebserkrankung bei Kindern und Jugendlichen (Cohen & Duffner, 1994). In der Bundesrepublik Deutschland liegt die jährliche Inzidenzrate bei 2.2 bis 2.6 Neuerkrankungen pro 100.000 Kindern (Konrad, Gauggel & Jansen, 1998) und damit wird in Deutschland bei mehr als 300 Kindern jährlich ein Hirntumor diagnostiziert

(Kaatsch, Rickert, Kühl, Schüz & Michaelis, 2001). In den USA liegt die Inzidenzrate der Hirntumorerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen bei 4.5 Fällen pro 100.000 Kinder, was einer Anzahl von jährlich 3,750 Neuerkrankungen entspricht. Zudem wurde eine Häufung der Erstdiagnosen zwischen dem dritten und neunten Lebensjahr beobachtet (Davis et al., 1996). Nach Hainfellner (2003) wird in Österreich jährlich bei mehr als 1.000 PatientInnen ein primärer Hirntumor diagnostiziert, ein Drittel davon betrifft Kinder und Jugendliche. Nach Bleyer (1999) und Hainfellner (2003) stellen bösartige Hirntumorerkrankungen die häufigste Krebstodesursache bei Kindern und Jugendlichen dar.

Bei Hirntumorerkrankungen im Kindesalter handelt es sich vorrangig um primäre Hirntumore, welche durch eigenständige Neubildungen des Hirngewebes entstehen. Demgegenüber stellen Hirnmetastasen extrazerebraler Tumore und Meningeome die häufigsten intrakraniellen Neoplasmen im Erwachsenenalter dar. Die Klassifikation des Tumors erfolgt anhand seiner Lokalisation im Zentralnervensystem (siehe Tabellen 1 und 3) und dem feingeweblichen Subtyp (siehe Tabelle 2). Auf Basis international anerkannter Kriterien der World Health Organisation (WHO) erfolgt die histologische Kategorisierung des Tumors in verschiedene Grade (siehe unten). Diese Einteilung ermöglicht Aussagen über das biologische Verhalten des jeweiligen Tumors und ist zudem in der klinischen Praxis für prognostische Zwecke sowie die Behandlungsplanung bedeutsam. Die Zuteilung zu den unterschiedlichen WHO-Graden erfolgt auf Basis morphologischer Kriterien, wie beispielsweise Tumorzelldichte oder Ausmaß der zellulären Differenzierung. Die WHO teilt Hirntumorerkrankungen in die folgenden vier Tumorgrade ein (Schlegel, Weller & Westphal, 2003).

- Der WHO Grad I umfasst histologisch gesehen gutartige Tumorarten mit langsamem Wachstum und guter Prognose.
- Der WHO Grad II bezieht sich ebenfalls auf gutartige Tumoren, welche jedoch infiltrativ wachsen, zu Rezidivbildungen neigen und in bösartige Tumorarten übergehen können.

- Der WHO Grad III bezeichnet bösartige (maligne) Tumorarten.
- Letztlich bezeichnet der WHO Grad IV hochmaligne Tumorarten, welche sich durch rasches Wachstum und eine schlechte Prognose auszeichnen.

Bei niedriggradigen Tumoren (Grad I und II) ist eine operative Entfernung des Tumorgewebes in der Regel ausreichend, wohingegen hochmaligne Tumore mit Grad III oder IV im Anschluss an die Operation Chemo- und/oder Strahlentherapie erfordern (Deutsche Krebsgesellschaft, 2009; Schlegel, Weller & Westphal, 2003).

Mit Metastasierung ist vor allem bei hochgradigen Tumoren (Grad III und IV) zu rechnen. Hierbei wird zwischen einer Aussaat der Tumorzellen in den Liquor und soliden Metastasen unterschieden, welche intrakraniell oder intraspinal auftreten können (Korinthenberg, Warmuth-Metz & Rutkowsky, 2008; Wölfle, 2005).

**Tabelle 1 Lokalisation von Hirntumoren im Kindesalter mit anteilmäßiger Häufigkeit**  
(aus: <http://leitlinien.net/025-022.htm>)

Klassifikation	Tumorsitz	Häufigkeit
<b>Supratentorielle Tumoren (45%)</b> (in der mittleren oder vorderen Schädelgrube liegend)	Großhirnhemisphären Oberer Hirnstamm Selläre/ supraselläre Region	19% 16% 10%
<b>Infratentorielle Tumoren (52%)</b> (in der hinteren Schädelgrube liegend)	Kleinhirn und IV. Ventrikel Unterer Hirnstamm	37% 15%
<b>Intraspinale Tumoren (3%)</b> (innerhalb des Rückenmarkskanals)	Intramedullär Extramedullär-intradural Extradural	Summe: 3%

Tallen et al. (2007) führen in einer Aufzählung möglicher Ursachen für die Entstehung von Tumoren des ZNS ionisierende Strahlung als bereits belegte Ursache für die Entstehung von Tumoren des ZNS an. Studien weisen darauf hin, dass eine Bestrahlungsbehandlung des kindlichen Gehirns, bereits bei geringer Dosis zu einem erhöhten Risiko führt, später an einem Hirntumor zu erkranken. Eine familiäre Häufung von Hirntumorerkrankungen wird kontrovers diskutiert. Einige Studien sprechen von einem gehäuften Auftreten von Hirntumoren in Familien mit Krebserkrankungen, wohingegen andere dies ausschließen. Bösartige Tumorerkrankungen entstehen durch Genmutationen.

Bei Kindern mit primären Hirntumoren handelt es sich in der Regel nicht um vererbte Genmutationen, sondern um spontane somatische Mutationen (in den Hirnzellen neu entstehende genetische Veränderungen). Die Ursachen für derartige Mutationen sind jedoch noch nicht geklärt.

**Tabelle 2: Beispiele der histologischen Klassifizierung von Tumoren des Zentralnervensystems abgekürzt nach der WHO-Klassifikation (aus: <http://leitlinien.net/025-022.htm>)**

<b><u>Tumore des neuroepithelialen Gewebes</u></b> <b>Astrozytische Tumoren (30-35%)</b> Astrozytom <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilozytisches Astrozytom</li> <li>▪ Fibrilläres Astrozytom</li> </ul> Anaplastisches Astrozytom Glioblastoma multiforme	<b>Neuronale und gemischt neuronalgliale Tumoren</b> Gangliozytom Dysembryoplastischer neuroepithelialer Tumor Gangliogliom
<b>Embryonale Tumoren (15-20%)</b> Medulloblastom Primitiver neuroektodermaler Tumor atypischer teratoider/rhabdoider Tumor des ZNS	<b><u>Keimzelltumoren (3-5%)</u></b> Germinom Embryonales Karzinom Dottersacktumor
<b>Tumoren des Plexus chorioideus (2-3%)</b> Plexuspapillom Plexuskarzinom	<b><u>Tumoren der Sellaregion (8-10%)</u></b> Hypophysenadenom Kraniopharyngeom

**Tabelle 3: Histologie, Malignitätsgrad, typische Lokalisation und neuroradiologische Charakteristika der häufigsten Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter (aus: <http://leitlinien.net/025-022.htm>)**

Histologie	WHO-Grad	Typische Lokalisation und Charakteristika
Astrozytom - pilozytisch	I	variabel infratentoriell, supratentorielle Mittellinie, N. opticus, Hirnstamm; häufig zystische Anteile, ausgeprägte Kontrastmittel (KM) -Aufnahme
- diffus	II	supratentoriell, Hirnstamm, keine KM-Aufnahme
- anaplastisch	III	variabel, peritumorales Ödem, diffuse KM-Aufnahme
- Glioblastom	IV	variabel, ausgeprägtes Ödem, Nekrosen, teils ringförmige KM-Anreicherung
Medulloblastom	IV	infratentoriell, vom Kleinhirnwurm ausgehend; seltener hemisphärisch
Sonstige PNET	IV	supratentorielle Hemisphären, Pinealisregion
Ependymom	II	variabel, inhomogen (Zysten, Verkalkungen), plastisches Wachstum
-anaplastisch	III	häufig KM-Anreicherung
- myxopapillär	I	
Kraniopharyngeom	I	suprasellär, Zyste(n) mit solidem KM-aufnehmendem Tumoranteil, Ausweitung der Sella, Verkalkungen
Keimzelltumoren	-	suprasellär und/oder in der Pinealisregion, solider Tumor mit deutlicher KM-Anreicherung
Plexuspapillom	I	Beziehung zum Plexus, kräftige KM-Anreicherung, häufig Verkalkungen
Plexuskarzinom	III	

Konrad und Gauggel (2001) beschreiben folgende Tumorarten, die im Erwachsenenalter kaum auftreten, als die häufigsten des Kindes- und Jugendalters:

- Medulloblastom (ca. 20% aller Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter),
- Ependymom (ca. 30% aller Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter),
- Niedrigmaligne Astrozytome,
- Hochmaligne Astrozytome,
- Kraniopharyngeome.

Die bisher angeführten Aufzählungen der verschiedenen Hirntumorarten verdeutlichen die unglaubliche Heterogenität der Neoplasien des Kindes- und Jugendalters. Diese Heterogenität spiegelt sich nicht nur im histopathologischen Bild wider, sondern entsprechend diesem auch in der klinischen Symptomatik, der gewählten Therapieform und der geschätzten Prognose. In Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit des Tumors, seiner Lokalisation, seiner Größe und Histologie sind Betroffene und ihre Angehörigen mit unterschiedlichen Konsequenzen und Spätfolgen der Erkrankung selbst, aber auch mit jenen der Behandlung konfrontiert (Wölfle, 2005; Konrad & Gauggel, 2001; Cohen & Duffner 1994;). Aufgrund der enormen Fortschritte in der Entwicklung modernster Behandlungstechniken konnten die Überlebensraten bei pädiatrischen Hirntumorerkrankungen in den letzten Jahren deutlich gesteigert werden.

Zur Maximierung der Überlebenschancen sind neben der operativen (Teil-)Resektion des Tumors weitere invasive Maßnahmen wie kraniospinale Bestrahlung und/oder Chemotherapie unerlässlich. Beide genannten Therapien zeigen kurz- oder langfristige Auswirkungen auf das Zentralnervensystem und damit auf kognitive Leistungen, endokrine Funktionen und in weiterer Folge auf

das psychosoziale Wohlbefinden bzw. die Quality of Life (QoL) der PatientInnen (siehe Kapitel 4.4). Daraus ergibt sich ein Spannungsfeld zwischen der Maximierung der Überlebenschancen bzw. der Effektivität der medizinischen Behandlungsmöglichkeiten einerseits und der Minimierung der direkten, durch die Krankheit erzeugten und indirekten, durch therapeutische Maßnahmen verursachten, Langzeitfolgen (Moore, 2005; Gutjahr 1987, zitiert nach Konrad und Gauggel, 2001).

Insbesondere bei Hirntumorerkrankungen muss aufgrund des komplexen Krankheitsgeschehens, aber auch der tiefen Auswirkungen auf neurokognitive Funktionen in Hinblick auf Therapie und Prognose ein besonderes Gewicht auf der Feinabstimmung der Therapiemöglichkeiten liegen, um negative, behandlungsbezogene Langzeiteffekte zu minimieren und dabei gleichzeitig die Effektivität der Behandlung zu erhalten (Moore, 2005; Gutjahr, 1987).

## **2.2 Neurokognitive Entwicklung**

Das Wissen um differenzierte molekulare Mechanismen der prä- und postnatalen Hirnentwicklung ist von entscheidender Bedeutung für die Kinderneuro-psychologie. Um den neurokognitiven Outcome von Kindern mit Hirntumorerkrankungen zu verstehen, ist die Kenntnis über die Entwicklung eines gesunden Gehirns sowie detailliertes Wissen über Hirntumore unerlässlich.

Die Bildung von Nervenzellen beginnt mit der Befruchtung und der dabei entstandenen Zygote. Diese teilt sich und jede der dabei entstehenden neuen Zellen durchläuft ebenfalls einen derartigen Teilungsprozess und setzt diesen fort. Dieser Teilungsprozess sowie alle nachfolgenden Phasen der neuronalen Entwicklung werden durch ein genetisches Programm gesteuert, welches dafür sorgt, dass die neuronale Entwicklung möglichst ungestört ablaufen kann (Heubrock & Petermann, 2000).

Die embryonale Periode der Gehirnentwicklung ist im Wesentlichen durch sieben Stufen (Spevack, 2007) charakterisiert. In der dritten Schwangerschaftswoche erfolgt die *Induktion der Neuralplatte*, wodurch erstmals das Gewebe des zukünftigen Zentralen Nervensystems (ZNS) erkennbar wird. Die drei Zellschichten, aus der die Neuralplatte besteht, bilden sich zunächst zur Neuralrinne und dann weiter zum Neuralrohr um. Aus dem vorderen Teil des Neuralrohrs entwickelt sich später das Gehirn, der hintere Teil entwickelt sich weiter zum Rückenmark. Es beginnt die Phase vermehrter Zellteilung (*neuronale Proliferation*). Neurone stellen hierbei die primäre funktionale Einheit des Zentralnervensystems dar und variieren bezüglich Morphologie und Funktion. Ansammlungen ähnlicher Neurone bilden einzigartige, cytoarchitektonische Regionen (Spevack, 2007; Heubrock & Petermann, 2000).

Im sechsten Schwangerschaftsmonat hat das menschliche Gehirn bereits die meisten seiner Neurone entwickelt, inklusive jener zehn Milliarden, welche den cerebralen Kortex bilden. Nach dieser Phase der vermehrten Zellteilung wandern die Neurone von ihrem Ursprungsort, dem Neuralrohr, zu ihrem genetisch vorbestimmten Zielgebiet (*Zellmigration*). Das endgültige Ziel des Neurons determiniert, welche Neurotransmitter später an dieser Stelle ausgeschüttet werden. Während dieses Migrationsprozesses verknüpfen sich Neuronen ähnlicher Subtypen und bilden so die kortikalen Schichten (*Aggregation*). Die Nervenzellen des Neokortex haben die Migration mit der 24. Schwangerschaftswoche abgeschlossen, womit bereits die sechs kortikalen Areale ausgebildet sind. Im Kleinhirn kann sich die Zellwanderung bis in die Postnatalzeit fortsetzen. Im Alter von zwei Jahren haben die meisten Neurone ihren Migrationsprozess abgeschlossen. Während der Phase der Zellmigration findet die *Differenzierung* der Nervenzellen statt, durch die sie sich aus unspezifischen Vorläuferzellen zu spezifischen Neuronentypen weiterentwickeln. Die Neurone bilden Fortsätze aus, mit denen sie untereinander in Kontakt treten können. So bilden sich Verbindungen zwischen dem Axon eines Neurons und dem Zellkörper, Dendriten, Axonen oder Synapsen anderer Neurone (*Synaptogenese*). Jedes Neuron entwickelt in der Regel ein Axon und mehrere Dendriten. Das Axon ermöglicht die Reizweiterleitung durch Aktions-

potentiale, die Dendriten empfangen die Signale anderer Nervenzellen. Damit dienen Axone und Dendriten der Kommunikation zwischen Neuronen. Axone können sich in andere kortikale und subkortikale Areale sowie innerhalb und quer über die Hemisphären erstrecken. Dendriten entwickeln sich erst nachdem Neurone ihren Zielort erreicht haben, verzweigen sich dann und werden zunehmend komplex. Im Gegensatz zur Entwicklung der Axone ist die Entwicklung von Dendriten sehr langsam und zieht sich in die postnatale Phase. Aus diesem Grund sind Dendriten fördernden wie schädigenden Umwelteinflüssen gegenüber sehr sensibel. Während der pränatalen Gehirnentwicklung werden deutlich mehr Nervenzellen produziert als später benötigt werden. In der Phase des *selektiven Untergangs* von Neuronen, Axonen, Dendriten und Synapsen kommt es zur Verfeinerung des neuronalen Systems. Es wird davon ausgegangen, dass nicht die Menge der gebildeten Synapsen, sondern ihre funktionelle Qualität für die motorischen und kognitiven Fähigkeiten des Neugeborenen ausschlaggebend sind. Damit liefert die systematische Elimination der synaptischen Verbindungen einen wichtigen Beitrag zur zunehmenden Differenzierung des Zentralnervensystems (ZNS). Die selektive Elimination von Synapsen findet im Gegensatz zum programmierten Zelltod (Apoptose), welcher pränatal erfolgt, weitgehend postnatal statt (Spevack, 2007; Heubrock & Petermann, 2000). Das menschliche Gehirn durchläuft während der frühen Kindheit eine enorme Entwicklung, welche durch eine Zu- und Abnahme der grauen Hirnsubstanz sowie eine Zunahme an weißer Hirnsubstanz gekennzeichnet ist. Erstere bezeichnet all jene Gebiete des ZNS, die vorwiegend aus Nervenzellkörpern bestehen, letztere jene Gebiete des ZNS, welche überwiegend aus Leitungsbahnen bestehen. Die weiße Substanz erhält ihren Namen durch die weiße Färbung der Myelinscheiden der Nervenfasern. Im Gehirn umhüllt die graue Substanz die weiße Substanz. Bis zu einem Alter von vier Jahren nimmt die graue Substanz stark zu. Während dieser Zeit bilden sich erneut Neurone und Verzweigungen von Dendriten nehmen zu. Während der Apoptose, welche sich wie bereits erwähnt in die postnatale Entwicklung zieht, kommt es in Folge des programmierten Zelltodes zu einer Abnahme der grauen Substanz. Es wird

angenommen, dass das Gehirn durch den Prozess des programmierten Zelltodes zunehmend an Effizienz gewinnt (Moore, 2005). Im Zuge der Myelinisierung der Nervenfasern (siehe unten) kommt es zu einer deutlichen Zunahme an weißer Substanz. Moore (2005) betont unter Berufung auf Studien des angloamerikanischen Raumes, dass kognitive Defizite nach Hirnverletzungen vor allem mit Ausmaß und Lokalisation verletzter, weißer Hirnsubstanz in Verbindung gebracht wird.

Eine der wichtigsten postnatalen Entwicklungsphasen, welche bereits in der 16. Schwangerschaftswoche beginnt, ist die bereits angesprochene Myelinisierung der axonalen Verbindungen zwischen den Neuronen. Der Prozess der Myelinisierung führt zu einer deutlichen Steigerung der Übertragungsgeschwindigkeit der Nervenimpulse. Die Myelinisierung eines Gebietes erfolgt schrittweise, angepasst an das Entwicklungstempo. Hirngebiete, wie Rückenmark oder Hirnstamm, welche von vitaler Bedeutung sind, sowie jene, die für grundlegende Fähigkeiten des Neugeborenen verantwortlich sind, werden zuerst myelinisiert. Aus diesem Grund findet bereits pränatal eine verstärkte Myelinisierung des primären sensorischen und motorischen Kortex statt. Durch den Prozess der Myelinisierung gewinnt das Gehirn an Volumen und nimmt bis zu einem Alter von 60 Jahren weiter zu. Die Myelinisierung von Axonen kortikaler Projektions- und Assoziationsareale wird erst im Erwachsenenalter abgeschlossen. Areale, die an höheren kognitiven Funktionen beteiligt sind, bleiben während der primären Lernphasen der kindlichen Entwicklung sehr empfindlich gegenüber neurotoxischen Einflüssen, wie sie Chemotherapie oder kraniospinalen Strahlentherapie darstellen (Moore, 2005).

Während so genannter kritischer oder sensibler Entwicklungsphasen ist das kindliche Gehirn besonders sensibel gegenüber positiven wie auch negativen Umwelteinflüssen. Schädigungen des Nervensystems während solcher Phasen der erhöhten Vulnerabilität können zu dauerhaften Entwicklungsstörungen führen. An dieser Stelle sei der Begriff der *neuronalen Plastizität* erwähnt. Plastizität meint die Modifikation von Hirnstrukturen und -funktionen als Teil der normalen Entwicklung und des Lernens aber auch als Reaktion auf schädigende Einflüsse. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Plastizität des

kindlichen Gehirns weitaus größer ist als jene des erwachsenen. Veränderungen der synaptischen Plastizität sind für Veränderungen in der neuronalen Repräsentation und damit für das Lernen insgesamt verantwortlich (Spevack, 2007; Heubrock & Petermann, 2000).

### **2.2.1 Kleinhirn**

Das Kleinhirn (Cerebellum) befindet sich in der hinteren Schädelgrube und ist über die Kleinhirnstiele mit dem Hirnstamm verbunden. Durch die Kleinhirnstiele empfängt das Cerebellum seine Afferenzen und entsendet Efferenzen. Weitere Verbindungen bestehen zu Mesencephalon und der Medulla oblongata. Diese dünnen Platten aus weißer Substanz bilden das Dach des vierten Ventrikels. An der Oberfläche zeigt das Kleinhirn, ähnlich dem Großhirn, viele Furchen, welche der Volumenvergrößerung dienen. Zwischen den beiden Kleinhirnhemisphären liegt der Kleinhirnwurm.

Das Kleinhirn erfüllt zahlreiche regulative Funktionen und besitzt deshalb deutlich mehr Neurone als das Großhirn. Die meisten befinden sich in der Kleinhirnrinde, welche in drei Schichten unterteilt wird: Die Purkinje Schicht ist die zentrale Schaltstelle der Kleinhirnrinde. Hier laufen Impulse fast aller anderen Rindenneurone zusammen und werden zu den Projektionszielen anderer Regionen weitergeleitet. Die Körnerschicht schließt an die Purkinje Zellen an und besitzt mit dem Transmitter Glutamat die einzigen erregenden Zellen der Kleinhirnrinde. Die Molekularschicht bildet die äußerste Schicht und besteht zum Großteil aus unmyelinisierten Nervenfasern.

Das Kleinhirn erhält seine Afferenzen in erster Linie von den Brückenkernen, dem Rückenmark sowie Hirnstammzentren. Die Kleinhirnkern projizieren mit ihren Neuriten zu den Projektionszielen des Kleinhirns: dem Thalamus, Nucleus ruber, Nucleus vestibularis und der Formatio reticularis.

Das Kleinhirn übernimmt viele verschiedene Funktionen. Es gilt als wichtigstes Integrationszentrum für das Erlernen, die Koordination sowie für die Fein-

abstimmung von motorischen Abläufen. Wesentliche Aufgaben des Kleinhirns bestehen in der Steuerung und Feinabstimmung stützmotorischer Anteile von Haltung und Bewegung der im Großhirn entworfenen Zielmotorik sowie der Blickmotorik. Schädigungen der Kleinhirnanteile führen, entsprechend der unterschiedlichen Aufgaben, welche das Kleinhirn übernimmt, auch zu unterschiedlichen Störungsbildern. Im Wesentlichen kommt es bei Kleinhirnschädigungen zu zerebellärer Ataxie, herabgesetztem Muskeltonus und Blickstabilisierungsstörungen (Trepel, 2004).

### **2.2.2 Erkrankungen des Kleinhirns**

Mit der Erforschung verschiedener Erkrankungen des Kleinhirns verändert sich auch die Betrachtung der Kleinhirnfunktionen. Zunehmend wird erkannt, dass das Kleinhirn nicht nur wesentlich an der eben beschriebenen Koordination motorischer Leistungen beteiligt ist, sondern auch eine entscheidende Rolle bei der Modulation von Emotionen und neurokognitiven Leistungen spielen dürfte. Neuroanatomische Daten zeigten topographisch angeordnete, reziproke Verbindungen des Kleinhirns mit dem cerebellären Assoziations- und dem prälimbischen Cortex, aber auch mit dem Hypothalamus. Studien, welche mittels PET (Positronen Emissions Tomographie) oder funktionaler MRT (Magnetresonanztomographie) durchgeführt wurden, zeigen, dass viele relevante kognitive Fähigkeiten mit einer Aktivierung des Kleinhirns einhergehen. So zeigte sich, dass Verbindungen des Kleinhirns zu autonomen, limbischen und assoziativen Regionen des cerebralen Kortex bestehen (Schmahmann, 2004). Über diese Wege kommuniziert das Kleinhirn mit Hirnarealen, welche für instinktive Verhaltensweisen, die Laune aber auch die höchsten Ebenen des Denkens und Schlussfolgerns verantwortlich sind. Tierversuche zeigten den Einfluss des Kleinhirns auf autonome Funktionen, Lernen und räumliche Navigation (Schmahmann, 2006; Schmahmann, 2004). Schmahmann et al. (1998) führten Langzeitstudien an PatientInnen mit cerebellären Läsionen durch und prägten im Zuge dessen den Begriff *cerebellar cognitive affective syndrome*

(CCAS). CCAS stellt ein Muster an relevanten Verhaltensänderungen dar, die nach Kleinhirnläsionen wie Hirntumoren, Schlaganfällen, degenerativen Veränderungen des Kleinhirns etc. bei Kindern und Erwachsenen gehäuft auftreten können. Im Wesentlichen ist dieses Muster durch Störungen der Exekutivfunktionen, Einschränkungen des Denkens, Persönlichkeitsveränderungen sowie durch sprachliche Probleme charakterisiert. Steinlin et al. (2003) weisen auf die Beteiligung des Kleinhirns bei non-motorischen Leistungen wie Sprache, Emotionen oder Planungsfähigkeit bei pädiatrischen PatientInnen mit Tumoren des Kleinhirns hin. Pädiatrische PatientInnen, die aufgrund eines Tumors des Kleinhirns operiert, nicht aber einer Strahlen- oder Chemotherapie unterzogen wurden, zeigten keine Leistungsabfälle des Gesamt-IQ. Eine genaue Analyse neuropsychologischer Testreihen zeigte jedoch folgendes Bild: Die PatientInnen hatten deutliche Probleme in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Des Weiteren wurden bei 30% der Kinder psychopathologische Symptome, wie Schwierigkeiten der Affektregulation festgestellt. Auch Levisohn et al. (2000) beobachteten bei Kindern mit Kleinhirnläsionen Beeinträchtigungen der Exekutivfunktionen, visuell-räumlicher Leistungen, der expressiven Sprache, des verbalen Gedächtnis und der Affektmodulation. Zudem beeinflussten das Alter zum Zeitpunkt der Läsion sowie das Ausmaß der Verletzung das neurokognitive Leistungsprofil. Demgegenüber folgern Copeland et al. (1999), dass Kleinhirntumore selbst kaum bis keine Auswirkungen auf die kognitiven Leistungen der PatientInnen haben, die kraniospinale Strahlentherapie aber einen deutlichen Risikofaktor für intellektuelle Leistungseinbußen darstellt.

Im Folgenden Teil der Arbeit wird anhand des Medulloblastoms, dem häufigsten Hirntumor des Kindesalters, dargestellt, ob und inwiefern das Kleinhirn neben der Koordination motorischer Abläufe auch an der Entstehung und Modulation kognitiver Funktionen und Emotionen beteiligt ist.



### **3. Das Medulloblastom**

Das Medulloblastom zählt zu der Gruppe der primitiv neuroektodermalen Tumoren (PNET) und ist der häufigste maligne Hirntumor des Kindes- und Jugendalters. Dieser Oberbegriff subsumiert undifferenzierte, neuroektodermale Tumore des Kindes- und jungen Erwachsenenalters, welche mit einem Anteil von ca. 25% die häufigste bösartige Hirntumorgruppe dieser Altersgruppe darstellen. Der häufigste PNET, das Medulloblastom, geht definitionsgemäß vom Kleinhirn bzw. dem Kleinhirnwurm aus und wächst in den IV. Ventrikel (Tallen, Yiallourous, 2007; Rothner, 1999).

PNET können prinzipiell in jedem Alter vorkommen, werden aber vor allem im Kleinkindalter diagnostiziert. Nach Tallen (2007) liegt das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Diagnose zwischen dem 5. und 7. Lebensjahr, wobei Jungen etwas häufiger betroffen sind als Mädchen (Tallen & Yiallourous, 2007). Nejat et al. (2008) bezeichnen das Medulloblastom ebenfalls als den häufigsten Tumor des Kleinhirns. Er macht 15% bis 25% aller pädiatrischen Hirntumor-erkrankungen aus und wird vorrangig in der ersten Lebensdekade diagnostiziert, wobei die Inzidenz zwischen dem dritten und vierten sowie dem achten und neunten Lebensjahr ihren Höhepunkt erreicht.

#### **3.1 Klassifikation**

Das Medulloblastom wurde erstmals 1925 von Percival Bailey und Harvey Cushing beschrieben. Während ihrer Bemühungen, verschiedene Gliome zu klassifizieren, gelang es Bailey, einen speziellen Tumor, welcher vorrangig im kindlichen Kleinhirn lokalisiert war, zu isolieren. Er bezeichnete diesen entsprechend seiner Lokalisation als Medulloblastom. Bailey und Cushing entwickelten bereits eine Theorie zur Entstehung des Tumors, indem sie davon ausgingen, dass sich das Medulloblastom aus undifferenzierten, embryonalen Zellen entwickelt. Eine Annahme, die später ihre Bestätigung finden sollte.

Darüber hinaus beschrieben Bailey und Cushing die grobe und mikroskopische Struktur des Tumors, seine grau-rötliche Farbe sowie seine zellförmige Natur (Ferguson & Lesniak, 2005).

Wie bereits erwähnt, ist das Medulloblastom im Kleinhirn und damit infratentoriell (unterhalb des Kleinhirndaches) sowie in der hinteren Schädelgrube lokalisiert. Ausgehend vom Kleinhirn infiltrieren Medulloblastome rasch das umliegende Gewebe, wie Hirnstamm oder den IV. Ventrikel der hinteren Schädelgrube. Durch eine Streuung der Tumorzellen über den Liquorweg kann es zur Bildung von Metastasen innerhalb des Zentralnervensystems kommen (Tallen & Yiallouros, 2007; Kuhl, 2001).

Das Medulloblastom zählt zu jener Gruppe der embryonalen Tumore, dessen Dignität gemäß der WHO Klassifikation von Tumoren des Nervensystems als bösartig eingestuft werden kann und dem bei höchster Malignität der WHO-Grad IV zuzuordnen ist (siehe Tabelle 3) (Rutkowski, 2008).

Die Gruppe der Medulloblastome umfasst verschiedene Untergruppen, welche sich hinsichtlich ihres Wachstumsverhaltens, des Krankheitsverlaufs, der Therapierbarkeit und ihrer Prognose unterscheiden können. Anhand des histologischen Bildes können im Wesentlichen drei relevante Subtypen des Medulloblastoms unterschieden werden: Das klassische Medulloblastom, welches zumeist im Kleinhirnwurm entsteht, stellt die häufigste Variante dar. Das desmoplastische Medulloblastom ist zumeist in den Kleinhirn-Hemisphären lokalisiert. Das großzellige (anaplastische) Medulloblastom besteht aus Zellen mit vergrößerten Kernen. Typisch für diese Form des Medulloblastoms ist eine hohe Mitoseaktivität. Das anaplastische Medulloblastom ist besonders aggressiv und damit trotz maximaler Therapie mit einer ungünstigen Prognose behaftet (Kleinhues, 2000).

Anhand der „modifizierten Klassifikation des Medulloblastoms von Chang“ wird der Tumor in verschiedene Krankheitsstadien eingeteilt. Dieses Klassifikationschema berücksichtigt Tumorgröße und Ausdehnung des Tumors in der hinteren Schädelgrube (Tumorstadium) sowie den Grad der Metastasierung (Tallen & Yiallouros, 2008).

Prognostisch relevant sind einerseits das Vorliegen eines Resttumors nach der Primäroperation sowie der Nachweis von Metastasen nach der Klassifikation von Chang (siehe oben). Im Rahmen der letztgenannten Klassifikation werden supratentorielle von spinalen Metastasen und solchen außerhalb des zentralen Nervensystems unterschieden (Rutkowski, 2008). Entsprechend liefern auch bei dieser Tumorerkrankung die feingewebliche Diagnose und damit die genaue Klassifikation des Tumors, aber auch Faktoren wie das Alter der/des Patientin/Patienten bei Erstdiagnose oder das Vorhandensein von Metastasen, entscheidende Hinweise auf das Ansprechen der/des Patientin/Patienten auf eine bestimmte Behandlungsmethode, für die Höhe des Rückfallsrisikos oder auch für das Risiko des fortschreitenden Tumorwachstums (vgl. Kapitel 2).

### **3.2 Ursachen**

Die Ursachen für die Entstehung des Medulloblastoms sind nur teilweise bekannt. So konnten Gene, die für die biologischen Besonderheiten des Medulloblastoms verantwortlich sein dürften, bis dato nur teilweise identifiziert werden (Tallen & Yiallourous, 2007; Kühl, 2001). Aufgrund der großen Ähnlichkeit der Tumorzellen des Medulloblastoms mit embryonalen und damit extrem unreifen und undifferenzierten Vorläuferzellen des Nervengewebes wird angenommen, dass Medulloblastome durch bösartige Veränderungen dieser Zellen entstehen (Tallen & Yiallourous, 2007). Das Auftreten eines Medulloblastoms wird oft in Verbindung mit bestimmten chromosomalen Veränderungen beobachtet. So werden Deletionen oder Verluste des kurzen Armes des Chromosom 17 (17p) beobachtet, welche oft mit einer Verdoppelung des langen Arms von Chromosom 17 (17q) einhergehen (Isochromosom 17q). Die zweithäufigste genetische Veränderung ist in diesem Zusammenhang die Trisomie 7. Andere PatientInnen zeigen Deletionen oder Mutationen des langen Arms von Chromosom 9 oder eine Monosomie 22 (Tallen, G., Yiallourous, M., 2007; Aldosori et al. 2000; Bigner et al., 1997). Es wird vermutet, dass Veränderungen von Signalwegen, welche für die normale Wachstumskontrolle

und Differenzierung von Zellen verantwortlich sind, an der Entstehung des Medulloblastoms beteiligt sind. Während der Entwicklung des Kleinhirns wird ein Signalweg aktiviert, wodurch die Zellteilung gefördert wird. Bei der Erkrankung an einem Medulloblastom werden Genmutationen vermutet, welche diesen Prozess der Aktivierung der Zellteilung in unkontrollierter Form imitieren (Gadner et al., 2005).

### **3.3 Klinische Symptomatik**

Die klinische Symptomatik eines Medulloblastoms, wie auch die anderer Tumore des zentralen Nervensystems, ist in Abhängigkeit des Alters der/des Patientin/Patienten, der genauen Tumorlokalisation und seines Wachstumsverhaltens unterschiedlich. Bei Beschreibung der Symptomatik sind allgemeine, unspezifische Symptome von lokalen, spezifischen Krankheitszeichen zu unterscheiden. Erstere treten unabhängig von der Lage des Tumors auf. Spezifische Symptome erlauben Rückschlüsse auf die Lokalisation des Tumors sowie auf mögliche Beeinträchtigungen bestimmter Aufgabenbereiche. Aufgrund sehr unspezifischer und heterogener Erstsymptome kommt es häufig zu verlängerten Latenzen zwischen Erstsymptomatik und Diagnosestellung. Die Lokalisation des Medulloblastoms führt zu Zirkulations- oder Abflussstörungen der Zerebrospinalflüssigkeit. Diese resultiert häufig in einer Steigerung des intrakraniellen Drucks und kann infolgedessen zu einem Hydrocephalus führen. Klinisch manifestiert sich der erhöhte Hirndruck zunächst in Kopfschmerzen und Übelkeit wobei als auffälligstes Symptom Nüchternerebrechen zu beobachten ist. Bei Kindern im schulpflichtigen Alter wurden zudem neuropsychologische Symptome wie Leistungsknick, Müdigkeit oder Konzentrationsstörungen beobachtet. In weiterer Folge können hormonelle Störungen, Gewichtsverlust sowie zunehmende Müdigkeit und Lethargie auftreten. Als typische Symptome des Medulloblastoms werden Gleichgewichtsstörungen, zunehmende Ungeschicklichkeit, Sehstörungen und der Ausfall von Hirnnervenfunktionen genannt (Tallen & Yiallourous, 2007; Gadner et al., 2005; Korinthenberg et al., 2008).

Insbesondere das Vorliegen unspezifischer Symptome kann aufgrund der Ähnlichkeit zu herkömmlichen Kindererkrankungen zu einer verspäteten Diagnose führen und damit in folgenschweren Konsequenzen für die/den Patientin/Patienten resultieren. Eine genaue Abklärung der beschriebenen Symptomatik, insbesondere von Kopfschmerzsymptomen, sowie das frühe Bewusstsein für die Möglichkeit einer intrakraniellen Drucksteigerung bzw. für das Vorliegen eines Hirntumors sind hier erforderlich. Der folgende Teil bietet eine Übersicht über diagnostische Schritte, Therapiekonzepte sowie Langzeitfolgen der Behandlung.



## 4. Diagnose und Behandlung

Sowohl Diagnostik als auch Behandlung von Hirntumoren unterliegen aufgrund der Heterogenität der Erkrankungen und deren Komplexität, reger Forschungstätigkeit und ständig neuer Erkenntnisse in diesem Bereich einem schnellen Wandel. Die Einführung neuer (Diagnose-) Techniken und neuer Therapiemöglichkeiten erfordert die gewissenhafte Abwägung der Vorteile und Nebenwirkungen, aber auch der Wirtschaftlichkeit der Diagnostik und Therapie. Mit dieser Thematik befassen sich die von der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH) herausgegebenen interdisziplinären Leitlinien zur Diagnostik (<http://leitlinien.net/>) und Therapie maligner Erkrankungen. Mit Erstellung dieser Leitlinien wurde die Möglichkeit geschaffen, an Tumoren erkrankten Kindern die nach aktuellem Wissens- und Forschungsstand bestmögliche Behandlung und Therapie zukommen zu lassen. Die Therapiepläne enthalten detaillierte Angaben zur Durchführung der Diagnostik und zum Behandlungsverlauf sowie Richtlinien, die gewährleisten sollen, dass jedes Kind eine individuelle, auf seine Krankheit abgestimmte, somit risikoangepasste (ärztliche, pflegerische und psychosoziale) Versorgung und Betreuung erhält. Die angesprochenen Richtlinien sind in Behandlungsprotokollen festgehalten, die von einer Ethikkommission und unabhängigen Fachleuten laufend überprüft und gegebenenfalls erweitert oder modifiziert werden. Damit dienen die Leitlinien in erster Linie der Verbesserung und Sicherung der Qualität der medizinischen Behandlung pädiatrischer PatientInnen. Sie werden von einer ExpertInnengruppe entwickelt und anschließend mit Arbeitsgemeinschaften der deutschen Krebsgesellschaft und anderen kooperierenden Arbeitsgemeinschaften und Institutionen abgestimmt (Garbe & Bamberg, 2008).

## 4.1 Diagnose

Bei Verdacht auf einen Tumor des Zentralnervensystems bedarf es detailliert geplanter und umfangreicher diagnostischer Maßnahmen mit der Zielsetzung eine intrakranielle Raumforderung entweder nachweisen oder ausschließen zu können und dadurch das Ausmaß der Erkrankung bestimmen zu können. Die Erstdiagnose erfolgt unter Zusammenarbeit von Spezialisten/Spezialistinnen unterschiedlicher Fachrichtungen und stellt fest, um welchen Tumor es sich handelt und wieweit sich die Erkrankung im Zentralnervensystem ausgebreitet hat. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind von entscheidender Bedeutung für die weitere Therapieplanung und Prognose der/des Patientin/Patienten.

Im Anschluss an Anamnese und neurologische Untersuchung erfolgen neuro-radiologische Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT). Mit Hilfe dieser Methoden werden erstmals Informationen über das Vorliegen eines Tumors, seine Lage, Größe, Abgrenzbarkeit und gegebenenfalls Tumorabsiedelungen im Gehirn und/ oder Rückenmark gewonnen. Im Anschluss an die operative Entfernung des Tumors erfolgt innerhalb von maximal 72 Stunden eine weitere MRT-Untersuchung, welche eine genaue Darstellung des Operationsgebietes bzw. des möglicherweise belassenen Resttumorgewebes ermöglicht.

Für eine endgültige Absicherung der Diagnose ist eine histopathologische Untersuchung des Gewebes notwendig, um die feingeweblichen Eigenschaften des Tumors und damit seine Bösartigkeit feststellen zu können. Die Gewebentnahme erfolgt in Abhängigkeit der Lokalisation des Tumors während der operativen Entfernung des Tumors oder mittels stereotaktischer Biopsie. Bei prinzipiell metastasierenden Tumoren ist eine Untersuchung des Liquor nötig um mögliche Tumorabsiedelungen festzustellen, aber auch um im Rahmen der Verlaufsdagnostik das Ansprechen auf die Therapie überprüfen zu können (Korinthenberg et al. 2007; Tallen & Yiallourous, 2007).

## 4.2 Medizinische Behandlungskonzepte

Die Beschäftigung mit medizinischen Therapiekonzepten zur Behandlung maligner Erkrankungen setzt das Bewusstsein voraus, dass es sich bei Krebserkrankungen nicht um eine Erkrankung eines einzelnen Organs oder Körperteils handelt, sondern um eine Systemerkrankung und damit um eine Erkrankung des gesamten Organismus. Zum Zeitpunkt der Diagnosestellung ist bereits mit Mikrometastasen, welche mit herkömmlichen Untersuchungsmethoden kaum nachgewiesen werden können, zu rechnen. Diese müssen bereits von Beginn an mitbehandelt werden, weshalb die alleinige Behandlung des Primärtumors oftmals nicht ausreichend ist.

Aktuelle Therapiekonzepte für betroffene Kinder und Jugendliche sehen neben der neurochirurgischen Tumoresektion eine Kombination aus Chemo- und Strahlentherapie vor. Nach welchen Therapieprotokollen vorgegangen wird, ist im Wesentlichen vom Alter der/des Patientin/Patienten, dem feingeweblichen Subtyp des Tumors sowie dem Nachweis von Metastasen, respektive dem Stadium der Metastasierung abhängig.

In den meisten Fällen folgt die Behandlung maligner Erkrankungen einem neoadjuvanten Konzept, welches bereits vor der eigentlichen operativen Entfernung des Tumorgewebes therapeutische Maßnahmen vorsieht. Neoadjuvante Therapien setzen sich in der Regel aus einer intensiven, systemisch wirkenden Chemotherapie und/oder strahlentherapeutischen Behandlung zusammen, wobei das Ziel verfolgt wird, die Ausgangslage für eine Operation zu verbessern bzw. einen operativen Eingriff überhaupt erst möglich zu machen. Bei Hirntumorerkrankungen umfasst die Basistherapie für Kinder unter drei bis vier Jahren zunächst die primäre Tumoresektion. Bei Kindern über drei bis vier Jahren erfolgen im Anschluss an die Tumoresektion die kraniospinale Bestrahlung mit lokalem Tumorboost sowie eine Erhaltungskemotherapie. Liegen bereits Metastasen vor, bedarf es intensivierter multimodaler Therapiekonzepte. (Tallen & Yiallourous, 2008; Creutzig & Henze, 2005; Creutzig & Lehmbecher, 2008).

### 4.2.1 Therapieoptimierungsstudien

In Deutschland werden die meisten an einem Medulloblastom erkrankten Kinder nach dem Konzept so genannter Therapieoptimierungsstudien behandelt. Auch auf der Neuroonkologie (Ebene 9) der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des Allgemeinen Krankenhauses Wien bilden Therapie-optimierungsstudien die Grundlage der Behandlungsplanung. Im Wesentlichen zielen diese auf eine deutliche Verbesserung der Behandlungserfolge ab, was durch eine Intensivierung von Chemotherapie und/oder Bestrahlung, durch risikoadaptierte Therapie sowie durch verbesserte Qualitätskontrollen von Operation, Bestrahlung und Chemotherapie erreicht werden soll. Damit liegt der Fokus der Optimierungsstudien einerseits auf der Steigerung der Überlebensraten, andererseits auf einer deutlichen Verbesserung der Lebensqualität durch Verringerung der Spätfolgen der Erkrankung und der Behandlung (Rutkowski, 2008; Yiallourous, 2007).

Eine Verbesserung der Heilungsraten seltener Erkrankungen wie Hirntumorerkrankungen ist nur dann möglich, wenn Forschungstätigkeit die Behandlung begleitet. Zu diesem Zweck werden PatientInnen Daten, Wirkungen und Nebenwirkungen der Behandlung und vieles mehr genau festgehalten und an eine Studienzentrale weitergegeben. Diese Informationen fließen ebenso in die Planung neuer Therapiepläne ein wie die neuesten Erkenntnisse der Grundlagenforschung (Tallen & Yiallourous, 2007).

Ein Beispiel für Therapieoptimierungsstudien zur Behandlung von Kindern und Jugendlichen sind die HIT Studien, welche in Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt werden. „HIT“ steht dabei für Hirntumor, und die jeweilige Zahl für das Jahr, in dem die Studie begonnen hat. Ziel dieser multizentrischen Therapieoptimierungsstudie ist es, PatientInnen mit einem Medulloblastom bis zu einem Alter von 21 Jahren eine nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse bestmögliche und risikoadaptierte Therapie flächendeckend in Deutschland und Österreich zu bieten (Rutkowski, 2008).

Diese individuell angepasste Behandlung erfordert die Aufteilung der PatientInnen in risikoangepasste Behandlungsgruppen (Stratifizierung). In Abhängigkeit von Histologie, Alter der PatientInnen, dem Stadium der Metastasierung (siehe Abschnitt 3.2) sowie dem Vorhandensein eines Resttumors werden die PatientInnen in Behandlungsgruppen eingeteilt, die nach unterschiedlichen Therapieplänen behandelt werden (Rutkowski, 2008). Um diesem Anspruch gerecht werden zu können, baut die jeweils aktuelle HIT-Studie auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Studien auf.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Bausteine der medizinischen Behandlung eingegangen.

#### **4.2.2 Operation**

Da bei Kindern mit Medulloblastom durch die tumorbedingte Raumforderung sowie der dadurch induzierten Abflussstörung der Zerebrospinalflüssigkeit akute Lebensbedrohung besteht, stellt die Tumorresektion zunächst die lebensrettende Maßnahme dar. Durch die Tumorresektion kann die Abflussstörung des Liquors in den meisten Fällen behoben werden, wodurch auf die Implantation eines so genannten Shuntsystems, eines Ableitsystems für überschüssige Zerebrospinalflüssigkeit, verzichtet werden kann (Tallen & Yiallourous, 2008).

Da Kinder ohne Resttumor vermutlich ein geringeres Rezidivrisiko haben, liegt das primäre Ziel der Operation in der operationsmikroskopisch möglichst vollständigen Entfernung des Tumors. Allerdings kann das Medulloblastom aufgrund seiner Lokalisation im Gehirn sowie seines infiltrativen Wachstums nicht radikal entfernt werden. Das bedeutet, dass umliegendes gesundes Gewebe, wie dies bei anderen Tumoren üblich ist, nicht einfach entfernt werden kann. Eine Heilung ist daher in der Regel nur über den Weg einer adjuvanten Therapie möglich ist (Creutzig & Lehmbecher, 2008; Tallen & Yiallourous, 2008).

Aufgrund der mit der Operation einhergehenden Reizung von Hirnnerven und Hirnstammbereichen kommt es postoperativ häufig zu (meist) vorübergehenden Atem- und Schluckstörungen sowie cerebellärem Mutismus (Tallen & Yiallourous, 2008). Der auch als Posterior Fossa Syndrom (Syndrom der hinteren Schädelgrube) bezeichnete cerebelläre Mutismus tritt bei Kindern im Alter von zwei bis zehn Jahren auf. Es handelt sich hierbei um einen vorübergehenden Mutismus, welcher ein bis fünf Tage nach der operativen Entfernung eines Tumors der hinteren Schädelgrube auftreten kann (Kozial & Budding, 2008).

#### **4.2.3 Postoperative Strahlentherapie**

Die Radioonkologie ist als eigenständiges Fachgebiet eine relativ junge Disziplin, welches aus der Zusammenarbeit von MedizinerInnen, BiologInnen und PhysikerInnen entstanden ist.

Im Wesentlichen zielt die Strahlentherapie auf die Vernichtung des Tumorgewebes ab. Die Entwicklung modernster Bestrahlungsgeräte ermöglicht die zielgenaue Bestrahlung tief im Körper liegender Regionen, wodurch die weitgehende Schonung umliegender Körperregionen und Organe erzielt werden soll. Dennoch wird auch umliegendes gesundes Gewebe erreicht, sodass neben der erwünschten Vernichtung bösartiger Zellen auch unerwünschte Nebenwirkungen auftreten (Deutsche Krebsgesellschaft, 2009).

Aufgrund der Strahlenempfindlichkeit des Medulloblastoms ist die Strahlentherapie heute einer der wichtigsten Bausteine in der Behandlung von Tumoren des Zentralnervensystems. Die derzeit aktuelle Therapieoptimierungsstudie HIT-2000 sieht im Anschluss an die Tumorresektion für den Großteil der Kinder eine Strahlentherapie mit nachfolgender Erhaltungskemotherapie vor. Hierbei werden die PatientInnen in Abhängigkeit ihres Alters, dem Stadium der Metastasierung und des histologischen Befundes genau definierten PatientInnengruppen zugeteilt, welche anschließend nach unterschiedlichen, dem individuellen Krankheitsbild des Kindes angepassten, Behandlungsplänen

betreut werden. Aufgrund der Aggressivität der radioonkologischen Behandlung und der Sensibilität des kindlichen Gehirns, werden Kinder im Alter von weniger als 18 Monaten ausschließlich chemotherapeutisch behandelt (Creutzig & Lehmbecher, 2008; Tallen & Yiallourous, 2008).

Zum Zeitpunkt der Diagnose muss bereits mit dem Vorhandensein von (Mikro-) Metastasen gerechnet werden, weshalb die Bestrahlung des gesamten Liquorraumes unter Einbeziehung von Gehirn und Rückenmark erforderlich ist. Hierbei liegt das vorrangige Ziel in der möglichst vollständigen Vernichtung der Tumorzellen bei gleichzeitiger Vermeidung bzw. dem Vorbeugen strahlenbedingter Nebenwirkungen respektive langfristiger Spätfolgen (Tallen & Yiallourous, 2008). Tumorzellen, ebenso wie normale Zellen, unterliegen einer bestimmten Zellteilung, die in einer Zellvermehrung resultiert. Das Gleichgewicht zwischen Zellneubildung und Zelltod ist im tumoralen Gewebe gestört, sodass dieses ungehindert wuchern kann. Strahlentherapie behindert diesen Zellteilungsprozess, indem sich Tumorzellen durch die Bestrahlung nicht mehr teilen können und in weiterer Folge absterben. Im Gegensatz zu Tumorgewebe können sich normale Zellen von der Strahlung erholen und werden nicht ab-getötet. Daher wird gezielt das Tumorgebiet bestrahlt, umliegende Regionen soweit wie möglich geschont. Dieser Prozess der Tumorzellvernichtung, bei gleichzeitiger Zellerholung gesunden Gewebes, wird optimal genutzt, indem die Bestrahlung auf mehrere geringe Einzeldosen aufgeteilt wird (Tallen & Yiallourous, 2008; Creutzig & Lehmbecher, 2008; Deutsche Krebsgesellschaft).

Um die präzise Bestrahlung der Tumorregion gewährleisten zu können, ist während der Behandlungsdauer die exakte Lagerung des Kopfes notwendig, welche durch Anfertigung individueller Gesichtsmasken erzielt wird.

Die Dosisbemessung der Behandlung erfolgt, benannt nach dem Physiker L.H. Gray, nach den so genannten Gray (Gy) Einheiten. Behandlungsstrategie und -intensität werden in Abhängigkeit der Behandlungsgruppe, welcher die/der Patient/in angehört, gewählt, wobei nach Tallen und Yiallourous (2008) die folgenden Bestrahlungsformen unterschieden werden.

- **Konventionelle kraniospinale Strahlentherapie**

Die konventionelle Radiotherapie umfasst die Bestrahlung des gesamten Zentralnervensystems sowie die gezielte Bestrahlung der Tumorregion. Die Standarddosierung der Bestrahlung beträgt insgesamt 35 bis 36 Gy, welche in Einzeldosen von 1,6 bis 1,8 Gy aufgeteilt werden. Zusätzlich wird der Tumorbereich mit einer zusätzlichen Dosis von bis zu 20 Gy behandelt, sodass in diesem Bereich eine Gesamtstrahlendosis (Boost) von bis zu 50 Gy erzielt wird. Diese Standarddosierung kann beispielsweise bei Standardrisiko-PatientInnen herabgesetzt werden.

- **Lokale Bestrahlung**

Die Bestrahlung des gesamten Zentralnervensystems hat insbesondere im Kindesalter schwerwiegende Langzeitfolgen (siehe Kapitel 4), weshalb bei PatientInnen mit geringem Rückfallrisiko oder Kindern unter 4 Jahren lediglich eine lokale Bestrahlung des Tumorgebietes durchgeführt wird.

- **Hyperfraktionierte Bestrahlung**

Aufgrund der weitreichenden Spätfolgen der Strahlentherapie vor allem auf die Bereiche Intelligenzentwicklung, endokrinologische Funktionen und Wirbelsäulenwachstum ist eine Steigerung der konventionellen Strahlendosis ausgesprochen problematisch. Im Rahmen der hyperfraktionierten Bestrahlung wird die Gesamt-Strahlendosis auf mehrere Einzeldosierungen aufgeteilt, von denen zwei pro Tag in einem Abstand von mehreren Stunden verabreicht werden. Dadurch wird einerseits die biologische Wirksamkeit der Bestrahlung gegenüber dem Tumorgewebe bei gleichzeitiger Schonung des umliegenden Gewebes, erhöht, andererseits der Gesamt- Bestrahlungszeitraum verringert.

- **Stereotaktische Radiochirurgie**

Radiochirurgische Therapie zielt auf die Millimeter genaue Gabe einer hohen Strahlendosis in ein zuvor genau definiertes, kleines Zielgebiet ab, wobei das umliegende Gewebe maximal möglich geschont werden soll.

Die Bestrahlung kann entweder im Rahmen einer einmaligen Bestrahlung ambulant durchgeführt werden oder aber durch Implantation radioaktiver Strahler in den Tumor erfolgen. Diese Form der Therapie stellt nicht die Standardmethode dar und ist in erster Linie zur Behandlung kleiner (Rest-) Tumore oder kleiner Metastasen geeignet.

Da Medulloblastome aufgrund ihres infiltrativen Wachstums nie vollständig entfernt werden können, ist es ohne postoperative Strahlentherapie kaum möglich, langfristig die Überlebenschancen zu erhöhen. Jüngere Kinder, mit einem Alter von unter drei Jahren, sollten nicht einer kraniosinalen Strahlentherapie unterzogen werden, da aufgrund der Sensibilität des sich entwickelnden Gehirns mit massiven Spätfolgen, wie psychomotorischen, mentalen oder kognitiven Störungen, gerechnet werden muss (Creutzig & Lehmebecher, 2008). Behandlungskonzepte für diese PatientInnengruppe umfassen daher eine Hochdosis-Chemotherapie mit oder ohne lokale Strahlentherapie, intraventrikuläre Chemotherapie und lokale Strahlentherapie (Tallen & Yiallourous, 2008).

#### **4.2.4 Chemotherapie**

Die Behandlung des Tumors mit Zytostatika bildet neben der Tumorresektion und der Radiotherapie die dritte Behandlungssäule in der pädiatrischen Neuroonkologie. Die Chemotherapie verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele: die dauerhafte Vernichtung der verbleibenden bösartigen Zellen im Anschluss an Operation und/oder Strahlentherapie sowie die Vernichtung der meist vorhandenen Mikrometastasen. Um diese Ziele bestmöglich realisieren zu können besteht die Chemotherapie grundsätzlich aus einer Kombination mehrerer Substanzen und erfolgt in mehreren Phasen. Dadurch können bösartige Zellen, die in der vorangegangenen Phase nicht vernichtet wurden, im nächsten Zyklus entweder vernichtet oder am Wachstum gehindert werden.

Zudem kann sich angegriffenes gesundes Gewebe in den Therapiepausen regenerieren (Creutzig & Lehmbacher, 2008; Tallen & Yiallourous, 2008).

Die derzeit geltenden Behandlungspläne unterscheiden die Induktionstherapie von der Erhaltungstherapie. Erstere ist wesentlich intensiver und zielt auf die Verkleinerung des Tumors ab. Die Erhaltungstherapie dient der Erhaltung oder Verbesserung der zuvor erzielten Behandlungserfolge.

Die derzeit aktuellen Therapieprotokolle sehen bei älteren Kindern im Anschluss an die kraniospinale Bestrahlung eine Erhaltungstherapie vor, bei Kindern unter vier Jahren erfolgt die Chemotherapie direkt im Anschluss an die Tumorresektion. Liegen bereits Metastasen vor, so erhalten beide PatientInnengruppen im Anschluss an die Operation eine hoch dosierte Chemotherapie (Tallen & Yiallourous, 2008).

Durch die Kombination von Strahlen- und Chemotherapie in der Behandlung pädiatrischer PatientInnen mit Medulloblastom konnten die langfristigen Überlebenschancen der betroffenen Kinder massiv erhöht werden. Bei optimaler risikoadaptierter und auf die individuelle Krankengeschichte der PatientInnen angepasster Behandlung kann die Dosis der einzelnen Therapiebausteine vermindert werden. Insbesondere konnten durch die Anwendung chemotherapeutischer Maßnahmen Dosis und Zielvolumen der Strahlentherapie reduziert werden, ohne dass dadurch Einschränkungen in der Effektivität der Behandlung in Kauf genommen werden mussten (Creutzig & Henze, 2005).

### **4.3 Klinische Kinderneuropsychologie**

Die Neuropsychologie ist eine sehr alte Disziplin mit gut 200-jähriger Tradition, deren Beginn bei den Arbeiten von Franz Joseph Gall (1758–1828) angesiedelt werden kann. Im Zuge der kognitiven Revolution der 1970er Jahre gewann die wissenschaftliche Neuropsychologie zunehmend an Bedeutung (Goldenberg, 2007). Durch eine Umorientierung in der Psychologie rückte die Klinische

Neuropsychologie in den Vordergrund, indem verstärkt biologischen Erklärungsansätzen für das Verständnis menschlichen Erlebens und Verhaltens Beachtung geschenkt wurde. Aufgrund der Deklaration der 90er Jahre zur „decade of the brain“ durch die Europäische Union sowie der damit verbundenen finanziellen Förderungen, wurde die neurobiologische Forschung forciert, von der letztlich auch die Klinische Kinderneuropsychologie profitierte. Die Klinische Kinderneuropsychologie ist eine relativ junge Disziplin, die sich aus der Klinischen Neuropsychologie entwickelte und zunächst auf Erkenntnissen der Neuropsychologie Erwachsener basierte (Heubrock & Petermann, 2000). Es wurde davon ausgegangen, dass das kindliche Gehirn wesentlich belastbarer wäre als jenes Erwachsener, weshalb der Intervention in der Pädiatrie zunächst wenig Beachtung geschenkt wurde. Es wurde die Annahme vertreten, dass Testmaterialien bei Erwachsenen und Kindern ein und dieselben Fähigkeiten erfassen würden, und dass kognitiven Defiziten bei Erwachsenen und Kindern dieselbe Neuropathologie zugrunde liegen würde (Spevack, 2007). Bald wurde erkannt, dass diese Annahmen aus folgenden Gründen nicht haltbar sind. Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Menschen basieren auf verschiedenen Hirnsystemen, deren Organisation und Koordination sich im Laufe der normalen Entwicklung formt und verfeinert. Dem Alter zum Zeitpunkt der Diagnose kommt dadurch eine fast ebenso große Bedeutung für das Ausmaß der Krankheitsfolgen zu wie der Lokalisation der Schädigung (vgl. Kapitel 2 und 3). Darüber hinaus wirkt sich das volle Ausmaß der Hirnschädigung oft erst später in der kindlichen Entwicklung aus. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn komplexe Lernprozesse erforderlich sind, die sich aber aufgrund der Hirnschädigung nicht richtig entwickeln konnten. Das kindliche Gehirn unterliegt damit laufend Veränderungen und Weiterentwicklungen und kann daher weder mit einem Gehirn, das peri- oder postnatale Hirnschädigungen aufweist, noch mit dem gesunden Gehirn eines Erwachsenen verglichen werden (Spevack, 2007). Damit findet der Begriff Klinische Kinderneuropsychologie seine wesentliche Begründung, indem Kinder nicht als „kleine Erwachsene“ angesehen werden dürfen, da sich Hirnschädigungen durch Hirn-

tumoren, anders auswirken, anders verlaufen und einer anderen Behandlung bedürfen, als dies bei Erwachsenen der Fall ist (Benz & Riz, 1996).

Funktionsstörungen des kindlichen Gehirns können durch verschiedenste Verletzungen oder Erkrankungen des Gehirns auftreten. Durch modernste Behandlungstechniken überleben die meisten PatientInnen diese Schädigungen, tragen jedoch häufig neurologische Beeinträchtigungen davon. Die neuropsychologische Diagnose und Behandlung neurologischer Defizite fällt in das Aufgabengebiet der Klinischen Kinderneuropsychologie (Leiss & Pal-Handl, 2009). So verstehen Heubrock und Petermann (2000) unter der Klinischen Kinderneuropsychologie die Auseinandersetzung mit „Auswirkungen kindlicher Hirnschädigungen auf die kognitive, psychische sowie soziale Entwicklung“ (S. 13). Im Wesentlichen verfolgt sie drei Ziele, indem sie versucht, neuro-psychologische Folgen verschiedenster Hirnschädigungen möglichst akkurat zu erfassen, diese gezielt zu behandeln sowie der/dem Patientin/Patienten die neuropsychologische Wiedereingliederung in den Alltag zu ermöglichen. Um diesem Anspruch gerecht werden zu können ist das Zusammenspiel von Erkenntnissen aus verschiedenen Fachdisziplinen erforderlich, wie der Psychologie, der Neurowissenschaften oder der Psychiatrie. Durch diese Multi-professionalität entwickelte sich die Klinische Kinderneuropsychologie zu einer Schnittstellen-Disziplin mit dem Ziel, Kindern mit Hirnschädigungen optimale, altersgerechte Interventionsstrategien anbieten zu können. Sie fordert von PsychologInnen fundiertes neurologisches, entwicklungspsychologisches und sozialpädagogisches Wissen sowie profunde Kenntnisse in den Bereichen Diagnostik, Beratung und Behandlung (Leiss & Pal-Handl, 2009). Im Folgenden wird auf die Relevanz der Neuropsychologie in der pädiatrischen Neuroonkologie eingegangen.

#### **4.3.1 Psychosoziale und neuropsychologische Aspekte der Behandlung**

Die medizinischen Fortschritte in der Diagnose und Behandlung von Hirntumorerkrankungen im Kindes- und Jugendalter ermöglichen etwa 70% der

Betroffenen ein rezidivfreies Überleben. Wie bereits mehrfach angesprochen können diese hohen Heilungsraten nur erzielt werden, indem eine extrem intensiviert und von einer Reihe an unerwünschten Nebenwirkungen und Langzeitfolgen begleitete Behandlung, durchlaufen wird. Diese Langzeitbelastungen sind sehr vielseitig und betreffen neben endokrinologischen und neurokognitiven Funktionen auch deutlich den psychosozialen Bereich. Nicht zuletzt deshalb stellt die Diagnose eines Hirntumors für das betroffene Kind selbst, aber auch für seine Angehörigen, eine für lange Zeit anhaltende Extremsituation dar. Sie bedeutet einen massiven Einschnitt in den familiären, gegebenenfalls auch den schulbezogenen Alltag. Da die Familie für den/die Patienten/ Patientin die wichtigste Ressource in der Bewältigung der Erkrankung und Behandlung bedeutet, bedarf es professioneller, psycho-sozialer Unterstützung im Umgang mit dem enormen Belastungspotential, mit dem sich die Familie konfrontiert sieht (Schröder, Lilienthal, Schreiber-Gollwitzer, 2008). Dementsprechend gewinnt die psychosoziale und neuro-psychologische Versorgung der PatientInnen und ihrer Angehörigen zunehmend an Bedeutung und zählt heute in der Pädiatrischen Onkologie und Hämatologie zum Behandlungsstandard. Im Jahr 1989 wurde die „Psychosoziale Arbeitsgemeinschaft in der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie“ (PSAPOH) gegründet und wurde kurz darauf Teil der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH). Die PSAPOH entstand aus einer multiprofessionellen Zusammenarbeit von PsychologInnen, OnkologInnen, PsychiaterInnen und SeelsorgerInnen. Gemeinsam streben diese Berufsgruppen eine stetige Verbesserung der psychosozialen Versorgung krebserkrankter pädiatrischer PatientInnen und ihrer Angehörigen an, indem psychosoziale Arbeitskonzepte entwickelt, Standards der psychosozialen Versorgung erarbeitet und verbessert werden oder die interdisziplinäre Zusammenarbeit gefördert wird (Sharma, 2009). Die Gründung der SIOP (Société Internationale d’Oncologie Pédiatrique) 1993 hat wesentlich dazu beigetragen, dass Leitlinien und Empfehlungen zu vielen Aspekten psychosozialer Versorgung im internationalen Diskurs entwickelt werden (Schröder, Lilienthal & Schreiber-Gollwitzer, 2008).

Im Zentrum der psychosozialen Betreuung soll, entsprechend der Bestrebungen der angesprochenen Leitlinien, ein ressourcenorientierter Ansatz stehen. Der Fokus liegt hierbei auf der Förderung der Ressourcen der PatientInnen und ihrer Angehörigen während der Krankheit, Behandlung, gegebenenfalls des Sterbens und des Todes sowie der damit verbundenen Trauerarbeit. Die Aufgabengebiete der psychosozialen Betreuung umfassen, neben der Unterstützung der Krankheitsbewältigung, die Sicherstellung der Therapie und Kooperation, die Unterstützung bei sozialrechtlichen Fragestellungen, die Organisation und Planung von Nachsorgemaßnahmen, die Behandlung spezifischer Symptome sowie eine präventive und rehabilitative Begleitung (Schröder, Lilienthal, Schreiber-Gollwitzer et al. 2008).

Ein weiterer wichtiger Aufgabenbereich betrifft die neuropsychologische Untersuchung. Diese dient der Abschätzung krankheits- und therapiebedingter kognitiver und neuropsychologischer Ausfälle und Beeinträchtigungen. Der ressourcenorientierte Ansatz findet hier seine Fortsetzung, indem nicht nur Beeinträchtigungen sondern insbesondere auch die Ressourcen der PatientInnen eingeschätzt werden sollen.

Anhand altersadäquater Tests werden sensumotorische und feinmotorische Leistungen sowie neurokognitive Fähigkeiten (z.B. Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit,...) und exekutive Funktionen (z.B. Planungsfähigkeit) untersucht. Erste neuropsychologische Untersuchungen sollten bereits vor Therapiebeginn durchgeführt werden, um Vergleichswerte für spätere Untersuchungen zu erhalten. Aufgrund der Akutsymptomatik eines Hirntumors, muss jedoch zumeist sofort mit der Therapie begonnen werden, weshalb präoperative Untersuchungen oftmals nicht durchgeführt werden können. PatientInnen die nach den aktuellen HIT-Therapieprotokollen behandelt werden, können an Begleitstudien teilnehmen, bei denen Art und Ausmaß kognitiver, funktioneller und motorischer Beeinträchtigungen, in Abhängigkeit der Erkrankung und Therapie (Operation, Chemo- und Strahlentherapie), systematisch erfasst werden (Tallen & Yiallourous, 2008).

Nach Petermann und Heubrock (2000) sieht sich die neuropsychologische Beurteilung des Krankheitsgeschehens vor folgende Probleme gestellt: Hirntumorerkrankungen sind durch einen unterschiedlich schnell fortschreitenden Prozess charakterisiert. Wie bereits erwähnt, sind die Auswirkungen der Erkrankung einerseits von der Größe, Lokalisation und Art des Tumors abhängig, andererseits aber auch von Art und Kombination der erforderlichen medizinischen Behandlungsschritte. Diese ziehen zusätzliche, von der primären Erkrankung weitgehend unabhängige Folgen, nach sich, welche vor allem im kognitiven Bereich anzusiedeln sind. Darüber hinaus können Tumorrezidive zusätzliche Komplikationen verursachen und weitere Interventionen erfordern. Aufgrund der eben beschriebenen Komplexität des Krankheitsgeschehens werden die Spätfolgen der Erkrankung bei langfristig überlebenden Kindern oft erst nach Jahren sichtbar und erkannt.

Im folgenden Abschnitt werden die vielschichtigen Langzeitfolgen, die mit der Diagnose und Behandlung eines Medulloblastoms verbunden sein können, problematisiert sowie die wichtige Rolle, die NeuropsychologInnen in diesem Bereich einnehmen, thematisiert.

## **4.4 Langzeitfolgen der Behandlung**

### **4.4.1 Neurokognitive Langzeitfolgen**

Die Thematisierung der Langzeitfolgen der Behandlung ist ein sehr komplexes Gebiet, welches von Überlegungen zu unmittelbaren Nebenwirkungen der Behandlung zu trennen ist. Unmittelbare Nebenwirkungen betreffen in erster Linie solche, die als direkte Folge auf die Therapie auftreten, wie Hautreizungen nach der Strahlentherapie, Müdigkeit oder Übelkeit. Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung kommen jedoch oft erst Jahre nach Abschluss der Behandlung zum Tragen. So werden Aufmerksamkeitsdefizite oft erst mit dem

Schul(wieder)eintritt erkannt, wenn diese Fähigkeiten im Schulalltag zu erbringen sind.

Wie bereits erwähnt, führte die Anwendung modernster Techniken in der Behandlung pädiatrischer Hirntumorerkrankungen zu einer deutlichen Steigerung der Überlebensraten. Dadurch gewinnt aber auch die Diskussion über Spätfolgen der Erkrankung und ihrer Behandlung zunehmend an Bedeutung (Konrad & Gauggel, 1998). So erkannte bereits Gutjahr (1987), dass gerade bei Tumoren des Zentralnervensystems nicht alleinig das Überleben bzw. die Heilung für die Therapieplanung ausschlaggebend sind, sondern dass den Langzeitfolgen der Behandlung eine wesentliche Rolle zukommt. Aufgrund der Verletzbarkeit des noch reifenden Nervensystems können sehr verschiedenartige körperliche, geistige und seelische Beeinträchtigungen, respektive Störungen entstehen welche durch den Tumor selbst und/oder die Behandlung bedingt sind. Dadurch ist eine langfristige Betreuung unerlässlich (Tallen & Yiallourous, 2008).

Die Gemeinsamkeit publizierter Forschungsberichte zur Thematik der Spätfolgen bei Hirntumorerkrankungen liegt darin, dass Langzeitfolgen durch eine Kombination der Faktoren Tumor und Therapie entstehen dürften. Unklar ist allerdings, welche Gewichtung den einzelnen Faktoren zuzuschreiben ist (Schröder, et al. 2008; Yiallourous & Tallen 2008; Gutjahr, 1987). Moore (2005) hebt in diesem Zusammenhang folgendes Problem hervor: Pädiatrische PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen werden multimodal behandelt (Operation, Strahlentherapie, Chemotherapie sowie Kombinationen davon), wodurch eine isolierte Betrachtung der Effekte der jeweiligen Methode nur schwer möglich ist.

Konrad, Gauggel und Jansen (1999) fassen in ihrer Übersicht die Ergebnisse verschiedener Studien zu Langzeitfolgen bei Tumoren des ZNS zusammen und weisen zu recht darauf hin, dass im deutschsprachigen Raum kaum Untersuchungen zu (neuro-)psychologischen Langzeitfolgen vorliegen. Unter Berufung auf Studien des angloamerikanischen Raumes wird ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung motorischer, neurokognitiver, sensorischer,

endokrinologischer sowie behavioraler Auffälligkeiten berichtet. Ein neuropsychologisches Profil, welches für ZNS-Tumoren charakteristisch sein könnte, wurde bis dato nicht nachgewiesen. Aufgrund der enormen Heterogenität der Krankheitsverläufe zwischen den verschiedenen Tumorgruppen, aber auch innerhalb derselben, ist es fraglich, ob ein derartiges Muster überhaupt identifiziert werden kann.

Einen deutlichen, nachgewiesenen Risikofaktor für die Entwicklung neurokognitiver Auffälligkeiten stellt die kraniospinale Strahlentherapie dar. Die Bestrahlung des gesamten Gehirns mit den hierfür erforderlichen Strahldosen kann zu Veränderungen des Zentralnervensystems und in weiterer Folge zu neuropsychologischen Beeinträchtigungen führen (Tallen & Yiallourous, 2008). Insbesondere bei jüngeren Kindern die eine Ganzkopfbestrahlung erhielten, zeigten sich neuropsychologische Leistungsabfälle besonders drastisch. In einzelnen, älteren Studien der späten 80er und 90er Jahre des 20. Jahrhunderts wurde gezeigt, dass es zu einem neurokognitiven Leistungsabfall von bis zu 30 IQ-Punkte kommen kann (Ellenberg et al., 1987; Packer et al. 1987; zitiert nach Konrad, Gauggell & Jansen, 1998, S. 155).

Konrad, Gauggel und Jansen (1998) untersuchten kognitive, affektive und psychosoziale Langzeitfolgen pädiatrischer PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen. Um chronische Aspekte zu erfassen, wurden in dieser Studie nur jene Kinder und Jugendliche berücksichtigt, deren Diagnosestellung mindestens ein Jahr zurücklag. In der Gesamtstichprobe stellten die Autoren bei 56% der betroffenen Kinder und Jugendlichen, welche aufgrund eines Hirntumors behandelt wurden deutlich unterdurchschnittliche Intelligenztestleistungen fest. Insbesondere stellte eine kognitive Verlangsamung für 68% der Kinder ein Problem dar, 50% zeigten mnestiche Beeinträchtigungen und bei 59% der betroffenen Kinder und Jugendlichen zeigten sich Defizite der Problemlösefähigkeit. Ein Vergleich zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Kindern zeigte, dass radiotherapeutisch behandelte Kinder doppelt so häufig unter mnesticen und Aufmerksamkeitsstörungen litten als Kinder, die keine Strahlentherapie durchlaufen hatten. Es scheinen vor allem die Faktoren Alter bei Diagnosestellung, Zeit, die seit der Diagnose vergangen ist, Strahlen-

therapie und Kombination von Strahlen- und Chemotherapie zu sein, die den kognitiven Outcome beeinflussen.

Auch der psychosoziale Bereich dürfte bei bestrahlten Kindern stärker betroffen zu sein als bei nicht- bestrahlten Kindern. So ist die selbst berichtete Lebenszufriedenheit bestrahlter Kinder auch über die Zeit hinweg geringer und die psychosoziale Belastung der Familie stärker ausgeprägt als bei nicht bestrahlten Kindern (Ribi et al. 2005; Konrad, Gaugell & Jansen 1998).

Konrad, Gauggel und Jansen (1998) konnten mit ihrer Studie deutlich auf-zeigen, dass kognitive Langzeitfolgen einer Hirntumorerkrankung auch mehrere Jahre nach der Behandlung zentrale neuropsychologische Funktionen einschließen. Als besonders auffällig beurteilen die Autoren die kognitive Verlangsamung und mnestischen Störungen der Kinder und Jugendlichen, welche häufig zu massiven Problemen in der schulischen Wiedereingliederung und damit der weiteren Schullaufbahn führen können. Als deutlichste medizinische Einflussfaktoren auf den neurokognitiven Outcome zeigten sich die Strahlen-therapie sowie Alter zu Beginn der Strahlentherapie. So besteht in den meisten Studien Einigkeit darüber, dass Ganzkopfbestrahlung in sehr jungen Jahren die deutlichsten Effekte auf neurokognitive Leistungen hat (Moore, 2005; Copeland et al., 1999; Mulhern, 1999; Konrad, Gaugell & Jansen, 1998).

Dass junges Alter einen deutlichen Zusammenhang mit neurokognitiven Leistungseinbußen hat, ist wenig verwunderlich. Das kindliche Gehirn durchläuft in der frühen Kindheit einen dynamischen Entwicklungsprozess, in dem die Volumina unterschiedlichen Hirngewebes zu-, aber auch abnehmen (vor allem der weißen und grauen Substanz). Indem nicht benötigte Zellverbindungen durch kontrollierten Zelltod absterben, wird das Gehirn zunehmend effizienter (Moore 2005). Nach Mulhern et al. (2001; zitiert nach Moore 2005; S. 54) scheint die kraniospinale Strahlentherapie bei sehr jungen Kindern zu einem gestörten Gleichgewicht der Entwicklung der grauen und weißen Hirnsubstanz zu führen, was in weiterer Folge für den graduellen Abfall neurokognitiver Leistungen bei jungen Kindern verantwortlich sein dürfte.

Copeland et al (1999) gehen davon aus, dass der Tumor selbst nicht zu signifikanten neurokognitiven Defiziten führt, sondern dass diese als Folge der Strahlentherapie zu tragen kommen.

Vergleiche zwischen Kindern, die eine Kombination aus Strahlen- und Chemotherapie erhielten, zeigen deutlich geringere Intelligenztestleistungen als Kinder, welche ausschließlich mit Zytostatika behandelt wurden. Kinder, die keine Strahlentherapie erhalten, erzielten durchschnittliche IQ- Werte, wohingegen Kinder, welche radiotherapeutisch behandelt wurden, in entsprechenden Tests Werte erzielten, welche im Schnitt mehr als eine Standardabweichung unter dem Durchschnitt lagen (Moore, 2005).

Neurokognitive Leistungseinbußen manifestieren sich oft erst Jahre nach Beendigung der kraniospinalen Strahlentherapie. Bei Kindern, welche ausschließlich mit Zytostatika behandelt werden, werden diese Einbußen kaum bis überhaupt nicht festgestellt, wodurch Langzeitfolgen der Strahlentherapie eine besondere Rolle zukommen dürfte. Damit dürften die Effekte der Strahlentherapie auf die neurokognitive Entwicklung progressiv sein und erst mit zeitlicher Verzögerung zum Tragen kommen (Moore, 2005). Auf den verzögert einsetzenden Effekt der Strahlentherapie verweisen auch Maddrey et al. (2005). In ihrer Studie zu Langzeitüberlebenden eines Medulloblastoms stellten die Autoren dauerhafte Beeinträchtigungen in weiten Bereichen neurokognitiver Funktionen, wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, visuell-räumliche Leistungen, motorische Funktionen, Sprache sowie exekutive Funktionen fest. Darüber hinaus war sowohl die selbst berichtete als auch die durch wichtige Bezugspersonen beurteilte Lebensqualität im Zeitverlauf deutlich herabgesetzt. Es wird erneut auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass kraniospinale Strahlentherapie aufgrund der weitreichenden neuropsychologischen und psychosozialen Langzeitfolgen, die diese vermutlich nach sich zieht, reduziert werden sollte.

Intellektuelle Leistungseinbußen sowie Einbrüche in der schulischen Laufbahn bei PatientInnen mit Medulloblastomen berichten Reeves et al. (2006) unter Verweis auf weitere angloamerikanische Studien, wobei auch hier geringes Behandlungsalter, vergangene Zeit seit Behandlung und Bestrahlungsdosis

signifikante Risikofaktoren für die Entwicklung neurokognitiver Defizite sein dürften.

Nagel et al. (2006) untersuchten anhand des California Verbal Learning Test-Children's Version (Delis, Kramer, Kaplan & Ober, 1994) verbale Gedächtnisleistungen bei Kindern, die wegen eines Medulloblastoms behandelt wurden. Auch Nagel et al. betonen den negativen Effekt kraniospinaler Bestrahlung auf neurokognitive Leistungen. In diesem Zusammenhang verweisen auch diese Autoren auf einen verminderten Intelligenzquotienten sowie den Einfluss von Faktoren wie Alter zum Zeitpunkt der Diagnosestellung/Behandlung und Bestrahlungsdosis auf kognitive Leistungseinbußen. Beeinträchtigungen bestimmter neuropsychologischer Leistungen, wie Wortflüssigkeit, verbales Gedächtnis, visuelle Wahrnehmung oder Feinmotorik scheinen einen deutlichen Zusammenhang zu der verabreichten Bestrahlungsdosis aufzuweisen. Demgegenüber berichten Reeves et al. (2006) zwar Einbußen im Bereich der Aufmerksamkeit, nicht aber in Bezug auf das visuelle Gedächtnis. Demnach leiden Langzeitüberlebende unter deutlichen Problemen der selektiven Aufmerksamkeit, verzögerten Reaktionsgeschwindigkeit und schlechten mentalen Flexibilität. Auch hier ist der Faktor Zeit, die seit der Strahlentherapie vergangen ist, mit neurokognitiven Defiziten assoziiert. Je länger die Zeitspanne zwischen Behandlungsende und Testung, desto stärker kommen kognitive Leistungseinbußen zum Tragen. Je geringer das Alter bei Diagnosestellung, desto höher scheint das Risiko kognitiver Beeinträchtigungen zu sein (Nagel et al.). Ribi und Kollegen (2005) bestätigen diese Ergebnisse. Auch ihre UntersuchungsteilnehmerInnen zeigten Defizite der Aufmerksamkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Lernfähigkeit, visuellen Aufmerksamkeit und sprachlichen Fertigkeiten. Neben den angesprochenen neurokognitiven Beeinträchtigungen treten auch gehäuft psychosoziale Beeinträchtigungen auf. Kinder, die aufgrund eines Medulloblastoms behandelt werden, weisen geringere Werte der selbst berichteten Lebensqualität und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität auf, zeigen gehäuft Verhaltensauffälligkeiten und haben deutlich weniger Freunde als gesunde Kinder (Ribi et al. 2005; Steinlein et al. 2003; Konrad, Gauggel & Jansen 1998).

Durch Mitbestrahlung der Hypophyse kann es häufig auch zu endokrinologischen Störungen kommen. Dadurch können die Produktion des Wachstumshormons, sowie jene der Sexualhormone, eingeschränkt sein oder ausbleiben. Daraus können Wachstums- und Entwicklungsstörungen resultieren, die sich in einer verzögerten oder ausbleibenden Pubertät bemerkbar machen können (Tallen & Yiallourous, 2008). In einer Studie von Ribí et al. (2005) benötigten 61% der PatientInnen, welche mit Chemo- und/oder Strahlen-therapie behandelt wurden, eine Hormonersatztherapie.

Nach Konrad, Gauggel und Jansen (1998) lässt sich kein charakteristisches, neuropsychologisches Profil in der Gruppe der an Hirntumoren erkrankten Kinder feststellen. Demgegenüber heben Bueno et al. (1998, zitiert nach Heubrock & Petermann 2000, S. 149) unter Verweis auf Studien des anglo-amerikanischen Raumes vor allem Störungen der nonverbalen Informationsverarbeitung, der visumotorischen Integration, der visuperzeptiven und der räumlich-konstruktiven Leistungen sowie Beeinträchtigungen des Problemlösens, der Aufmerksamkeit und der Konzentrationsfähigkeit hervor. Dieser Diskurs verdeutlicht, dass neuropsychologische Langzeitfolgen der Erkrankung uneinheitlich beurteilt werden. Somit lässt sich derzeit weder über verschiedene Tumorguppen hinweg noch innerhalb der Gruppe der Medulloblastome ein einheitliches neurokognitives Schädigungsprofil erkennen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die meisten Studien zu Langzeitfolgen der Behandlung pädiatrischer PatientInnen mit Medulloblastomen neurokognitive Leistungseinbußen bestätigen. Nahezu alle diese Studien sprechen von verminderten intellektuellen Leistungen (gemessen am Gesamt- IQ), Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen. Als deutliche Risikofaktoren für die Entwicklung derartiger Defizite werden einhellig kraniospinale Bestrahlung und junges Alter zu Therapiebeginn genannt. Des Weiteren manifestieren sich die Probleme meist progressiv im Verlauf der Entwicklung. Die Notwendigkeit einer detaillierten Betrachtung der kognitiven Leistungsfähigkeit soll im nachfolgenden Kapitel erläutert werden.

#### 4.4.2 Psychosoziale Beeinträchtigungen

Neben den berichteten neurokognitiven Langzeitfolgen treten im Zuge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms eine Reihe psychosozialer Beeinträchtigungen auf, die nicht nur die PatientInnen selbst sondern auch deren Angehörige betreffen. Die psychosozialen Belastungen mit denen sich die Familie eines an einem Hirntumor erkrankten Kindes konfrontiert sieht, sind nach Konrad et al. (2001) mit jenen anderer maligner Erkrankungen vergleichbar und damit nicht auf die Gruppe der Hirntumorerkrankungen beschränkt. In einer frühen Studie zu Langzeitfolgen von Hirntumorerkrankungen schenken Konrad et al. (1998) neben kognitiven auch affektiven und psychosozialen Langzeitfolgen besondere Beachtung. Die Autoren betonen die Wichtigkeit der Reintegration des Kindes oder Jugendlichen in den schulischen oder beruflichen Alltag. Drei Viertel der Kinder, die an der Studie von Konrad und Gauggel teilnahmen, konnten den Regelunterricht wieder aufnehmen. Für die übrigen Kinder wurde aufgrund kognitiver Defizite, insbesondere Aufmerksamkeits- und Gedächtnisschwierigkeiten, ein Schulwechsel notwendig.

In ihrer Übersicht betonen Konrad und Gauggel (2001), unter Verweis auf Studien des angloamerikanischen Raumes, dass Verhaltensauffälligkeiten bei in etwa 50% der kindlichen HirntumorpatientInnen auftreten. Die betroffenen Kinder schätzen ihre eigene Stimmung größtenteils als gut und wenig depressiv ein, wohingegen von Seiten der Eltern deutliche Verhaltensauffälligkeiten berichtet wurden. Ein Vergleich zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Kindern zeigte, dass erstere mit ihrem momentanen Leben deutlich unzufriedener waren als nicht bestrahlte Kinder. Eltern, deren Kinder einer Strahlentherapie unterzogen wurden, erleben eine deutlich stärkere familiäre Belastung als Eltern nicht bestrahlter Kinder. Strahlentherapie scheint damit nicht nur ein deutlicher Risikofaktor für das Auftreten neurokognitiver Beeinträchtigungen zu sein, sondern auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten verschiedenster Probleme im psychosozialen Bereich zu erhöhen.

Im Abschnitt zu kognitiven Langzeitfolgen wurden einige Studien genannt, welche eine Zunahme der Beeinträchtigungen im Zeitverlauf berichten. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei psychosozialen Beeinträchtigungen. Mit zunehmendem Abstand zum Zeitpunkt der Diagnosestellung nahm auch die Lebenszufriedenheit der PatientInnen ab (Konrad et al., 1998). Beeinträchtigungen der Quality of Life wurden in einer aktuelleren Studie von Ribí et al. (2005) berichtet. Insbesondere der Bereich der sozialen Kompetenz scheint bei betroffenen Kindern besonders beeinträchtigt zu sein. Im Besonderen berichteten betroffene Kinder weniger FreundInnen zu besitzen und litten unter sozialer Isolation. Im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe zeigten betroffene Kinder eine deutlich geringere selbstberichtete Lebensqualität und Lebenszufriedenheit.



## **5. Globalmaß Intelligenz vs. neurokognitive Leistungen**

### **5.1 Begriffsabgrenzungen**

Eine Diskussion über Intelligenz, Intelligenzquotient und Intelligenztests erfordert eine deutliche Begriffsabgrenzung.

Intelligenz wird in der vorliegenden Arbeit als komplexes Konstrukt verstanden, welches sich aus einer Vielzahl verschiedener geistiger Fähigkeiten zusammensetzt. Es umfasst die Fähigkeit, durch Erfahrung zu lernen, Zusammenhänge zu erkennen und Probleme zu lösen sowie neue Aufgaben zu bewältigen (Wörterbuch Psychologie, 2000). Im Rahmen der Messung von Intelligenz wird als eine dieser geistigen Fähigkeiten die Fähigkeit zu schlussfolgerndem Denken (reasoning) besonders hervorgehoben. Der Erfassung dieser Fähigkeit wird in nahezu allen Intelligenztestbatterien Rechnung getragen (Guthke, 2003).

Der Intelligenzquotient, wie er im Rahmen entsprechender Testbatterien ermittelt wird, stellt häufig ein „Durchschnittsmaß“ der Testwerte aller Subtests dar. Damit wird der Intelligenzquotient im Rahmen dieser Arbeit als summiertes Maß der globalen kognitiven Leistungsfähigkeit eines Menschen verstanden.

### **5.2 Forschungsansätze zur Messung von Intelligenz**

Der Begriff Intelligenzquotient ist wohl der bekannteste und vermutlich auch umstrittenste Testkennwert zur (Gesamt-)Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit eines Menschen. In der Regel stellt der Intelligenzquotient ein „Durchschnittsmaß“ dar, welches sich aus einer Vielzahl an (neuro-) kognitiven Teilleistungen zusammensetzt.

Binet und Simon entwickelten zwar den ersten Intelligenztest im heutigen Sinn, der Beginn von Individualtestungen der Intelligenz ist jedoch bei Wechslers Intelligenzskalen anzusiedeln (Guthke, 2003; Kubinger 1983). Der Begriff Intelligenzquotient geht jedoch ursprünglich auf William Stern zurück, der den IQ tatsächlich als Quotienten, nämlich als Verhältnis von Intelligenzalter und Lebensalter definierte. Binet prägte zwar den Begriff Intelligenzalter, verstand darunter jedoch „das Alter derjenigen Referenzpopulation, welche durchschnittlich denselben Testwert erreicht wie die betreffende Person“ (Kubinger, 2006, S. 66 und 67). Wechsler (1949) hingegen betrachtete den Intelligenzquotienten als Abweichungsmaß, welches die Stellung der Intelligenz einer untersuchten Person innerhalb ihrer Bezugspopulation beschreibt.

Im folgenden Teil der Arbeit wird ein historischer Überblick über die Anfänge der Messung von Intelligenz sowie verschiedene Intelligenzmodelle gegeben.

### **5.2.1 Intelligenzmodelle und Messung der Intelligenz- ein kurzer Überblick**

Testungen zu Denken und Wahrnehmung finden ihre Anfänge im frühen 19. Jahrhundert. Die Annahme einer allgemeinen, globalen mentalen Fähigkeit geht auf Sir Francis Galton (1886) zurück. Eine empirische Überprüfung dieses Ansatzes gelang Spearman. Er ging davon aus, dass die vielen unterschiedlichen Tests zur Erfassung kognitiver Leistungsfähigkeit, neben spezifischen Fähigkeiten, immer auch etwas Gemeinsames, eben einen Generalfaktor der Fähigkeit oder Intelligenz erfassen. Die unterschiedlichen Tests unterscheiden sich aber dahingehend, in welchem Ausmaß sie spezifische Fähigkeiten erfassen. Dabei gehen die meisten Vertreter des Mental-Speed-Ansatzes davon aus, dass interindividuelle Unterschiede des Generalfaktors Intelligenz durch Unterschiede in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit begründet sind (Neubauer, 1995).

Im Jahre 1905 entwickelten Alfred Binet und Théophile Simon eine Intelligenzskala, welche das Intelligenzalter ermittelte und davon ausging, dass sich Intelligenz mit dem Alter entwickelt. Wilhelm Stern prägte den Begriff

Intelligenzquotient, welchen er als das Verhältnis zwischen Intelligenz- und tatsächlichem Lebensalter definierte. In weiterer Folge schlug Wechsler (1949) den IQ als Abweichungsmaß vor, welches die kognitive Position einer Person in Relation zu ihrer Bezugsgruppe angibt. Alle Wechsler Intelligenzskalen basieren auf der Darstellung des IQ als summiertes Abweichungsmaß.

Thurstone entwickelte eine Testbatterie zur Erfassung primärer mentaler Fähigkeiten. Er unterteilte diese primären mentalen Fähigkeiten in die Faktoren verbales Verständnis, Wortflüssigkeit, numerische Flüssigkeit, räumliche Vorstellung, assoziatives Gedächtnis, Wahrnehmungsgeschwindigkeit sowie schlussfolgerndes Denken. Eine Faktorenanalyse über diese Komponenten führte zu den beiden Faktoren „verbal-educational“ und „spatial-mechanical“ (Vernon, 1950 zitiert nach Baron 2003, S. 109).

In den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts schlug R.B. Cattell ein weiteres Zwei-Faktoren-Modell, das der „fluid“ und „crystallized intelligence“, vor. Fluide oder flüssige Intelligenz meint die Fähigkeit, sich durch logisches Denken flexibel an neue Situationen und Probleme anzupassen, umfasst prozedurales Wissen und wird als grundlegende und angeborene kognitive Fähigkeit aufgefasst. Die flüssige Intelligenz umfasst vor allem angeborene Leistungsfähigkeiten, wie die scheinbar banale Fähigkeit, überhaupt Wissen erwerben zu können. Demgegenüber basiert kristalline Intelligenz auf erworbenem Wissen, damit auf Stimuli und Konzepten, die den Mitgliedern einer kulturellen Gruppe zugänglich sind sowie auf Faktenwissen. Tests zur Erfassung fluider Intelligenz erfassen streng genommen einen Generalfaktor der Intelligenz, wie ihn Spearman vorgeschlagen hat. Demnach sollten Tests zur Erfassung fluider Intelligenz kulturunabhängig sein (Baron, 2003; Neubauer, 1995).

Guilford (1956) ging von einer multidimensionalen Struktur der Intelligenz aus. Piaget schlug aus biologischer Perspektive eine Theorie der intellektuellen Entwicklung vor (Baron, 2003).

Gardner (1983) lehnte einen Generalfaktor der Intelligenz ab und schlug alternativ ein Modell der multiplen Intelligenzen vor, in dem Fähigkeiten, die in

herkömmlichen Intelligenztests kaum Berücksichtigung finden, Beachtung geschenkt wird.

Ein weiterer wichtiger Ansatz ist das Berliner-Intelligenz-Struktur-Modell (BIS) von Jäger (1982). Das BIS ist ein deskriptives, hierarchisch und bimodal strukturiertes Modell der Intelligenz, welches sich aus drei Inhaltskomponenten (verbal, numerisch und figural) sowie vier Operationen (Gedächtnis, Einfallsreichtum, Verarbeitungskapazität und Bearbeitungsgeschwindigkeit) zusammensetzt. Die Kombination der Inhalte und Operationen ergibt insgesamt zwölf intellektuelle Teilleistungen.

Kubinger (2006) betont die Problematik der Interpretation eines Gesamt-IQ Wertes im Bereich der Teilleistungsbeeinträchtigungen. Diese Kritik findet sich in der starken Orientierung herkömmlicher Intelligenztestbatterien am IQ begründet. Diese basieren in der Regel auf einem Kompensationsmodell, wodurch schlechte Leistungen in einem Untertest durch gute Leistungen in einem anderen Untertest kompensiert werden können. Als Alternative zum IQ schlägt er die (untere Grenze der) Intelligenzquantität als globales Maß der kognitiven Leistungsfähigkeit einer Person vor. Dieses Maß ist als intellektuelle Mindest-fähigkeit einer Person definiert. Im Zusammenhang mit Intelligenztestungen wird auf die Notwendigkeit von Profilinterpretationen im Rahmen einer förderungsorientierten Diagnostik verwiesen. Profilinterpretationen ermöglichen eine detaillierte Gegenüberstellung der Ergebnisse in mehreren Untertests, wodurch Leistungshochs und -tiefs identifiziert werden und förderungsorientierte Diagnostik kognitiver Leistungen ermöglicht wird (Herle, 2003). Dieser Ansatz findet insbesondere bei der Diagnostik von Teilleistungsstörungen seine Berechtigung. Da herkömmliche Intelligenztests, wie bereits dargestellt, auf einem Kompensationsmodell basieren, können Aussagen über wichtige Teilleistungen kaum oder nur unzureichend getroffen werden. Im Rahmen der neuropsychologischen Diagnostik in der pädiatrischen Neuroonkologie, wären jedoch Aussagen über kognitive Teilleistungsbereiche ausgesprochen wichtig, um PatientInnen mit Hirntumoren gezielt Interventionen anbieten zu können. Auf die Problematik der Intelligenzmessung im neuroonkologischen Bereich wird daher im Folgenden kurz eingegangen.

### **5.2.2 Zur Problematik der Darstellung des Gesamt- IQ bei an Hirntumoren erkrankten PatientInnen**

Die Auseinandersetzung mit neurokognitiven Funktionen von an einem Hirntumor erkrankten Kindern wirft die Frage auf, inwieweit eine Interpretation eines Gesamt- IQ Wertes, wie er eben besprochen wurde, überhaupt sinnvoll ist. Eine detaillierte Betrachtung einzelner neurokognitiver Leistungen scheint hier zielführender zu sein. Beachtet man, dass neurokognitive Fähigkeiten jene Aspekte des Denkens sind, welche eng mit der Funktionstüchtigkeit bestimmter Hirnareale, neuronaler Bahnen und kortikaler Netzwerke verbunden sind, ist ein grundlegendes Verständnis dieser Funktionen eine wesentliche Voraussetzung der Neuropsychologie. Betrachtet man vor diesem Hintergrund das kognitive Leistungsspektrum von Personen mit hirnologischen Beeinträchtigungen, so gewinnt die detaillierte Analyse neurokognitiver Leistungen zunehmend an Bedeutung. Interpretationen der Gesamtestleistung führen häufig zu einer Vernachlässigung wichtiger Teilleistungsbereiche, welche jedoch für eine kognitive Beurteilung der angesprochenen PatientInnengruppe notwendig wären.

In den frühen Jahren der pädiatrischen Neuropsychologie wurde noch davon ausgegangen, dass sich Kinder besser und schneller von neurologischen Läsionen erholen, je jünger sie sind (Baron, 2003). Die Ausführungen im Kapitel über neurokognitive Entwicklung untermauern, dass eigentlich das Gegenteil der Fall ist. Umso jünger Kinder zum Zeitpunkt hirnologischer Verletzungen sind, desto größer sind die Konsequenzen für neurokognitive Entwicklung und damit auch für den IQ (Spevack, 2007; Moore, 2005; Heubrock & Petermann, 2000). Ein wesentliches Ziel der pädiatrischen Neuropsychologie liegt daher in der Ermittlung des kognitiven Leistungsstandes nach hirnologischen Beeinträchtigungen. Im Wesentlichen ist festzustellen, ob das Kind wieder zu seinem prämorbidem Leistungsstand zurückkehren kann, und wenn nicht, in welchen neurokognitiven Bereichen Kompensationen möglich sind. Allerdings sieht man sich bei dieser Fragestellung mit einem grundlegenden Problem der

Untersuchung des kognitiven Leistungsstandes pädiatrischer PatientInnen mit Hirntumoren konfrontiert. Es liegen für diese PatientInnen kaum Daten zum prämorbidem Intelligenzniveau vor. Zum einen ist es kaum möglich, zeitlich exakt einzugrenzen, seit wann der Tumor existiert, zum anderen stellt sich die Frage, ob und inwieweit dieser bereits die neurokognitive Entwicklung des Kindes beeinträchtigt hat. Aufgrund der rasch erforderlichen medizinischen Interventionen ist auch eine präoperative Feststellung des IQ nur selten möglich (und häufig ebenso wenig sinnvoll). Dadurch fehlen wichtige Vergleichsmöglichkeiten, um den durch die Erkrankung und ihre Behandlung induzierten Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit realitätsgetreu abschätzen zu können (Baron, 2003). Wie jedoch im Kapitel zu Langzeitfolgen der Behandlung und Krankheit erläutert wurde, leiden pädiatrische PatientInnen mit Medulloblastom unter weitreichenden kognitiven Langzeitfolgen der Behandlung, welche eine gezielte Diagnose der betroffenen Bereiche erforderlich machen. Die meisten der angeführten Studien schenken dem IQ das größte Augenmerk. Ein Vorteil des IQ ist seine große Bekanntheit. Der Begriff ist den meisten Fachdisziplinen vertraut, wodurch eine breite Kommunikation über die verschiedenen relevanten Disziplinen hinweg möglich ist (ebd.).

Der IQ-Wert setzt die individuelle Leistung des Kindes in Relation zu seiner Bezugsgruppe, zumeist zu Kindern desselben Alters. Dies mag durchaus sinnvoll sein, um Vorhersagen für die weitere Schullaufbahn zu treffen, verfehlt aber bei PatientInnen mit Hirntumoren deutlich seinen Zweck. Dies ist darin begründet, dass der allgegenwärtige IQ-Wert, als Globalmaß für kognitive Leistungsfähigkeit, keine Schlussfolgerungen über Teilleistungen oder Aussagen über verschiedene neurokognitive Aspekte zulässt. Zur Erfassung des neuro-kognitiven Leistungsspektrums pädiatrischer PatientInnen mit hirnorganischen Läsionen stellt Baron (2003) deshalb eine detaillierte Erfassung neurokognitiver Leistungen deutlich vor Interpretationen eines Gesamt-IQ Wertes. Der Fokus liegt hierbei auf dem Einsatz neuropsychologischer Messinstrumente und Subtests bekannter Intelligenztestverfahren, um zu einem neurokognitiven Verständnis der Fähigkeiten eines Kindes, im Sinne der oben genannten Definition, zu gelangen.

Die Vorgabe von Intelligenztestbatterien in der neuroonkologischen Praxis kann durchaus sinnvoll sein, wird sie für einen ersten Informationsgewinn, für Hinweise auf weitere Schritte im psychologisch-diagnostischen Prozess eingesetzt oder aber, wenn für Schlussfolgerungen nicht das Globalmaß des IQ, sondern Profilinterpretationen als Beurteilungsgrundlage herangezogen werden. Da Intelligenztestbatterien aber nicht für klinische Zielgruppen entwickelt wurden, sind sie für die Diagnose neurokognitiver Defizite unzureichend sensibel und zu unspezifisch. Darüber hinaus liefern gängige Intelligenztests nur unzureichende Informationen über kognitive Stärken und Schwächen eines Kindes (Baron 2003).

Intelligenztests wurden auch nicht basierend auf funktionalen Aspekten des menschlichen Gehirns konstruiert oder validiert. Sie liefern lediglich Verdachtsmomente für beeinträchtigte Bereiche. Die neuropsychologische Analyse neurokognitiver Leistungen hingegen orientiert sich an den funktionalen Aspekten des kindlichen Gehirns und seiner Entwicklung. Dadurch ermöglicht sie eine viel differenzierte Darstellung wichtiger kognitiver Elemente, wie ein Kind Informationen wahrnimmt, integriert und auch ausdrückt. Das Wissen über normale und abnormale Hirnentwicklung ist die unbedingte Voraussetzung für die adäquate Wahl neuropsychologischer Testmaterialien (Spevack, 2007; Baron 2003).

Als weiteren großen Nachteil gängiger Intelligenztestbatterien hebt Baron (2003) deren Dauer hervor. Da bereits die Sinnhaftigkeit des Einsatzes herkömmlicher Intelligenztestbatterien im Rahmen neuropsychologischer Diagnostik hinterfragt wurde, ist auch die komplette Vorgabe derselben in Frage zu stellen.

Auch Petermann und Heubrock (2000) weisen darauf hin, dass Intelligenztests in der Kinderneuropsychologie kaum mit dem Ziel durchgeführt werden, einen Gesamt-IQ Wert zu ermitteln. Vielmehr dienen sie als Screening-Verfahren, um erste Informationen über kognitive Leistungseinbußen zu gewinnen.

Zusammenfassend erscheint es wichtig zu betonen, dass die Vorgabe von Intelligenztestbatterien in der neuroonkologischen Praxis nur dann sinnvoll ist,

wenn von der Interpretation eines Gesamtwertes Abstand genommen wird und als Beurteilungsgrundlage kognitiver Leistungen Profilinterpretationen entsprechender Tests herangezogen werden. Eine detaillierte Betrachtung neuro-kognitiver Leistungen pädiatrischer PatientInnen mit Hirntumoren gewinnt zunehmend an Bedeutung (Baron, 2003).

### **5.3 Begriffsdefinition des herangezogenen IQ-Konzepts**

Die Anfänge der „Messung“ von Intelligenz im Rahmen von Individualtestungen sind bei Wechslers Intelligenzskalen anzusiedeln. Wechsler orientierte sich bei der Konstruktion der Wechsler-Skalen an bekannten Testverfahren, wie den Army Alpha und Army Beta Tests, sowie dem Stanford Binet Test (Wallner, 1993).

Wechsler definierte Intelligenz als eine zusammengefasste Einheit verschiedener Teilfähigkeiten und nicht als eine einzige Fähigkeit (Wechsler, 1956). Dementsprechend ist unter Intelligenz „die zusammengesetzte oder globale Fähigkeit des Individuums, zweckvoll zu handeln, vernünftig zu denken und sich mit seiner Umgebung wirkungsvoll auseinanderzusetzen“ (Wechsler 1956, S. 13) zu verstehen. Wechsler bezeichnet diese Fähigkeit als global, weil sie „das Individuum als Ganzes charakterisiert und als zusammengesetzte, weil sie aus Fähigkeiten oder Elementen besteht“ (S. 13). Indem diese Fähigkeiten erfasst werden, gelangt man zu einer Beurteilung dieser globalen kognitiven Leistungsfähigkeit. Allerdings entspricht Intelligenz nicht der Summe der einzelnen Fähigkeiten. Vielmehr resultiert intelligentes Verhalten aus der Kombination der einzelnen Fähigkeiten. Wechsler betont, dass auch nicht intellektuelle Faktoren wie Anreiz oder Motivation am Zustandekommen intellektuellen Verhaltens verantwortlich sind. Intelligentes Verhalten entspricht damit nicht einer spezifischen Fähigkeit, wie dies beispielsweise Denkvermögen oder Sprachvermögen sind, sondern meint viel mehr die Art und Weise in der eine Person diese Fähigkeiten situationsangepasst einsetzen und kombinieren kann (Wechsler, 1956).

Versteht man Intelligenz im Sinne von Wechslers Intelligenzkonzept als übergeordnete Leistungsfähigkeit, welche sich aus vielen Teilaspekten zusammensetzt, so bedarf es eines Messinstrumentes mit facettenreichen Aufgabentypen, um jedem Kind die Möglichkeit zu bieten, intelligentes Verhalten seinen Fähigkeiten entsprechend zeigen zu können (Titze & Tewes, 1987, zitiert nach Wallner 1993, S. 27).

Wechsler versuchte mit der Entwicklung seiner Testbatterien diesem Anspruch zu genügen indem er eine Intelligenztestbatterie, welche auf zwei gleichwertigen Testteilen, dem Verbal- und dem Handlungsteil, basiert entwickelte. Zur Erfassung der spezifischen Fähigkeiten bestehen beide Testteile aus mehreren Untertests, welche letztlich in die Berechnung des Gesamtwertes einfließen. Insgesamt umfasst der Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder-Revision (HAWIK-R) elf Untertests, von denen sechs dem Verbal- und fünf dem Handlungsteil zuzuordnen sind. Jeder dieser Untertests besteht aus mehreren Aufgaben mit aufsteigender Schwierigkeit, die für alle Altersstufen gleich und relativ unabhängig voneinander sind (Tewes, 1985). Dadurch, dass Wechsler beide Testteile als gleichwertig verstand, entspricht das Maß für die Intelligenz einer gestesteten Person ihrer durchschnittlichen Leistung in den Untertests (Kubinger, 1983).

Wechsler betonte jedoch, dass kein Intelligenztest dazu in der Lage wäre, die gesamte Intelligenz zu messen. „Wir können lediglich von einer Intelligenzskala verlangen, hinreichende Teile der Intelligenz zu messen, damit wir sie als einigermaßen zuverlässigen Index der globalen Leistungsfähigkeit des Prüflings benutzen können“ (Wechsler, 1956, S. 22).

Wechsler lehnte Binets Konzept des Intelligenzalters als irreführend ab. Als Alternative führte er das Konzept des Abweichungs-Intelligenzquotienten ein, welcher die Leistung eines Kindes als die Abweichung vom Erwartungswert seiner Altersgruppe definiert (Tewes, 1985). Bei den Wechsler Testbatterien werden ein Gesamt-IQ als Maß für die Gesamttestleistung sowie ein Handlungs- und Verbal-IQ ermittelt. Dadurch dass die Standardabweichung über alle Altersgruppen hinweg konstant gehalten wird, gibt der IQ bei jeder

Messung die jeweils relative Position eines Kindes im Vergleich zu seiner Altersgruppe wieder (Tewes, 1985).

Wechsler's Testbatterien waren ursprünglich nicht für den neuropsychologischen Bereich konzipiert, kommen aber in der neuropsychologischen Diagnostik häufig zum Einsatz (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999). In diesem Bereich können Intelligenztests eine Orientierungshilfe für eine tiefer gehende, detaillierte neuropsychologische Diagnostik bieten (Baron, 2003).

### **5.3.1 Intelligenz und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit**

In der Darstellung der verschiedenen Intelligenzmodelle wurde bereits darauf hingewiesen, dass einige dieser Modelle auf der Annahme einer allgemeinen mentalen Fähigkeit, dem Generalfaktor  $g$  der Intelligenz, basieren. Einige dieser Modelle beruhen zudem auf einem Mental-Speed-Ansatz, welcher davon ausgeht, dass interindividuelle Unterschiede der psychometrischen Intelligenz, oder des Generalfaktors  $g$  der Intelligenz, durch Unterschiede in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verursacht sind. Die Wechsler Intelligenztestbatterien sind ein Beispiel für Testverfahren zur Erfassung psychometrischer Intelligenz, welche einerseits auf einem Generalfaktormodell der Intelligenz beruhen, andererseits auch den Mental-Speed-Ansatz verfolgen (Neubauer, 1995).

In diesem Zusammenhang kritisiert Kubinger (2006) „Speed-and-Power-Tests“ dahingehend, dass es kaum möglich ist die „Speed-“ und „Power-“ Komponente, also Geschwindigkeit und Leistung, in „fairer Weise ein-dimensional“ (S. 135) zu verrechnen. Demnach ist es nicht oder nur schwer möglich, die intendierte Eigenschaft unabhängig von der Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erfassen, weshalb Aussagen über spezifische kognitive Leistungen nicht mehr unabhängig von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit getroffen werden können. Im Rahmen von Gruppentestungen folgert Kubinger (2006), dass die Ursachen für schlechte Leistungen in einem

„Speed-and-Power“ Test nur schwer identifizierbar sind. Demnach können schlechte Leistungen durch eine reduzierte Geschwindigkeit und/oder mangelhafte Fähigkeiten begründet sein.

Einige Subtests der Wechslerintelligenztests sind unter Zeitdruck zu bewältigen. Im Kapitel zu Langzeitfolgen der Behandlung eines Medulloblastoms wurde allgemein auf kognitive Beeinträchtigungen, im Speziellen aber auch auf eine reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, hingewiesen. Studien zur kognitiven Leistungsfähigkeit dieser PatientInnengruppe basieren zumeist auf Intelligenztestbatterien, welche auf einem Generalfaktormodell beruhen und zudem deutliche „Speed“ Komponenten beinhalten. Die Ursachen für unterdurchschnittliche Leistungen in Untertests, welche neben der intendierten Eigenschaft auch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen, könnten daher nicht nur durch mangelnde kognitive Fähigkeiten sondern vor allem durch eine allgemeine kognitive Verlangsamung erklärt werden.

Interpretationen eines Gesamtestwertes, wie dem Gesamt-IQ der Wechsler-skalen, welcher vermutlich stark durch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit beeinflusst wird, könnten daher zu verzerrten Schlussfolgerungen über die allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit der betroffenen PatientInnengruppe führen.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit kann gezielt durch den Einsatz entsprechender Testverfahren erfasst werden. Beispiele für Verfahren zur Messung dieser kognitiven Fähigkeit wären der Trailmaking Test (TMT; Reitan 1992), welcher in den Halstead-Reitan Testbatterien für Kinder oder dem Delis-Kaplan-Executive-Functions-System (2001) enthalten ist oder aber auch der Zahlenverbindungstest (ZVT) von Oswald und Roth (1987). Die ersten beiden Verfahren werden im Abschnitt 6 der vorliegenden Arbeit näher behandelt.

### 5.3.2 Kleinhirn, neurokognitive Leistungen und Neuropsychologie

In Kapitel 2 wurde bereits auf die Beteiligung des Kleinhirns an kognitiven Vorgängen eingegangen. Dass die funktionelle Bedeutung des Kleinhirns weit über die Koordination motorischer Vorgänge hinausgehen dürfte, könnte durch verschiedene Aspekte erklärt werden. Zum einen überholte das Wachstum des Kleinhirns im Laufe der Evolution das Wachstum des Großhirns. Das Kleinhirn besitzt heute mehr Neuronen als das Großhirn. Die weitreichenden Faserverbindungen des Kleinhirns erreichen nicht nur den motorischen Kortex, sondern insgesamt 14 neokortikale Zentren (Höflechner, 2009). Darüber hinaus zeigten funktionelle Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren, dass es bei der Bearbeitung kognitiver Aufgaben auch zu einer Aktivierung des Kleinhirns kommt. Die Beteiligung des Kleinhirns an emotionalen und kognitiven Vorgängen sieht Trepel (2003) durch indirekte Faserverbindungen mit dem limbischen System, dem aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem sowie verschiedensten Verbindungen zu kortikalen Assoziationsfeldern des Großhirns begründet. Durch diese anatomischen Verbindungen scheint die Beteiligung des Kleinhirns an emotionalen und kognitiven Vorgängen erklärbar zu sein.

In Kapitel 3 wurden bereits Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung des Kleinhirntumors Medulloblastom thematisiert. Untersuchungen zu kognitiven Langzeitfolgen dieser PatientInnengruppe legen eine Beteiligung des Kleinhirns an neurokognitiven Leistungen nahe. Als Folge der Erkrankung und Behandlung des Tumors mittels kraniospinaler Strahlentherapie wurden vor allem Beeinträchtigungen in den Bereichen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis, visumotorische Koordination, Kurzzeitgedächtnis und räumliche Wahrnehmung beobachtet.

Die Identifikation beeinträchtigter kognitiver Bereiche, mittels psychologisch diagnostischer Leistungstests und neuropsychologischer Tests, ist eines der wesentlichen Ziele neuropsychologischer Diagnostik. Intelligenztestbatterien wie der HAWIK-III (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999) erfassen einzelne dieser kognitiven Leistungen. Wenn davon ausgegangen wird, dass das Klein-

hirn am Zustandekommen und/oder der Modulation der oben genannten grundlegenden kognitiven Fähigkeiten beteiligt ist, erscheint es wahrscheinlich, dass Testleistungen in entsprechenden Untertests des HAWIK-III (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999) Beeinträchtigungen in diesen Bereichen widerspiegeln.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit dürfte die Testleistung in all jenen Bereichen von Intelligenztestbatterien beeinflussen, bei denen kognitive Leistungen unter Zeitdruck zu erbringen sind. Hierzu zählt beispielsweise der Untertest „Zahlen-Symboltest“. Dieser erfasst neben Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit visumotorische Koordination sowie visuelles Kurzzeitgedächtnis. Damit werden durch diesen Untertest kognitive Bereiche erfasst, welche laut wissenschaftlichen Studien durch die Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms beeinträchtigt sein könnten. Die Theorie legt zudem nahe, dass es in Folge der Erkrankung zu Beeinträchtigungen in Bereichen der visuellen Wahrnehmung, visuellen Aufmerksamkeit sowie der visumotorischen Koordination kommt (siehe Kapitel 4). Über das Vestibulocerebellum erhält das Kleinhirn Informationen über Körperlage und Bewegung im Raum. Efferente Verbindungen zu den okulomotorischen Zentren der *Formatio reticularis* regeln fast alle Augenmuskelbewegungen. Geht man nun davon aus, dass das Kleinhirn am Zustandekommen visumotorischer Leistungen wesentlich beteiligt ist, welche im Rahmen neuropsychologischer Testungen abverlangt werden, so könnte daraus gefolgert werden, dass eben diese Leistungen in Folge von Kleinhirnläsionen wie Hirntumorerkrankungen beeinträchtigt sind. Der Untertest „Mosaiktest“ erfordert die Fähigkeit zum räumlichen Wahrnehmen sowie die Fähigkeit zur visumotorischen Koordination. Die Bereiche visumotorische Koordination und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit werden auch durch den neuropsychologischen Trailmaking Test (TMT; Reitan 1992) erfasst.

Zusammenfassend lässt sich daher vermuten, dass es im Zuge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms zu Beeinträchtigungen der eben besprochenen kognitiven Leistungsbereiche kommen kann. Da diese im Rahmen von psychologisch-diagnostischen Untersuchungen durch Intelligenztestbatterien beansprucht werden, ist es weiters nahe liegend, dass es in

entsprechenden Untertests zu Leistungseinbrüchen kommen kann und die Leistungen erkrankter Kinder unter jenen ihrer gesunden Referenzpopulation liegen.

## **6. Testverfahren zur Erfassung neurokognitiver Leistungen**

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Analyse einer Datenbank, welche unter anderem die Daten von drei verschiedenen Versionen des Hamburg-Wechsler Intelligenztests für Kinder (HAWIK-R, HAWIK-III und HAWIK-IV) sowie eine Erwachsenenversion (HAWIE-R) enthält. Da der HAWIK-III (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999) am häufigsten eingesetzt wurde, bezieht sich die folgende Kurzbeschreibung des Verfahrens auf diese Version.

Die einzelnen Versionen unterscheiden sich durch Itemanzahl der Untertests, teilweise wurden Untertests gestrichen und/oder neue hinzugefügt sowie Normstichproben aktualisiert. Für die Datenanalyse der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich jene Untertests herangezogen, welche in allen der genannten Testversionen vorkommen. Im empirischen Teil der Arbeit findet sich eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Versionen der Wechsler Intelligenzskalen im Rahmen tabellarischer Darstellungen (siehe Tabellen 6, 7 und 8).

### **6.1 Der Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder-III. Auflage**

Der Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder (HAWIK) stellt eine Intelligenztestbatterie zur Untersuchung der kognitiven Entwicklung von Kindern und Jugendlichen im Alter von 6;0 bis 16;11 Jahre dar und wird als Individualtest eingesetzt. Die Testbatterie wurde für Deutschland, Österreich und die Schweiz normiert und ist laut Manual für den Einsatz in der klinischen und pädagogischen Diagnostik geeignet (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999).

Wie bereits in Abschnitt 5.2 beschrieben, basiert Wechslers Intelligenzkonzept auf der Annahme, dass es sich bei Intelligenz nicht um eine globale Fähigkeit

handelt, sondern dass sich diese aus einer Vielzahl verschiedener Fähigkeiten zusammensetzt. Wechslers Testbatterie besteht nun aus einer Reihe verschiedener Untertests, die der Erfassung möglichst vieler dieser Fähigkeiten dienen sollen. Bis zu einem gewissen Grad werden alle diese Fähigkeiten von den kulturellen Gegebenheiten, in welchen das sich entwickelnde Kind aufwächst, beeinflusst und stehen mit intelligentem Verhalten in Verbindung. Hierbei erhebt kein einzelner Untertest den Anspruch, alleiniges Globalmaß für Intelligenz zu sein.

Mit insgesamt 13 Untertests, die der HAWIK-III umfasst, sollen möglichst viele dieser unterschiedlichen Fähigkeiten erfasst werden. Die einzelnen Fähigkeiten werden dabei entweder dem so genannten Verbalteil oder dem Handlungsteil zugeordnet. Als Maß für den kognitiven Entwicklungsstand werden der Gesamt-IQ, der Handlungs-IQ und der Verbal-IQ ermittelt (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999).

Eine detaillierte Beschreibung der ausgewählten Untertests der Wechsler Intelligenztestbatterie findet sich im empirischen Teil der Arbeit (siehe Kapitel 8).

## **6.2 Testverfahren zur Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit**

Es wurde bereits darauf eingegangen, dass Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit eine grundlegende kognitive Fähigkeit darstellt, welche eine wesentliche Voraussetzung für eine Vielzahl höherer kognitiver Leistungen sein dürfte. Eine Möglichkeit zur Erfassung dieser basalen kognitiven Leistung stellt das im Folgenden vorgestellte Testverfahren Trailmaking Test (TMT; Reitan 1992) dar.

### **6.2.1 Trailmaking Test (TMT) (Reitan, 1992)**

Der Trailmaking Test (TMT; Reitan 1992) wurde 1944 entwickelt und ursprünglich im Rahmen der Eignungstestung der US Army als Teil des „Army Individual Test“ eingesetzt (Reitan, 1971).

Heute ist der TMT Teil der „Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery“, einer neuropsychologischen Testbatterie zur Beurteilung von Funktionen des Nervensystems und Gehirns (Tombaugh, 2004). Es liegen Versionen für Personen ab 15 Jahren, für ältere Kinder (9 bis 14 Jahre) sowie für jüngere Kinder im Alter von fünf bis acht Jahren vor. Neuropsychologische Funktionen basieren auf der Fähigkeit von Gehirn und Nervensystem, Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten und zu interpretieren. Die Halstead-Reitan Testbatterie wurde auf Basis dieser funktionellen Aspekte von Gehirn und Nervensystem entwickelt und eignet sich daher insbesondere für den Einsatz im klinischen Kontext und damit auch für die Diagnose neurokognitiver Beeinträchtigungen nach Hirnverletzungen (Friedrich, 2009).

Halstead führte Studien an PatientInnen mit neurologischen Schädigungen durch und erkannte dabei die Notwendigkeit der differenzierten Auseinandersetzung mit Hirnfunktionen und deren Bedeutung für kognitive Leistungen. Halstead begann, eine Reihe an psychologischen Tests einzusetzen, welche zur Identifizierung verschiedener Typen hirnorganischer Läsionen sowie deren Schweregrad dienlich sein sollten. Die ursprüngliche Version der Testbatterie bestand aus 10 Tests. In weiterer Folge wurde die Testbatterie von Reitan überarbeitet, indem zusätzliche Tests inkludiert wurden (Friedrich, 2009).

Als neuropsychologisches Screeningverfahren dient der TMT der Erfassung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, visumotorischen Koordination und Flexibilität des Denkens. Trotz der von Fals-Stewart (1992) kritisierten mangelhaften Reliabilität des TMT wird dieser in der neuropsychologischen Diagnostik häufig eingesetzt. Eine genauere inhaltliche Beschreibung des TMT, welcher im Rahmen der Datenanalyse der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wurde, findet sich im empirischen Teil der Arbeit (siehe Kapitel 8).

### **6.2.2 Delis Kaplan Executive Function System (D-KEFS; Delis, Kaplan & Kramer, 2001)**

Neben der „Halstead-Reitan Testbattery“ findet der TMT als Subtest des „Delis Kaplan Executive Function System“ (D-KEFS) seine Berücksichtigung. Das D-KEFS dient der standardisierten Messung eines möglichst breiten Spektrums an verbalen wie nonverbalen exekutiven Funktionen bei Kindern und Erwachsenen im Alter von acht bis 89 Jahren. Das Verfahren setzt sich aus insgesamt neun voneinander unabhängigen Tests zusammen, welche neben Hemmung, Planungsfähigkeit, Problemlösung, Impulskontrolle, Konzepterstellung, abstraktem Denken und Kreativität auch Flexibilität im Denken sowie Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen. Die einzelnen Subtests zur Erfassung dieser Leistungen können auch unabhängig voneinander vorgegeben werden. Die meisten dieser Subtests zeichnen sich durch ein spielähnliches Format aus und vermeiden dabei „richtig-falsch-Rückmeldungen“, um Frustration und Entmutigung, welche durch negatives Feedback während der Testsituation verursacht werden können, zu vermeiden (Homack, Lee & Riccio, 2005).

Im Rahmen der D-KEFS umfasst der TMT in Summe fünf unterschiedliche Aufgaben, die im Wesentlichen ebenfalls der Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Flexibilität im Denken dienen. Auch hier besteht die Aufgabe der Testperson darin, eingekreiste Zahlen und/oder Buchstaben miteinander zu verbinden. Allerdings erlaubt die im Rahmen der D-KEFS eingesetzte Version des TMT eine differenziertere Betrachtung der genannten kognitiven Bereiche.

Ein wesentlicher testtheoretischer Vorteil der D-KEFS liegt darin, dass im Gegensatz zum TMT der Halstead-Reitan Testbattery standardisierte Testkennwerte für den Vergleich mit einer Normstichprobe vorliegen.





## II. EMPIRISCHER TEIL



## **7. Ausgangspunkt und Zielsetzungen der empirischen Arbeit**

Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wurde aufgezeigt, dass pädiatrische PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind, unter weitreichenden psychischen und neurokognitiven Beeinträchtigungen leiden. Einige Studien zur Thematik kognitiver Langzeitfolgen beurteilen die kognitive Leistungsfähigkeit der PatientInnen auf Basis von Intelligenztestbatterien und ziehen als Beurteilungsgrundlage das Globalmaß IQ heran (Van Heugten et al., 2006; Moore, 2005; Steinlin et al., 2003; Schatz, Kramer, Albin & Matthay, 2000; Copeland, 1999). Intelligenztestbatterien wurden, wie bereits in Abschnitt 5 erläutert, nicht für klinische Stichproben entwickelt, weshalb sie für eine differenzierte Beurteilung neurokognitiver Leistungen nur bedingt geeignet erscheinen. Manche der betroffenen Kinder zeigen durchaus durchschnittliche Gesamtestleistungen, detaillierte Analysen der Profilverläufe liefern jedoch Hinweise auf Defizite in einzelnen kognitiven Bereichen. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass Interpretationen eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der IQ darstellt, zu verzerrten Aussagen über die globale kognitive Leistungsfähigkeit der betroffenen PatientInnengruppe führen.

Die Diagnose eines Medulloblastoms stellt sowohl für das betroffene Kind als auch dessen Angehörige eine enorme Belastungssituation dar, welche nicht nur auf den Behandlungszeitraum beschränkt bleibt. Langzeitfolgen der Behandlung sind weit reichend und verlangen eine oft für lange Zeit anhaltende neuropsychologische Betreuung. Eine auf die speziellen Bedürfnisse dieser PatientInnengruppe zugeschnittene Therapie und Förderung erfordert, aus weiter oben genannten Gründen, eine detaillierte Analyse neurokognitiver Leistungen. Diese kann einerseits durch eine genaue Analyse der Subtestleistungen von Intelligenztestbatterien erfolgen, andererseits durch die Vorgabe spezieller neuropsychologischer Testverfahren zur Erfassung spezifischer neurokognitiver Leistungen realisiert werden.

Im Rahmen des empirischen Teils der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob Kinder, die an einem Medulloblastom erkrankt sind, Auffälligkeiten in einzelnen kognitiven Bereichen in Form von unterdurchschnittlichen Testleistungen zeigen. Des Weiteren soll überprüft werden, inwieweit kognitive Leistungen durch eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit beeinflusst werden. Indem Gesamtwerte der Intelligenztestbatterie der differenzierten Betrachtung neurokognitiver Leistungen gegenübergestellt werden, soll die Sinnhaftigkeit der Interpretation eines Globalmaßes der Intelligenz für die betroffene PatientInnengruppe in Frage gestellt werden.

Als Basis für die Realisierung dieser Zielsetzungen dient eine PatientInnen-datenbank, welche von der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien zur Verfügung gestellt wurde. Diese enthält vorrangig psychologisch-diagnostisch erhobene Daten pädiatrischer PatientInnen mit Medulloblastom, welche seit 1987 dokumentiert wurden.

Da die Wechslerintelligenzskalen seit Beginn der Datenbank wiederholt zur Anwendung gekommen sind, und demzufolge die meisten psychologisch-diagnostisch erhobenen Daten aus diesen Skalen stammen, werden daraus ausgewählte Untertests sowie Gesamtwerte für die weitere Datenanalyse herangezogen. Als spezifisch neuropsychologisches Testverfahren soll der TMT (Reitan; 1992) für die Datenanalyse Berücksichtigung finden.

Im folgenden Teil der Arbeit wird die Datenbank vorgestellt. Zunächst werden berücksichtigte Variablen beschrieben und auf die Problematik der Untersuchung dieser klinischen Stichprobe eingegangen. Darauf aufbauend werden Forschungsfragen sowie die geplante Untersuchungsmethodik zur Analyse der vorhandenen Daten präsentiert.

Abschließend wird auf die Relevanz jener psychologisch-diagnostischen Testverfahren näher eingegangen, welche zur Überprüfung der kognitiven Leistungsfähigkeit der PatientInnen und damit zur Beantwortung der Fragestellungen herangezogen wurden.

## **8. Datenbank**

Seit 1987 werden an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien pädiatrische PatientInnen mit Medulloblastomen fortlaufend mit (neuro-)psychologisch-diagnostischen Testverfahren untersucht und die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie medizinische Daten in einer Datenbank dokumentiert.

Für die vorliegende Untersuchung war eine sehr umfassende Aufbereitung und Neustrukturierung der vorhandenen Daten nötig, da die ursprüngliche Version aufgrund unstrukturierter Datensätze keine statistischen Analysen zugelassen hätte. Die folgende Darstellung der Datenbank bezieht sich auf die bereits umstrukturierte Datenbank.

### **8.1 Beschreibung der Datenbank**

Für die vorliegende Untersuchung werden PatientInnendaten berücksichtigt, welche zwischen 1987 und 2008 an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde erhoben und dokumentiert wurden. Bei allen dieser PatientInnen wurde ein Medulloblastom diagnostiziert.

Der nun folgende Teil der Arbeit dient der Beschreibung der Datenbank.

#### **8.1.1 Variablen**

Es folgt eine Beschreibung der für die vorliegende Arbeit relevanten Variablen um einen Überblick über die vorhandenen Daten zu geben.

### 8.1.1.1 demografische Variablen

Die Datenbank enthält folgende demografische Variablen.

- Die Variable „sex“ gibt das Geschlecht der Testperson an. Männliche Patienten wurden mit dem Wert „0“, weibliche Patientinnen mit dem Wert „1“ kodiert.
- Die Variable „geburtsdatum“ gibt das genaue Geburtsdatum der Testperson an.

Es wurden folgende Variablen gebildet, um das Alter der Testpersonen zu verschiedenen Testzeitpunkten beschreiben zu können.

- Die Variable „alter\_erstdiag“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der Erstdiagnose in Jahren und Monaten wieder. Diese Variable wurde aus der Differenz zwischen den Variablen „geburtsdatum“ und „erstdiag“ berechnet.
- Die Variable „alter\_verstorben“ gibt das Alter zum Zeitpunkt des Todes an und wurde aus der Differenz zwischen den Variablen „geburtsdatum“ und „todesdatum“ berechnet.
- Die Variable „alter\_rezidiv“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der Diagnose des ersten Rezidivs an und wurde aus der Differenz zwischen den Variablen „geburtsdatum“ und „rezidiv\_datum“ berechnet.
- Die Variable „alter\_post“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der postoperativen Untersuchung an und wurde aus der Differenz zwischen den Variablen „geburtsdatum“ und „testdatum\_post“ errechnet.
- Die Variable „alter\_post1“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung ein Jahr postoperativ an und wurde aus der Differenz zwischen den Variablen „geburtsdatum“ und „testdatum\_post1“ berechnet.
- Die Variable „alter\_post2“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung zwei Jahre postoperativ an und wurde aus den Variablen „geburtsdatum“ und „testdatum\_post2“ berechnet.

- Die Variable „alter\_post3“ gibt das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung drei Jahre postoperativ an und wurde aus den Variablen „geburtsdatum“ und „testdatum\_post3“ berechnet.

#### 8.1.1.2 Medizinische Daten

Unter medizinischen Daten werden all jene Daten zusammengefasst, welche aus Arztbriefen der PatientInnen entnommen wurden und in der Datenbank Berücksichtigung gefunden haben.

- Die Variable „altersgr“ gibt an, ob die Testperson zum Zeitpunkt der Erstdiagnose der Altersgruppe „unter drei Jahre alt“ angehört („1“) oder zu diesem Zeitpunkt älter als drei Jahre war („2“).
- Die Variable „erstdiag“ hält das Datum (Tag, Monat, Jahr) der Erstdiagnose fest.
- Die Variable „verstorben“ gibt an, ob der/ die PatientIn verstorben ist (kodiert mit „1“) oder nicht (kodiert mit „0“). Bei Fehlen entsprechender Arztbriefe wird der Wert „2“ zugeordnet.
- Die Variable „tod\_datum“ gibt das Datum (Tag, Monat und Jahr) des Todes an.
- Variable „rezidivpatient“ gibt an, ob das Kind ein Rezidiv hatte (kodiert mit „1“) oder nicht („0“). Bei Fehlen entsprechender Arztbriefe wird der Wert „2“ zugeordnet.
- Die Variable „rezidiv\_datum“ gibt das Diagnosedatum (Tag, Monat, Jahr) des ersten Rezidivs an.
- Variable „Behandlungsprotokoll“ gibt an, nach welchem Behandlungsplan der/die PatientIn behandelt wurde. Der Behandlungsplan richtet sich nach der jeweiligen HIT-Optimierungsstudie. In Abhängigkeit dieser sind unterschiedliche Behandlungsprotokolle zu realisieren, welche die Gabe

verschiedener, kombinierter Zytostatika und/oder Bestrahlungsdosen vorsehen.

### 8.1.1.3 Neuropsychologische Daten

Im Folgenden werden Variablen vorgestellt, welche sich auf die im Rahmen der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Testverfahren beziehen. Diese Testverfahren wurden nicht einmalig, sondern zu verschiedenen Testzeitpunkten vorgegeben, weshalb die Variablen durch die Abkürzung des jeweiligen Testzeitpunktes (post, post1, post2, post3) ergänzt werden (siehe unten).

#### Die Wechsler- Intelligenzskalen

Die Datenbank umfasst Daten aus dem „Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder-Revision“ (HAWIK-R; Tewes, 1983), dem „Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder-III“ (HAWIK-III; Tewes et al., 1999), dem „Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder- IV“ (HAWIK-IV; Petermann & Petermann, 2007) sowie dem „Hamburg- Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene, Revision“ (HAWIE-R; Tewes, 1991). Jede der eben genannten Versionen ist in der Datenbank enthalten. Die Abkürzung „hawikIII“ ist die Variablenbezeichnung für den HAWIK-III, „hawikR“ jene des HAWIK-R, „hawikIV“ jene des HAWIK-IV und „hawier“ jene des HAWIE-R.

Im Folgenden werden die Bezeichnungen der Variablen am Beispiel des HAWIK-III (Tewes et al., 1999) vorgestellt. Die Untertestbezeichnungen des HAWIK-R (Tewes, 1983) und HAWIE-R (Tewes, 1991) entsprechen jenen des HAWIK-III (Tewes et al., 1999), weshalb sie nicht gesondert angeführt werden. Die Untertests „Symbolsuche“ und „Labyrinth-Test“ finden ausschließlich im HAWIK-III (ebd.) Berücksichtigung.

Da sich der HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) in Bezug auf einige Untertestbezeichnungen von den übrigen Versionen unterscheidet, werden die entsprechenden Variablen im Anschluss an die Beschreibung der Variablen des HAWIK-III (Tewes et al., 1999) vorgestellt.

Es werden ausschließlich die Variablenbezeichnungen jener Testkennwerte beschrieben, für welche PatientInnendaten in die Datenbank eingetragen und für die weiteren Analysen berücksichtigt wurden.

Die numerischen Werte der Variablen entsprechen, sofern nicht anders angegeben, Wertpunkten.

- „hawikIII\_“: Gibt an ob der HAWIK-III zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt vorgegeben wurde („1“) oder nicht („0“).
- „hawikIII\_ges\_“: Gibt die erzielte Gesamtttestleistung als Wertpunktesumme an.
- „hawikIII\_gesiq\_“: Gibt die Gesamtttestleistung in IQ-Punkten an.
- „hawikIII\_verbal\_“: Gibt die Gesamtttestleistung des Verbalteils als Wertpunktesumme an.
- „hawikIII\_verbaliq\_“: Gibt den erzielten Verbal-IQ in IQ-Punkten an.
- „hawikIII\_handlung\_“: Gibt die Gesamtleistung des Handlungsteils als Wertpunktesumme an.
- „hawikIII\_handlungiq\_“: Gibt den erzielten Handlungs-IQ in IQ-Punkten an.
- „hawikIII\_bildererg\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Bilderergänzen“ an.
- „hawikIII\_allgwiss\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Allgemeines Wissen“ an.
- „hawikIII\_zahlsymb\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Zahlen-Symboltest“ an
- „hawikIII\_gemeins\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Gemeinsamkeiten Finden“ an.
- „hawikIII\_bildord\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Bilderordnen“ an.

- „hawikIII\_rechnen\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Rechnerisches Denken“ an.
- „hawikIII\_mosaik\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Mosaiktest“ an.
- „hawikIII\_wortschatz\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Wortschatztest“ an.
- „hawikIII\_figur\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Figurenlegen“ an.
- „hawikIII\_allgverst\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Allgemeines Verständnis“ an.
- „hawikIII\_symbol\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Symbolsuche“ (nur im HAWIK-III enthalten) an.
- „hawikIII\_zahlnachsp\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Zahlen-nachsprechen“ an.
- „hawikIII\_labyrinth\_“: Gibt die Leistungen im Zusatztest des HAWIK-III „Labyrinth-Test“ an.

Es folgen die Variablenbezeichnungen des HAWIK-IV.

- „hawikIV\_gesamt\_“: Gibt die erzielte Gesamttestleistung in Wertpunktsummen an.
- „hawikIV\_gesiq\_“: Gibt die Gesamttestleistung in IQ-Punkten an.
- „hawikIV\_sprachverst\_“: Gibt die Leistung im Index „Sprachverständnis“ in Wertpunktsummen an.
- „hawikIV\_sprachverstpr\_“: Gibt die Leistung im Index „Sprachverständnis“ Prozentrang (PR) an.
- „hawikIV\_log\_“: Gibt die Leistung im Index „Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken“ in Wertpunktesummen an.
- „hawikIV\_logpr\_“: Gibt die Leistung im Index „Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken“ in PR an.

- „hawikIV\_arbeitsged\_“: Gibt die Leistung im Index „Arbeitsgedächtnis“ in Wertpunktesummen an.
- „hawikIV\_arbeitsgedpr\_“: Gibt die Leistung im Index „Arbeitsgedächtnis“ in PR an.
- „hawikIV\_vergeschw\_“: Gibt die Leistung im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ in Wertpunktesummen an.
- „hawikIV\_vergeschwpr\_“: Gibt die Leistung im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ in PR an.
- „hawikIV\_mosaik\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Mosaiktest“ an.
- „hawikIV\_gemeins\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Gemeinsamkeiten Finden“ an.
- „hawikIV\_zahlnachsp\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Zahlen nachsprechen“ an.
- „hawikIV\_bildkonz\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Bildkonzepte“ an.
- „hawikIV\_zahlsymb\_“: Gibt die Leistung im Untertest „Zahlen-Symboltest“ an.
- „hawikIV\_wortschatz\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Wortschatztest“ an.
- „hawikIV\_buchzahl\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Buchstaben-Zahlen-Folgen“ an.
- „hawikIV\_matrizen\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Matrizentest“ an.
- „hawikIV\_allverst\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Allgemeines Verständnis“ an.
- „hawikIV\_symbol\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Symbolsuche“ an.
- „hawikIV\_bildererg\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Bilderergänzen“ an.
- „hawikIV\_durchst\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Durchstreichtest“ an.

- „hawikIV\_allgwiss\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Allgemeines Wissen“ an
- „hawikIV\_rechnen\_“: Gibt die Leistungen Im Untertest „Rechnerisches Denken“ an.
- „hawikIV\_begriffe\_“: Gibt die Leistungen im Untertest „Begriffe erkennen“ an.

### Der Trailmaking Test (TMT; Reitan, 1992)

Die Datenbank umfasst Daten aus dem Trailmaking Test. Die entsprechenden Variablenbezeichnungen lauten wie folgt.

- „trailm\_“ gibt an ob der Trailmaking Test zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt durchgeführt wurde.
- „trailm\_a\_“ gibt die Leistung in Form A (Zahlenverbindungstest) des TMT in Sekunden an.
- „trailcodea\_“: Gibt die kodierte Leistung in Form A des TMT an.
- „trailm\_b\_“: Gibt die Leistung in Form B (Zahlen-Buchstaben-Verbindungstest) des TMT in Sekunden an.
- „trailcodeb\_“: Gibt die kodierte Leistung in Form B des TMT an.

#### **8.1.2 Testzeitpunkte**

Mit den soeben beschriebenen Verfahren wurden Daten nicht einmalig, sondern zu den folgenden Testzeitpunkten erhoben:

- postoperativ (bis zu fünf Monaten nach der Operation),
- ein Jahr postoperativ,
- zwei Jahre postoperativ,

- drei Jahre postoperativ,
- vier bis zehn Jahre postoperativ.

In der ursprünglichen Version der Datenbank waren zudem die Testzeitpunkte „präoperativ“ sowie „mehr als zehn Jahre postoperativ“ enthalten, welche jedoch aufgrund der geringen Anzahl der Testungen oder aufgrund von Testungen mit anderen als den soeben beschriebenen Testverfahren nicht berücksichtigt wurden.

Die entsprechenden Variablenbezeichnungen lauten dementsprechend wie folgt.

- „postoperativ“: Gibt an, ob die postoperative Untersuchung durchgeführt wurde („1“) oder nicht („0“).
- „testdatum\_post“: Gibt das Datum der postoperativen Untersuchung an.
- „postoperative1“: Gibt an, ob eine Untersuchung ein Jahr nach der Operation durchgeführt wurde („1“) oder nicht („0“).
- „testdatum\_post1“: Gibt das Testdatum der Untersuchung ein Jahr nach der Operation an.
- „postoperative2“: Gibt an, ob eine Untersuchung zwei Jahre nach der Operation durchgeführt wurde („1“) oder nicht („0“).
- „testdatum\_post2“: Gibt das Testdatum der Untersuchung zwei Jahre nach der Operation an.
- „postoperativ3“: Gibt an, ob eine Untersuchung drei Jahre nach der Operation durchgeführt wurde („1“) oder nicht („0“).
- „testdatum\_post3“: Gibt das Testdatum der Untersuchung drei Jahre nach der Operation an.
- „postoperative\_4plus“: Gibt an, ob eine Untersuchung vier bis zehn Jahre postoperativ durchgeführt wurde oder nicht.
- „testdatum\_post4plus“: Gibt das Testdatum der Untersuchung vier bis zehn Jahre nach der Operation an.

Die soeben beschriebenen Variablen bilden die Grundlage für die nachfolgenden Analysen.

## **8.2 Einleitende Überlegungen zur Analyse klinischer Stichproben**

Statistische Untersuchungen in der Klinischen Forschung sehen sich mit einer Reihe verschiedener Probleme konfrontiert.

Wenngleich das Medulloblastom zwar zu den häufigsten Hirntumorerkrankungen des Kindes- und Jugendalters zählt, so weist dieser Tumor eine sehr geringe Prävalenzrate auf. Da die Anzahl erkrankter Kinder, gesamt gesehen, gering bleibt, sind auch die Stichprobenumfänge für klinische Untersuchungen dementsprechend gering, woraus sich verschiedene methodische Einschränkungen für die Datenanalyse ergeben. Die Analyse klinischer Stichproben sieht sich häufig mit diesem Problem konfrontiert (Bortz & Lienert, 2008). Bei sehr kleinen Stichproben kann die Normalverteilung der erhobenen Daten häufig nicht garantiert werden, weshalb auf verteilungsfreie Testverfahren zurückgegriffen werden muss. Verteilungsfreie Verfahren sind an weniger restriktive Voraussetzungen gebunden als parametrische Verfahren und daher der Datenanalyse sehr kleiner Stichproben dienlich. Allerdings besitzen verteilungsfreie Testverfahren den Nachteil einer geringeren Teststärke (Leonhart, 2009). Die Teststärke beschreibt einen im Rahmen der Hypothesentestung wichtigen Kennwert. Die Teststärke oder „Power“ ist die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Signifikanztest einen in der Population vorhandenen Unterschied tatsächlich erkennt (Leonhart, 2009; Bortz & Lienert, 2008). Diese Wahrscheinlichkeit wird zum einen durch die Stichprobengröße, zum anderen durch den jeweiligen Signifikanztest beeinflusst. Je größer der Stichprobenumfang und je mehr Voraussetzungen über die Verteilung der Werte getroffen werden, desto höher ist die Teststärke (Leonhart, 2009).

Nichtsdestotrotz ist eine statistische Aufbereitung und Analyse klinischer Daten unerlässlich, wenngleich sie sich mit einigen Problemen konfrontiert sieht. Nicht die Einfachheit der statistischen Analyse, sondern das Wohl der PatientInnen steht im Vordergrund. Aufgabe der in der klinischen Forschung tätigen PsychologInnen muss es daher sein, vorhandene Daten, wie lückenhaft sie auch sein mögen, bestmöglich aufzubereiten, um basierend auf daraus resultierenden Erkenntnissen einen wichtigen Beitrag zur Optimierung von Behandlungsplänen leisten zu können.

### **8.2.1 Probleme bei der vorliegenden Stichprobe**

Die Vorteile der vorhandenen „Längsschnittdaten“ könnten durch folgende Probleme der Analyse klinischer Stichproben relativiert werden. Die vorliegende Datenbank umfasst eine kleine Stichprobe ( $n=40$ ), welche für die Datenanalyse in den meisten Fällen die Anwendung verteilungsfreier und damit weniger test-starker Verfahren notwendig macht. Da die Testungen in einer sehr weiten Zeitspanne durchgeführt wurden, umfasst die Datenbank auch unterschiedliche Versionen von Testverfahren, wodurch sich der Vergleich von Testkennwerten, welche auf unterschiedlichen Normierungsstichproben basieren, problematisch gestalten könnte.

Um neuropsychologische Beeinträchtigungen auch im Zeitverlauf beurteilen zu können, sehen die HIT- Behandlungspläne, nach welchen auch auf der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des Allgemeinen Krankenhauses Wien vorgegangen wird, prinzipiell auch für den neuropsychologischen Bereich mehrere Testzeitpunkte vor. Im Fall der vorliegenden PatientInnen-gruppe wurde jedoch kaum ein Kind zu allen der vorgesehenen Testzeitpunkten untersucht. Primäre Gründe hierfür sind, dass der Allgemeinzustand der PatientInnen die Durchführung präoperativer Untersuchungen oft nicht zulässt, dieser spätere Untersuchungen erschwert oder verhindert, die Kinder aufgrund ihrer Muttersprache nicht mit den zur Verfügung stehenden Testverfahren getestet werden können oder aber dass die Kinder zu jung für die Durchführung

psychologisch-diagnostischer Untersuchung mittels Intelligenztestbatterien sind. Akute medizinische Symptome oder Langzeitfolgen, räumliche Distanz durch Umzug oder aber auch Tod eines/ einer PatientIn sind weitere Gründe für Lücken im zeitlichen Testverlauf. Darüber hinaus erfolgen psychologisch-diagnostische Testungen auf freiwilliger Basis. Es wäre denkbar, dass die Notwendigkeit dieser Untersuchungen von PatientInnen und deren Angehörigen immer noch nicht in ausreichendem Maß erkannt wird. Allerdings wird seit einigen Jahren systematisch daran gearbeitet, möglichst alle PatientInnen zu den vorgesehenen Zeitpunkten psychologisch-diagnostisch zu untersuchen.

Aufgrund dieser fehlenden Daten, bei ohnehin geringen Stichprobenumfängen, sind Probleme bei Messwiederholungsanalysen zu erwarten.

Es sei daher an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Beantwortung der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit nicht ausschließlich auf Basis signifikanter, respektive nicht signifikanter, Ergebnisse erfolgen kann. Vielmehr kommt im Fall der vorliegenden Arbeit der praktischen Relevanz, und somit der praktischen Bedeutsamkeit der Ergebnisse, eine wesentliche Bedeutung zu. Dies lässt sich dadurch begründen, dass die Signifikanz eines Zusammenhanges, Unterschiedes, respektive eines empirisch festgestellten Effekts, in hohem Maße vom Umfang der untersuchten Stichprobe abhängt. Je größer eine Stichprobe ist, desto eher kann ein Ergebnis signifikant ausfallen, muss jedoch nicht notwendigerweise auch praktisch bedeutsam sein. Untersuchungen mit kleinen Stichproben, wie dies bei der vorliegenden Arbeit der Fall ist, sehen sich wiederum mit dem Problem konfrontiert, dass aufgrund des geringen Stichprobenumfanges häufig kaum signifikante Ergebnisse vorliegen. Dem Begriff der praktischen Bedeutsamkeit kommt insbesondere bei der Untersuchung kleiner Stichproben eine wesentliche Bedeutung zu, denn ein statistisch nicht signifikantes Ergebnis kann für die kleine Gruppe durchaus praktisch bedeutsam sein (Bortz & Döring, 2006). Praktische Bedeutsamkeit meint hierbei, dass ein Ergebnis eben nicht nur hinsichtlich seiner statistischen Signifikanz beurteilt wird, sondern auch dahingehend, ob und inwieweit der experimentelle Effekt auch für die Praxis des untersuchten Gebietes relevant ist (Jacobs, 2003).

## 9. Fragestellungen

Folgende Fragestellungen sollen anhand der im vorigen Kapitel beschriebenen PatientInnendaten untersucht werden.

### 9.1 Fragestellung 1

Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wurde mehrfach die theoretisch begründete Vermutung vertreten, dass eine alleinige Betrachtung des Intelligenzquotienten für die Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit pädiatrischer PatientInnen unzureichend sein dürfte. Zudem wurde die Annahme vertreten, dass eine detaillierte Betrachtung einzelner neurokognitiver Leistungen unbedingt nötig wäre.

Das wesentliche Ziel der vorliegenden Arbeit liegt nun darin zu ergründen, inwieweit eine detaillierte Betrachtung einzelner neurokognitiver Leistungen für die Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit pädiatrischer PatientInnen mit Medulloblastomen der Betrachtung der Gesamttestleistung einer Intelligenztestbatterie überlegen ist.

Demzufolge stellt sich zunächst die Frage, ob die Gesamttestwerte der Wechslerintelligenztestbatterien (Gesamt-IQ, Handlungs-IQ sowie Verbal-IQ) erkrankter Kinder generell unterhalb des Populationsmittelwertes von gesunden Kindern liegen und ob dies auch auf die einzelnen erfassten kognitiven Bereiche zutrifft. Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wurde bereits darauf hingewiesen, dass PatientInnen unter anderem an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden. Aus diesen Gründen ist zu erwarten, dass sich Leistungsbeeinträchtigungen in all jenen Untertests zeigen, welche unter Zeitdruck zu bewältigen sind. Dies sind die Untertests des Handlungsteils sowie der Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil.

### **Fragestellung 1**

Weichen Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ sowie Leistungen in einzelnen Untertests der Wechslerintelligenzskalen bei pädiatrischen PatientInnen mit Medulloblastom signifikant und/oder praktisch bedeutsam vom Mittelwert der Normierungsstichprobe ab?

### **9.2 Fragestellung 2**

Alle Untertests des Handlungsteils sind unter Zeitdruck zu bewältigen und unterliegen damit neben der Leistungskomponente auch einer „Speed“-Komponente (siehe Kapitel 5). Im Gegensatz dazu trifft dies für den Verbalteil nur auf den Untertest „Rechnerisches Denken“ zu. Damit wird im Handlungsteil neben den intendierten Fähigkeiten eben auch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfasst. Theoretische Überlegungen führen zu der Annahme, dass es im Zuge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms zu einer Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit kommt. Diese grundlegende kognitive Fähigkeit stellt jedoch für die Bewältigung der Untertests des Handlungsteils und des Untertests „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil eine wesentliche Voraussetzung dar. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass sich die Leistungen des Verbalteils signifikant von jenen des Handlungsteils unterscheiden und in weiterer Folge ein Einfluss der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf die Gesamttestleistung angenommen wird.

### **Fragestellung 2**

Unterscheiden sich Verbal- und Handlungs-IQ der Wechsleralkalen bei an einem Medulloblastom erkrankten Kindern signifikant und/oder praktisch bedeutsam voneinander?

### 9.3 Fragestellung 3

Um zu überprüfen, ob tatsächlich Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit die kognitive Leistung in Intelligenztestbatterien beeinflusst, wird der neuropsychologische Trailmaking Test (TMT; Reitan, 1992) herangezogen, welcher neben visumotorischer Koordination und Flexibilität im Denken vor allem Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit als grundlegenden Aspekt kognitiver Leistungsfähigkeit erfasst. Einige Untertests der Wechslerkalen besitzen zum Teil dieselbe Messintention wie der TMT, indem sie wie dieser neben anderen kognitiven Bereichen visumotorische Koordination, Flexibilität im Denken und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen. Es sind insbesondere die Untertests des Handlungsteils, welche wie Form A des TMT Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen.

Da die theoretisch begründete Annahme vertreten wird, dass die Gesamtleistung in Intelligenztestbatterien vor allem durch eine reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verzerrt wird, wird erwartet, dass insbesondere zwischen Untertests des Handlungsteils der Wechslerkalen und Form A des TMT (Reitan, 1993) Zusammenhänge existieren.

#### Fragestellung 3

Zeigen sich signifikante und/oder praktisch bedeutsame Zusammenhänge zwischen den Gesamtestwerten, insbesondere jenen Untertests der Wechslerkalen, welche eine „Speed“-Komponente beinhalten, und Form A des TMT?

### 9.4 Fragestellung 4

Kognitive Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms scheinen nicht unmittelbar nach Beendigung der Behandlung

aufzutreten, sondern sich progressiv im Verlauf der Entwicklung zu manifestieren. Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit kann zwar keine Langzeitstudie im Sinne einer klassischen Messwiederholungsstudie durchgeführt werden, die Datenbank enthält jedoch psychologisch-diagnostisch erhobene Daten für unterschiedliche Testzeitpunkte im Krankheitsverlauf. Für die Analyse der Fragestellungen werden die Testzeitpunkte postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ, drei Jahre postoperativ sowie vier bis zehn Jahre postoperativ berücksichtigt (vgl. dazu Kapitel 8). Durch die Berücksichtigung mehrerer Untersuchungszeitpunkte kann überprüft werden, ob sich die Leistungen zwischen den unterschiedlichen Testzeitpunkten praktisch bedeutsam voneinander unterscheiden. Dadurch soll überprüft werden ob sich Leistungseinbrüche auch in dieser Stichprobe progressiv, im Lauf der Entwicklung zeigen.

#### **Fragestellung 4**

Zeigen sich zwischen den Testzeitpunkten signifikante und/oder praktisch bedeutsame Unterschiede der kognitiven Leistungsfähigkeit dahingehend, dass ein Leistungsabfall derselben im Zeitverlauf beobachtet werden kann?

## **10. Methode**

### **10.1 Untersuchungsinstrumente**

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden die im folgenden Teil der Arbeit beschriebenen Testverfahren herangezogen.

#### **10.1.1 Wechsler Intelligenzskalen**

Einen kurzen und übersichtlichen Überblick über die Geschichte der unterschiedlichen Versionen der Wechslerintelligenztests für Kinder bieten Petermann und Petermann (2007) im Manual des HAWIK-IV. So adaptierte der HAWIK (Hardesty & Priester, 1956) zunächst alle Untertests der „Wechsler-Bellevue Intelligence Scale“ für Kinder und erweiterte diesen um den Untertest „Labyrinth- Test“. Die jeweiligen Untertests wurden bereits in dieser Version entweder dem Handlungs- oder dem Verbalteil zugeordnet und es wurden bereits Verbal-, Handlungs- und Gesamt-IQ berechnet. Die Revision des HAWIK (Hardesty & Priester, 1956) führte zum HAWIK-R (Tewes, 1983), welcher alle Untertests beibehielt. Es wurde jedoch die Altersspanne von 6 bis 15 Jahre auf 6 bis 16 Jahre erweitert. Wie der Vorgänger werden auch hier Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ berechnet. Auch der HAWIK-III (Tewes et al., 1999) blieb den Untertests seiner Vorgänger treu, wurde aber durch den Untertest „Symbolsuche“ erweitert. Neben der Berechnung des Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ wurden vier zusätzliche Index- Werte eingeführt: „Sprachverständnis“, „Wahrnehmungsorganisation“, „Unablenkbarkeit“ und „Arbeitsgeschwindigkeit“. Im Rahmen der Entwicklung des HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) wurden eine Reihe an neuen Untertests entwickelt, die der Erfassung der Indizes „Sprachverständnis“, „Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken“, „Arbeitsgedächtnis“ und

„Verarbeitungs-geschwindigkeit“ dienen. Für die weitere Datenanalyse der vorliegenden Arbeit werden diese Index-Werte nicht berücksichtigt, da sie ausschließlich im HAWIK-IV gebildet werden.

Zur Beantwortung der Fragestellungen werden ausgewählte Untertests der unterschiedlichen Versionen der „Hamburg-Wechsler Intelligenztests für Kinder“ (Tewes, 1983; Tewes et al., 1999; Petermann & Petermann 2007) sowie des „Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene-Revision“ (HAWIE-R; Tewes, 1994) herangezogen (siehe Tabelle 4 und 5). Es wurden jene Untertests ausgewählt, welche in allen berücksichtigten Testversionen (mit Ausnahme des HAWIK-IV; siehe dazu weiter unten) enthalten waren. Tabellen 4 und 5 enthalten eine Beschreibung der ausgewählten Untertests, welche sich am Manual des HAWIK-R (Tewes, 1983) sowie des HAWIK-III (Tewes et al., 1999) orientiert. Neben dieser Darstellung umfassen Tabelle 4 und 5 Erläuterungen zu den gemessenen Fähigkeiten (vgl. Preusche & Leiss, 2003) sowie eine Beschreibung der Aufgaben, welche von den Testpersonen zu bewältigen sind.

Für die weiteren Analysen werden die Untertestleistungen sowie der Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ herangezogen. Die Untertestleistungen werden in Wertpunkten (WP) angegeben. Aus den Wertpunktsummen werden Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ berechnet.

**Tabelle 4: Auflistung und inhaltliche Beschreibung der für die Datenauswertung ausgewählten Untertests des Verbalteils der Wechslerintelligenzskalen nach Preusche und Leiss 2003**

<b>Untertest</b>	<b>Gemessene Fähigkeit</b>	<b>Aufgabenbeschreibung</b>
<b>Allgemeines Wissen</b>	Faktenwissen Langzeitgedächtnis für Faktenwissen	Testperson (Tp) soll Wissensfragen mündlich beantworten
<b>Allgemeines Verständnis</b>	Kenntnis sozialer Regeln und ihrer Bedeutung	Tp muss Fragen beantworten, welche sich auf die Lösung alltäglicher Probleme und das Verständnis sozialer Regeln und Konzepte beziehen
<b>Rechnerisches Denken</b>	Akustische Merkfähigkeit, Arbeitsgedächtnis, Fähigkeit zur Lösung einfacher Rechenaufgaben	Eine Reihe von Rechenaufgaben sind im Kopf zu lösen und mündlich zu beantworten
<b>Gemeinsamkeiten finden</b>	Verbales Schlussfolgern, Erkennen von Beziehungen	Tp wird mündlich nach dem Gemeinsamen zweier Objekte gefragt,

	zwischen Begriffen	welche sich auf den Alltag beziehen und soll Gemeinsamkeit nennen
<b>Wortschatztest</b>	Wortkenntnis, Umfang des Wortschatzes	Der Tp werden Wörter vorgelesen welche anschließend verbal definiert werden sollen
<b>Zahlennachsprechen</b>	Akustische Merkfähigkeit, Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit und Konzentration	Der Tp werden Ziffernfolgen vorgelesen, die sie entweder in derselben oder der entgegengesetzten Reihenfolge wiederholen muss

**Tabelle 5: : Auflistung und inhaltliche Beschreibung der für die Datenauswertung ausgewählten Untertests des Handlungsteils der Wechslerintelligenzskalen nach Preusche und Leiss 2003**

<b>Untertest</b>	<b>Gemessene Fähigkeit</b>	<b>Aufgabenstellung</b>
<b>Zahlen-Symboltest</b>	Visumotorische Koordination, Konzentration, Arbeitsgeschwindigkeit, visuelles Kurzzeitgedächtnis	Mit Hilfe eines Zuordnungsschlüssels zeichnet die Tp einfache Symbole, die je nach Alter mit einfachen, strukturierten Formen oder Ziffern gepaart sind, unter die entsprechenden Ziffern oder Formen am Protokollbogen
<b>Bilderergänzen</b>	Beobachtungsgenauigkeit, Fähigkeit zum Erkennen fehlender Details	Tp soll bei einer Serie von Abbildungen von Objekten oder Situationen des Lebensalltags ein wichtiges fehlendes Detail benennen
<b>Bilderordnen</b>	Schlussfolgerndes Denken, Erkennen von Reihenfolgen und Ursache- Wirkungs- zusammenhängen	Tp soll Bilder, welche in falscher Reihenfolge vorgegeben wurden, so anordnen, dass die Bildgeschichte Sinn ergibt
<b>Figurenlegen</b>	Erkennen von Beziehungen zwischen Teilen und einem Ganzen, Wiedererkennen vertrauter Objekte	Puzzleileile sollen zu einer sinnvollen Figur zusammengesetzt werden
<b>Mosaiktest</b>	Räumliche Wahrnehmung und visumotorische Koordination	Tp werden geometrische Muster vorgelegt, welche mithilfe von zweifarbigen Würfeln nachgebaut werden müssen

### Zusammenführung der Wechslerintelligenzskalen

Aus pragmatischen Gründen wurden für die nachfolgenden Analysen jene Untertests ausgewählt, welche in allen Versionen der Wechslerintelligenzskalen berücksichtigt wurden. Damit wurde das Gemeinsame der unterschiedlichen Versionen der Wechslerintelligenzskalen zusammengeführt. Dieser Schritt scheint aufgrund der geringen Stichprobengröße pro Testzeitpunkt und Testversion notwendig, da sich ansonsten Teilstichproben mit sehr geringen Stichprobenumfängen ergeben hätten.

Bei nachfolgender Analyse wird daher auf eine Aufgliederung der einzelnen Untertests in die unterschiedlichen Testversionen verzichtet.

Da sich die in den Tabellen 4 und 5 beschriebenen Untertests, mit Ausnahme des HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007), in allen vorgegebenen Versionen der Wechslerintelligenzskalen wiederfinden, werden diese Untertests für die Beantwortung der Fragestellungen herangezogen. Entscheidendes Kriterium für die Auswahl respektive Streichung eines Untertests, war das Vorhandensein desselben in den Versionen HAWIK-R (Tewes, 1983), HAWIK-III (Tewes et al., 1999) sowie HAWIE-R (Tewes, 1991).

Eine gesonderte Stellung nimmt der HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) ein. Dieser zeigt gegenüber seinen Vorgängern deutliche Veränderungen. Einige der in den Tabellen 4 und 5 beschriebenen Untertests wurden gestrichen, andere neu entwickelte hinzugenommen. Um dennoch PatientInnendaten, welche mit dieser, der aktuellsten Version der Wechslerintelligenzskalen, erhoben wurden, berücksichtigen zu können, werden nur jene Untertests des HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) in die Datenanalyse aufgenommen, welche bereits in den vorangegangenen Versionen der Wechslerintelligenzskalen enthalten waren (vgl. Tabelle 4 und 5).

Da Verbal- und Handlungs-IQ im Rahmen des HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) keine Berücksichtigung mehr finden, können diese Werte bei jenen Testpersonen, welche mit dieser Testversion getestet wurden, nicht in die Datenanalyse einfließen.

Tabelle 6 und 7 stellen die unterschiedlichen Versionen der Wechsler-Intelligenzskalen einander gegenüber. Anhand dieser Tabellen ist ersichtlich, inwieweit sich Untertests der unterschiedlichen Testversionen in Bezug auf Itemanzahl, erreichbare Punkteanzahl sowie der Vorgabe mit oder ohne Zeitdruck verändert haben.

**Tabelle 6: Unterschiede und Gemeinsamkeiten der unterschiedlichen Versionen der Wechsler Intelligenzskalen im Verbalteil**

<b>Untertest</b>	<b>HAWIK-R</b>	<b>HAWIK-III</b>	<b>HAWIK-IV</b>	<b>HAWIE-R</b>
<b>Allgemeines Wissen</b>				
Gesamtzahl der Items:	33	30	33	24
Max. Punktzahl/ Item	1	1	1	1
Zeitdruck	-	-	-	-
<b>Allgemeines Verständnis</b>				
Gesamtzahl der Items:	20	18	21	26
Max. Punktzahl/ Item	1	2	2	2
Zeitdruck	-	-	-	-
<b>Rechnerisches Denken</b>				
Gesamtzahl der Items:	29	24	31	14
Max. Punktzahl/ Item	1	2	1	2
Zeitdruck	ja	ja	ja	ja
<b>Gemeinsamkeiten Finden</b>				
Gesamtzahl der Items:	25	29	23	16
Max. Punktzahl/ Item	2	2	2	2
Zeitdruck	-	-	-	-
<b>Wortschatztest</b>				
Gesamtzahl der Items:	44	30	36	32
Max. Punktzahl/ Item	1	2	2	1
Zeitdruck	-	-	-	-
<b>Zahlennachsprechen</b>				
Gesamtzahl der Items:	14	15	16	28
Max. Punktzahl/ Item	2	2	2	2
Zeitdruck	-	-	-	-

**Tabelle 7: Unterschiede und Gemeinsamkeiten der unterschiedlichen Versionen der Wechsler Intelligenzskalen im Handlungsteil**

<b>Untertest</b>	<b>HAWIK-R</b>	<b>HAWIK-III</b>	<b>HAWIK-IV</b>	<b>HAWIE-R</b>
<b>Zahlen- Symboltest Symbole A (jüngere Kinder)</b>				
Gesamtzahl der Items:	45	59	59	93
Max. Punktzahl/ Item	1	1	1	1
Zeitdruck	ja	ja	ja	ja

<b>Zahlen- Symboltest</b>				
<b>Symbole B</b>				Im Rahmen des HAWIE-R wird nicht in Form A und B unterschieden
Gesamtzahl der Items:	93	119	119	
Max. Punktzahl/Item	1	1	1	
Zeitdruck	ja	ja	ja	
<b>Bilderergänzen</b>				
Gesamtzahl der Items:	33	29	38	17
Max. Punktzahl/Item	1	1	1	1
Zeitdruck	-	ja	-	ja
<b>Bilderordnen</b>				
Gesamtzahl der Items:	12	14	Kommt in dieser Version nicht vor	10
Max. Punktzahl/Item	5	5		2 resp. 4
Zeitdruck	ja	ja		ja
<b>Figurenlegen</b>				
Gesamtzahl der Items:	10	5	Kommt in dieser Version nicht vor	4
Max. Punktzahl/Item	2	10		8
Zeitdruck	ja	ja		ja
<b>Mosaiktest</b>				
Gesamtzahl der Items:	17	12	14	9
Max. Punktzahl/Item	7	7	7	2 resp. 4
Zeitdruck	ja	ja	ja	ja

Tabelle 8 gibt eine Auflistung all jener Untertests, welche aus oben genannten Gründen für die weitere Datenanalyse nicht berücksichtigt werden können. Neben der Bezeichnung des jeweiligen Untertests enthält diese Tabelle Informationen über die jeweils erfassten Fähigkeiten sowie die Angabe darüber, in welcher Testversion diese Untertests vorkommen.

**Tabelle 8: Auflistung der für die Datenanalyse nicht berücksichtigten Untertests und Indexwerte der Wechslerkalen**

<b>Untertest</b>	<b>Testversion</b>	<b>Gemessene Fähigkeit</b>
Symbolsuche	HAWIK-III; HAWIK-IV	Beobachtungsgenauigkeit und Konzentration, Verarbeitungsgeschwindigkeit; Speed-Test
Labyrinth Test	HAWIK-III	Planerisches Denken, visuelle Wahrnehmungsorganisation, visumotorische Koordination; Speed-Test
Begriffe erkennen	HAWIK-IV	fluides Denken, verbales Schlussfolgern, sprachliches Verständnis, verbale Abstraktion
Bildkonzepte	HAWIK-IV	fluides Denken, abstraktes kategoriales Denken
Matrizen Test	HAWIK-IV	fluides Denken, allgemeine Intelligenz
Buchstaben-Zahlen Folgen	HAWIK-IV	Arbeitsgedächtnis, mentale Rotation, Aufmerksamkeit, auditives Kurzzeitgedächtnis, Verarbeitungsgeschwindigkeit, visuell räumliches Vorstellungsvermögen
Durchstreich Test	HAWIK-IV	Verarbeitungsgeschwindigkeit, Wachsamkeit, visuelle selektive Aufmerksamkeit; „Speed“-Test
<b>Indexwerte</b>	<b>Testversion</b>	<b>Gemessene Fähigkeit</b>
Sprachverständnis	HAWIK-III; HAWIK-IV	Sprachliche Begriffsbildung, sprachliches Schlussfolgern, erworbenes Wissen
Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken	HAWIK-IV	Wahrnehmungsgebundenes und fluides Schlussfolgern, räumliches Vorstellungsvermögen, visumotorische Koordination
Arbeitsgedächtnis	HAWIK-IV	Aufmerksamkeit, Konzentration, mentale Kontrolle, Schlussfolgern
Verarbeitungsgeschwindigkeit	HAWIK-III HAWIK-IV	Kurzzeitgedächtnis, Aufmerksamkeit, visumotorische Koordination
Unablenkbarkeit	HAWIK-III	Auditives Kurzzeitgedächtnis, Konzentrationsfähigkeit, Ablenkbarkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben
Wahrnehmungsorganisation	HAWIK-III	Figur-Grundwahrnehmung, räumliche Orientierung, Konzentrationsfähigkeit

### 10.1.2 Trail Making Test (TMT; Reitan 1992)

Der Trail Making Test (TMT; Reitan, 1992) stellt, wie bereits in Kapitel 6 der vorliegenden Arbeit beschrieben, ein neuropsychologisches Screening-Verfahren zur Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, visumotorischer Koordination sowie Flexibilität im Denken dar.

Das Testverfahren besteht aus zwei Testteilen, Form A und Form B. In Form A werden dem Kind auf einem Blatt Papier 15 eingekreiste Zahlen dargeboten, welche der Reihe nach zu verbinden sind.

Aufgabenstellung der Form B sieht vor, dass abwechselnd Zahlen und Buchstaben zu verbinden sind (1-A-2-B, etc.). Das Kind wird dazu angehalten, möglichst schnell zu arbeiten und erhält den Hinweis, dass die Zeit gestoppt wird. Die gemessene Bearbeitungszeit wird gemeinsam mit der Anzahl der Fehler für die Beurteilung der Testleistung herangezogen.

Form A dient vorrangig der Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, während Form B vor allem Flexibilität im Denken sowie die Fähigkeit zur visumotorischen Koordination erfordert.

Der Vergleich mit der Normierungsstichprobe erfolgt beim TMT über ein Konfidenzintervall. Befindet sich die Bearbeitungszeit des Kindes innerhalb dieses Intervalls, so entspricht dies einer durchschnittlichen Leistung, liegt die Bearbeitungszeit darüber, so entspricht dies einer unterdurchschnittlichen Leistung, liegt sie darunter entspricht dies einem überdurchschnittlich schnellen Bearbeitungstempo. Da für die Interpretation der Leistungen lediglich ein Konfidenzintervall als Beurteilungsgrundlage dient, wurden die Werte der Testpersonen für die weitere Datenanalyse kodiert. Bearbeitungszeiten, welche im Durchschnittsbereich lagen, wurde der Wert „2“ zugeteilt, unterdurchschnittlich langsamen Kindern der Wert „1“ und überdurchschnittlich schnelle Kinder erhielten den Wert „3“. Für die meisten PatientInnen wurden sowohl Bearbeitungszeit als auch die kodierte Leistung protokolliert. Für einige wenige PatientInnen lag lediglich die in dieser Form kategorisierte Leistungsbeurteilung vor.

## **10.2 Statistische Auswertung**

Das folgende Kapitel widmet sich der statistischen Analyse der Datenbank und der Beantwortung der Fragestellungen.

Für die zur Beantwortung der Fragestellungen eingesetzten Verfahren wird ein Alpha-Fehler-Niveau von 5% angenommen. Bei multipler Anwendung von

statistischen Signifikanztests erfolgt eine Adjustierung des Alpha-Fehler-Niveaus nach Holm (siehe dazu Bortz, 2005, S.129).

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mittels der Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 15.0.

In Kapitel 10 wurde bereits ausführlich darauf eingegangen, dass das Gemeinsame der unterschiedlichen Versionen der Wechslerintelligenzskalen herausgefiltert und in einer „neuen“ Version zusammengeführt wird. Die Untertests dieser Version sind in der Datenbank durch die folgenden Variablen repräsentiert, welche für die Datenanalyse herangezogen werden.

- „wechsler\_post()“: Gibt an ob eine der Wechslerstufen durchgeführt wurde („1“) oder nicht („2“). Der Klammersymbol wird durch das Jahr des Untersuchungszeitpunktes ersetzt.
- „gesiq\_post()“: Gibt den Gesamt-IQ zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt an.
- „verbalig\_()“: Gibt den Verbal-IQ zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt an.
- „handlungsiq\_()“: Gibt den Handlungs-IQ zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt an.
- „allwiss\_()“: Gibt die Leistung im Untertest „Allgemeines Wissen“ in Wertpunkten (WP) an.
- „allverst\_()“: Gibt die Leistung im Untertest „Allgemeines Verständnis“ in WP an.
- „rechnen\_()“: Gibt die Leistung im Untertest „Rechnerisches Denken“ in WP an.
- „gemeins\_()“: Gibt die Leistung im Untertest „Gemeinsamkeiten finden“ in WP an.
- „wortschatz\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Wortschatz-Test“ in WP an.

- „zahlachsp\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Zahlennachsprechen“ in WP an.
- „zahlsymb\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Zahlen-Symbol-Test“ in WP an.
- „bildererg\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Bilderergänzen“ in WP an.
- „bildord\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Bilderordnen“ in WP an.
- „mosaik\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Mosaiktest“ in WP an.
- „figur\_()“: Gibt die Leistungen im Untertest „Figurenlegen“ in WP an.

### 10.2.1 Untersuchung von Fragestellung 1

Weichen Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ sowie Leistungen in einzelnen Untertests der Wechslerintelligenzskalen bei pädiatrischen PatientInnen mit Medulloblastom signifikant und/oder praktisch bedeutsam vom Mittelwert der Normierungsstichprobe ab?

Für die Beantwortung der Fragestellung werden nicht nur die summierten Gesamtwerte betrachtet, sondern diese einer detaillierten Untertestanalyse gegenübergestellt. Hierfür wird für jeden der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Untertests der Wechslerkalen geprüft, ob die Leistungen der klinischen Stichprobe signifikant unter den durchschnittlichen Leistungen der Referenzpopulation liegen. Besonderes Augenmerk liegt hierfür auf jenen Untertests der Wechslerintelligenzskalen, welche unter Zeitdruck zu bearbeiten sind. Dies sind mit den Untertests „Mosaik Test“, „Zahlen-Symbol Test“, „Bilderergänzen“, „Bilderordnen“ und „Figurenlegen“ in erster Linie Skalen des Handlungsteils. Aus dem Verbalteil ist es der Untertest „Rechnerisches Denken“, welcher unter Zeitdruck zu bearbeiten ist.

Aufgrund der eben genannten Ausführungen, erscheint für die Beantwortung der Fragestellung eine Unterscheidung in Untertests mit und solchen ohne Zeitbegrenzung wesentlich.

Für die methodische Analyse der Fragestellung wurden die unterschiedlichen Versionen der Wechslerintelligenzskalen basierend auf ihrer konzeptionellen Ähnlichkeit zu einer zusammengeführt. Da der Untertest „Bilderergänzen“ im HAWIK-R keine Zeitbegrenzung aufweist und sich damit grundlegend von dem Untertest „Bilderergänzen“ der übrigen Versionen unterscheidet, wird im Falle einer Testung mit dem HAWIK-R für diesen Untertest ein fehlender Wert eingetragen und daher für weiterführende Analysen nicht berücksichtigt.

Für die Überprüfung der Fragestellung sind t-Tests für eine Stichprobe vorgesehen. Zur Interpretation der Größe des Effektes wird Cohens Klassifikation von Effektstärken herangezogen. Auf die Beschreibung dieses Verfahrens und seiner Voraussetzungen wird in Kapitel 11 eingegangen.

### **10.2.2 Untersuchung von Fragestellung 2**

Unterscheiden sich Verbal- und Handlungs-IQ der Wechsleralkalen bei an einem Medulloblastom erkrankten Kindern signifikant und/oder praktisch bedeutsam voneinander?

Für die Beantwortung dieser Fragestellung sind bei Erfüllung der erforderlichen Voraussetzungen für jeden Testzeitpunkt t-Tests für abhängige Stichproben vorgesehen. Die Effektstärke, und damit die praktische Bedeutsamkeit der Ergebnisse, wird im Fall der Anwendung des t-Tests für abhängige Stichproben durch Cohens  $d$  ausgedrückt. Für die Interpretation der Größe des Effektes wird Cohens Klassifikation der Effektgrößen herangezogen (siehe dazu Kapitel 11).

Erfüllen die Verteilungseigenschaften der Daten nicht die Voraussetzungen, welche die Anwendung eines parametrischen Verfahrens erfordert, ist, zur Überprüfung der Fragestellung der Vorzeichen-Rang-Test von Wilcoxon

vorgesehen. In diesem Fall wird die Effektstärke auf Basis des resultierenden z-Wertes und der Anzahl der Beobachtungen als Korrelation  $\phi$  approximiert (Bühner & Ziegler, 2009).

### 10.2.3 Untersuchung von Fragestellung 3

Zeigen sich signifikante und/oder praktisch bedeutsame Zusammenhänge zwischen den Gesamtestwerten, insbesondere jenen Untertests der Wechslerkalen, welche eine „Speed“-Komponente beinhalten, und Form A des TMT?

Da Form A des TMT vor allem Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfasst, wird diese für die Beantwortung der Fragestellung herangezogen und mit den Untertestleistungen der Wechslerintelligenzskalen korreliert.

Für die geplanten Analysen werden die im TMT erzielten Leistungen mit dem Wert „1“ für unterdurchschnittlich langsame Bearbeitung kodiert, durchschnittlich schnelle Leistungen erhalten den Wert „2“ und überdurchschnittlich schnellen Leistungen wird der Wert „3“ zugeordnet. Da für einige wenige PatientInnen die konkrete Bearbeitungszeit nicht protokolliert wurde und lediglich angegeben wurde ob die Leistung unterdurchschnittlich, überdurchschnittlich oder durchschnittlich erschien diese Kategorisierung notwendig. Darüber hinaus variiert die als durchschnittlich definierte Bearbeitungszeit mit dem Alter, weshalb ein Vergleich der Bearbeitungszeiten von PatientInnen verschiedenen Alters nicht sinnvoll erscheint.

Um die Leistungen des TMT mit jenen in den Wechslerintelligenzskalen vergleichen zu können, werden die Gesamtestwerte sowie die Untertests des Handlungsteils der Wechslerintelligenzskalen ebenfalls in eine Rangskala gebracht. Es werden auch hier drei Gruppen gebildet, welche die Dimensionen unterdurchschnittlich, durchschnittlich und überdurchschnittlich widerspiegeln. Den Durchschnittsbereich der Wertpunkteskala bilden Wertpunkte zwischen 7

und 13. Fällt eine Untertestleistung in diesen Bereich, wird sie mit dem Wert „2“ kodiert, Wertpunkten darunter wird der Wert „1“ für eine unterdurchschnittliche Leistung und Wertpunkten darüber die Zahl „3“ für eine überdurchschnittliche Leistung zugeordnet. Der Durchschnittsbereich der IQ-Skala liegt zwischen 85 und 115 IQ Punkten. Die Kodierung der Gesamtestleistungen und somit jene des Gesamt-IQ, Verbal-IQ und Handlungs-IQ erfolgt analog dem Kodierungsschema der Untertestleistungen.

Da die Leistungen in beiden Testverfahren dadurch in eine Rangskala transformiert wurden, sind für die Beantwortung der Fragestellung Rangkorrelationen vorgesehen (siehe Kapitel 11).

#### **10.2.4 Untersuchung von Fragestellung 4**

Zeigen sich zwischen den Testzeitpunkten signifikante Unterschiede der kognitiven Leistungsfähigkeit dahingehend, dass ein Leistungsabfall derselben im Zeitverlauf beobachtet werden kann?

Da manche Kinder zu mehreren Testzeitpunkten getestet wurden, andere jedoch nicht, liegt für manche Personen Messwiederholung vor, für andere nicht. Da die vorliegende Stichprobe ohnehin sehr klein ist, würde eine Aufteilung der Gesamtstichprobe in PatientInnen mit und solchen ohne Messwiederholung die Personenanzahl erneut drastisch reduzieren, weshalb auf eine derartige Aufgliederung verzichtet werden muss. Da Varianzanalysen entweder für die Analyse mehrfach oder einmal gemessener Variablen angewendet werden, nicht jedoch beide Formen gleichzeitig berücksichtigt werden können, und zudem die Stichprobenumfänge für die Anwendung entsprechender parametrischer, respektive nonparametrischer, Verfahren zu gering wären, kann die Beantwortung der Fragestellung nicht mittels statistischer Testverfahren erfolgen. Stattdessen soll versucht werden, durch

deskriptive Analysen sowie grafische Darstellungen zumindest tendenzielle Aussagen zu treffen.

# 11. Ergebnisse

## 11.1 Beschreibung der Stichprobe

Nach Aufbereitung und Umstrukturierung der Daten befanden sich zunächst Datensätze von insgesamt 65 PatientInnen in der Datenbank, bei denen zwischen 1985 und 2008 ein Medulloblastom diagnostiziert wurde. Von diesen 65 PatientInnen sind 40% Mädchen und 60% Knaben. Von diesen 65 Kindern der Gesamtstichprobe sind 11 Kinder (16.9%) verstorben.

Leider mussten 25 Datensätze von den weiteren Analysen ausgeschlossen werden. Gründe hierfür waren, dass einige Kinder aufgrund ihrer Muttersprache, ihres Allgemeinzustandes oder ihres Alters keiner psychologisch-diagnostischen Untersuchung unterzogen werden konnten, diese Untersuchungen zu keinem der für die Analysen berücksichtigten Testzeitpunkte durchgeführt wurden oder dass aufgrund des geringen Alters der Kinder andere Verfahren als die Wechslerintelligenzskalen oder der TMT (Reitan, 1992) zur Anwendung kamen. Die Gesamtstichprobe setzt sich demnach aus 40 Kindern zusammen, bei welchen in einem Zeitraum zwischen 1991 und 2008 ein Medulloblastom diagnostiziert wurde. Sechs Kinder der Gesamtstichprobe sind an den Folgen der Erkrankung gestorben.

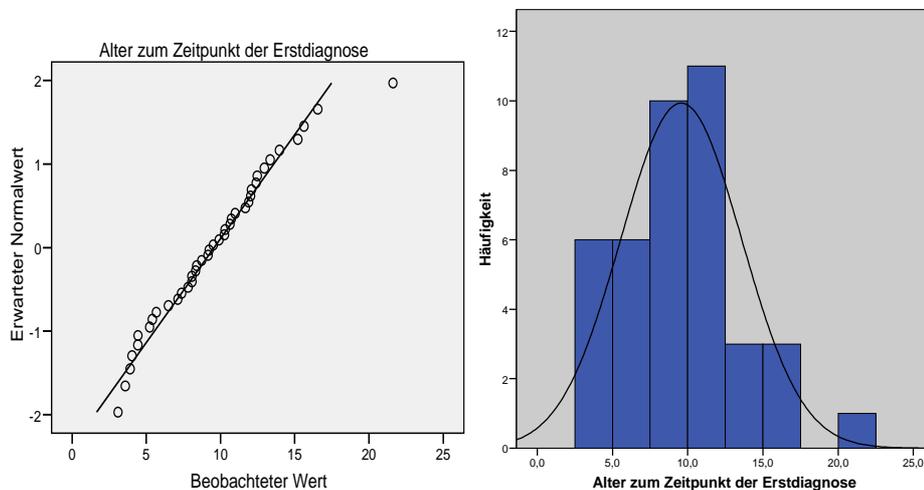
### 11.1.1 Gesamtstichprobe

Tabelle 9 fasst die deskriptiven Daten der Altersverteilung zum Zeitpunkt der Erstdiagnose zusammen. Das Alter der 40 Kinder zum Zeitpunkt der Erstdiagnose erstreckt sich von 3,1 bis 21,6 Jahre. Da der Maximalwert des Alters einen deutlichen Ausreißerwert darstellt, Schiefe und Kurtosis der Verteilung des Alters deutlich von einer symmetrischen Verteilung abweichen und zudem der Normalverteilungsplot sowie das Histogramm (siehe Abbildung 1) deutlich

gegen eine Normalverteilung des Alters sprechen, werden für die Beschreibung der Verteilung des Alters zum Zeitpunkt der Erstdiagnose Median (MD) und Quartilabstand (QA) herangezogen. Der Median des Alters liegt bei MD=9.37 Jahren mit einem Quartilabstand von QA=5.4. Siehe hierzu auch Tabelle 9.

**Tabelle 9 Deskriptive Statistik der Altersverteilung zum Zeitpunkt der Erstdiagnose für N=40**

Variable		Statistik	Standardfehler
Alter zum Zeitpunkt der Erstdiagnose	Mittelwert	9,569	,6346
	Median	9,375	
	Varianz	16,106	
	Standardabweichung	4,0133	
	Minimum	3,1	
	Maximum	21,6	
	Quartilabstand	5,4	
	Schiefe	,579	,374
	Kurtosis	,706	,733

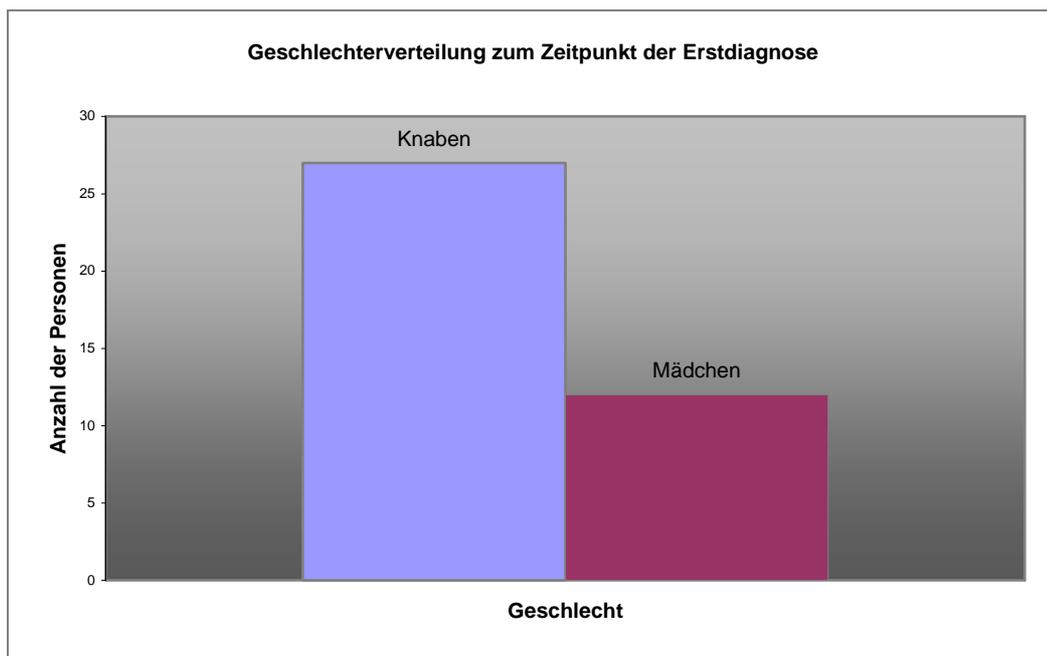


**Abbildung 1 Histogramm und Normalverteilungsdiagramm der Altersverteilung zum Zeitpunkt der Erstdiagnose**

Tabelle 10 sowie Abbildung 2 zeigen die Geschlechterverteilung in der Gesamtstichprobe. Diese setzt sich aus 13 Mädchen und 27 Knaben zusammen (siehe Abbildung 2).

**Tabelle 10 Geschlechterverteilung in der Gesamtstichprobe**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulierte Prozent
<b>Gültig</b>	<b>männlich</b>	27	67,5	67,5	67,5
	<b>weiblich</b>	13	32,5	23,5	100,0
<b>Total</b>		40	100,0	100,0	



**Abbildung 2 Geschlechterverteilung in der Gesamtstichprobe**

### 11.1.2 Testzeitpunkte

Für die Datenanalyse werden die folgenden fünf Untersuchungszeitpunkte berücksichtigt: postoperativ (bis vier Monate nach der Operation), ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ, drei Jahre postoperativ sowie vier bis zehn Jahre postoperativ. Aus den oben erwähnten Gründen konnten nicht alle Kinder zu allen genannten Testzeitpunkten einer psychologisch-diagnostischen Untersuchung unterzogen werden. Tabelle 11 dient der Darstellung der Stichprobenumfänge pro Testzeitpunkt sowie der Jahrgänge, welche durch die jeweiligen Untersuchungszeitpunkte abgedeckt wurden. Demnach wurden 39%

der Gesamtstichprobe einer postoperativen, psychologisch diagnostischen Untersuchung mittels TMT oder einer der Wechslerintelligenzbatterien unterzogen. Die entsprechenden Testungen fanden in einem Zeitraum zwischen den Jahren 1994 und 2008 statt. 41,5% der Gesamtstichprobe wurden ein Jahr nach der Operation in den Jahren 1995 bis 2007 einer psychologisch-diagnostischen Untersuchung unterzogen. Dem Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ sind 29,3% der PatientInnen zugeordnet, welche in den Jahren 1994 bis 2008 einer entsprechenden Untersuchung unterzogen wurden. 29,3% der Mädchen und Buben nahmen drei Jahre nach der Operation in einem Zeitraum von 1995 und 2008 an psychologisch-diagnostischen Untersuchungen teil. Letztlich wurden 29,3% der PatientInnen in einem Zeitraum von vier bis zehn Jahren zwischen 1996 und 2008 mit zumindest einem der genannten Verfahren psychologisch-diagnostisch untersucht.

**Tabelle 11 Beschreibung der Gesamtstichprobe pro Untersuchungszeitpunkt**

Untersuchungszeitpunkt	Stichprobenumfang	Prozentsatz	Zeitraum der Jahrgänge
<b>postoperativ</b>	16	39,0	1994 bis 2008
<b>1 Jahr postoperativ</b>	17	41,5	1995 bis 2007
<b>2 Jahre postoperativ</b>	12	29,3	1994 bis 2008
<b>3 Jahre postoperativ</b>	12	29,3	1995 bis 2008
<b>4 bis 10 Jahre postoperativ</b>	12	29,3	1995 bis 2008

Durch die Angabe der Jahreszahlen, in welchen psychologisch-diagnostische Untersuchungen stattgefunden haben, wird der breite Zeitraum, in welchem die zu analysierenden Testungen durchgeführt wurden, ersichtlich. Innerhalb dieser Zeiträume wurden die PatientInnen mit einer der Wechslerintelligenzskalen und/oder dem TMT psychologisch-diagnostisch untersucht.

## Altersverteilung zu den Testzeitpunkten

Tabelle 12 dient der deskriptiven Beschreibung der Altersverteilung der PatientInnen zu den verschiedenen Testzeitpunkten. Da die Werte von Schiefe und Kurtosis gegen eine Normalverteilung des Alters sprechen, wird auf den Median (Md) als Maß der zentralen Tendenz zurückgegriffen. Um die Streuung der Werte analysieren zu können, wird der Quartilabstand (QA) herangezogen. Dieser gibt jenen Bereich der Stichprobe an, in welchem sich die mittleren 50% der Personen befinden.

**Tabelle 12 Altersverteilung zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten**

Variablen		Statistik	Standardfehler
<b>Alter postoperative Untersuchung</b>	Mittelwert	11,033	,9154
	Median	10,310	
	Varianz	13,406	
	Standardabweichung	3,6615	
	Quartilabstand	3,8	
	Schiefe	1,643	,564
	Kurtosis	4,229	1,091
<b>Alter Untersuchung 1 Jahr postoperativ</b>	Mittelwert	11,458	,7461
	Median	10,984	
	Varianz	9,464	
	Standardabweichung	3,0763	
	Quartilabstand	4,3	
	Schiefe	,596	,550
	Kurtosis	-,251	1,063
<b>Alter Untersuchung 2 Jahre postoperativ</b>	Mittelwert	12,208	1,1831
	Median	12,716	
	Varianz	16,797	
	Standardabweichung	4,0984	
	Quartilabstand	7,1	
	Schiefe	-,085	,637
	Kurtosis	-1,011	1,232
<b>Alter Untersuchung 3 Jahre postoperativ</b>	Mittelwert	10,819	1,0484
	Median	10,558	
	Varianz	13,190	
	Standardabweichung	3,6318	
	Quartilabstand	6,0	
	Schiefe	,805	,637
	Kurtosis	,549	1,232
<b>Alter Untersuchung 4 bis 10 Jahre postoperativ</b>	Mittelwert	11,877	1,0966
	Median	11,704	
	Varianz	14,429	
	Standardabweichung	3,7986	
	Quartilabstand	7,8	
	Schiefe	,165	,637
	Kurtosis	-1,640	1,232

Zum Zeitpunkt der postoperativen Untersuchung beträgt der Median des Alters  $Md = 10.1$  Jahre, womit die Hälfte der PatientInnen zum Zeitpunkt der postoperativen Untersuchung jünger als 10,1 Jahre alt ist, die andere Hälfte älter. Die mittleren fünfzig Prozent der Personen streuen um diesen Wert mit einem Quartilabstand von  $QA = 3.8$  Jahre.

Ein Jahr nach der Operation beträgt der Median des Alters  $Md = 11$  Jahre bei einem Quartilabstand von  $QA = 4.3$  Jahre. Zum Zeitpunkt der psychologisch-diagnostischen Untersuchung zwei Jahre nach der Operation liegt der Median des Alters bei  $Md = 12.7$  Jahren bei einem Quartilabstand von  $QA = 7.1$  Jahren. Drei Jahre im Anschluss an die Operation beträgt der Median des Alters  $Md = 10.6$  Jahre und einen Quartilabstand von  $QA = 6$ . Zum Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre nach der Operation beträgt der Median des Alters  $Md = 11.7$  Jahre bei einem Quartilabstand  $QA = 7.8$  Jahre.

An der Betrachtung der Mediane zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten ist bereits zu erkennen, dass das Alter zu den unterschiedlichen Zeitpunkten nicht notwendigerweise ansteigt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Kinder keiner klassischen Messwiederholung unterzogen wurden, da nicht alle Kinder zu jedem der beschriebenen Untersuchungszeitpunkte einer (neuro-)psychologisch-diagnostischen Untersuchung unterzogen werden konnten.

### **11.2.3 Testverfahren**

Alle Kinder der Gesamtstichprobe wurden entweder mit einer der Wechslerintelligenztestbatterien oder mit dem Trail Making Test (Reitan, 1992) untersucht. Tabelle 13 gibt für jeden Testzeitpunkt eine Übersicht über die Häufigkeiten der Anwendung einer Wechslerskala, des TMT sowie der Anwendung beider Testverfahren zu einem Zeitpunkt. Anhand dieser Tabelle ist bereits ersichtlich, dass sehr wenige Kinder der Gesamtstichprobe innerhalb eines Testzeitpunktes mit beiden Testverfahren getestet wurden.

**Tabelle 13 Anwendungshäufigkeiten der Wechslerkalen und des TMT**

<b>Untersuchungszeitpunkt</b>	<b>Wechslerkala</b>	<b>TMT</b>	<b>Stichprobenumfang TMT und Wechsler</b>
<b>postoperativ</b>	16	8	8
<b>1 Jahr postoperativ</b>	14	12	9
<b>2 Jahre postoperativ</b>	8	8	4
<b>3 Jahre postoperativ</b>	11	7	6
<b>4 bis 10 Jahre postoperativ</b>	8	9	6



## 12. Darstellung der Ergebnisse

### 12.1 Vergleich der Stichprobe mit der Normierungsstichprobe

#### Fragestellung 1

Weichen Gesamt-, Verbal- und Handlungs- IQ sowie Leistungen in einzelnen Untertests der Wechslerintelligenzskalen bei pädiatrischen PatientInnen mit Medulloblastom signifikant und/oder praktisch bedeutsam vom Mittelwert der Normierungsstichprobe ab?

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Mittelwerte des Gesamt- Handlungs- und Verbal-IQ hinsichtlich ihrer Abweichungen vom Populationsmittelwert  $\mu=100$  geprüft werden. Da davon ausgegangen wird, dass es im Zuge der Erkrankung an einem Medulloblastom respektive der Behandlung desselben zu einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung kommt, wird erwartet, dass sich insbesondere die Werte des Handlungs-IQ signifikant vom IQ = 100, dem Mittelwert der Normierungsstichprobe, unterscheiden. Theoretisch begründet ist dies durch die Testkonzeption der Untertests des Handlungsteils: Diese sind unter Zeitdruck zu bewältigen und erfordern daher die Fähigkeit zur raschen Informationsverarbeitung. Demgegenüber werden für den Verbal-IQ weniger deutliche Abweichungen von IQ = 100 erwartet.

Bei dem Vergleich von Gesamt-IQ und Mittelwert der Normierungsstichprobe (IQ = 100) werden ebenfalls Abweichungen von diesem erwartet, da sich der Gesamtwert aus den Untertestleistungen des Verbal- und des Handlungsteils zusammensetzt, und vermutet wird, dass unterdurchschnittliche Ergebnisse im Handlungsteil der Wechslerintelligenzskalen den Gesamtwert verzerren könnten.

Die Untertestleistungen werden durch Wertepunkte (WP) registriert, wobei der Mittelwert der Normierungsstichprobe der Wertepunkteskala  $WP = 10$  beträgt. Demnach werden die einzelnen Untertestleistungen dem Mittelwert der Normierungsstichprobe  $WP = 10$  gegenübergestellt. Da wie eben ausgeführt wurde, angenommen wird, dass PatientInnen an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden, wird erwartet, dass sich diese Personen insbesondere in den Untertests des Handlungsteils sowie dem Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil von der Normierungsstichprobe unterscheiden.

Die Gesamtfragestellung wird in folgende Teilbereiche untergliedert:

- Gesamt-IQ über alle Testzeitpunkte,
- Verbal-IQ über alle Testzeitpunkte,
- Handlungs-IQ über alle Testzeitpunkte,
- Untertests des Verbalteils zu allen Testzeitpunkten und
- Untertests des Handlungsteils zu allen Testzeitpunkten.

Zur Beantwortung der Fragestellung wird die Gesamtstichprobe herangezogen. Es werden die Untersuchungszeitpunkte postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ sowie drei Jahre postoperativ herangezogen. Der Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre postoperativ wird aufgrund der geringen Stichprobengröße, die sich über diese weite Zeitspanne erstreckt, für nachfolgende Analysen nicht berücksichtigt,

Für jeden der fünf Testzeitpunkte werden der Gesamt-IQ, der Verbal-IQ und der Handlungs-IQ dem Testwert 100 gegenübergestellt und die Leistungen in den einzelnen Untertests des Handlungsteils und des Verbalteils mit dem Wert 10 verglichen. Für die jeweiligen Analysen werden jene Personen herangezogen, von denen entsprechende Daten vorliegen.

Zur Untersuchung der Unterschiede kommen t-Tests für eine Stichprobe zur Anwendung. Die Korrektur des Alpha-Fehlerniveaus erfolgt nach Holm. Diese wird jeweils getrennt für die fünf gewählten Teilbereiche (siehe oben) durchgeführt.

Die Effekte der Abweichungen werden in Einheiten der Standardabweichung (SD) der Population ausgedrückt. Für die IQ Skala wird die Standardabweichung  $SD=15$ , für die Wertpunktskala  $SD=3$  für die Berechnung der Effektgröße herangezogen.

### Beschreibung und Voraussetzungen der statistischen Verfahren

Der t-Test für eine Stichprobe vergleicht den Mittelwert einer Stichprobe mit einem bekannten Populationsmittelwert. Die Nullhypothese geht hierbei davon aus, dass sich der Mittelwert der Stichprobe nicht signifikant von der Konstante unterscheidet.

Als wesentliche Voraussetzung der Anwendung dieses Verfahren gilt das Intervallskalenniveau der untersuchten Variablen. Da die untersuchten Daten einem standardisierten Testverfahren entstammen, wird diese Voraussetzung als gegeben betrachtet. Des Weiteren sollten die Messwerte der Personen unabhängig voneinander sein, wovon im Fall der vorliegenden Stichprobe ebenfalls ausgegangen werden kann. Als parametrisches Verfahren setzt der t-Test zudem voraus, dass das interessierende Merkmal in der Stichprobe normalverteilt ist. Da jedoch verteilungsfreie Verfahren eine geringere Teststärke besitzen, wodurch die Wahrscheinlichkeit sinkt, einen in der Population bestehenden Effekt auch zu erkennen, wird eine Verletzung der Normalverteilungsannahme in Kauf genommen, um die Datenanalyse mittels parametrischer und somit teststarker Verfahren realisieren zu können.

Die Normalverteilungsannahme innerhalb der Stichprobe wird mittels Lilliefors-Test, einer Modifikation des Kolmogorov-Smirnov Tests und Saphiro-Wilk Tests überprüft. Da der Kolmogorov-Smirnov Test bei kleinen Stichproben praktisch nie signifikant wird, wird den Ergebnissen des Saphiro-Wilk Tests mehr Gewicht geschenkt. Dieser wird zudem für kleine Stichproben ( $N < 30$ ) empfohlen (Leonhart, 2009).

Für die Interpretation der Testergebnisse werden Lage und Streuungsmaße herangezogen. Liegt keine Normalverteilung der Kennwerte vor, so werden Median (Md) und Quartilabstand (QA) herangezogen.

Da bei multipler Anwendung eines statistischen Tests der Alphafehler, und damit die Wahrscheinlichkeit eine Nullhypothese fälschlicherweise zu verwerfen, ansteigt, ist bei mehrfacher Anwendung des t-Tests das Niveau des Alpha-Fehlers zu korrigieren. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit kommt hierfür die Adjustierung des Alpha-Fehlerniveaus nach Holm zur Anwendung. Für diese werden nach Berechnung der Mittelwertsvergleiche die Mittelwertsdifferenzen der Größe nach geordnet und zunächst die größte Differenz durch die Anzahl der Tests dividiert. Anschließend wird die nächst kleinere Differenz durch die Anzahl der Tests minus eins gebrochen, die nächste durch die Anzahl der Tests minus zwei usw. (siehe hierzu Leonhart, 2009).

Bei Interpretation aller Testergebnisse ist unbedingt der ausgesprochen geringe Stichprobenumfang zu betrachten.

Bereits in Kapitel 8 der vorliegenden Arbeit wurde auf die Wichtigkeit praktisch bedeutsamer Ergebnisse hingewiesen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen zwei Werten muss nicht notwendigerweise praktisch relevant sein, umgekehrt kann jedoch ein statistisch nicht signifikantes Ergebnis hohe praktische Relevanz aufweisen. Um ein Maß für die praktische Relevanz eines Ergebnisses zu erhalten ist die Berechnung einer Effektgröße notwendig. Die Berechnung der Effektstärke des Gruppenunterschieds erfolgt nach folgender Formel von Cohen (1988):

**Formel 1 Berechnung der Effektstärke ( $d_s$ ) nach Cohen (1988)**

$$d_s = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma}$$

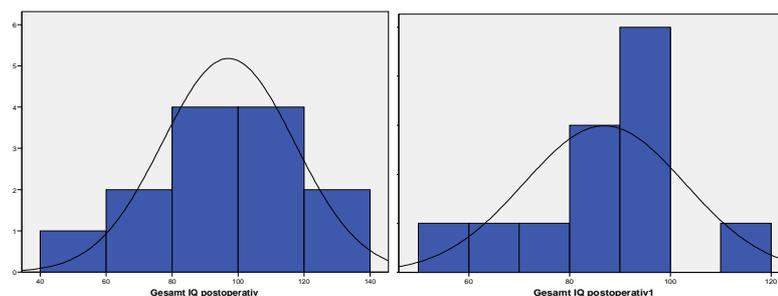
Für die Berechnung der Effektgröße wird die Mittelwertsdifferenz zwischen dem Stichprobenmittelwert und dem Mittelwert der IQ-Skala ( $\mu = 100$ ), respektive der Wertepunkteskala ( $\mu = 10$ ), herangezogen und an der Streuung der IQ-Skala

( $\sigma = 15$ ) bzw. jener der Wertepunkteskala ( $\sigma = 3$ ) relativiert. Effektstärken ab  $d = 0.50$  werden als mittlerer Effekt, ab  $d = 0.80$  als großer Effekt interpretiert.

### Überprüfung der Normalverteilung

Im Folgenden werden zur adäquaten Deskription der Gesamttestwerte sowie der Untertestleistungen die Verteilungseigenschaften derselben analysiert.

Die Betrachtung der Histogramme in Abbildung 3 sowie der Werte von Schiefe und Exzess der Verteilung (Tabelle 14) zeigt, dass die Verteilung der Gesamttestwerte deutlich von einer Normalverteilung abweichen. Die in blauer Farbe gehaltenen Histogramme zeigen die Verteilung des Gesamt-IQ beginnend mit dem Untersuchungszeitpunkt postoperativ, die violetten Histogramme stellen die Verteilung des Verbal-IQ beginnend mit dem postoperativen Zeitpunkt dar und die türkisen Histogramme repräsentieren die Verteilung des Handlungs-IQ beginnend mit dem Untersuchungszeitpunkt postoperativ. Anhand der Histogramme ist erkennbar, dass die Verteilungen der Gesamttestwerte deutlich von der Normalverteilung abweichen. Tabelle 18 diente der Darstellung von Schiefe und Exzess der Verteilungen. Symmetrische Verteilungen zeichnen sich dadurch aus, dass Schiefe und Exzess nahe dem Wert Null liegen. Da dies für keinen der Gesamttestwerte oder Untersuchungszeitpunkte gilt, spricht die Betrachtung der Werte gegen eine Normalverteilung. Aus diesen Gründen werden zur Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich ihrer Gesamttestleistungen der Median und der Quartilabstand herangezogen.



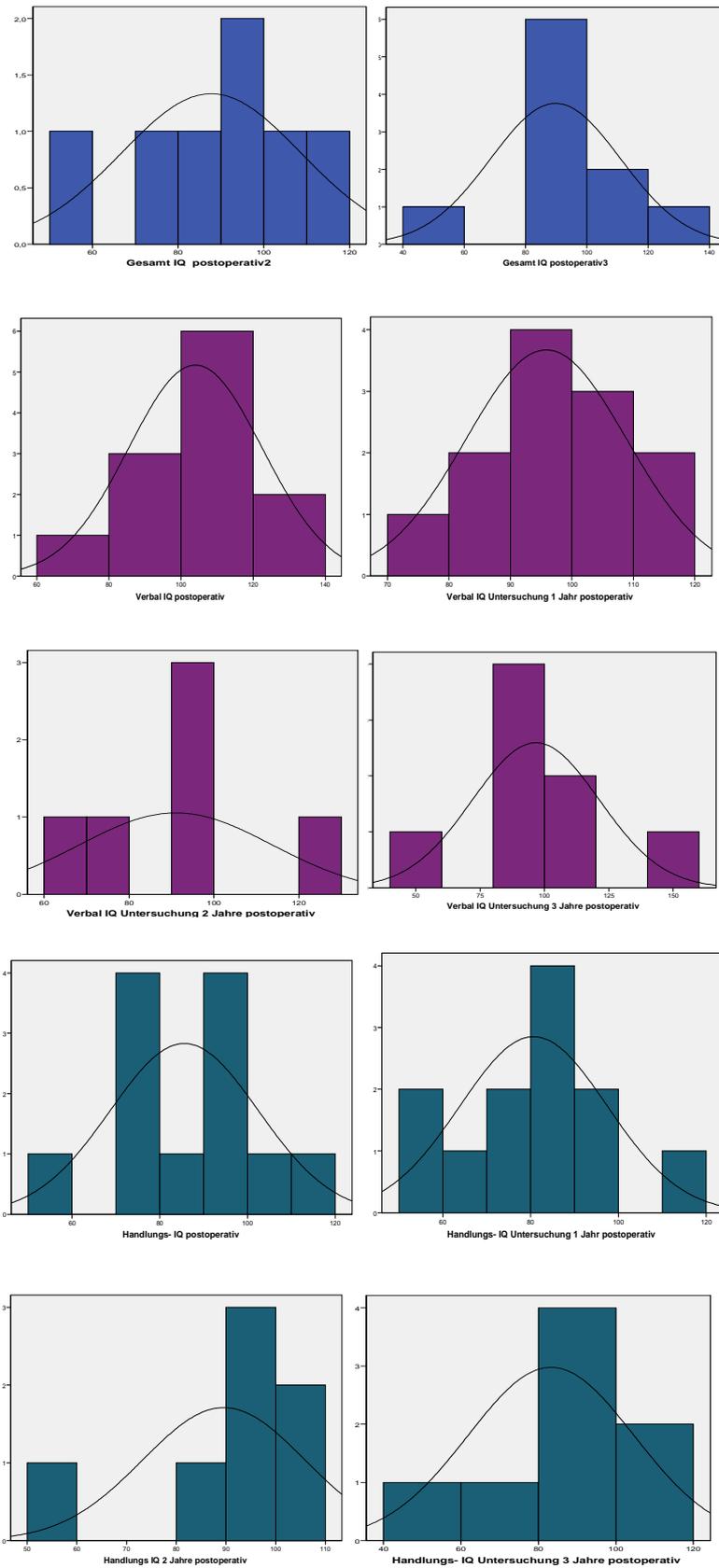


Abbildung 3 Verteilungen des Gesamttestwerte

**Tabelle 14 Schiefe und Kurtosis der Gesamtttestwerte**

Variablen		Schiefe		Kurtosis	
		Statistik	Standardfehler	Statistik	Standardfehler
<b>Gesamt-IQ</b>	Postoperativ	-,348	,616	,121	1,191
	1 Jahr postoperativ	,008	,637	,736	1,232
	2 Jahre postoperativ	-,213	,794	,883	1,587
	3 Jahre postoperativ	-,476	,687	2,975	1,334
<b>Verbal-IQ</b>	Postoperativ	,008	,637	,991	1,232
	1 Jahr postoperativ	-,174	,637	,790	1,232
	2 Jahre postoperativ	,195	,845	,404	1,741
	3 Jahre postoperativ	,063	,752	2,131	1,481
<b>Handlungs-IQ</b>	Postoperativ	-,027	,637	-,409	1,232
	1 Jahr postoperativ	,047	,637	,407	1,232
	2 Jahre postoperativ	-1,440	,794	2,797	1,587
	3 Jahre postoperativ	-,212	,752	,203	1,481

Bezüglich der Untertestleistungen wird auf eine grafische Aufbereitung der Verteilungen verzichtet. Stattdessen sollen die Werte von Schiefe und Kurtosis (siehe Tabelle 15) Aufschluss darüber geben, ob die Untertestleistungen normalverteilt sind oder nicht. Wie Tabelle 15 entnommen werden kann, weichen die Werte von Schiefe und Kurtosis der Untertestleistungen vom Wert null ab. Somit sind die Verteilungen nicht symmetrisch, und die Normalverteilung kann nicht angenommen werden. Werden in weiterer Folge Lage- und Streuungsmaße der Untertestleistungen angegeben, so werden anstatt des Mittelwertes und der Standardabweichung Median (Md) und Quartilabstand (QA) angegeben.

**Tabelle 15 Schiefe und Kurtosis der Untertestleistungen**

Variablen		Schiefe		Kurtosis	
		Statistik	Standardfehler	Statistik	Standardfehler
<b>Allgemeines Wissen</b>	Postoperativ	,220	,564	1,580	1,091
	1 Jahr postoperativ	,196	,616	-,534	1,191
	2 Jahre postoperativ	-,233	,752	-1,251	1,481
	3 Jahre postoperativ	,224	,661	1,473	1,279

<b>Allgemeines Verständnis</b>	Postoperativ	,164	,661	-,691	1,279
	1 Jahr postoperativ	-,374	,687	-,943	1,334
	2 Jahre postoperativ	-,199	,752	,227	1,481
	3 Jahre postoperativ	-,401	,794	-,780	1,587
<b>Rechnerisches Denken</b>	Postoperativ	,030	,580	-,420	1,121
	1 Jahr postoperativ	-,224	,616	,739	1,191
	2 Jahre postoperativ	-,587	,794	,527	1,587
	3 Jahre postoperativ	,294	,687	1,539	1,334
<b>Gemeinsamkeiten Finden</b>	Postoperativ	-,042	,597	-,552	1,154
	1 Jahr postoperativ	-,230	,616	-1,123	1,191
	2 Jahre postoperativ	-,886	,752	-,287	1,481
	3 Jahre postoperativ	-,325	,661	-,218	1,279
<b>Wortschatztest</b>	Postoperativ	-,084	,597	-1,464	1,154
	1 Jahr postoperativ	,770	,616	-1,123	1,191
	2 Jahre postoperativ	,775	,752	1,183	1,481
	3 Jahre postoperativ	-,581	,661	-,422	1,279
<b>Zahlennachsprechen</b>	Postoperativ	-,475	,580	-,896	1,121
	1 Jahr postoperativ	-,110	,616	-,820	1,191
	2 Jahre postoperativ	-,363	,794	-,736	1,587
	3 Jahre postoperativ	,053	,661	2,586	1,279
<b>Zahlensymboltest</b>	Postoperativ	-,751	,597	-,275	1,154
	1 Jahr postoperativ	,000	,637	,822	1,232
	2 Jahre postoperativ	-,477	,752	-,208	1,481
	3 Jahre postoperativ	,509	,661	3,548	1,279
<b>Bilderergänzen</b>	Postoperativ	-,824	,845	-,475	1,741
	1 Jahr postoperativ	,000	1,014	1,500	2,619
	3 Jahre postoperativ	-,676	1,014	-2,233	2,619
<b>Bilder ordnen</b>	Postoperativ	-,143	,580	,218	1,121
	1 Jahr postoperativ	,123	,587	-,418	1,154
	2 Jahre postoperativ	-,658	,794	1,483	1,587
	3 Jahre postoperativ	-,512	„717	,715	1,400
<b>Mosaiktest</b>	Postoperativ	-,287	,580	-,562	1,121
	1 Jahr postoperativ	,593	,616	-,514	1,191
	2 Jahre postoperativ	,300	,752	-,653	1,481
	3 Jahre postoperativ	1,057	,687	,723	1,334
<b>Figurenlegen</b>	Postoperativ	,011	,616	-1,712	1,191
	1 Jahr postoperativ	,734	,616	-,683	1,191
	2 Jahre postoperativ	-,570	,794	,547	1,587
	3 Jahre postoperativ	1,550	,752	2,224	1,481

## Ergebnisse der Vergleiche mit der Konstante

Die Tabellen 16, 18 und 20 geben eine Übersicht der Ergebnisse der Vergleiche der Gesamttestwerte mit dem Testwert 100 über die Testzeitpunkte hinweg. Die Tabellen 22 und 23 dienen der Darstellung der Vergleiche der einzelnen Untertestleistungen des Handlungs-, respektive des Verbalteils, mit dem Testwert 10. Die Tabellen enthalten neben der Prüfgröße das Signifikanzniveau sowie das nach Holm korrigierte Signifikanzniveau im Falle eines signifikanten Testergebnisses. Weiters ist auch die Effektstärke  $d$  angegeben. Signifikante Ergebnisse sind in der Darstellung rot markiert und große Effekte werden grün markiert. Tabelle 17, 19 und 21 geben zunächst einen Überblick über die Kennwerte der Verteilungen des Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ über alle Testzeitpunkte hinweg. Es werden Maße der zentralen Tendenz (Mittelwert und Median), entsprechende Streuungsmaße (Standardabweichung und Quartilabstand) so wie minimale wie maximale Testleistung angeführt. Wie Tabelle 16 entnommen werden kann unterscheiden sich die PatientInnen nur zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ signifikant vom Testwert 100. Hinsichtlich der praktischen Relevanz unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen zu allen Untersuchungszeitpunkten, mit Ausnahme des postoperativen, in hohem Maße von jenen der Normierungsstichprobe.

**Tabelle 16 Ergebnisse der Einstichproben t-Tests zur Überprüfung der Abweichung des Gesamt-IQ vom Populationsmittelwert ( $\mu=100$ ) und Effekte der Abweichungen in Einheiten der Standardabweichung ( $\sigma=15$ )**

Variablen	t	df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertsdifferenz	Alpha korrigiert	Effektstärke (d)
Gesamt IQ postoperativ	-0,526	11	,608	-2,923		-0.19
Gesamt IQ 1 Jahr postoperativ	-2,829	11	<b>.016</b>	-13,083	0,012	<b>-0,87</b>
Gesamt IQ 2 Jahre postoperativ	-1,552	6	,172	-12,286	0,017	<b>-0,82</b>
Gesamt IQ 3 Jahre postoperativ	-1,519	9	,163	-10,200	0,025	<b>-0,68</b>

**Tabelle 17 Lage- und Streuungsmaße des Gesamt-IQ**

	Postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Gesamt- IQ</b>				
Mittelwert	97,08	86,92	87,71	89,80
Median	98,00	89,50	91,00	87,50
Standardabweichung	20,027	16,020	20,942	21,233
Minimum	56	58	53	44
Maximum	129	119	120	129
Quartilabstand	32	21	25	17

Nach der Adjustierung des Alpha-Fehlers nach Holm wird das Signifikanzniveau zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ von  $p < 0.05$  auf  $p < 0.012$  korrigiert. Damit unterscheidet sich der Gesamt-IQ der PatientInnen (Md = 89.50, QA = 21) nicht signifikant vom Testwert 100,  $t(11) = -2.829$ ,  $p = .016$ ,  $d = -0.87$ . Trotz des nicht signifikanten Ergebnisses kann der Unterschied nach der Klassifikation nach Cohen als sehr großer Effekt interpretiert werden. Die Ergebnisse der übrigen Analysen sind zwar nicht signifikant, es zeigen sich dennoch für die Testzeitpunkte zwei Jahre postoperativ und drei Jahre postoperativ Mittelwertsunterschiede mit großem Effekt. Der Gesamt-IQ der PatientInnengruppe (Md = 91, QA = 25) zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ ist im Vergleich zum Testwert 100 reduziert,  $t(6) = -1.552$ ,  $p = 0.172$  ( $p > 0.017$ ),  $d = -0.82$ . Dieser Unterschied zwischen der Stichprobe und dem Vergleichswert kann als großer Effekt klassifiziert werden. Auch zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ liegt der Gesamt-IQ der Stichprobe (Md = 87,50, QA = 17) unter dem Vergleichswert 100,  $t(9) = -1.519$ ,  $p = 0.163$  ( $p > 0.025$ ),  $d = -0.68$ . Dieser Unterschied kann als mittelgroßer Effekt interpretiert werden.

**Tabelle 18 Ergebnisse der Einstichproben t-Tests zur Überprüfung der Abweichung des Verbal-IQ vom Populationsmittelwert ( $\mu=100$ ) und Effekte der Abweichungen in Einheiten der Standardabweichung ( $\sigma=15$ )**

Variablen	t	df	Sig. (2seitig)	Mittelwertsdifferenz	Alpha korrigiert	Effektstärke (d)
<b>Verbal IQ</b> Postoperativ	0,748	11	,470	4,000		0,27
1 Jahr postoperativ	-1,108	11	,292	-4,167		-0,28
2 Jahre postoperativ	-0,970	5	,376	-9,000		-0,6
3 Jahre postoperativ	-,388	7	,710	-3,375		-0,26

Tabelle 18 kann entnommen werden, dass sich der Verbal-IQ zu keinem der Testzeitpunkte signifikant vom Populationsmittelwert (IQ = 100) unterscheidet.

**Tabelle 19 Lage- und Streuungsmaße des Verbal-IQ**

Variable	Postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Verbal- IQ</b>				
Mittelwert	104,00	95,83	91,00	96,63
Median	105,00	97,00	95,00	94,50
Standardabweichung	18,528	13,030	22,716	24,628
Minimum	67	70	60	53
Maximum	138	120	126	141
Quartilabstand	19	13	35	21

Auch anhand von Tabelle 19 ist ersichtlich, dass sich der durchschnittliche Verbal-IQ nur unwesentlich vom Testwert 100 unterscheidet. Unterschiede zwischen dem Verbal-IQ der Stichprobe und dem Testwert 100 sind auch praktisch nicht bedeutsam. Lediglich zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ zeigt sich der Verbal-IQ der Stichprobe im Vergleich zum Testwert 100 mit einem mittleren Effekt ( $d=0,6$ ) leicht reduziert.

Wie Tabelle 20 entnommen werden kann ist zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ der durchschnittliche Handlungs-IQ der PatientInnengruppe ( $Md = 86.50$ ,  $QA = 25$ ) im Vergleich zum Testwert 100 signifikant reduziert,  $t(11) = -2.953$ ,  $p < .025$ ,  $d = -0.96$ . Der Unterschied kann als sehr großer Effekt bezeichnet werden.

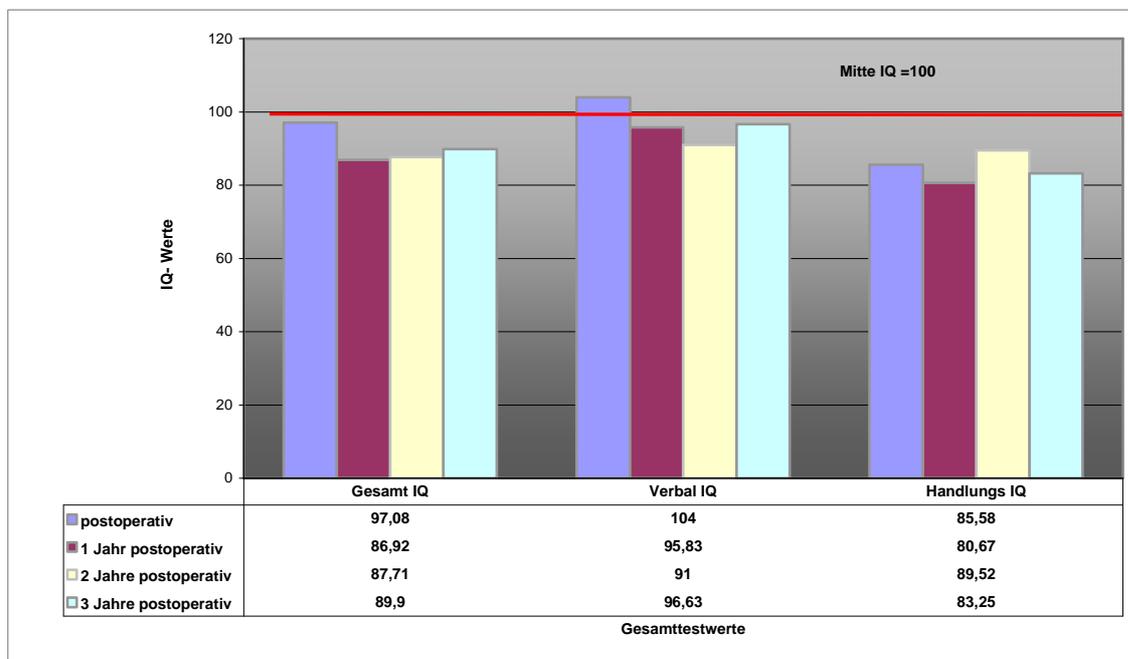
**Tabelle 20 Ergebnisse der Einstichproben t-Tests zur Überprüfung der Abweichung des Handlungs-IQ vom Populationsmittelwert ( $\mu= 100$ ) und Effekte der Abweichungen in Einheiten der Standardabweichung ( $\sigma= 15$ )**

Variablen		t	df	Sig. (2seitig)	Mittelwertsdifferenz	Alpha korrigiert	Effektstärke (d)
<b>Handlungs-IQ</b>	Postoperativ	-2,953	11	<b>.013</b>	-14,417	,025	<b>-0,96</b>
	1 Jahr postoperativ	-3,993	11	<b>.002</b>	-19,333	,013	<b>-1,29</b>
	2 Jahre postoperativ	-1,689	6	,142	-10,429		<b>-0,7</b>
	3 Jahre postoperativ	-2,209	7	,063	-16,750	,017	<b>-1,12</b>

**Tabelle 21 Lage und Streuungsmaße des Handlungs-IQ**

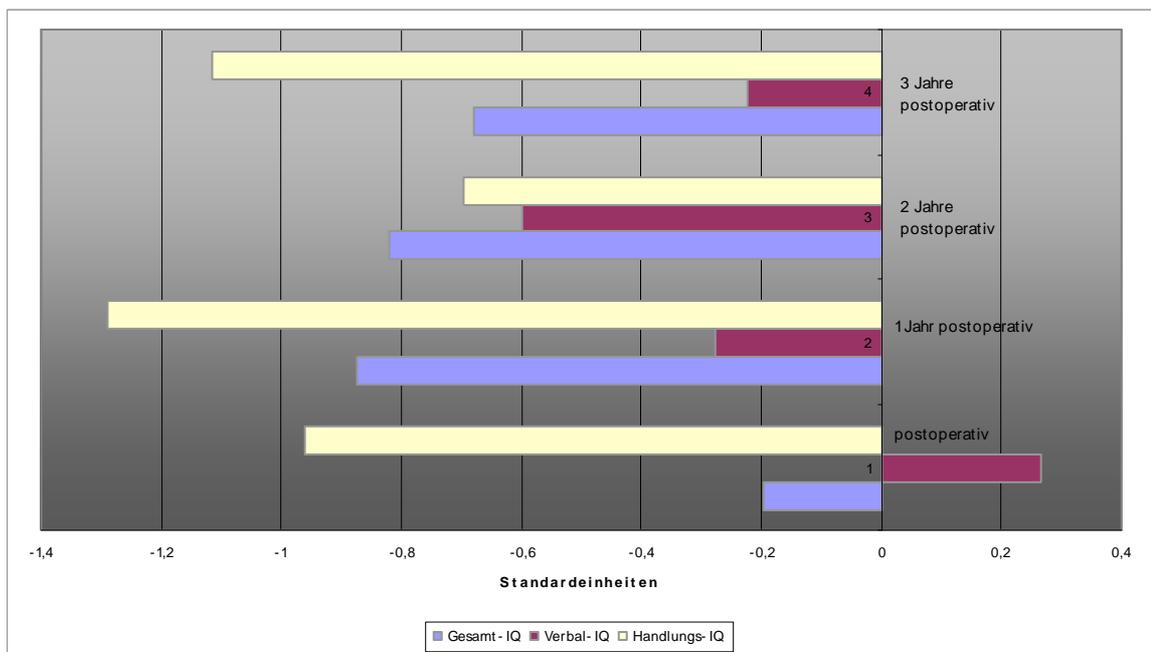
Variable	Postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Handlungs- IQ</b>				
Mittelwert	85,58	80,67	89,57	83,25
Median	86,50	85,50	92,00	83,00
Standardabweichung	16,914	16,773	16,339	21,446
Minimum	55	54	57	47
Maximum	113	114	107	115
Quartilabstand	25	20	19	33

Auch zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahre postoperativ ist der Handlungs-IQ der PatientInnengruppe (Md = 85.50, QA = 20) gegenüber dem Mittelwert der IQ-Skala signifikant reduziert,  $t(11) = -3.993$ ,  $p < .013$ ,  $d = -1.29$ . Der Unterschied beträgt über eine Einheit der Standardabweichung der IQ-Skala und ist damit durch einen sehr großen Effekt charakterisiert. Der Handlungs-IQ der PatientInnen (Md = 83, QA = 33) unterscheidet sich zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ zwar gerade nicht signifikant vom Testwert 100,  $t(7) = -2.209$ ,  $p = .063$  ( $p > .017$ ),  $d = -1.012$ , der Unterschied zwischen Testwert und Handlungs-IQ der PatientInnen ist jedoch mit einem sehr großen Effekt von einer Standardeinheit behaftet und damit praktisch bedeutsam.



**Abbildung 4 Abweichungen der Gesamtwerte zum Populationsmittelwert**

Abbildung 4 dient der grafischen Veranschaulichung der Abweichungen der Gesamttestwerte vom Populationsmittelwert ( $\mu = 100$ ). Zur besseren Verständlichkeit wurde Abbildung 4 durch die Mittelwerte der Gesamttestwerte ergänzt. Die grafische Darstellung der Mittelwertsunterschiede verdeutlicht die Ergebnisse der statistischen Analysen, wonach sich insbesondere im Bereich des Handlungs-IQ Abweichungen vom Populationsmittelwert zeigen. Diese Abweichungen schlagen sich auch im Gesamt-IQ nieder. Der Verbal-IQ befindet sich jedoch nahe der roten Linie, welche den Populationsmittelwert signalisiert.



**Abbildung 5 Effekte der Abweichungen der Gesamttestleistungen zum Populationsmittelwert ( $\mu=100$ )**

Abbildung 5 stellt die Effekte der Abweichungen vom Populationsmittelwert ( $\mu = 100$ ) in Einheiten der Standardabweichung ( $\sigma = 15$ ) dar. Auch diese Grafik unterstützt die Ergebnisse der statistischen Analysen und verdeutlicht die praktische Relevanz der Ergebnisse im Bereich des Handlungs-IQ. Effekte der

Unterschiede zwischen Handlungs-IQ und dem Populationsmittelwert liegen erwartungsgemäß im negativen Bereich, bei über einer Standardeinheit. Demgegenüber sind die Unterschiede zwischen Verbal-IQ und dem Populationsmittelwert weniger deutlich ausgeprägt. Die Effekte dieser Abweichungen liegen zu allen Zeitpunkten unter einer Standardeinheit und sind zudem zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ im positiven Bereich angesiedelt.

**Tabelle 22 Ergebnisse der Einstichproben t-Tests zur Überprüfung der Abweichung der Untertests des Verbalteils von  $\mu=10$  und Effekte der Abweichungen in Einheiten der Standardabweichung  $\sigma=3$**

Variablen		t	df	Sig. (2-seitig)	Mittelwerts- differenz	Alpha korrigiert	Effekt- stärke (d)
<b>Allgemeines Wissen</b>	postoperativ	0,797	15	,438	0,625		0,21
	1 Jahr postoperativ	0,277	12	,787	0,231		0,08
	2 Jahre postoperativ	-0,505	7	,629	-0,750		-0,25
	3 Jahre postoperativ	-0,549	10	,595	-0,545		-0,18
<b>Allgemeines Verständnis</b>	postoperativ	-0,292	10	,777	-0,273		-0,09
	1 Jahr postoperativ	-2,212	9	,054	-1,800	,002	-0,6
	2 Jahre postoperativ	-1,181	7	,276	-1,375		-0,46
	3 Jahre postoperativ	-0,528	6	,617	-0,857		-0,29
<b>Rechnerisches Denken</b>	postoperativ	-1,557	14	,142	-1,533		-0,51
	1 Jahr postoperativ	-3,421	12	,005	-3,000	,002	-1
	2 Jahre postoperativ	-1,441	6	,200	-2,143		-0,71
	3 Jahre postoperativ	-1,049	9	,322	-1,400		-0,47
<b>Gemeinsamkeiten Finden</b>	postoperativ	2,008	13	,066	1,571	,002	0,52
	1 Jahr postoperativ	-0,780	12	,450	-0,615		-0,02
	2 Jahre postoperativ	-0,615	7	,558	-0,625		-0,21
	3 Jahre postoperativ	,985	10	,348	1,091		0,36
<b>Wortschatztest</b>	postoperativ	1,145	13	,273	1,429		0,48
	1 Jahr postoperativ	-1,674	12	,120	-1,231		-0,41
	2 Jahre postoperativ	-1,166	7	,282	-1,375		0,46
	3 Jahre postoperativ	-,913	10	,383	-1,000		-0,33
<b>Zahlen-nachsprechen</b>	postoperativ	-0,507	14	,620	-0,467		-0,16
	1 Jahr postoperativ	-0,356	12	,728	-0,308		-0,10
	2 Jahre postoperativ	-2,413	6	,052	-2,571	,002	-,90
	3 Jahre postoperativ	-1,324	10	,215	-1,455		-0,49

Es folgen nun die Ergebnisse der detaillierten Untertestanalysen, getrennt für den Verbal- und den Handlungsteil. Tabelle 22 dient zunächst der Darstellung der Ergebnisse der Untertestanalyse des Verbalteils, welche mit Hilfe von Lage- und Streuungsmaßen (siehe Tabelle 23) interpretiert werden. Anschließend folgen die Ergebnisse der Analysen des Handlungsteils (Tabellen 24 und 25).

Anhand von Tabelle 22 ist ersichtlich, dass sich zwar keine der Untertestleistungen der PatientInnen im Verbalteil signifikant vom Testwert 10 unterscheiden, jedoch insbesondere in Bezug auf den Untertest „Rechnerisches Denken“ praktisch bedeutsame Unterschiede vorliegen.

Es folgt nun eine Beschreibung praktisch relevanter Ergebnisse (siehe auch Tabelle 23): Die Leistungen der PatientInnen im Untertest „Rechnerisches Denken“ unterscheiden sich zu allen Untersuchungszeitpunkten zwar nicht statistisch signifikant, jedoch in einem mittleren bis hohen Ausmaß praktisch bedeutsam von dem Mittelwert der Normierungsstichprobe. Insbesondere ein Jahr postoperativ sind die Leistungen der PatientInnen in diesem Untertest ( $M_d = 7$ ,  $Q_A = 3$ ) im Vergleich zum Mittelwert der Wertepunktskala reduziert,  $t(12) = -3,421$ ,  $p = .005$  ( $p > .002$ ),  $d = -1$ . Wenngleich dieser Unterschied knapp die Signifikanz verfehlt hat so ist dieser Unterschied dennoch mit einem sehr großen Effekt von einer Standardeinheit behaftet. Zu einzelnen Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen von jenen der Normstichprobe hinsichtlich folgender Untertests: Ein Jahr postoperativ unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen im Untertest „Allgemeines Verständnis“ von jenen der Normierungsstichprobe,  $t(9) = -2,212$ ,  $p = .054$  ( $p > .002$ ),  $d = -0,6$ . Der Effekt dieses Unterschiedes ist als hoch zu interpretieren. Des Weiteren zeigte sich zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ, dass sich die Leistungen der PatientInnen praktisch bedeutsam von jenen der Normierungsstichprobe unterscheiden,  $t(13) = 2,008$ ,  $p = .006$  ( $p > .002$ ),  $d = 0,52$ . Auch dieser Effekt kann nach Cohens Klassifikation als groß bezeichnet werden. Letztlich unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen im Untertest „Zahlen nachsprechen“ zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ von jenen der Normstichprobe. Dieser Unterschied ist zwar nicht statistisch signifikant  $t(6) = -2,413$ ,

$p = .052$  ( $p > .002$ ),  $d = -0,90$ , jedoch liegt ein praktisch hoch relevanter Unterschied vor.

**Tabelle 23 Lage- und Streuungsmaße der Untertestleistungen des Verbalteils**

Variablen	postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Allgemeines Wissen</b>				
Mittelwert	10,63	10,23	9,25	9,45
Median	11,00	9,00	10,00	9,00
Standardabweichung	3,138	3,004	4,200	3,297
Minimum	5	5	3	3
Maximum	18	15	15	15
Quartilabstand	3	4	8	2
<b>Allgemeines Verständnis</b>				
Mittelwert	9,73	8,20	8,63	9,14
Median	9,00	9,00	9,00	10,00
Standardabweichung	3,101	2,573	3,292	4,298
Minimum	5	4	4	3
Maximum	15	12	14	15
Quartilabstand	6	4	5	8
<b>Rechnerisches Denken</b>				
Mittelwert	8,47	7,00	7,86	8,60
Median	8,00	7,00	7,00	8,50
Standardabweichung	3,815	3,162	3,934	4,222
Minimum	1	1	1	1
Maximum	15	13	13	17
Quartilabstand	6	3	5	5
<b>Gemeinsamkeiten Finden</b>				
Mittelwert	11,57	9,38	9,38	11,09
Median	11,00	10,00	10,00	10,00
Standardabweichung	2,928	2,844	2,875	3,673
Minimum	6	5	5	4
Maximum	16	14	13	16
Quartilabstand	5	6	5	5
<b>Wortschatztest</b>				
Mittelwert	11,43	8,77	8,63	9,00
Median	13,00	8,00	8,50	10,00
Standardabweichung	4,669	2,651	3,335	3,633
Minimum	5	6	4	3
Maximum	18	14	15	14
Quartilabstand	9	5	4	4
<b>Zahlen nachsprechen</b>				
Mittelwert	9,53	9,69	7,43	8,55
Median	10,00	9,00	7,00	8,00
Standardabweichung	3,563	3,119	2,820	3,643
Minimum	3	4	3	1
Maximum	14	14	11	16
Quartilabstand	7	5	5	3

Tabelle 24 enthält die Ergebnisse der Analysen zur Abweichung der Untertestleistungen des Handlungsteils vom Populationsmittelwert ( $\mu = 10$ ). Tabelle 25 dient der deskriptiven Darstellung der Untertestleistungen.

**Tabelle 24 Ergebnisse der Einstichproben t-Tests zur Überprüfung der Abweichung der Untertests des Handlungsteils von  $\mu=10$  und Effekte der Abweichungen in Einheiten der Standardabweichung  $\sigma=3$**

Variablen	Zeitpunkte	t	df	Sig (2-seitig)	Mittelwerts- differenz	Alpha korrigiert	Effekt stärke (d)
<b>Zahlensymboltest</b>	postoperativ	-2,738	13	.017	-2,286	,004	-.76
	1 Jahr postoperativ	-4,062	11	.002	-3,000	,003	-.1
	2 Jahre postoperativ	-3,780	7	.007	-3,500	,003	-1,17
	3 Jahre postoperativ	-3,245	10	.009	-3,000	,003	-.1
<b>Bilderergänzen</b>	postoperativ	1,291	5	,253	2,000		0,67
	1 Jahr postoperativ	-2,449	3	,092	-1,000		-0,33
	3 Jahre postoperativ	,688	3	,541	1,500		0,5
<b>Bilder ordnen</b>	postoperativ	-5,442	14	.000	-3,667	,003	-1,22
	1 Jahr postoperativ	-3,998	13	.002	-3,500	,003	-1,17
	2 Jahre postoperativ	-,912	6	,397	-1,386		-0,43
	3 Jahre postoperativ	-2,115	8	,067	-2,444	,004	-0,81
<b>Mosaiktest</b>	postoperativ	-1,637	14	,124	-1,400		-0,47
	1 Jahr postoperativ	-3,395	12	.005	-2,538	,003	-0,85
	2 Jahre postoperativ	-3,148	7	.016	-2,375	,004	-0,79
	3 Jahre postoperativ	-1,715	9	,120	-2,100		-0,7
<b>Figurenlegen</b>	postoperativ	-,876	12	,398	-,769		-0,26
	1 Jahr postoperativ	-1,105	12	,291	-,923		-0,31
	2 Jahre postoperativ	-,430	6	,682	-,429		-0,14
	3 Jahre postoperativ	-1,411	7	,201	-1,875		-0,63

**Tabelle 25 Lage- und Streuungsmaße der Untertestleistungen des Handlungsteils**

Variable		postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Zahlensymboltest</b>	Mittelwert	7,71	7,00	6,50	7,00
	Median	8,50	7,00	6,50	7,00
	Standardabweichung	3,214	2,558	2,619	3,066
	Minimum	1	2	2	1
	Maximum	11	12	10	14
	Quartilabstand	5	4	4	2
<b>Bilderergänzen</b>	Mittelwert	12,00	9,00		11,50
	Median	13,00	9,00		12,50
	Standardabweichung	3,795	2,816	-	4,359
	Minimum	6	8		6
	Maximum	16	10		15
	Quartilabstand	7	2		8
<b>Bilderordnen</b>	Mittelwert	6,33	6,50	8,71	7,56
	Median	6,00	6,00	9,00	8,00
	Standardabweichung	2,610	3,276	3,729	3,468
	Minimum	1	1	2	1
	Maximum	11	12	14	13
	Quartilabstand	3	4	4	5
<b>Mosaiktest</b>	Mittelwert	8,60	7,46	7,63	7,90
	Median	8,00	6,00	7,50	7,50

	Standardabweichung	3,312	2,696	2,134	3,872
	Minimum	2	4	5	4
	Maximum	14	13	11	16
	Quartilabstand	5	5	4	6
<b>Figurenlegen</b>	Mittelwert	9,23	9,08	9,57	8,13
	Median	10,00	9,00	10,00	7,00
	Standardabweichung	3,166	3,013	2,637	3,758
	Minimum	5	6	5	5
	Maximum	14	15	13	16
	Quartilabstand	6	6	4	5

Die Leistungen der PatientInnen unterscheiden sich in jedem Untertest des Handlungsteils zu zumindest einem der Untersuchungszeitpunkte von den durchschnittlichen Leistungen der Normierungsstichprobe. Dies zeigt sich insbesondere beim Untertest „Zahlensymboltest“, welcher sich zu allen Untersuchungszeitpunkten zumindest praktisch relevant von den Leistungen der Normierungsstichprobe unterscheidet: Zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ zeigen die PatientInnen (Md = 7, QA = 4), eine gegenüber dem Mittelwert der Wertepunkteskala signifikant reduzierte Leistung,  $t(11) = -4,062$ ,  $p < ,003$ ,  $d = -1$ . Der Effekt dieses Unterschiedes liegt bei einer Standardeinheit, und ist damit in hohem Maße praktisch relevant. Nach der Korrektur des Alpha Fehlers nach Holm unterscheiden sich die Leistungen in diesem Untertest zu den Zeitpunkten postoperativ, zwei Jahre postoperativ sowie ein Jahr postoperativ knapp nicht signifikant vom Populationsmittelwert, sind jedoch praktisch relevant: Zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ ist die Leistung der PatientInnen (Md = 8,50, QA = 5) im Vergleich zum Wert 10 reduziert,  $t(13) = -2,738$ ,  $p = ,017$  ( $p > ,004$ ),  $d = -0,79$ . Der Effekt dieses Unterschiedes ist ebenfalls als groß zu bezeichnen. Zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ liegen die Leistungen der PatientInnen (Md = 6,50, QA = 4) unter dem Vergleichswert 10,  $t(7) = -3,780$ ,  $p = ,007$  ( $p > ,003$ ),  $d = -1,17$ . Auch dieser Effekt liegt über einer Standardeinheit der Wertepunkteskala womit er als groß beschrieben werden kann. Letztlich zeigt sich auch zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ, dass die Leistungen der PatientInnen im „Zahlensymboltest“, (Md = 7, QA = 2) im Vergleich zum Mittelwert der Wertepunkteskala praktisch bedeutsam reduziert sind  $t(10) = -3,245$ ,  $p = ,009$  ( $p > ,003$ ),  $d = -1$ .

Die Leistungen der PatientInnen im Untertest „Bilder ordnen“ zum postoperativen Untersuchungszeitpunkt (Md = 6, QA = 3) sind gegenüber dem Vergleichswert 10 signifikant reduziert,  $t(14) = -5,442$ ,  $p < ,003$ ,  $d = -1,22$ . Der Effekt des Unterschiedes kann als sehr groß bezeichnet werden. Auch ein Jahr postoperativ sind die Leistungen der PatientInnen in diesem Untertest (Md = 6, QA = 4) gegenüber dem Vergleichswert signifikant reduziert  $t(13) = -3,998$ ,  $p < ,003$ ,  $d = -1,17$ . Auch dieser Unterschied ist mit einem Effekt von über einer Standardeinheit als groß und praktisch bedeutsam zu interpretieren. Drei Jahre postoperativ unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen (Md = 8, QA = 5) in diesem Untertest nicht signifikant, aber praktisch bedeutsam vom Vergleichswert,  $t(8) = -2,115$ ,  $p = ,067$  ( $p > ,004$ ),  $d = -0,81$ . Auch dieser Effekt ist nach der Klassifikation von Cohen als sehr groß zu bezeichnen. Nach Korrektur des Alpha-Fehler-Niveaus unterscheiden sich die Leistungen der PatientInnen (Md = 6, QA = 5) im Untertest „Mosaiktest“ zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ nicht signifikant vom Testwert 10,  $t(12) = -3,395$ ,  $p = ,003$  ( $p = ,003$ ),  $d = -0,85$ . Dennoch ist die mittlere Leistung der PatientInnen in diesem Untertest gegenüber der Normierungsstichprobe mit einem sehr großen Effekt reduziert. Zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ sind die Leistungen der PatientInnen (Md = 7,50, QA = 4) in diesem Untertest reduziert, verfehlen jedoch nach Korrektur des Alpha-Fehlers ebenfalls die Signifikanz,  $t(7) = -3,148$ ,  $p = ,016$  ( $p > ,004$ ),  $d = -0,79$ . Auch der Effekt dieses Unterschiedes kann als groß bezeichnet werden.

Als graphische Veranschaulichung der Abweichungen der Untertestleistungen zum Populationsmittelwert ( $\mu = 10$ ) dient Abbildung 8. Die grafische Aufbereitung der Ergebnisse der statistischen Analysen zeigt deutlich, dass sich vor allem im Bereich des Handlungsteils sehr klare Unterschiede zum Populationsmittelwert zeigen, welche im Bereich des Verbalteils weniger deutlich zu beobachten sind. Die Darstellung der Effektstärken der Abweichungen der Untertestleistungen des Handlungsteils in Abbildung 9 zeigen, dass die Unterschiede zum Populationsmittelwert in den meisten Untertests mit einem mittleren bis großen Effekt behaftet sind.

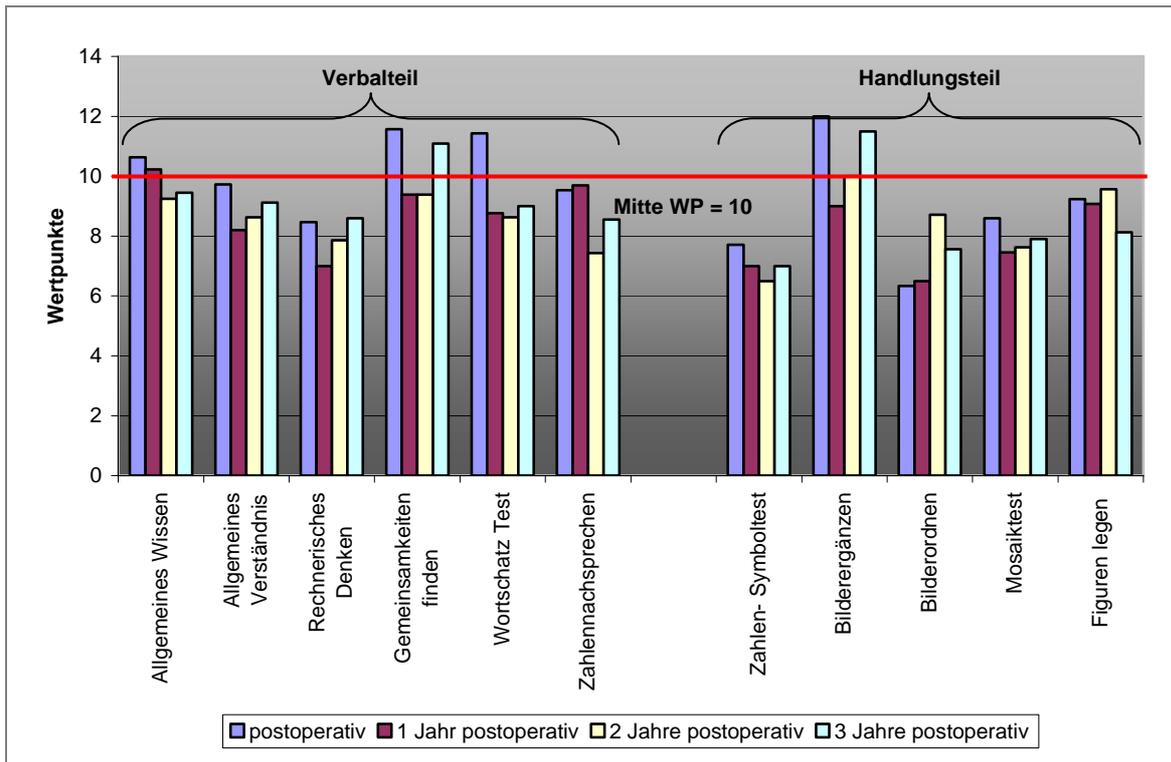


Abbildung 6 Abweichungen der Untertestleistungen zur Mitte der Wertpunktskala ( $\mu=10$ )

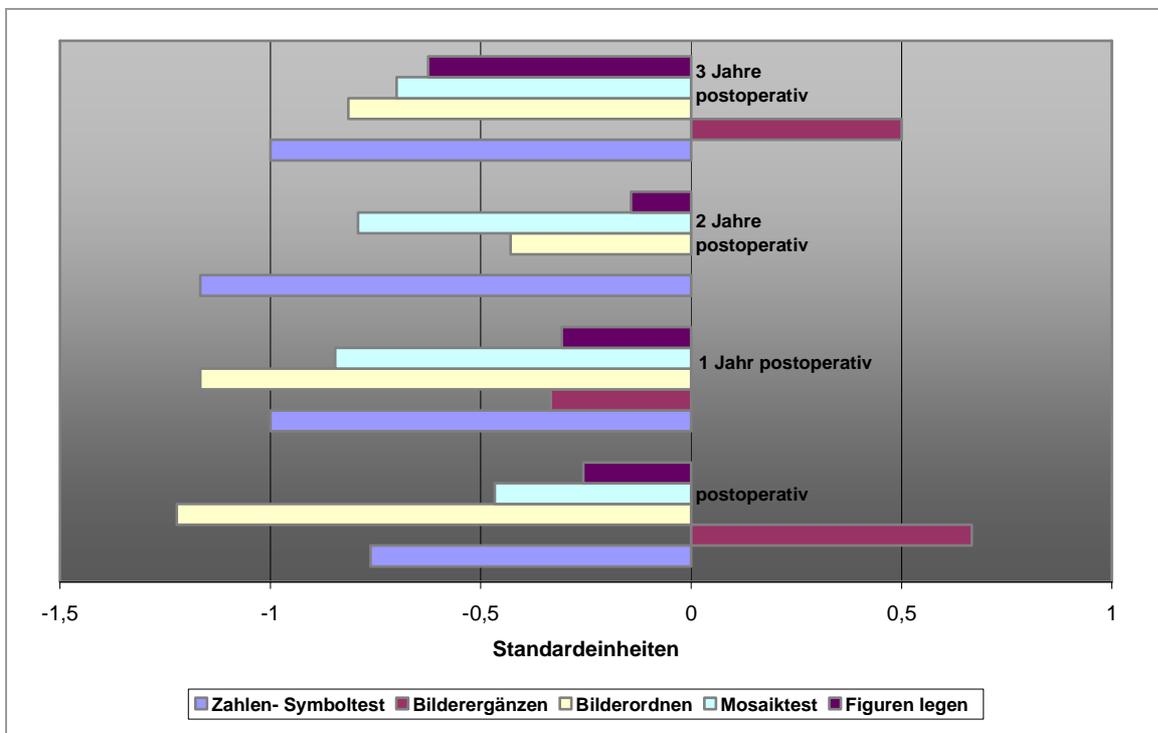


Abbildung 7 Effekte der Abweichungen der Untertestleistungen des Handlungsteils

Auf eine entsprechende grafische Veranschaulichung für die Untertests des Verbalteils wird aufgrund der nicht signifikanten und praktisch wenig relevanten Ergebnisse verzichtet.

### Interpretation und Zusammenfassung der Ergebnisse

Entsprechend den Erwartungen unterscheiden sich PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind, vor allem hinsichtlich des Handlungsteils der Wechslerkalen von den durchschnittlichen Werten der IQ-Skala und der Wertpunkte-Skala. Es zeigte sich ein im Vergleich zum Mittelwert der IQ-Skala reduzierter Handlungs-IQ. Eine detaillierte Untertestanalyse konnte zeigen, dass PatientInnen in nahezu allen Untertests des Handlungsteils Leistungseinbußen zeigen und dass diese festgestellten Unterschiede nicht nur statistisch signifikant, sondern zum Teil in hohem Maße praktisch bedeutsam sind. Demgegenüber zeigen sich bezüglich des Verbal-IQ keine signifikanten oder praktisch bedeutsamen Abweichungen vom Mittelwert der IQ-Skala. Entsprechend den Ausgangsüberlegungen der vorliegenden Arbeit zeigten sich hinsichtlich der Untertestleistungen des Verbalteils keine signifikanten Abweichungen. Einzige Ausnahme stellt erwartungsgemäß der Untertest „Rechnerisches Denken“ dar, welcher wie die Untertests des Handlungsteils Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (mit-)erfasst.

Diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass es im Zuge der Erkrankung an einem Medulloblastom zu einer Reduzierung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit kommt, welche für die Lösung der Untertests des Handlungsteils eine wesentliche Voraussetzung darstellt.

## 12.2 Vergleich des Verbal-IQ mit dem Handlungs-IQ

### Fragestellung 2

Unterscheiden sich Verbal- und Handlungs-IQ der Wechslerkalen bei an einem Medulloblastom erkrankten Kindern signifikant und/oder praktisch bedeutsam voneinander?

In der vorangegangenen Fragestellung wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass sich der Handlungs-IQ aus den Leistungen in Untertests zusammensetzt, welche nicht nur die eigentlich intendierte Fähigkeit erfassen, sondern zu deren Lösung eine rasche Informationsverarbeitung erforderlich ist. Der Verbal-IQ hingegen setzt sich kaum aus Untertests zusammen, welche auch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich Verbal- und Handlungs-IQ zu allen Testzeitpunkten voneinander unterscheiden. Mit Hilfe von Lage- und Streuungsmaßen werden zumindest Tendenzen der Richtung der Abweichungen angegeben.

Für die Beantwortung der Fragestellung werden jene Personen herangezogen, für welche pro Testzeitpunkt sowohl Handlungs- als auch Verbal-IQ vorliegen. Berücksichtigt werden hierfür die Untersuchungszeitpunkte postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ sowie drei Jahre postoperativ. Der Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre wird, wie bei Fragestellung 1 aufgrund der geringen Stichprobengröße, welche sich über einen sehr weiten Zeitraum erstreckt, nicht berücksichtigt.

Zur Untersuchung der Fragestellung sind t-Tests für abhängige Stichproben vorgesehen. Die Adjustierung des Alpha-Fehlers erfolgt nach Holm analog zu Fragestellung 1.

## Beschreibung und Voraussetzung der statistischen Verfahren

Der t-Test für abhängige Stichproben überprüft, ob sich zwei abhängige Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz unterscheiden. Die Messwerte liegen hierbei in Paaren vor, welche beispielsweise durch Messwiederholungen oder Parallelisierung entstanden sind (Leonhart, 2009). Die Nullhypothese des t-Tests geht davon aus, dass die mittleren Differenzen der Messwertpaare gleich null sind und sich somit nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die Durchführung des Verfahrens erfordert, dass die interessierende Variable Intervallskaleneigenschaften aufweist. Da die Messwerte mit einem standardisierten Testverfahren erhoben wurden, kann diese Voraussetzung als gegeben betrachtet werden. Als parametrisches Verfahren ist der t-Test an Verteilungsparameter gebunden, welche eine Normalverteilung der Messwertdifferenzen voraussetzen. Hierbei erscheint die Annahme plausibel, dass Intelligenz, wie sie durch die Wechsler Intelligenzskalen gemessen wird, in der Population durch eine Normalverteilung beschrieben werden kann, wodurch die Durchführung des t-Tests angemessen erscheint. Dennoch wird die Normalverteilungsannahme der Messwertdifferenzen im nachfolgenden Abschnitt überprüft, um eine kurze Beschreibung der Verteilung und der entsprechenden Lage- und Streuungsmaße der Messwertdifferenzen zu ermöglichen.

Neben der Intervallskalierung des untersuchten Merkmals und der Normalverteilung der Messwertdifferenzen erfordert die Durchführung des t-Tests für abhängige Stichproben, dass die Messwerte der Personen voneinander unabhängig sein müssen. Da die PatientInnen unabhängig voneinander getestet wurden, ist auch diese Voraussetzung erfüllt.

Für die Interpretation der Testergebnisse werden Lage- und Streuungsmaße des Handlungs- und Verbal-IQ herangezogen. Die Wahl zwischen Mittelwert und Standardabweichung oder Median (Md) respektive Quartilabstand (QA) wird in Abhängigkeit davon getroffen, ob Verbal- und Handlungs-IQ zu den

verschiedenen Testzeitpunkten normalverteilt sind oder nicht (siehe Fragestellung 1).

Der t-Test ist, wie bereits im Zuge der Darstellung von Fragestellung 1 ausführlich erläutert wurde, mit einem Alpha-Fehler behaftet. Dieser beschreibt die Wahrscheinlichkeit eine richtige Nullhypothese zu verwerfen und fälschlicherweise die Alternativhypothese anzunehmen. Bei multipler Anwendung eines statistischen Signifikanztests steigt diese Wahrscheinlichkeit, weshalb eine Korrektur des Alpha-Fehlers notwendig ist. Diese erfolgt anhand der Alpha-Fehler-Adjustierung nach Holm (siehe Fragestellung 1).

Die praktische Bedeutsamkeit der Testergebnisse wird anhand der bereits beschriebenen Effektgrößen interpretiert (siehe Fragestellung 1). Für den t-Test für abhängige Stichproben wird die Differenz der Mittelwerte an der Standardabweichung der Mittelwertsdifferenz standardisiert:

**Formel 2 Effektstärke ( $d_z$ ) für abhängige Stichproben von Cohen**

$$d_z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_D}$$

Effektstärken von  $d = 0,20$  werden als klein,  $d = 0,50$  als mittel und Effektstärken ab  $d = 0,80$  werden als groß bezeichnet.

Prüfung der Voraussetzungen

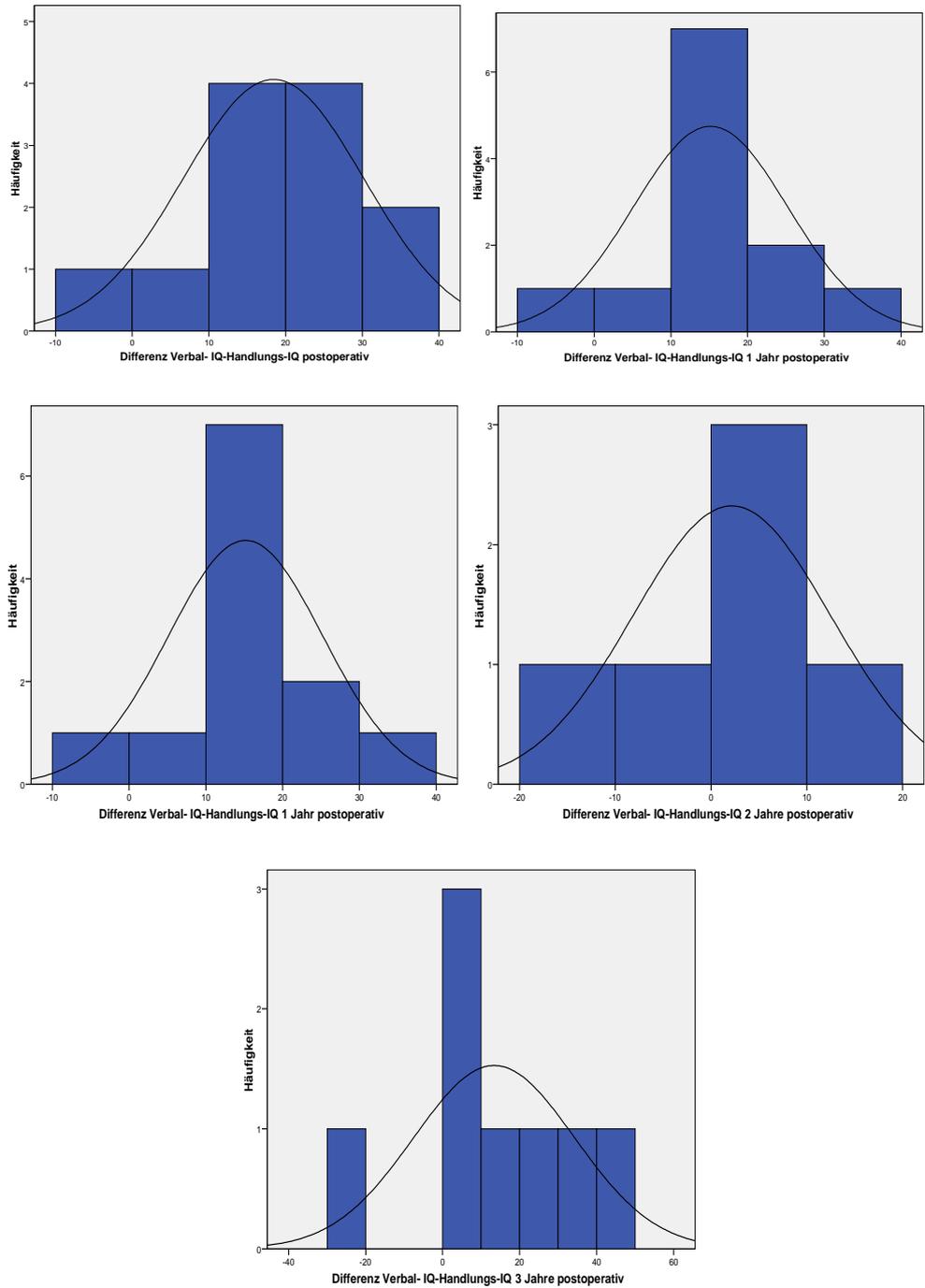
Die Unabhängigkeit sowie Intervallskalierung der Variablen wird, wie bereits erläutert, als gegeben betrachtet. Für die Überprüfung der Verteilung der Messwertdifferenzen wurden zunächst neue Variablen gebildet. Diese wurden aus der Differenz zwischen Handlungs-IQ und Verbal-IQ für jeden Untersuchungszeitpunkt berechnet. Anschließend wurde die Verteilung dieser Messwertdifferenzen auf Abweichungen von der Normalverteilung überprüft.

Tabelle 26 gibt die Ergebnisse des Saphiro-Wilk-Tests wieder, welcher aufgrund der geringen Stichprobengröße dem Kolmogorov-Smirnov Test vorgezogen wurde. Diese Tests werden durch die Angabe von Schiefe und Exzess der Verteilungen ergänzt (siehe Tabelle 26). Ist eine Verteilung annähernd symmetrisch, sollten die Werte von Schiefe und Exzess nahezu null betragen. Zusätzlich werden die Verteilungen der Messwertdifferenzen in Abbildung 8 grafisch veranschaulicht.

**Tabelle 26 Überprüfung der Normalverteilungsannahme**

Variablen	Saphiro-Wilk			Schiefe		Kurtosis	
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	Standardfehler	Statistik	Standardfehler
Differenz Verbal-IQ – Handlungs-IQ postoperativ	,962	12	,811	-,654	,637	1,516	1,232
Differenz Verbal-IQ - Handlungs-IQ 1 Jahr postoperativ	,955	12	,704	,497	,637	,347	1,232
Differenz Verbal-IQ – Handlungs-IQ 2 Jahre postoperativ	,927	6	,558	,536	,845	,881	1,741
Differenz Verbal-IQ - Handlungs-IQ 3 Jahre postoperativ	,968	8	,884	-,165	,724	,492	1,481

Das Ergebnis des Saphiro-Wilk Tests zeigt zwar keine signifikanten Abweichungen der Messwertdifferenzen, die Betrachtung der Werte von Schiefe und Kurtosis (siehe Tabelle 26) sowie der Histogramme (Abbildung 8) sprechen erwartungsgemäß gegen die Normalverteilungsannahme. Aufgrund der Robustheit des Verfahrens sowie der Annahme, dass sich Verbal- und Handlungs-IQ in der Grundgesamtheit normalverteilen, wird dennoch ein t-Test für abhängige Stichproben gerechnet. Werden Lage- und Streuungsmaße der Messwertdifferenzen interpretiert, so werden hierfür Median (Md) und Quartilabstand (QA) herangezogen.



**Abbildung 8** Verteilungen der Differenzen zwischen Verbal- und Handlungs-IQ

## Ergebnisse der Vergleiche zwischen Verbal-IQ und Handlungs-IQ

In Tabelle 27 sind zur Beschreibung der Verteilungseigenschaften von Verbal- und Handlungs-IQ die Mittelwerte, die Stichprobengrößen, die Standardabweichungen, der Standardfehler des Mittelwertes sowie Median (Md) und Quartilabstand (QA) des Verbal- und des Handlungs-IQ enthalten. Letztere werden für die Beschreibung der Daten herangezogen, da Verbal- und Handlungs-IQ nicht normalverteilt sind (siehe oben). Zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ und ein Jahr postoperativ zeigt sich bereits deskriptiv eine große Differenz der Mediane in erwarteter Richtung: Zu allen Untersuchungszeitpunkten ist der Handlungs-IQ gegenüber dem Verbal-IQ reduziert. Besonders deutlich zeigen sich diese Unterschiede zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ und ein Jahr postoperativ. Für ersteren beträgt die Differenz etwa 18 IQ-Punkte, für den Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ etwa 15 IQ-Punkte. Ebenso zeigt sich zum Zeitpunkt drei Jahre postoperativ eine Differenz von 13 IQ-Punkten. Weniger deutlich zeigt sich dieser Unterschied zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ. Zu diesem Zeitpunkt ist der Handlungs-IQ im Schnitt um lediglich drei Punkte gegenüber dem Verbal-IQ reduziert.

Tabelle 28 gibt die Korrelationen zwischen Verbal- und Handlungs-IQ wieder. Es zeigen sich für alle Testzeitpunkte, mit Ausnahme des Zeitpunktes drei Jahre postoperativ, signifikante Korrelationen zwischen den beiden Werten. Dies bedeutet, dass Personen, die höhere Werte im Verbal-IQ erzielen, auch bessere Leistungen im Handlungs-IQ zeigen.

**Tabelle 27 Darstellung der deskriptiven Statistiken**

Variablen		Mittelwert	N	Standard- abweichung	Standard- fehler	Median	Quartil- abstand
<b>Paar 1</b>	Verbal-IQ postoperativ	104,00	12	5,348	18,528	105,00	19
	Handlungs-IQ postoperativ	85,58	12	4,883	16,914	86,50	25
<b>Paar 2</b>	Verbal-IQ 1 Jahr postoperativ	95,83	12	3,762	13,030	97,00	13
	Handlungs-IQ 1 Jahr postoperativ	80,67	12	4,842	16,773	85,50	20
<b>Paar 3</b>	Verbal-IQ 2 Jahre postoperativ	91,00	6	9,274	22,716	95,00	35
	Handlungs-IQ 2 Jahre postoperativ	88,83	6	7,255	17,770	92,00	19
<b>Paar 4</b>	Verbal- IQ 3 Jahre postoperativ	96,63	8	8,707	24,628	94,50	21
	Handlungs-IQ 3 Jahre postoperativ	83,25	8	7,582	21,446	83	33

**Tabelle 28 Korrelationen bei gepaarten Stichproben**

Variablen		N	Korrelation	Signifikanz
<b>Paar 1</b>	Verbal-IQ & Handlungs-IQ postoperativ	12	,783	,003
<b>Paar 2</b>	Verbal-IQ & Handlungs-IQ 1 Jahr postoperativ	12	,800	,002
<b>Paar 3</b>	Verbal-IQ & Handlungs-IQ 2 Jahre postoperativ	6	,899	,015
<b>Paar 4</b>	Verbal-IQ & Handlungs-IQ 3 Jahre postoperativ	8	,597	,118

Wie Tabelle 29 entnommen werden kann, beträgt die mittlere Differenz zwischen Verbal- und Handlungs-IQ zum postoperativen Zeitpunkt 18,42 (Md = 18,50) bei einer Standardabweichung von  $\sigma_D = 11,774$  (QA = 12). Zu diesem Untersuchungszeitpunkt unterscheiden sich Verbal-IQ (Md = 105; QA =

19) und Handlungs- IQ (Md = 86,50; QA = 25) signifikant voneinander;  $t_{(11)} = 5,418$ ,  $p < .013$ . Die Effektstärke beträgt  $d_z = 1,56$ , womit ein sehr starker Unterschied zwischen Verbal-IQ und Handlungs-IQ vorliegt.

Zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ liegt eine Mittelwertsdifferenz von 15,17 (Md = 13,50) bei einer Standardabweichung von  $\sigma_D = 10,080$  (QA = 13) vor. Verbal- (Md = 105; QA = 19) und Handlungs-IQ (Md = 86,50; QA = 25) unterscheiden sich signifikant voneinander;  $t_{(11)} = 5,212$ ,  $p < 0,017$ . Die Effektstärke liegt bei  $d_z = 1,5$ , womit ein sehr deutlicher Unterschied der durchschnittlichen Leistungen des Verbal- und des Handlungs-IQ vorliegt.

Zum Untersuchungszeitpunkt zwei Jahre postoperativ liegt weder ein signifikanter noch praktisch bedeutsamer Unterschied zwischen dem Verbal- und dem Handlungs-IQ vor.

Zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ liegt zwar kein signifikanter Unterschied zwischen Verbal-IQ (Md = 94,50; QA = 21) und Handlungs-IQ (Md = 83,00; QA = 33) vor, mit einer Effektstärke von  $d_z = 0,64$  kann jedoch ein mittelstarker Mittelwertsunterschied beobachtet werden.

**Tabelle 29 Test bei gepaarten Stichproben**

Variablen		Mittelwert	Standardabweichung	t	df	Sig. (2-seitig)	Alpha korrigiert	Effektstärke (d)
<b>Paar 1</b>	Verbal-IQ - Handlungs-IQ postoperativ	18,417	11,774	5,418	11	,000	,013	1,56
<b>Paar 2</b>	Verbal-IQ – Handlungs-IQ 1 Jahr postoperativ	15,167	10,080	5,212	11	,000	,017	1,5
<b>Paar 3</b>	Verbal-IQ – Handlungs-IQ 2 Jahre postoperativ	2,167	10,304	,515	5	,628		0,21
<b>Paar 4</b>	Verbal-IQ – Handlungs-IQ 3 Jahre postoperativ	13,375	20,887	1,811	7	,113		0,64

## Interpretation und Zusammenfassung der Ergebnisse

Entsprechend den Erwartungen ist der Handlungs-IQ gegenüber dem Verbal-IQ zu allen Testzeitpunkten stärker reduziert. Zu den Testzeitpunkten postoperativ wie ein Jahr postoperativ unterscheiden sich diese beiden IQ-Werte signifikant voneinander, wobei diese Ergebnisse in hohem Maße auch praktisch bedeutsam sind. Zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ unterscheiden sich Verbal- und Handlungs-IQ nicht signifikant voneinander, es liegt jedoch ein praktisch bedeutsamer Unterschied vor.

Diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass durch die Erkrankung an einem Medulloblastom vor allem der Handlungs-IQ von Leistungseinbußen betroffen ist und sich Leistungen in diesem von jenem im Verbal-IQ unterscheiden.

### **12.3 Zusammenhänge zwischen den Wechslerskalen und Form A des TMT**

#### **Fragestellung 3**

Zeigen sich signifikante und/oder praktisch bedeutsame Zusammenhänge zwischen den Gesamtestwerten, insbesondere jenen Untertests der Wechslerskalen, welche eine Speed-Komponente beinhalten, und Form A des TMT?

Im Rahmen von Fragestellung 3 soll überprüft werden, inwieweit Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, wie sie durch Form A des Trailmaking Tests (Reitan, 1992) erfasst wird, mit den Gesamtestwerten der Wechslerintelligenzskalen zusammenhängen. Der Fokus liegt hierbei auf Zusammenhängen zwischen Form A des TMT und den Untertests des Handlungsteils der Wechslerskalen. Die Begründung für diese Annahme liegt darin, dass Untertests des Handlungsteils unter Zeitbegrenzung zu bewältigen sind und somit neben den ursprünglich intendierten Fähigkeiten auch die Fähigkeit zu einer

raschen Informationsverarbeitung erfassen. Demzufolge wird erwartet, dass Untertestleistungen des Handlungsteils positiv mit Form A des TMT zusammenhängen werden, wohingegen Zusammenhänge zwischen den Untertests des Verbalteils und dem Verbal-IQ in weniger deutlichem Ausmaß ausfallen sollten.

Da die Leistungen der PatientInnen in Form A des TMT mit den Werten „1“ (unterdurchschnittlich schnell), „2“ (durchschnittlich schnell) und „3“ (überdurchschnittlich schnell) kodiert wurden und somit Rangskalenniveau aufweisen, wurden die intervallskalierten Rohwerte der Wechslerintelligenzskalen ebenfalls in eine Rangreihe gebracht und damit auf Rangskalenniveau transformiert. Analog zu dem Kodierungsschema des TMT erfolgte die Kodierung der Leistungen der Wechslerintelligenzskalen: der Wert „1“ stellt unterdurchschnittliche Leistungen dar, der Wert „2“ durchschnittliche und der Wert „3“ überdurchschnittliche Leistungen. Hierbei wurde für die Gesamttestwerte der Durchschnittsbereich der IQ-Skala für die Kodierung herangezogen, wobei Werte zwischen 85 und 115 IQ-Punkten den Durchschnittsbereich abbilden. Werte darunter werden als unterdurchschnittlich, Werte darüber als überdurchschnittliche Leistungen interpretiert. Für die Wertpunkte-Skala umfassen Werte zwischen 7 und 13 Punkten den Durchschnittsbereich, Werte darunter werden als unterdurchschnittlich bezeichnet und Werte darüber als überdurchschnittliche Leistung.

Zur Beantwortung der Fragestellung kommt der Rangkorrelationskoeffizient Kendalls  $\tau$  zur Anwendung. Es werden jene Personen für die entsprechenden Analysen herangezogen, für welche pro Testzeitpunkt Gesamt-IQ und TMT Form A, Verbal-IQ und TMT Form A, Handlungs-IQ und TMT Form A und/ oder Leistungen der Untertests des Handlungsteils und/oder des Verbalteils gemeinsam mit Daten zu Form A des TMT registriert wurden. Für die weiteren Berechnungen werden die Untersuchungszeitpunkte postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ sowie drei Jahre postoperativ berücksichtigt. Der Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre wird, wie bei den übrigen Fragestellungen, aufgrund der geringen Stichprobengröße, welche sich über einen sehr weiten Zeitraum erstreckt, nicht berücksichtigt.

## Beschreibung und Voraussetzungen der statistischen Verfahren:

Kendalls  $\tau$  stellt ebenso wie Spearmans  $\rho$  den Zusammenhang zwischen Rangplätzen dar. Spearmans  $\rho$  reagiert sehr sensitiv auf Rangbindungen (Leonhart, 2009), weshalb für die Untersuchung von Fragestellung 3 Kendalls  $\tau$  angebracht erscheint.

Für die Berechnung dieses Korrelationskoeffizienten werden zunächst die Ausprägungen der „ersten“ Variablen in eine aufsteigende Rangreihe, die so genannte Ankerreihe, gebracht. Die Rangreihe des zweiten Merkmals dient als Vergleichsreihe. Anschließend wird überprüft, ob der folgende Rang der Vergleichsreihe größer (Proversion) oder kleiner (Inversion) ist. In die Berechnung von Kendalls  $\tau$  fließt die Summe der Proversionen und Inversionen ein, wodurch lediglich die relative Anordnung der Ränge zueinander für die Berechnung des Koeffizienten berücksichtigt wird (Leonhart, 2009).

Die Interpretation der Größe des Zusammenhanges orientiert sich erneut an Cohen's Klassifikation (1988) wonach Korrelationen von  $r_s = +/-0.1$  als kleiner Effekt, Korrelationen ab  $r_s = +/-0.3$  als mittlerer Effekt und Korrelationen ab  $r_s = +/-0.5$  als großer Effekt bezeichnet werden.

## Ergebnisse der Korrelationsstudien

Die Tabellen 30, 31 und 32 geben eine Übersicht über die berechneten Korrelationskoeffizienten ( $\tau_b$ ).  $\tau_b$  gibt das Ausmaß des Zusammenhanges zwischen zwei Variablen an, wobei Werte zwischen +1 und -1 angenommen werden können. Entsprechend der Klassifikation von Cohen (1988) werden Korrelationen ab  $\tau_b = +/- 0.1$  als kleiner Effekt bezeichnet, Korrelationen ab  $\tau_b = +/- 0.3$  als mittlerer Effekt und jene ab  $\tau_b = +/- 0.5$  als großer Effekt interpretiert. Große Effekte werden rot markiert, grüne Markierungen stellen mittlere Effekte dar. Neben den Korrelationskoeffizienten enthalten die Tabellen 30 und 31 das Signifikanzniveau, welches die Wahrscheinlichkeit angibt, den empirisch

ermittelten Zusammenhang in der Population zufällig beobachtet zu haben, sowie die Anzahl der Personen, auf welche sich die Berechnungen beziehen.

Tabelle 30 stellt die Korrelationen zwischen Form A des TMT und den Gesamtestwerten der Wechslerkalen dar. Bis auf eine Ausnahme konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen Form A des TMT und den Gesamtestwerten der Wechslerkalen festgestellt werden. Allerdings konnten einige praktisch bedeutsame Zusammenhänge festgestellt werden: Der Gesamt-IQ der PatientInnen hängt zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ ( $r_b = .414$ ), ein Jahr postoperativ ( $r_b = .300$ ) und zwei Jahre postoperativ ( $r_b = .333$ ) in mittelstarkem, erwartungskonform positivem Ausmaß mit der kodierten Bearbeitungszeit der PatientInnen zusammen. Überraschenderweise besteht zwischen diesen beiden Verfahren drei Jahre postoperativ ( $r_b = -.612$ ) ein starker negativer Zusammenhang. Dieser Zusammenhang ist jedoch an der ausgesprochen geringen Stichprobengröße von  $n=5$  zu relativieren.

Zwischen Verbal-IQ und Form A des TMT zeigten sich ebenfalls keine signifikanten, aber praktisch bedeutsame Zusammenhänge. Nach der Klassifikation von Cohen liegt postoperativ ( $r_b = .750$ ) ein starker, positiver Zusammenhang und zwei Jahre postoperativ ( $r_b = .333$ ) ein mittelstarker, positiver Zusammenhang zwischen Verbal-IQ und TMT vor. Dies bedeutet, dass unterdurchschnittliche respektive überdurchschnittliche Werte in dem einen Verfahren mit ebensolchen in dem anderen Verfahren korrespondieren.

Entsprechend den Erwartungen zeigen sich zwischen Handlungs-IQ und Form A des TMT zumindest praktisch bedeutsame Zusammenhänge, welche als mittel bis stark bezeichnet werden können. Ein mittelstarker Zusammenhang zwischen Handlungs-IQ und dem TMT zeigt sich zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ ( $r_b = .354$ ). Starke positive Zusammenhänge zeigen sich zu den Untersuchungszeitpunkten ein Jahr postoperativ ( $r_b = .685$ ) sowie drei Jahre postoperativ ( $r_b = .612$ ), wobei ersterer nicht nur praktisch bedeutsam, sondern auch statistisch signifikant ist. Zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre post-

operativ konnte kein Korrelationskoeffizient berechnet werden, da eine der beiden Variablen konstant war.

**Tabelle 30 Zusammenhang zwischen TMT Form A und dem Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ (Kendalls  $\tau$ )**

Variable		postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Gesamt-IQ - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,417	,300	,333	-,612
	Sig. (2-seitig)	,352	,364	,564	,221
	N	7	9	4	5
<b>Verbal-IQ- TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,750	,000	,333	.
	Sig. (2-seitig)	,052	1,000	,564	.
	N	7	9	4	5
<b>Handlungs-IQ - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,354	,685	.	,612
	Sig. (2-seitig)	,437	,045	.	,221
	N	7	9	4	5

Die Ergebnisse der Korrelationsstudien zwischen Form A des TMT und den Untertests des Handlungsteils sind in Tabelle 31 dargestellt. Im Rahmen dieser Subtestanalyse können ebenfalls vorrangig praktisch bedeutsame Zusammenhänge festgestellt werden. Ein nicht nur praktisch bedeutsames, sondern auch statistisch signifikantes Ergebnis kann lediglich zum postoperativen Zeitpunkt für den „Zahlensymboltest“ festgestellt werden. Alle übrigen Ergebnisse verfehlen die statistische Signifikanz. Praktisch bedeutsame Ergebnisse nach der Klassifikation von Cohen werden in folgenden Bereichen beobachtet: Der „Zahlensymboltest“ hängt mit Form A des TMT zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ ( $\tau_b = .801$ ) und ein Jahr postoperativ ( $\tau_b = .600$ ) in hohem, praktisch bedeutsamen, Ausmaß zusammen. Wie bereits erwähnt, ist dieser Zusammenhang postoperativ nicht nur praktisch bedeutsam, sondern auch statistisch signifikant. Drei Jahre postoperativ zeigt sich ein schwacher positiver Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen.

Ein praktisch relevanter, positiver Zusammenhang ( $\tau_b = .866$ ) wird zum postoperativen Zeitpunkt zwischen Form A des TMT und dem Untertest „Bilderergänzen“ beobachtet. Aufgrund der geringen Stichprobenumfänge sowie fehlender Werte können für die übrigen Untersuchungszeitpunkte keine entsprechenden Korrelationskoeffizienten angegeben werden. Ein weiterer deutlich relevanter positiver Zusammenhang der mit dem TMT erfassten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zeigt sich postoperativ mit den Leistungen im Untertest „Bilderordnen“ ( $\tau_b = .537$ ). Zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ besteht jedoch ein schwacher negativer Zusammenhang ( $\tau_b = -.200$ ) zwischen Form A des TMT und diesem Untertest. Des Weiteren zeigen sich schwache, positive Zusammenhänge zwischen dem Untertest „Mosaiktest“ und Form A des TMT. Letztlich hängen ein Jahr postoperativ die Leistungen im Untertest „Figurenlegen“ deutlich positiv mit Form A des TMT zusammen. Zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten zeigen sich nur mehr schwache, tendenziell positive Zusammenhänge.

**Tabelle 31 Zusammenhang zwischen TMT Form A und den Untertestleistungen des Handlungsteils (Kendalls  $\tau$ )**

Variable		postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Zahlensymboltest - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	<b>,801</b>	<b>,600</b>	-	,201
	Sig. (2-seitig)	,017	,079	-	,637
	N	8	9	4	6
<b>Bilderergänzen-TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	<b>,866</b>	-	-	-
	Sig. (2-seitig)	,333	-	-	-
	N	3	2	0	1
<b>Bilderordnen - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	<b>,537</b>	-,200	-	,000
	Sig. (2-seitig)	,169	,558	-	1,000
	N	8	9	4	6
<b>Mosaiktest - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,228	,250	-	,167
	Sig. (2-seitig)	,623	,464	-	,739
	N	7	9	4	5
<b>Figurenlegen - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,125	<b>,560</b>	-	,167
	Sig. (2-seitig)	,789	,089	-	,739
	N	7	9	4	5

Abschließend zeigen die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 32, dass entgegen der theoretisch begründeten Erwartungen auch deutliche Zusammenhänge zwischen Form A des TMT und einigen Untertests des Verbalteils der Wechslerkalen bestehen. Zwar ist keines der Ergebnisse statistisch signifikant, jedoch sind einige der Zusammenhänge in hohem Maße praktisch relevant. Demnach hängt der Untertest „Allgemeines Wissen“ zum postoperativen Untersuchungszeitpunkt stark ( $r_b = .605$ ) und zu den Untersuchungszeitpunkten ein Jahr postoperativ ( $r_b = .404$ ) und drei Jahre postoperativ ( $r_b = .447$ ) mittelstark mit Form A des TMT zusammen. Mittel bis stark relevante Zusammenhänge zeigen sich auch zu dem Untertest „Allgemeines Verständnis“. Zum Untersuchungszeitpunkt postoperativ ist ein starker positiver Zusammenhang ( $r_b = .674$ ) zu beobachten. Zu den Untersuchungszeitpunkten ein Jahr postoperativ ( $r_b = .338$ ) sowie zwei Jahre postoperativ ( $r_b = .333$ ) liegen die Korrelationskoeffizienten im mittelstarken positiven Bereich. Ein überraschendes Ergebnis zeigt sich zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ: Zu diesem Zeitpunkt besteht ein starker, negativer Zusammenhang ( $r_b = -.612$ ) zwischen den beiden Variablen. Dies würde bedeuten, dass unterdurchschnittliche Leistungen in dem einen Verfahren mit überdurchschnittlichen Leistungen in dem anderen Verfahren korrespondieren würden.

Hypothesenkonform zeigen sich deutlich praktisch relevante, positive Zusammenhänge zwischen dem Untertest „Rechnerisches Denken“ und Form A des TMT. Zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ ( $r_b = .632$ ) sowie drei Jahre postoperativ ( $r_b = .667$ ) sind die Zusammenhänge gemäß Cohens Klassifikation als stark zu bezeichnen und liegen auch zwei Jahre postoperativ ( $r_b = .316$ ) im mittelstarken Bereich.

Bezüglich des Untertests „Gemeinsamkeiten finden“ zeigt sich lediglich zum Untersuchungszeitpunkt ein Jahr postoperativ ein mittelstarker positiver Zusammenhang ( $r_b = .300$ ).

Weiters kann zwei Jahre postoperativ ( $r_b = .775$ ) ein starker positiver Zusammenhang zwischen dem Untertest „Wortschatz Test“ und dem TMT

beobachtet werden. Drei Jahre postoperativ besteht ein mittelstarker, allerdings negativer Zusammenhang ( $\tau_b = -.447$ ) zwischen diesen beiden Variablen.

Letztlich zeigt sich auch zu dem Untertest „Zahlen Nachsprechen“ ein stark positiver Zusammenhang ( $\tau_b = .623$ ), welcher ein Jahr postoperativ im mittleren positiven Bereich liegt ( $\tau_b = .404$ ).

**Tabelle 32 Zusammenhang zwischen TMT Form A und den Untertestleistungen des Verbalteils (Kendalls  $\tau$ )**

Variable		postoperativ	1 Jahr postoperativ	2 Jahre postoperativ	3 Jahre postoperativ
<b>Allgemeines Wissen - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,605	,404	,000	,447
	Sig. (2-seitig)	,081	,225	1,000	,317
	N	8	9	4	6
<b>Allgemeines Verständnis - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,674	,338	,333	-,612
	Sig. (2-seitig)	,114	,338	,564	,221
	N	6	7	4	5
<b>Rechnerisches Denken - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,632	,316	-	,667
	Sig. (2-seitig)	,105	,355	-	,182
	N	7	9	4	5
<b>Gemeinsamkeiten Finden - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,113	,300	-	,000
	Sig. (2-seitig)	,752	,364	-	1,000
	N	8	9	4	6
<b>Wortschatztest - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,133	,000	,775	-,447
	Sig. (2-seitig)	,721	1,000	,157	,317
	N	7	9	4	6
<b>Zahlen Nachsprechen - TMT Form A</b>	Korrelationskoeffizient	,632	,404	-	-
	Sig. (2-seitig)	,105	,225	-	-
	N	7	9	-	6

Der folgende Abschnitt dient der Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse der Korrelationsstudien.

## Interpretation und Zusammenfassung der Ergebnisse

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, wie sie durch Form A des TMT erfasst wird, hängt sowohl mit dem Gesamt-, dem Verbal- als auch dem Handlungs-IQ in mittlerem bis starkem, zumindest praktisch relevantem, positivem Ausmaß zusammen. Demnach erzielten Personen, welche über eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verfügen, in den Gesamtestwerten der Wechslerintelligenzskalen eher unterdurchschnittliche Werte als Personen, die Informationen schnell verarbeiten. Die Ergebnisse der Korrelationsstudien zeigen bezüglich des Gesamt-IQ, dass dieser zu allen Untersuchungszeitpunkten in mittelstarkem positivem Zusammenhang zu Form A des TMT steht. Lediglich zum Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ zeigt sich überraschenderweise ein stark negativer Zusammenhang zwischen diesen beiden Skalen. Demnach würden Personen, die in dem einen Verfahren im unterdurchschnittlichen Bereich liegen, in dem anderen eher überdurchschnittliche Werte erzielen und umgekehrt. Betreffend Verbal-IQ lässt sich postoperativ ein stark positiver Zusammenhang beobachten, welcher auch zwei Jahre postoperativ im mittleren positiven Bereich liegt. Erwartungskonform zeigen sich zu allen Untersuchungszeitpunkten praktisch relevante positive Zusammenhänge zwischen dem Handlungs-IQ und Form A des TMT, welche im mittleren bis starken Bereich liegen.

Die differenzierte Subtestanalyse zeigte, dass bis auf eine Ausnahme keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen Form A des TMT und den Untertests des Handlungs- respektive Verbalteils festgestellt werden konnten. Entgegen der Vermutung, dass sich Zusammenhänge des TMT in erster Linie zu „Speed“-Tests der Wechslerkalen, und somit vorrangig im Bereich des Handlungsteils, zeigen sollten, wurden praktisch relevante, positive Zusammenhänge zu einigen Untertests des Verbalteils festgestellt. Diese Zusammenhänge zeigten sich besonders deutlich bei den Untertests „Allgemeines Wissen“, „Allgemeines Verständnis“ und „Rechnerisches Denken“. Überraschenderweise zeigte der Untertest „Allgemeines Verständnis“ zum

Untersuchungszeitpunkt drei Jahre postoperativ einen stark negativen Zusammenhang zu Form A des TMT. Hypothesenkonform zeigte der Untertest „Rechnerisches Denken“, welcher wie die Untertests des Handlungsteils unter Zeitbegrenzung zu bewältigen ist, postoperativ wie drei Jahre postoperativ praktisch hochrelevante, positive Zusammenhänge zu der mittels TMT testmäßig erfassten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit.

Die Untertestanalyse des Handlungsteils ergab ein weniger deutliches Zusammenhangsmuster zu Form A des TMT, als dies entsprechend der Hypothese erwartet wurde. Erwartungsgemäß hängen alle Untertests des Handlungsteils, mit Ausnahme des Untertests „Mosaiktest“, positiv mit der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit des TMT zusammen, zudem zeigt sich die Tendenz zu mittleren bis starken Zusammenhängen. Diese konnten jedoch nicht über alle Untersuchungszeitpunkte hinweg beobachtet werden, sondern in den meisten Fällen nur zu einem Zeitpunkt. Am deutlichsten zeigen sich die Zusammenhänge zwischen dem „Zahlensymboltest“ und Form A des TMT, welche postoperativ und ein Jahr postoperativ als stark bezeichnet werden können.

Die soeben berichteten Zusammenhangsmuster werfen deutliche Zweifel an der Eindeutigkeit und Generalisierbarkeit von Zusammenhängen zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, wie sie durch den TMT erfasst wird, und „Speed“-Tests der Wechslerintelligenzskalen auf. Es wirft sich der Verdacht auf, dass diese Korrelationen zufällig zustande gekommen sind, was durch die geringe Stichprobengröße sehr wahrscheinlich der Fall sein dürfte und sich in deutlich nicht signifikanten Ergebnissen niederschlägt. Darüber hinaus konnten aufgrund fehlender Werte oder konstant besetzter Kategorien für einige Untersuchungszeitpunkte keine Korrelationskoeffizienten berechnet werden.

Zusammenfassend kann aufgrund der eben berichteten Problematik des geringen Stichprobenumfangs lediglich von tendenziellen Zusammenhängen gesprochen werden, von einer Generalisierbarkeit der Ergebnisse wird Abstand genommen. Die Ergebnisse der Korrelationsstudien zeigten, dass Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit nicht nur wie erwartet mit den Leistungen im

Handlungsteil zusammenhängen dürfte, sondern auch mit jenen des Verbalteils. Demnach würde eine reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit nicht nur Testleistungen, welche die Fähigkeit zu einer raschen Verarbeitung von Informationen erfordern und erfassen, beeinflussen, sondern auch Leistungen und Fähigkeiten, welche im verbalen Bereich liegen. Allerdings dürften diese Ergebnisse durch die sehr geringe Stichprobengröße verzerrt worden sein. Aufgrund Problematik des geringen Stichprobenumfangs scheint es wahrscheinlich, dass die Korrelationen eher zufällig zustande gekommen sind.

Die berichteten Ergebnisse zeigen, dass weiterführende Analysen erforderlich sind, um zu eindeutigeren Schlussfolgerungen über Zusammenhänge zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und „Speed“-Tests zu gelangen. Zum einen wäre hierfür eine größere Stichprobe wünschenswert und erforderlich, zum anderen sollten auch andere Tests zur Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit herangezogen werden als der TMT. Dies würde möglicherweise zu differenzierteren Schlussfolgerungen über die Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitung sowie deren Einfluss auf die Gesamtleistung in Intelligenztestbatterien führen.

## **12.4 Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf**

### **Fragestellung 4**

Zeigen sich zwischen den Testzeitpunkten signifikante Unterschiede der kognitiven Leistungsfähigkeit dahingehend, dass ein Leistungsabfall derselben im Zeitverlauf beobachtet werden kann?

Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wurden Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms dahingehend diskutiert, dass sich Einbußen der kognitiven Leistungsfähigkeit von PatientInnen progressiv im

Zeitverlauf der Erkrankung zu manifestieren scheinen. Demnach zeigen sich Leistungseinbußen nicht notwendigerweise unmittelbar nach der Operation und/oder der weiterführenden Behandlung, sondern häufig langfristig zu einem späteren Zeitpunkt in der Krankengeschichte der PatientInnen. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass sich Einschränkungen in bestimmten Bereichen der Wechslerstufen insbesondere in jenen, welche die Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfassen, auch in dieser Studie zeigen werden. Im Zuge von Fragestellung fünf soll überprüft werden, ob sich unterdurchschnittliche Leistungen eher zu späteren Untersuchungszeitpunkten manifestieren.

Allerdings sieht sich die Beantwortung dieser Fragestellung mit dem Problem konfrontiert, dass die unterschiedlichen Testzeitpunkte keine Messwiederholungen im klassischen Sinn darstellen. Zwar sind für jede/jeden PatientIn psychologisch-diagnostische Untersuchungen zu den genannten Zeitpunkten vorgesehen, es konnte jedoch aus den verschiedensten Gründen (siehe Kapitel 8.2) kein Kind zu allen Zeitpunkten getestet werden. Obwohl die meisten Kinder mehr als einer psychologisch-diagnostischen Untersuchung unterzogen wurden, sind Messwiederholungsanalysen nicht möglich, da die Kinder nicht alle Testungen zu den vorgesehenen Zeitpunkten durchlaufen haben, wodurch sich deutliche Lücken im Messwiederholungsprofil ergeben. Aus diesen Gründen musste zur Beantwortung der Fragestellung auf deskriptive Methoden ausgewichen werden, welche durch grafische Darstellungen gestützt werden soll.

#### Beschreibung der Vorgehensweise

Für die Beantwortung von Fragestellung 5 wurden die kodierten Leistungen der PatientInnen herangezogen, welche entsprechend ihrer Testleistungen in den Wechslerintelligenzskalen den Kategorien „unterdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ zugeordnet wurden (siehe Fragestellung 4). Die Leistungen der PatientInnen im Trailmaking Test liegen eben-

falls in dieser Kategorisierung vor. Zur Beantwortung der Fragestellung dienen Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Kategorien zu den unterschiedlichen Testzeitpunkten sowie eine grafische Aufbereitung derselben. Mit Hilfe dieser Form der Datenaufbereitung sollen zumindest tendenzielle Aussagen über eine angenommene progressive Entwicklung neurokognitiver Leistungsbeeinträchtigungen von PatientInnen mit einem Medulloblastom untersucht werden. Für die Darstellung der Häufigkeiten werden die Untersuchungszeitpunkte postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ, drei Jahre postoperativ sowie vier bis zehn Jahre postoperativ herangezogen.

### Ergebnisse der deskriptiven Datenanalyse der Wechslerintelligenzskalen

Die Häufigkeitsangaben und Angaben des prozentuellen Anteils der Stichprobe in den Kategorien „unterdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ der Gesamtestwerte sind in Tabelle 33 dargestellt. Demzufolge liegt der Gesamt-IQ der PatientInnen zu allen Testzeitpunkten vorrangig im durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Bereich, wobei die Kategorie „durchschnittlich“ am häufigsten besetzt ist. Postoperativ zeigen lediglich zwei PatientInnen einen überdurchschnittlichen Gesamt-IQ, welche sich zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten auf eine Person reduzieren.

Postoperativ liegen vier (30,8%) PatientInnen im unterdurchschnittlichen, sieben (53,8) im durchschnittlichen und zwei (15,4%) Personen im überdurchschnittlichen Bereich. Ein Jahr darauf weisen erneut vier (33,3%) Kinder einen unterdurchschnittlichen, sieben (58,3%) einen durchschnittlichen und ein (8,3%) Kind einen überdurchschnittlichen Gesamt-IQ auf. Zwei Jahre postoperativ liegen jeweils drei (42,9%) PatientInnen im unterdurchschnittlichen und durchschnittlichen (42,9) Bereich und eine (14,3%) Person im überdurchschnittlichen Bereich. Drei Jahre postoperativ erzielten nur zwei PatientInnen (20,0%) ein unterdurchschnittliches Ergebnis, wohingegen sieben PatientInnen (70,0%) im durchschnittlichen und eine/r (10,0%) im überdurchschnittlichen Bereich liegt. Vier bis zehn Jahre postoperativ liegen mit fünf (62,5%) PatientInnen die

meisten der zu diesem Zeitpunkt getesteten PatientInnen im unterdurchschnittlichen Leistungsbereich. Drei (37,5%) der acht PatientInnen, für welche zu diesem Zeitpunkt ein Gesamt-IQ berechnet werden konnte, liegen im durchschnittlichen Bereich und keine/r im überdurchschnittlichen Bereich.

Die Betrachtung des Verbal-IQ zeigt, dass die meisten PatientInnen zu allen Untersuchungszeitpunkten einen im durchschnittlichen Bereich liegenden Verbal-IQ aufweisen. Zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ, drei Jahre sowie vier bis zehn Jahre postoperativ liegen jeweils nur zwei der getesteten PatientInnen im unterdurchschnittlichen Bereich, zu den übrigen beiden Zeitpunkten erzielte jeweils nur eine Person ein Ergebnis, welches dieser Kategorie zuzuordnen ist. Ein überdurchschnittlich ausgeprägter Verbal-IQ konnte lediglich bei zwei PatientInnen (16,7%) postoperativ und jeweils einem/einer PatientIn ein (8,3%), zwei (16,7%) und drei (12,5%) Jahre postoperativ beobachtet werden. Vier bis zehn Jahre postoperativ lag keiner der sechs PatientInnen, für die ein entsprechender Wert vorlag, im überdurchschnittlichen Bereich.

Der Handlungs-IQ liegt wie der Gesamt-IQ vorrangig im durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Bereich. Zu keinem der Untersuchungszeitpunkte kann ein überdurchschnittlicher Handlungs-IQ festgestellt werden. Postoperativ liegt die Leistung von jeweils sechs PatientInnen im unterdurchschnittlichen (50,0%) und durchschnittlichen (50,0%) Bereich. Fünf (41,7%) der 13 PatientInnen für welche ein Jahr postoperativ der Handlungs-IQ angegeben werden konnte, verfügten über einen unterdurchschnittlichen und sieben (58,3%) über einen durchschnittlichen Handlungs-IQ. Über einen unterdurchschnittlichen Handlungs-IQ verfügten zwei Jahre postoperativ zwei PatientInnen (28,6%). Demgegenüber befanden sich fünf Personen (71,4%) im durchschnittlichen Leistungsbereich.

Zu den letzten beiden Untersuchungszeitpunkten befinden sich die Mehrzahl der Kinder und Jugendlichen, für die ein Handlungs-IQ bestimmt wurde, im unterdurchschnittlichen Bereich: Drei Jahre postoperativ traf dies auf fünf

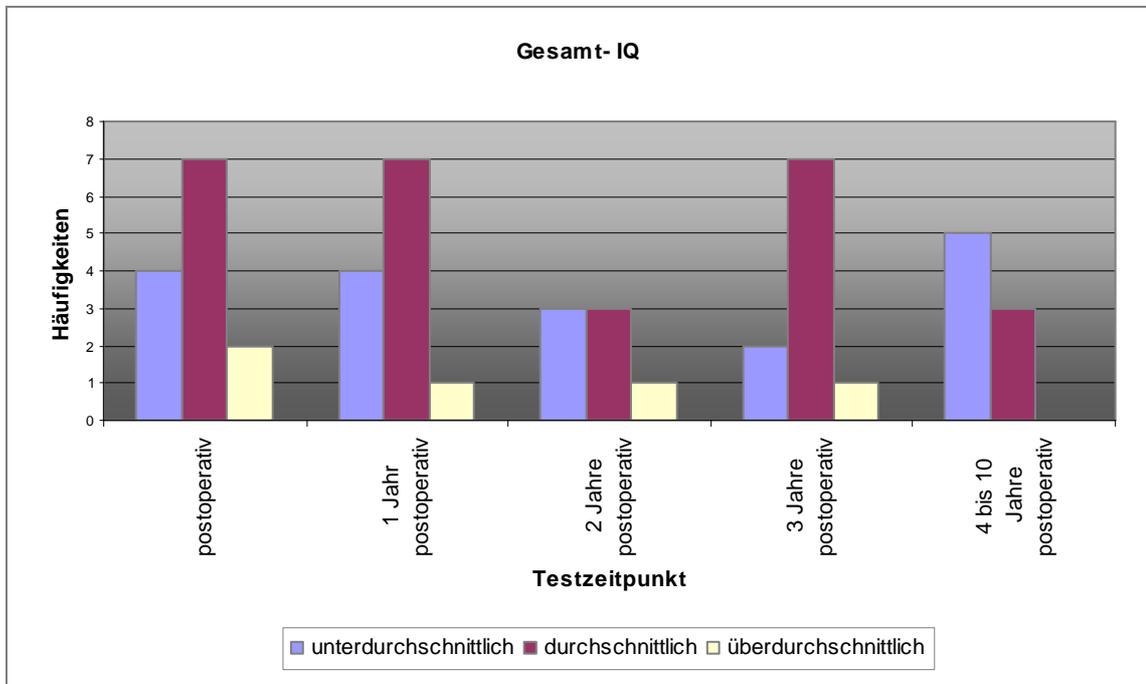
(62,5%) von acht Kindern zu, vier bis zehn Jahre postoperativ auf vier (66,7%) von sechs Kindern.

**Tabelle 33 Häufigkeiten sowie prozentueller Anteil innerhalb der Kategorien „durchschnittlich“, „unterdurchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ des Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ**

Variable	„unterdurchschnittlich“		„durchschnittlich“		„überdurchschnittlich“		
	N	Gültige %	N	Gültige %	N	Gültige %	
<b>Gesamt-IQ</b>	Postoperativ	4	30,8	7	53,8	2	15,4
	1 Jahr postoperativ	4	33,3	7	58,3	1	8,3
	2 Jahre postoperativ	3	42,9	3	42,9	1	14,3
	3 Jahre postoperativ	2	20,0	7	70,0	1	10,0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	5	62,5	3	37,5	0	0
<b>Verbal-IQ</b>	postoperativ	1	8,3	9	75,0	2	16,7
	1 Jahr postoperativ	2	16,7	9	75,0	1	8,3
	2 Jahre postoperativ	2	33,3	3	50,0	1	16,7
	3 Jahre postoperativ	1	12,5	6	75,0	1	12,5
	4 bis 10 Jahre postoperativ	1	16,7	5	83,3	0	0
<b>Handlungs-IQ</b>	postoperativ	6	50,0	6	50,0	0	0
	1 Jahr postoperativ	5	41,7	7	58,3	0	0
	2 Jahre postoperativ	2	28,6	5	71,4	0	0
	3 Jahre postoperativ	5	62,5	3	37,5	0	0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	4	66,7	2	33,3	0	0

Abbildung 9 dient der grafischen Aufbereitung dieser Ergebnisse. Wie dieser Grafik entnommen werden kann, liegt der Gesamt-IQ zu allen Untersuchungszeitpunkten vorwiegend im durchschnittlichen Bereich. Einzige Ausnahme ist bei der Untersuchungszeitspanne „vier bis zehn Jahre postoperativ“ zu beobachten: Die meisten der Testpersonen weisen einen unter-

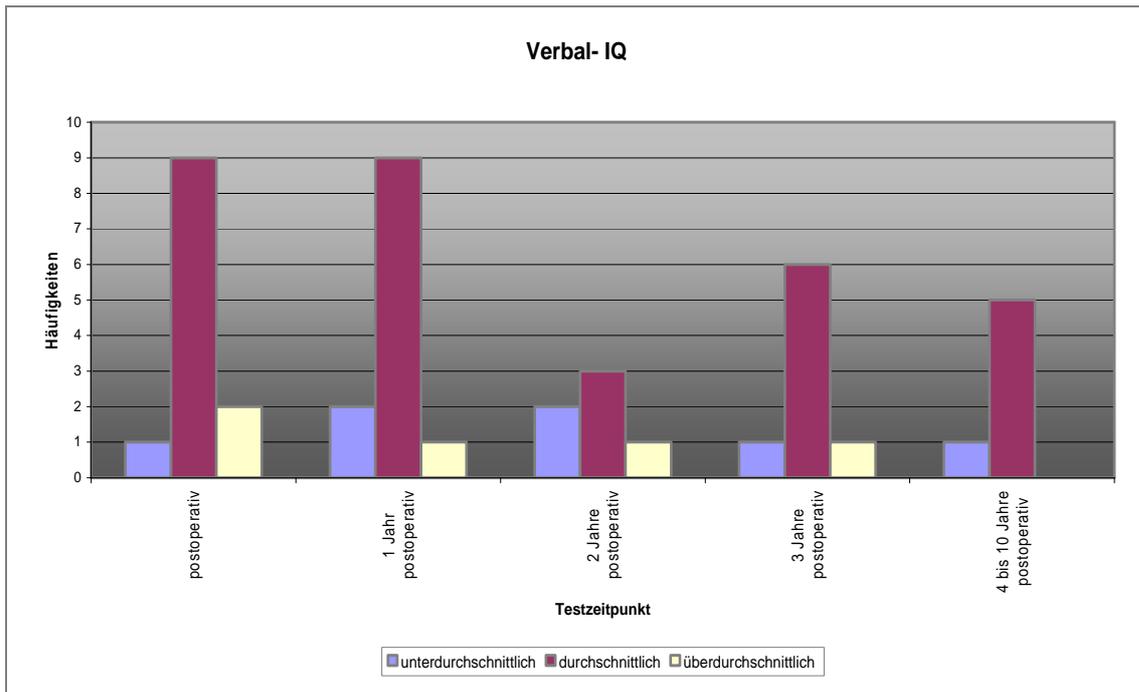
durchschnittlichen Gesamtttestwert auf. Des Weiteren ist zu erkennen, dass nur einzelne PatientInnen überdurchschnittliche Leistungen erzielen, wobei diese Kategorie zum Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre postoperativ nicht vertreten ist.



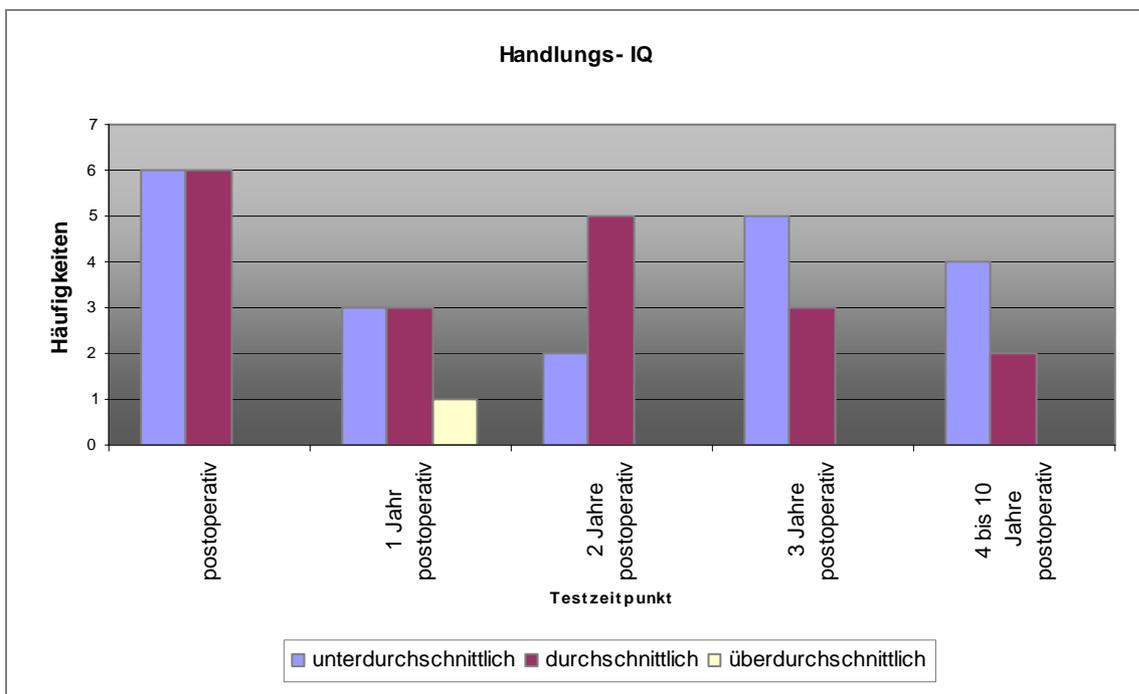
**Abbildung 9 Häufigkeiten der Kategorien des Gesamt-IQ**

Der Verbal-IQ liegt, wie Abbildung 10 entnommen werden kann, über alle Testzeitpunkte hinweg vorwiegend im durchschnittlichen Leistungsbereich. Vereinzelt liegt der Verbal-IQ im unter- respektive überdurchschnittlichen Bereich. Eine Veränderung des Verbal-IQ zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten kann nicht beobachtet werden.

Letztlich verdeutlicht Abbildung 11, dass der Handlungs-IQ der PatientInnen entweder im durchschnittlichen oder aber im unterdurchschnittlichen Bereich liegt. Nur eine einzige Person liegt zu einem Untersuchungszeitpunkt im überdurchschnittlichen Bereich. Zu den späteren Untersuchungszeitpunkten drei und vier bis zehn Jahre postoperativ zeigen PatientInnen vor allem einen unterdurchschnittlichen Handlungs-IQ.



**Abbildung 10 Häufigkeiten der Kategorien des Verbal-IQ**



**Abbildung 11 Häufigkeiten der Kategorien des Handlungs-IQ**

Die nun folgenden Tabellen spiegeln die Ergebnisse der deskriptiven Analysen der Untertestleistungen wieder. Die Leistungen der PatientInnen wurden ebenfalls in die Bereiche „unterdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ kategorisiert.

Tabelle 34 dient der deskriptiven Darstellung der Untertestleistungen des Verbalteils der Wechslerintelligenzskalen. Die Leistungen der PatientInnen im Untertest „Allgemeines Wissen“ liegen vorrangig im durchschnittlichen Leistungsbereich, und das über alle Testzeitpunkte hinweg. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei dem Untertest „Allgemeines Verständnis“, auch hier befinden sich die Leistungen der PatientInnen über alle Zeitpunkte hinweg vorrangig im durchschnittlichen Bereich. Darüber hinaus können auch bei diesem Untertest keine nennenswerten Tendenzen einer progressiven Verschlechterung der Leistungen festgestellt werden. Im Untertest „Rechnerisches Denken“ schneiden ebenfalls die meisten PatientInnen durchschnittlich ab. Allerdings zeigen fünf (33,3%) von 14 PatientInnen postoperativ und fünf (38,5%) von 13 PatientInnen ein Jahr postoperativ ein unterdurchschnittliches Ergebnis, wobei sich diese Anzahl zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten etwas reduziert. Auch die Leistungen in den Untertests „Gemeinsamkeiten Finden“, „Zahlen-nachsprechen“ und „Wortschatztest“ liegen über alle Testzeitpunkte hinweg vorrangig im durchschnittlichen Leistungsbereich. Bezüglich des Untertests „Gemeinsamkeiten Finden“ zeigt sich jedoch ein Anstieg der unterdurchschnittlichen Leistungen vier bis zehn Jahre postoperativ. Während die Leistungen zu den übrigen Zeitpunkten vor allem im durchschnittlichen Bereich anzusiedeln sind, befinden sich die meisten PatientInnen vier bis zehn Jahre postoperativ im unterdurchschnittlichen Bereich.

**Tabelle 34 Häufigkeiten sowie prozentueller Anteil der Kategorien „unterdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ der Untertests des Verbalteils**

Variable		„unterdurchschnittlich“		„durchschnittlich“		„überdurchschnittlich“	
		N	Gültige %	N	Gültige %	N	Gültige %
<b>Allgemeines Wissen</b>	postoperativ	2	12,5	12	75,0	2	12,5
	1 Jahr postoperativ	1	7,7	10	76,9	2	15,4
	2 Jahre postoperativ	3	37,5	4	50,0	1	12,5
	3 Jahre postoperativ	1	9,1	8	72,2	2	18,2
	4 bis 10 Jahre postoperativ	1	11,1	8	88,9	0	0
<b>Allgemeines Verständnis</b>	postoperativ	2	18,2	8	72,7	1	9,1
	1 Jahr postoperativ	3	30,0	7	70,0	0	0
	2 Jahre postoperativ	2	25,0	5	62,5	1	12,5
	3 Jahre postoperativ	2	28,6	4	57,1	1	14,3
	4 bis 10 Jahre postoperativ	1	25,0	3	75,0	0	0
<b>Rechnerisches Denken</b>	postoperativ	5	33,3	9	60,0	1	6,7
	1 Jahr postoperativ	5	38,5	8	61,5	0	0
	2 Jahre postoperativ	2	28,6	5	71,4	0	0
	3 Jahre postoperativ	3	30,0	6	60,0	1	10,0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	2	25,0	6	75,0	0	0
<b>Gemeinsamkeiten Finden</b>	postoperativ	1	7,1	8	57,1	5	35,7
	1 Jahr postoperativ	4	30,8	8	61,5	1	7,7
	2 Jahre postoperativ	2	25,0	6	75,0	0	0
	3 Jahre postoperativ	1	9,1	7	63,6	3	27,3
	4 bis 10 Jahre postoperativ	0	0	7	77,8	2	22,2
<b>Wortschatztest</b>	Postoperativ	3	21,4	6	42,9	5	35,7
	1 Jahr postoperativ	3	23,1	9	69,2	1	7,7
	2 Jahre postoperativ	2	25,0	5	62,5	1	12,5
	3 Jahre postoperativ	2	18,2	8	72,7	1	9,1
	4 bis 10 Jahre postoperativ	1	12,5	7	87,5	0	0

<b>Zahlen nach- sprechen</b>	postoperativ	4	26,7	9	60,0	2	13,3
	1 Jahr postoperativ	2	15,4	9	69,2	2	15,4
	2 Jahre postoperativ	2	28,6	5	71,4	0	0
	3 Jahre postoperativ	1	9,1	9	81,8	1	9,1
	4 bis 10 Jahre postoperativ	0	0	9	100,0	0	0

Wie Tabelle 35 entnommen werden kann, liegen die Leistungen der PatientInnen in den Untertests des Handlungsteils vorrangig im unterdurchschnittlichen und durchschnittlichen Bereich. Nur vereinzelt zeigen sich überdurchschnittliche Leistungen. PatientInnen, welche den „Zahlensymboltest“ bearbeitet haben, zeigen über alle Testzeitpunkte hinweg eher durchschnittliche bis unterdurchschnittliche Leistungen. Hierbei lässt sich kein Trend einer progressiven Verschlechterung der Leistung in diesem Untertest erkennen. Deutlich durchschnittliche Leistungen zeigen PatientInnen in dem Untertest „Bilderergänzen“, in welchem sehr wenige Kinder unterdurchschnittliche Ergebnisse erzielen. Demgegenüber zeigt der Untertest „Bilderordnen“ eine höhere Anzahl an unterdurchschnittlichen Ergebnissen. Insbesondere zum postoperativen (53,3%) sowie ein Jahr postoperativen Zeitpunkt (57,1%) erbrachten die meisten Kinder unterdurchschnittliche Leistungen, wobei sich zwei (71,4%) und drei Jahre postoperativ (66,7%) wieder eher durchschnittliche Leistungen zeigen. Zu den ersten vier Untersuchungszeitpunkten liegen auch die Leistungen im „Mosaiktest“ eher im durchschnittlichen Bereich. Vier bis zehn Jahre postoperativ (75,0%) zeigen jedoch die meisten PatientInnen unterdurchschnittliche Werte. Letztlich liegen auch die Leistungen im Untertest „Figurenlegen“ über alle Testzeitpunkte, mit Ausnahme der Untersuchung drei Jahre postoperativ, im durchschnittlichen Bereich. Unterdurchschnittliche Leistungen erzielen postoperativ fünf (38,5%) PatientInnen, ein Jahr postoperativ drei (23,1%) Kinder, zwei Jahre postoperativ ein/e (14,3%) PatientIn, drei Jahre postoperativ vier (50,0%) PatientInnen und vier bis zehn Jahre postoperativ drei (50,0%) PatientInnen.

**Tabelle 35 Häufigkeiten sowie prozentueller Anteil der Kategorien „unterdurchschnittlich schnell“, „durchschnittlich schnell“ sowie „überdurchschnittlich schnelle“ Bearbeitung der Untertests des Handlungsteils**

Variable		„unterdurchschnittlich“		„durchschnittlich“		„überdurchschnittlich“	
		N	Gültige %	N	Gültige %	N	Gültige %
<b>Zahlensymboltest</b>	postoperativ	5	35,7	9	64,3	0	0
	1 Jahr postoperativ	6	50,0	6	50,0	0	0
	2 Jahre postoperativ	4	50,0	4	50,0	0	0
	3 Jahre postoperativ	4	36,4	6	54,5	1	9,1
	4 bis 10 Jahre postoperativ	3	33,3	6	66,7	0	0
<b>Bilderergänzen</b>	postoperativ	1	16,7	3	50,0	2	33,3
	1 Jahr postoperativ	0	0	4	100	0	0
	2 Jahre postoperativ	0	0	2	100,0	0	0
	3 Jahre postoperativ	1	25,0	1	25,0	2	50,0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	0	0	5	83,3	1	16,7
<b>Bilderordnen</b>	postoperativ	8	53,3	7	46,7	0	0
	1 Jahr postoperativ	8	57,1	6	42,9	0	0
	2 Jahre postoperativ	1	14,3	5	71,4	1	14,3
	3 Jahre postoperativ	3	33,3	6	66,7	0	0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	4	57,1	3	42,9	0	0
<b>Mosaiktest</b>	postoperativ	4	26,7	10	66,7	1	7,7
	1 Jahr postoperativ	7	53,8	6	46,2	0	0
	2 Jahre postoperativ	2	25,0	6	75,0	0	0
	3 Jahre postoperativ	4	40,0	5	50,0	1	10,0
	4 bis 10 Jahre postoperativ	6	75,0	2	42,9	0	0
<b>Figurenlegen</b>	postoperativ	5	38,5	7	53,8	1	7,7
	1 Jahr postoperativ	3	23,1	9	69,2	1	7,7
	2 Jahre postoperativ	1	14,3	6	85,7	0	0
	3 Jahre postoperativ	4	50,0	3	37,5	1	12,5
	4 bis 10 Jahre postoperativ	3	50,0	3	50,0	0	0

Letztlich spiegeln die Tabellen 36 und 37 die Ergebnisse der Häufigkeiten überdurchschnittlich langsamer, durchschnittlich schneller sowie überdurchschnittlich schneller Bearbeitung des TMT für die jeweiligen Untersuchungszeitpunkte wider. Abbildung 13 und 14 dienen der grafischen Veranschaulichung dieser Ergebnisse.

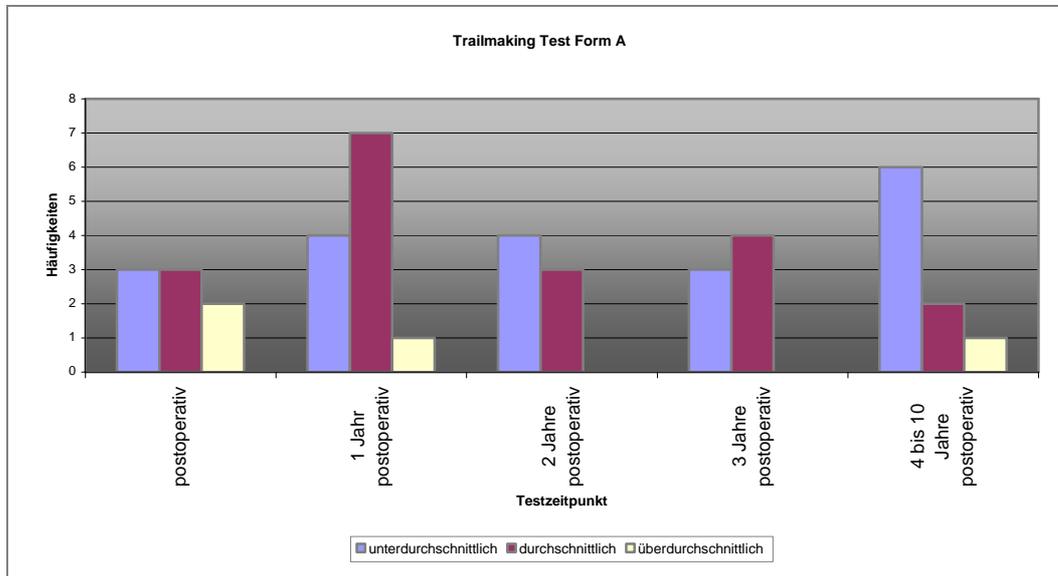
Wie Tabelle 36 zeigt, wird Form A des TMT vor allem zum Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre postoperativ besonders langsam bearbeitet. Sechs (66,7%) von neun PatientInnen sind dieser Kategorie zuzuordnen, zwei (22,2%) arbeiten durchschnittlich schnell und eine/r (11,1%) erzielte ein überdurchschnittlich schnelles Ergebnis. Zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten liegt die Leistung der PatientInnen vorrangig im durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Bereich, wobei in Bezug auf den unterdurchschnittlichen Bereich zu einem späteren Untersuchungszeitpunkt tendenziell mehr Personen überdurchschnittlich langsam arbeiten, als dies zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten der Fall ist.

**Tabelle 36 Häufigkeiten sowie prozentueller Anteil der Kategorien „unterdurchschnittlich schnell“, „durchschnittlich schnell“ sowie „überdurchschnittlich schnelle“ Bearbeitung der Form A des TMT**

Variable	„unterdurchschnittlich“		„durchschnittlich“		„überdurchschnittlich“	
	N	Gültige %	N	Gültige %	N	Gültige %
<b>TMT Form A</b> postoperativ	3	37,5	3	37,5	2	25,0
1 Jahr postoperativ	4	33,3	7	58,3	1	8,3
2 Jahre postoperativ	4	57,1	3	42,9	0	0
3 Jahre postoperativ	3	42,9	4	57,1	0	0
4 bis 10 Jahre postoperativ	6	66,7	2	22,2	1	11,1

Der Anstieg einer überdurchschnittlich langsamen Bearbeitung von Form A des TMT ist durch Abbildung 12 gut erkennbar, ebenso verdeutlicht diese Abbildung

die ausgesprochen geringe Anzahl einer überdurchschnittlich schnellen Bearbeitung dieses Verfahrens.



**Abbildung 12 Häufigkeiten der kategorisierten Leistungen in Form A des TMT**

Die Ergebnisse (siehe Tabelle 37) der deskriptiven Analyse der kategorisierten Leistungen in Form B des TMT zeigen, dass diese vorrangig dem unterdurchschnittlichen Bereich zuzuordnen sind, gefolgt von durchschnittlichen Leistungen.

**Tabelle 37 Häufigkeiten sowie prozentueller Anteil der Kategorien „unterdurchschnittlich schnell“, „durchschnittlich schnell“ sowie „überdurchschnittlich schnelle“ Bearbeitung der Form B des TMT**

Variable	„unterdurchschnittlich“		„durchschnittlich“		„überdurchschnittlich“	
	N	Gültige %	N	Gültige %	N	Gültige %
TMT Form B postoperativ	7	87,5	1	12,5	0	0
1 Jahr postoperativ	4	40,0	6	60,0	0	0
2 Jahre postoperativ	3	60,0	2	40,0	0	0
3 Jahre postoperativ	4	66,7	2	33,3	0	0
4 bis 10 Jahre postoperativ	2	25,0	5	62,5	1	12,5

Insbesondere postoperativ arbeiteten sieben (87,5%) von acht PatientInnen unterdurchschnittlich langsam und nur eine (12,5%) Person lag im durchschnittlichen Bereich. Ein Jahr postoperativ zeigte die Mehrzahl (60,0%) der Personen, für welche zu diesem Zeitpunkt ein Wert registriert werden konnte, eine durchschnittlich schnelle Bearbeitung des Verfahrens. Zwei und drei Jahre postoperativ verteilen sich die PatientInnen in ihren Leistungen auf eine unterdurchschnittliche (60,0%; 66,7%) und durchschnittliche (40,0%; 33,3%) Bearbeitungszeit. Letztlich verfügt die Mehrzahl (62,5%) der PatientInnen vier bis zehn Jahre postoperativ über eine durchschnittliche Bearbeitungszeit. Eine überdurchschnittlich schnelle Bearbeitungszeit zeigte ausschließlich eine einzige Person (12,5%) zum Untersuchungszeitpunkt vier bis zehn Jahre postoperativ. Die grafische Veranschaulichung dieser Ergebnisse (siehe Abbildung 14) verdeutlicht das Übergewicht einer überdurchschnittlich langsamen Bearbeitung zum postoperativen Zeitpunkt sowie den Anstieg des Durchschnittsbereichs vier bis 10 Jahre postoperativ.

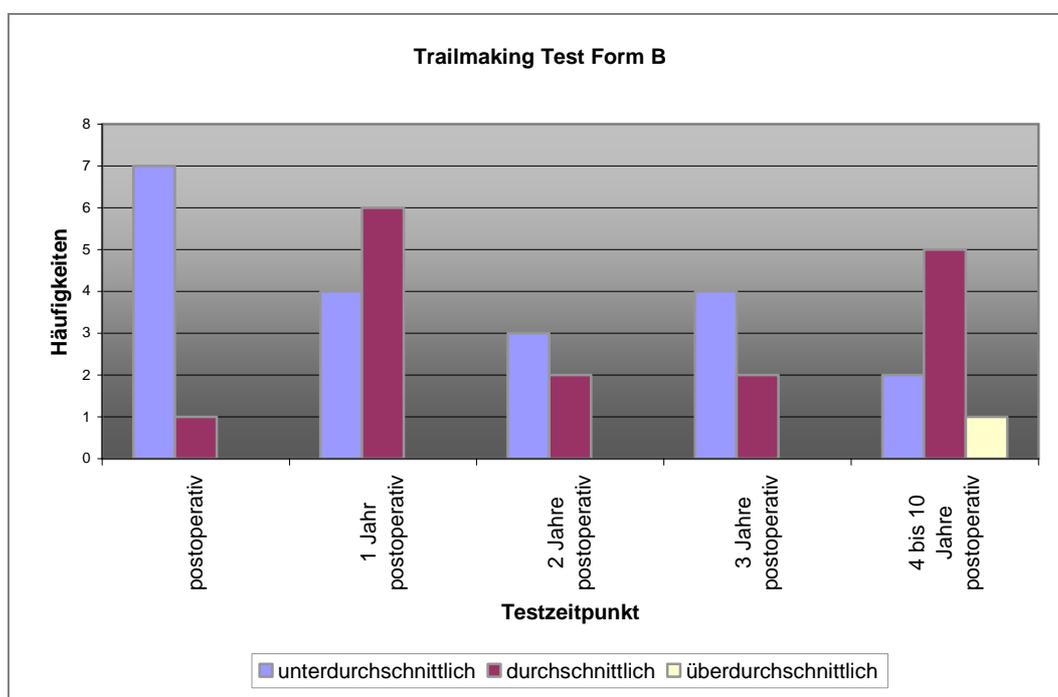


Abbildung 13 Häufigkeiten der kategorisierten Leistungen in Form B des TMT

## Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Zusammenfassend lassen sich auf Basis der deskriptiven Analysen kaum Schlüsse über eine zeitliche Veränderung der kognitiven Leistungsfähigkeit von PatientInnen ziehen. Gesamt-IQ wie Handlungs-IQ liegen über alle Testzeitpunkte hinweg vorrangig im durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Bereich, demgegenüber zeigen die PatientInnen einen durchwegs durchschnittlichen Verbal-IQ. Eine deskriptive Analyse der Untertestleistungen stützt dieses Bild dahingehend, dass die PatientInnen in nahezu allen Untertests des Verbalteils hauptsächlich durchschnittliche Leistungen erbringen, welche auch über die unterschiedlichen Testzeitpunkte hinweg in diesem Bereich bleiben. Einzige Ausnahme stellt der Untertest „Rechnerisches Denken“ dar, welcher neben dem Arbeitsgedächtnis auch die Fähigkeit zu einer raschen Informations-verarbeitung erfasst. Postoperativ sowie ein Jahr postoperativ zeigen einige Kinder unterdurchschnittliche Leistungen, wobei die Anzahl unterdurchschnittlicher Leistungen mit Zunahme der Zeitspanne, welche seit der Diagnose vergangen ist leicht abnimmt. Entgegen der Erwartungen zeigt sich bezüglich des Untertests „Gemeinsamkeiten Finden“ eine Zunahme der Anzahl der als unterdurchschnittlich kategorisierten Leistungen. Demgegenüber verteilen sich die Leistungen der PatientInnen in den Untertests des Handlungsteils auf den unterdurchschnittlichen und durchschnittlichen Bereich. Ein zeitlicher Trend im Sinne einer Zunahme an unterdurchschnittlichen Leistungen kann jedoch bei kaum einem Untertest festgestellt werden. Lediglich der Untertest „Mosaiktest“ zeigt die Tendenz der Zunahme an unterdurchschnittlichen Ergebnissen. Der Untertest „Bilderordnen“ zeigt wiederum eine Abnahme unterdurchschnittlicher Leistungen mit zunehmender Dauer zur Diagnosestellung. Allerdings kann aufgrund der ausgesprochen geringen Stichprobengröße lediglich von Tendenzen gesprochen werden.

Die Ergebnisse der deskriptiven Analysen der Form A des TMT deuten darauf hin, dass PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind,

vorrangig über eine durchschnittlich schnelle bis unterdurchschnittlich schnelle Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verfügen. Auch hier wird tendenziell ein Anstieg unterdurchschnittlicher Leistungen vier bis zehn Jahre postoperativ beobachtet. Allerdings ist generell zu bedenken, dass aufgrund der Zeitspanne von sechs Jahren auch Effekte veränderter Behandlungsmethoden denkbar wären.

Die Analyse von Form B des TMT deutet auf eine eher durchschnittliche Flexibilität im Denken und visumotorische Koordination der PatientInnen hin. Die postoperativ höhere Anzahl an unterdurchschnittlichen Leistungen zeigt tendenziell eine Abnahme zu den späteren Untersuchungszeitpunkten.

Diese Ergebnisse sind allerdings kritisch zu betrachten, da sie auf rein deskriptiven Analysen einer sehr geringen Datenmenge basieren, weshalb lediglich Aussagen über Tendenzen möglich sind. Darüber hinaus war die Durchführung von Messwiederholungsanalysen aufgrund der Eigenschaften der Stichprobe nicht möglich, weshalb keine klaren Schlussfolgerungen über Verbesserungen respektive Verschlechterungen der kognitiven Leistungsfähigkeit der PatientInnen getroffen werden.



## **13. Diskussion und Ausblick**

Das nun folgende Kapitel dient der kritischen Auseinandersetzung mit der vorliegenden Arbeit, wobei die Diskussion der empirischen Ergebnisse im Vordergrund steht. Abschließend widmet sich das darauf folgende Kapitel einer ausführlichen Zusammenfassung der gesamten Arbeit.

### **13.1 Einleitung**

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Diplomarbeit lag in der kritischen Hinterfragung des IQ-Konzeptes als Beurteilungsgrundlage der kognitiven Leistungsfähigkeit pädiatrischer PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit empirischen Befunden über die allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit der genannten PatientInnen-gruppe zeigte, dass viele Studien den Gesamt-IQ als globales Maß der kognitiven Leistungsfähigkeit heranziehen, wobei einzelne neurokognitive Leistungen sowie deren Beitrag an der Gesamttestleistung unzureichend Beachtung finden (Van Heugten et al., 2006; Moore, 2005; Steinlin et al., 2003; Schatz, Kramer, Albin & Matthay, 2000; Copeland, 1999). Eine dieser neurokognitiven Fähigkeiten ist Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Die Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitung stellt eine kognitive Grundvoraussetzung für die Bearbeitung vieler Intelligenztestbatterien, wie beispielsweise der Wechslerintelligenzskalen, dar. Bisherige Befunde legen den Verdacht nahe, dass PatientInnen in Folge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms langfristig an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden. Diese Form der kognitiven Beeinträchtigung könnte zu verzerrten Interpretationen von Gesamttestwerten führen, sofern diese auf Testleistungen basieren, die eine rasche Informationsverarbeitung voraussetzen. Diese Überlegungen führten zu der Annahme, dass Interpretationen, die auf Gesamttestleistungen basieren, zu einer Unter- respektive Fehleinschätzung

der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit dieser PatientInnengruppe führen könnten. Basierend auf diesen theoriegeleiteten Überlegungen entstand der Anspruch, eine differenzierte Analyse der kognitiven Leistungsfähigkeit pädiatrischer PatientInnen zu realisieren.

Für die Umsetzung dieses Ansatzes wurde eine PatientInnendatenbank analysiert. Diese setzt sich aus (neuro-)psychologisch-diagnostisch und medizinisch-diagnostisch gewonnenen Daten von PatientInnen zusammen, bei welchen seit den 1980er Jahren an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien ein Medulloblastom diagnostiziert bzw. behandelt wurde. Die Analysen beschränkten sich auf die am häufigsten eingesetzten Wechslerintelligenzskalen sowie ein neuropsychologisches Testverfahren zur Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit.

Die Analyse einer klinischen Stichprobe, wie der im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten, weist zwar den Vorteil der Nähe zu einer bestimmten klinischen Gruppe auf, gleichzeitig sieht sich die Forschung in diesem Bereich mit einer Reihe von Problemen konfrontiert, welche auch auf die vorliegende Arbeit zutreffen. Die Eigenschaften der vorhandenen Daten führten zu deutlichen methodischen Einschränkungen, welche sich auf die Möglichkeiten der Interpretation der empirisch gefundenen Ergebnisse und Erkenntnisse ausweiteten. Als grundlegendstes Problem sei die geringe Stichprobengröße genannt, welche die Möglichkeit der Anwendung und Aussagekraft statistischer Verfahren massiv einschränkte.

Nichtsdestotrotz wurde versucht, die vorhandenen Daten -so lückenhaft sie zum Teil waren- unter Berücksichtigung der methodischen Einschränkungen bestmöglich aufzubereiten, um basierend auf den resultierenden Ergebnissen zu einer möglichst differenzierten Analyse der kognitiven Leistungsfähigkeit der PatientInnen zu gelangen. Die Ergebnisse dieser Analysen werden im folgenden Teil der Arbeit kritisch diskutiert.

## 13.2 Diskussion der Beschaffenheit der Datenbank

Die zu analysierende Datenbank musste zunächst neu strukturiert und vollständig überarbeitet werden. Zunächst wurden all jene Personen für weiterführende Analysen ausgewählt, bei welchen ein Medulloblastom diagnostiziert wurde. Da im Rahmen psychologisch-diagnostischer Untersuchungen eine Reihe von zum Teil sehr unterschiedlichen Intelligenztestbatterien sowie neuropsychologischen Testverfahren zum Einsatz kamen, konnten für die Datenanalyse ausschließlich die Wechslerintelligenzskalen berücksichtigt werden. Aus pragmatischen Gründen wurden all jene Subtests, welche in allen Versionen der Wechsler-intelligenzskalen vorkommen, für die Datenanalyse zusammengeführt und anschließend analysiert. Wie die Ergebnisse der deskriptiven Analysen zeigten, war dieser Schritt nicht unproblematisch: Die psychologisch-diagnostischen Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren, wodurch Testwerte miteinander verglichen wurden, welche auf unterschiedlichen Normierungsstichproben basieren. Dieser Schritt, so problematisch er erscheinen mag, schien jedoch unumgänglich, um eine empirische Aufbereitung der Daten überhaupt zu ermöglichen. Diese Problematik betrifft alle Untersuchungszeitpunkte.

Neben den Wechslerintelligenzskalen wurde als neuropsychologisches Testverfahren der Trailmaking Test (Reitan, 1992) für die weiterführenden Analysen berücksichtigt. Dieses Testverfahren wurde ausgewählt, da es explizit der Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit dient.

Durch die Einschränkung auf diese beiden Testverfahren wurden jene Personen für weitere Analysen selektiert, welche mit zumindest einem der beiden Verfahren psychologisch-diagnostisch untersucht wurden. Durch die Einschränkung auf diese Verfahren kam es allerdings zu einer erneuten Reduktion des ohnehin geringen Stichprobenumfangs. Für künftige Studien sollte daher versucht werden, den Stichprobenumfang durch Berücksichtigung mehrerer Intelligenztestbatterien sowie neuropsychologisch-diagnostischer Testverfahren zu erhöhen. Hierbei könnte eine Zusammenführung einzelner

Untertests verschiedener Intelligenztestbatterien nach inhaltlichen Kriterien eine Möglichkeit der Berücksichtigung mehrerer Verfahren darstellen. Dadurch wäre möglicherweise auch eine differenziertere Erfassung der kognitiven Leistungsfähigkeit der PatientInnen realisierbar.

Im Anschluss an die Auswahl der Testverfahren wurden vier Untersuchungszeitpunkte nach ihrem zeitlichen Abstand zu der Erstdiagnose respektive ersten Operation des Tumors kategorisiert und die PatientInnen diesen Testzeitpunkten zugeordnet. Die Zuteilung der PatientInnen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten war notwendig, jedoch erneut mit dem Problem der Reduktion des Stichprobenumfanges je Untersuchungszeitpunkt behaftet. Darüber hinaus ergaben die Analysen, dass kaum ein Kind zu allen vorgesehenen Untersuchungszeitpunkten getestet wurde. Aufgefallen ist jedoch, dass mit geringerem zeitlichen Abstand zu Erstdiagnose respektive ersten Operation des Tumors auch eher psychologisch-diagnostische Untersuchungen durchgeführt wurden. Dies legt die Vermutung nahe, dass psychologisch-diagnostische Untersuchungen eher wahrgenommen bzw. durchgeführt werden konnten, je näher die Bindung zum klinischen Alltag war und/oder das Kind noch in Behandlung stand. Durch die fehlenden Untersuchungen im Zeitverlauf der Erkrankung lagen daher keine systematischen Messwiederholungen vor, weshalb auch die Durchführung von Messwiederholungsanalysen nicht realisiert werden konnte. An dieser Stelle ist zu betonen, dass sich das psychologisch-diagnostische Team der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde seit einigen Jahren sehr engagiert darum bemüht, pädiatrische PatientInnen nach Möglichkeit zu allen vorgesehenen Zeitpunkten psychologisch-diagnostisch zu untersuchen. Hierbei ist man bestrebt, insbesondere auch auf psychologisch-diagnostischer Ebene international anerkannten Behandlungsprotokollen zu folgen, welche Untersuchungen in diesem Bereich zu regelmäßigen Zeitpunkten fordern.

Hinsichtlich medizinischer Daten zeigte sich, dass die Diagnose des Medulloblastoms bei den meisten PatientInnen der Stichprobe vor dem 10. Lebensjahr gestellt wurde. Entgegen einigen theoretischen Befunden konnte keine Häufung der Diagnosestellung vor dem 3. Lebensjahr beobachtet werden.

Dieses Ergebnis könnte jedoch auch dadurch zustande gekommen sein, dass einige Kinder aufgrund zu geringen Alters für die weiteren Analysen nicht berücksichtigt wurden. Zumindest für deskriptive Analysen sollten zunächst alle Kinder berücksichtigt werden und erst im Anschluss daran eine endgültige Auswahl der zu analysierenden Personen getroffen werden. Es konnte jedoch auch für diese Stichprobe bestätigt werden, dass tendenziell mehr Knaben an einem Medulloblastom erkranken als Mädchen.

Ein Vergleich der Vorgabehäufigkeiten der beiden berücksichtigten Testverfahren zeigte, dass die Intelligenztestbatterie tendenziell häufiger vorgegeben wurde als das neuropsychologische Verfahren Trailmaking Test (Reitan; 1992). Zudem wurde beobachtet, dass zu den späteren Untersuchungszeitpunkten kaum Kinder mit beiden Testverfahren untersucht wurden. Dies ist durch den Umstand erklärbar, dass PatientInnen in Abhängigkeit von den für sie relevanten Fragestellungen im Rahmen ihres klinischen Alltags psychologisch-diagnostischen Untersuchungen unterzogen wurden, und nicht im Hinblick auf eine empirische Studie getestet wurden. Dies hatte jedoch erneut einen Effekt auf die Stichprobengröße, indem sich diese für einige empirische Untersuchungen, im Rahmen derer nur jene Personen berücksichtigt werden konnten, welche mit beiden Verfahren untersucht wurden, auf ein paar wenige PatientInnen reduzierte.

Die Bedeutung der eben berichteten Ergebnisse für die Beantwortung der Fragestellungen wird im nun folgenden Kapitel ausführlich diskutiert.

## **13.3 Diskussion der Forschungsfragen**

### **13.3.1 Grundlegende Probleme bei der Beantwortung der Forschungsfragen**

Der folgende Teil der vorliegenden Arbeit widmet sich der kritischen Betrachtung empirischer Ergebnisse, welche auf der Analyse einer klinischen

Datenbank basieren. Ein generell häufig auftretendes Problem der klinischen Forschung bezieht sich auf die geringe Stichprobengröße, welche zu einer Reihe an methodischen Einschränkungen führen kann. Diese Einschränkungen treffen in hohem Maße auf die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchte Stichprobe zu: Die ausgesprochen geringe Stichprobengröße zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten hatte zur Folge, dass für die Datenanalyse auch verteilungsfreie, und somit weniger teststarke Verfahren, oder aber lediglich deskriptive Häufigkeitsanalysen eingesetzt werden konnten. Hierdurch reduziert sich die Wahrscheinlichkeit, einen in der Population bestehenden Effekt als solchen zu erkennen (Teststärke). Deshalb wurde in Fällen, bei welchen dies vertretbar erschien, eine Verletzung der Normalverteilungsannahme in Kauf genommen, um eine statistische Datenanalyse mittels parametrischer, und damit teststarker Verfahren, zu ermöglichen. Weiters ist die Signifikanz eines Ergebnisses ebenfalls vom Umfang der untersuchten Stichprobe abhängig. Untersuchungen an sehr kleinen Stichproben führen häufig zu kaum signifikanten Ergebnissen, sodass möglicherweise vorhandene Effekte aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht erkannt werden. Aus diesen Gründen wurden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht ausschließlich hinsichtlich ihrer statistischen Signifikanz, sondern vorrangig nach ihrer praktischen Relevanz für diese PatientInnengruppe beurteilt.

Rein methodisch gesehen sind diese Ansätze kritisch zu betrachten, da eine Generalisierbarkeit von Ergebnissen, welche auf suboptimalen Datenanalysen basieren, problematisch erscheint. Allerdings ist dieses Problem der geringen Stichprobenumfänge nur schwer zu umgehen: Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf pädiatrische PatientInnen, welche an einem Hirntumor erkrankt sind, der zwar der häufigste Hirntumor des Kindes- und Jugendalters ist, jedoch insgesamt eine geringe Prävalenzrate aufweist. Eine wohl idealisierte Möglichkeit, das Problem der geringen Stichprobengröße zu kontrollieren, läge in der Realisierung von multizentrischen Studien. Allerdings wäre hierfür (inter-)nationale Zusammenarbeit sowie die konsequente Anwendung (international) standardisierter Untersuchungspläne für den (neuro-)psychologisch-diagnostischen Bereich notwendig.

Ein weiteres Problem ergab sich daraus, dass (neuro-)psychologisch-diagnostisch erhobene Daten in einem Zeitraum von mehr als 20 Jahren erhoben und registriert wurden. Dadurch kamen verschiedene Versionen der Wechslerintelligenzskalen zur Anwendung und so schien aus pragmatischen Gründen eine „Zusammenfassung“ der unterschiedlichen Versionen der Wechslerintelligenzskalen notwendig. Diese erfolgte zwar nach dem inhaltlichen Kriterium der Ähnlichkeit der Untertests zueinander, dennoch werden hierbei Testwerte miteinander verglichen, welche sich auf unterschiedliche Normierungsstichproben beziehen. Darüber hinaus haben Untertests, welche nur in einer Version der Wechsler-Skalen enthalten waren, in der zusammengefassten Skala keine Berücksichtigung gefunden. Dies ist insofern problematisch, als dass sich die Gesamtestwerte (Gesamt-, Handlungs- und Verbal-IQ) aus den Leistungen aller Untertests einer Testversion zusammensetzen, manche dieser Untertests jedoch in der zusammengefassten Skala nicht berücksichtigt wurden.

Auch die Analyse des neuropsychologischen Testverfahrens Trailmaking Test (Reitan, 1992) gestaltete sich aus methodischer Sicht nicht unproblematisch. Die Leistungen der PatientInnen in diesem Verfahren werden in Sekunden festgehalten und entsprechend der Bearbeitungsdauer als „unterdurchschnittlich schnell“, „durchschnittlich schnell“ oder „überdurchschnittlich schnell“ klassifiziert. Es liegen für die analysierte Version dieses Verfahrens keine Normwerte vor, welche einen Vergleich der Personen über verschiedene Altersgruppen hinweg erlaubt hätten. Um die Daten dennoch für weiterführende Analysen berücksichtigen zu können, wurden die Bearbeitungszeiten entsprechend den Angaben des Manuals in eine dreistufige Rangskala gebracht. Diese Ränge entsprachen den Kategorien „durchschnittlich schnell“, „unterdurchschnittlich schnell“ und „überdurchschnittlich schnell“. Diese, mit nur drei Intervallen breit gefasste Kategorisierung, erschien der Autorin zum einen aufgrund des Problems der geringen Stichprobengröße notwendig, zum anderen war sie erforderlich, da für einige wenige Patientinnen lediglich die in dieser Form kategorisierte Leistung festgehalten wurde. Eine engere Abstufung hätte vermutlich die Konsequenz nach sich getragen, dass einige Ränge nicht

oder nur kaum besetzt gewesen wären. Generell wären differenzierende standardisierte Testkennwerte für dieses Verfahren wünschenswert, um einen Vergleich der Personen untereinander bzw. auch mit Normwerten anderer Testverfahren zu vereinfachen. In neueren Versionen dieses neuropsychologischen Verfahrens sind diese Überlegungen bereits berücksichtigt.

Die eben geschilderten Probleme der Datenaufbereitung betreffen alle Fragestellungen, welche im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu beantworten waren. Dennoch wurde versucht, eine bestmögliche Datenanalyse zu realisieren.

### **13.3.2 Diskussion der empirischen Ergebnisse**

Die vorliegende empirische Arbeit basiert auf der theoriegeleiteten Annahme, dass eine Beurteilung des kognitiven Leistungsniveaus von PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind, nicht alleinig auf Basis der Interpretation eines Globalmaßes, wie es der Gesamt-IQ darstellt, erfolgen sollte. Vielmehr bedarf es einer differenzierten Analyse einzelner kognitiver Fähigkeiten, wie sie durch die Leistungen in einer Reihe verschiedener Untertests im Rahmen von Intelligenztestbatterien erfasst werden. Basierend auf diesen Überlegungen wurde davon ausgegangen, dass eine differenzierte Analyse einzelner neurokognitiver Leistungen der Interpretation eines Gesamtestwertes überlegen sein dürfte. Hierbei wurde vermutet, dass PatientInnen mit einem Medulloblastom an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden. Diese neurokognitive Fähigkeit stellt, wie bereits in der Einleitung diskutiert wurde, eine wesentliche kognitive Grundvoraussetzung für die Bearbeitung von Intelligenztestbatterien dar, welche unter Zeitbegrenzung zu bearbeiten sind. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher anhand der Wechslerintelligenzskalen eine detaillierte Subtestanalyse durchgeführt. Der Schwerpunkt der Analysen lag hierbei auf jenen Bereichen der Wechslerintelligenzskalen, welche unter Zeitbegrenzung zu bearbeiten sind. Dies sind alle Untertests des Handlungsteils sowie ein Untertest aus dem Verbalteil. Ziel war es einerseits ein differenzierteres Bild betroffener kognitiver Bereiche zu erhalten,

andererseits die theoretisch begründete Vermutung zu prüfen, dass PatientInnen mit einem Medulloblastom in Bereichen, welche eine rasche Informationsverarbeitung erfordern, eher unterdurchschnittliche Leistungen zeigen würden als die Normstichprobe.

Die empirische Überprüfung dieser Annahme erfolgte zunächst anhand einer Analyse der Gesamtestwerte. Hierbei wurde erwartet, dass sich die PatientInnen in erster Linie hinsichtlich des Handlungs-IQ von der Normierungstichprobe unterscheiden würden, während für den Verbal-IQ deutlich geringere Unterschiede erwartet wurden. Die Ergebnisse bestätigten diese Vermutung: Der Handlungs-IQ war zu allen Untersuchungszeitpunkten im Vergleich zum durchschnittlichen Wert der Normierungstichprobe zumindest praktisch relevant reduziert. Demgegenüber zeigten sich bezüglich des Verbal-IQ keine signifikanten oder praktisch bedeutsamen Abweichungen vom Mittelwert der IQ-Skala. Allerdings muss an dieser Stelle kritisch angemerkt werden, dass sowohl Verbal- als auch Handlungs-IQ aus der Summe der Leistungen in den einzelnen Untertests des Verbal- respektive des Handlungsteils errechnet werden. Im Rahmen der Datenanalyse wurden jedoch nicht alle Untertests der verschiedenen Versionen der Wechslerstufen berücksichtigt. Dennoch wurden Aussagen über Gesamtestwerte getroffen, welche auch auf nicht berücksichtigten Untertestleistungen basieren. Hiervon betroffen ist vor allem der Verbalteil, denn der Verbal-IQ basiert auch auf dem Untertest „Rechnerisches Denken“, welcher als einziger Untertest des Verbalteils auch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfasst. Es ist durchaus denkbar, dass Leistungen in diesem Untertest den Gesamtestwert verzerren könnten, wobei nicht davon auszugehen ist, dass dieser eine Untertest den Verbal-IQ so stark verfälschen würde, dass sich kein Unterschied zwischen Verbal- und Handlungs-IQ zeigen würde. Ein Vergleich zwischen Handlungs- und Verbal-IQ vor dem Hintergrund, dass ersterer durch eine allgemeine kognitive Verlangsamung reduziert sein sollte, letzterer jedoch nicht, wäre demnach streng genommen nicht zulässig respektive problematisch. Wird dennoch ein Vergleich dieser beiden Werte angestrebt, so müssten Untertests des Verbal-IQ, welche eine „Speed“-Komponente besitzen, zumindest als Moderator-

variable berücksichtigt werden. Dies erscheint notwendig um möglichst akkurate Aussagen über den Einfluss dieser kognitiven Fähigkeit auf die Gesamtestleistung treffen zu können. Allerdings war die Anwendung statistischer Verfahren, welche die Berücksichtigung von Moderatorvariablen ermöglichen würden, aufgrund der Eigenschaften der Stichprobe nicht möglich. Für weitere Untersuchungen erscheint es sinnvoll, von einem Vergleich der beiden Gesamtwerte Abstand zu nehmen, und sich, wie dies auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit realisiert wurde, eher mit einem Vergleich der unterschiedlichen Untertests zu befassen. Hierbei ist es durchaus möglich, Untertests mit „Speed“-Komponente jenen ohne gegenüberzustellen.

Die detaillierte Subtestanalyse erschien der Autorin notwendig, um dem Anspruch einer differenzierten Analyse der kognitiven Leistungsfähigkeit von pädiatrischen PatientInnen mit Medulloblastom gerecht werden zu können. Auch hier lag der Schwerpunkt der Analysen auf der Fähigkeit einer raschen Informationsverarbeitung. Hierbei wurden die Leistungen der PatientInnen einer deskriptiven Analyse unterzogen, vor allem aber dem Mittelwert der Wertpunkteskala gegenübergestellt. Hierbei wurde auch für die Untertestanalyse erwartet, dass sich die PatientInnengruppe vor allem hinsichtlich jener Untertests von der Normierungsstichprobe unterscheiden würde, welche unter Zeitbegrenzung zu bewältigen sind: Dies sind alle Untertests des Handlungsteils sowie der Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil. Entsprechend den Erwartungen unterschieden sich die PatientInnen der Datenbank vorrangig hinsichtlich des Handlungsteils vom Durchschnittsbereich der Wertpunkteskala. Eine differenzierte Untertestanalyse ergab, dass die PatientInnen in allen Untertests des Handlungsteils sowie dem Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil Leistungen erbringen, welche im Vergleich zur Normierungsstichprobe deutlich reduziert waren. Die festgestellten Unterschiede waren zumeist statistisch signifikant, vor allem aber auch in hohem Maße praktisch relevant. Entsprechend den Ausgangsüberlegungen der vorliegenden Arbeit konnten hinsichtlich der übrigen Untertests des Verbalteils keine signifikanten, respektive in nur geringem Ausmaß praktisch relevante, Abweichungen von der Normierungsstichprobe festgestellt werden. Diese

Ergebnisse sprechen für die Annahme, dass es im Zuge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms zu einer kognitiven Verlangsamung kommt. Für künftige Untersuchungen könnten Untertests anderer Intelligenztestbatterien, welche ebenfalls unter Zeitbegrenzung zu bearbeiten sind, hinzugezogen werden, um vor allem den Einfluss von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf die Bearbeitung gängiger Intelligenztestbatterien genauer analysieren zu können. Darüber hinaus könnte dadurch geprüft werden, ob sich ein Muster an beeinträchtigten kognitiven Bereichen zeigt.

Ein Vergleich zwischen dem Handlungs- und dem Verbal-IQ zu den Untersuchungszeitpunkten postoperativ, ein Jahr postoperativ, zwei Jahre postoperativ, drei Jahre postoperativ sowie dem Bereich vier bis zehn Jahre postoperativ zeigte, dass sich diese beiden Gesamtwerte signifikant und praktisch bedeutsam voneinander unterscheiden. Erwartungsgemäß war der Handlungs-IQ zu allen Testzeitpunkten im Vergleich zum Verbal-IQ deutlich reduziert. Auch diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass vorrangig kognitive Bereiche, welche die Fähigkeit zu einer raschen Verarbeitung von Informationen erfordern, von Leistungseinbußen betroffen sind, und dass sich daher die Leistungen im Handlungsteil deutlich von jenen im Verbalbereich unterscheiden. Allerdings muss erneut darauf hingewiesen werden, dass der Untertest „Rechnerisches Denken“ den Verbal-IQ, und somit auch Interpretationen über den Einfluss von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf die Gesamtwerte -zumindest in geringem Ausmaß- verfälscht haben könnte.

Die soeben berichteten Ergebnisse knüpfen an einem der wesentlichen Kritikpunkte an der Konzeption der Wechslerintelligenzskalen an: Durch die summative Berechnung der Gesamtwerte können schlechte Leistungen in dem einen Untertest durch gute Leistungen in dem anderen Untertest kompensiert werden. Die Interpretation eines Gesamtwertes würde dadurch allerdings zu verzerrten und irreführenden Interpretationen des kognitiven Leistungsniveaus der PatientInnen führen. Demzufolge sprechen auch diese Ergebnisse für eine differenzierte Subtestanalyse, auf Basis derer die Interpretation eines Leistungsprofils erstellt werden könnte und sollte.

Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit der Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und den Leistungen in einer Intelligenztestbatterie interessiert war, wurden für die Überprüfung dieser Frage auch die Leistungen der PatientInnen im Trailmaking Test (TMT) von Reitan (1992) herangezogen. Dieses neuropsychologische Verfahren dient der Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und ist als Zahlen- und Buchstaben-Zahlen-Verbindungstest konzipiert. Da auch die Wechslerintelligenzskalen durch ihre „Speed“-Komponenten einiger Untertests eine rasche Informationsverarbeitung erfordern, wurden Zusammenhänge zwischen dem neuropsychologischen Verfahren und Untertests, welche unter Zeitbegrenzung zu bearbeiten waren, erwartet. Hierdurch lag der Fokus der Analysen erneut auf dem Handlungs-IQ sowie allen Untertests des Handlungsteils und sowie dem Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil.

Zur Klärung dieser Fragestellung fiel die Wahl aus zweierlei Gründen auf die kategorisierte Bearbeitungszeit. Zum einen lagen für die analysierte Version des TMT keine normierten Werte vor, sodass ein differenzierter Vergleich der Testpersonen über verschiedene Altersgruppen hinweg kaum möglich war. Zum anderen wurde für einige wenige Personen lediglich die bereits kategorisierte Beurteilung der Bearbeitungszeit protokolliert, sodass diese Personen bei Analyse der Bearbeitungszeit nicht berücksichtigt werden hätten können.

Wie bereits ausführlich beschrieben und diskutiert wurde, wird für die Kategorisierung, die Bearbeitungszeit der PatientInnen entsprechend den Angaben des Manuals den Bereichen „unterdurchschnittlich schnell“, „durchschnittlich schnell“ und „überdurchschnittlich schnell“ zugeteilt. Basis hierfür stellte die Bearbeitungszeit der PatientInnen dar, welche anhand des Manuals in Abhängigkeit des Alters den genannten Bereichen zugeordnet wurden. Da die kategorisierten Daten lediglich Rangskalen-Niveau erfüllten, wurden auch die Leistungen in den Wechslerintelligenzskalen auf Rangskalen-Niveau transformiert, um einen Vergleich dieser beiden Testverfahren zu ermöglichen. Die Kodierung der Leistungen erfolgte hierbei analog zu der Kategorisierung des TMT. Die Ergebnisse zeigten, dass keiner der Zusammenhänge zwischen

den Gesamtwerten und dem TMT signifikant waren. Allerdings konnten praktisch bedeutsame Zusammenhänge zu den drei Gesamtwerten Gesamt-IQ, Verbal-IQ und Handlungs-IQ beobachtet werden. Die praktisch relevanten Zusammenhänge zwischen TMT und Verbal-IQ sind insofern überraschend, als letzterer auf Untertests basiert, welche mit Ausnahme des Untertests „Rechnerisches Denken“ nicht unter Zeitdruck zu bewältigen sind. Dieses Ergebnis könnte dahingehend interpretiert werden, dass dieser eine Untertest durch seine Zeitbegrenzung den Verbal-IQ bzw. Interpretationen desselben etwas verfälschen könnte. Demzufolge sollte der Einfluss des Untertests „Rechnerisches Denken“ auf den Verbal-IQ in künftigen Studien genauer betrachtet werden. Eine weitere, vermutlich ausschlaggebende Erklärung für dieses Ergebnis, liegt erneut in der ausgesprochen geringen Stichprobengröße, welche in unsystematisch wirkenden Zusammenhängen resultiert. Vorstellbar wäre auch, dass durch die breit gefasste Kategorisierung der Leistungen in den Wechslerintelligenzskalenskalen zu viel Information verloren gegangen ist. Die Aufteilung auf nur drei Kategorien erschien der Autorin jedoch aufgrund der ausgesprochen geringen Stichprobengröße notwendig. Eine differenziertere Kodierung wäre in Anbetracht der Stichprobenbeschaffenheit wenig sinnvoll gewesen. Weiterführende Analysen über Zusammenhangsmuster zwischen Gesamtestleistungen in Intelligenztestbatterien und testmäßig erfasster Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit würden Untersuchungen an größeren Stichproben erfordern. Dadurch wäre eine differenziertere Kodierung der erzielten Leistungen umsetzbar, wodurch möglicherweise eindeutiger und auch besser generalisierbare Ergebnisinterpretationen realisiert werden könnten. Ein Vergleich der Zusammenhangsmuster dieser PatientInnengruppe mit jenen einer anderen Tumorgruppe würde vermutlich Aufschluss darüber geben, ob vorrangig PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind, an einer kognitiven Verlangsamung leiden. Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf fehlende standardisierte Testkennwerte der analysierten Version des TMT. Da aktuelle Versionen des TMT dieser Problematik bereits Beachtung schenken, sollte sich in künftigen Studien der differenzierte Vergleich der

PatientInnen über verschiedene Altersgruppen und auch Testverfahren hinweg weniger problematisch gestalten.

Die soeben angeführten Kritikpunkte beziehen sich nicht nur auf Ergebnisse hinsichtlich der Gesamtwerte, sondern sind auf die Analysen der Untertests auszuweiten. Es zeigten sich zwar zum Teil praktisch hoch relevante Zusammenhänge, allerdings waren keine klaren Korrelationsmuster zu beobachten, sodass sich der Verdacht aufdrängt, dass beobachtete Korrelationen keine systematischen Zusammenhangsmuster widerspiegeln, sondern eher Zufallsbeobachtungen entsprechen. Beispielsweise zeigten sich entgegen den theoretisch begründeten Erwartungen aber auch der bisher diskutierten Ergebnisse zum Teil praktisch hochrelevante positive, aber auch negative Zusammenhänge zwischen dem TMT und einigen Untertests des Verbalteils. Einzig erwartungskonformes Ergebnis war, dass der Untertest „Rechnerisches Denken“ zu allen Testzeitpunkten zumindest praktisch relevant mit der kodierten Leistung im TMT korrelierte. Bezüglich des Handlungsteils zeigten sich erwartungsgemäß bei nahezu allen Untertests positive Zusammenhänge zum TMT. Demnach scheinen Personen, welche über eine eher unterdurchschnittliche Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verfügen, eher unterdurchschnittliche Leistungen in Untertests des Handlungsteils zu erbringen als Personen, welche durchschnittlich schnell arbeiten. Allerdings konnten diese Zusammenhänge nicht kontinuierlich über alle Testzeitpunkte hinweg, sondern nur vereinzelt beobachtet werden. Aus diesen Gründen ist von generalisierenden Interpretationen Abstand zu nehmen und lediglich vorsichtig von tendenziellen Zusammenhängen zu sprechen, welche in weiterführenden Analysen zu prüfen sind. Weiters spricht die Zusammensetzung der Stichprobe, welche für diese Analysen ausgesprochen gering war, gegen eine Verallgemeinerung der Ergebnisse. Es erscheint an dieser Stelle fraglich, ob für derart kleine Stichproben eine Berechnung des in der Literatur empfohlenen Korrelationskoeffizienten überhaupt sinnvoll ist. Möglicherweise wären in diesem Fall deskriptive Analysen sowie grafische Darstellungen sinnvoller als die Berechnung statistischer Zusammenhangsmaße.

Letztlich sollte untersucht werden, ob sich die Leistungen der PatientInnen im Zeitverlauf verändern. Bisherige Studien legen die Vermutung nahe, dass sich kognitive Leistungsbeeinträchtigungen bei Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms progressiv im zeitlichen Verlauf der Krankengeschichte manifestieren würden. Da die PatientInnen der vorliegenden Stichprobe zu verschiedenen Zeitpunkten in ihrem Krankheitsverlauf (neuro-)psychologisch diagnostisch untersucht wurden, sollte anhand dieser klinischen Stichprobe überprüft werden, ob sich unterdurchschnittliche Leistungen eher zu den späteren Untersuchungszeitpunkten zeigen würden. Wie bereits in der Einleitung diskutiert wurde, lagen für kaum ein Kind Testdaten zu allen vorgesehenen Untersuchungszeitpunkten vor. Dadurch war die Durchführung einer klassischen Messwiederholungsanalyse nicht möglich. Zudem war der Stichprobenumfang zu gering, um adäquate statistische Methoden zur Klärung der Frage nach einer progressiven Manifestation kognitiver Beeinträchtigungen anwenden zu können. Deshalb musste auf eine deskriptive Datenaufbereitung zurückgegriffen werden. Diese wurde durch Häufigkeitsanalysen der kodierten Leistungen der Wechslerintelligenzskalen und des TMT realisiert. Die Ergebnisse wurden anschließend grafisch aufbereitet. Auch bei dieser Fragestellung wurde erwartet, dass sich insbesondere im Bereich der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit unterdurchschnittliche Leistungen auch im Zeitverlauf häufen würden. Die Ergebnisse konnten diese Vermutung jedoch nicht bestätigen. Allerdings wurde die Annahme bestätigt, dass der Handlungs-IQ sowie der Gesamt-IQ über alle Testzeitpunkte hinweg hauptsächlich im durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Bereich lagen. Demgegenüber lag der erzielte Verbal-IQ durchwegs im durchschnittlichen Bereich. Die entsprechenden Untertestanalysen stützten diese Ergebnisse insofern, als dass auch die Leistungen der Untertests des Verbalteils überwiegend im durchschnittlichen Bereich anzusiedeln waren. Diesbezüglich zeigten sich auch keine nennenswerten Veränderungen über die verschiedenen Testzeitpunkte hinweg. Erwartungsgemäß wich der Untertest „Rechnerisches Denken“ aus dem Verbalteil von diesen Ergebnissen ab: Die Leistungen in diesem Untertest lagen hauptsächlich im unterdurchschnittlichen Bereich, wobei die Anzahl der

PatientInnen, welche unterdurchschnittliche Leistungen erbrachten, im Lauf der Zeit leicht abgenommen hat. Die Leistungen der PatientInnen in den Untertests des Handlungsteils verteilen sich ebenfalls erwartungskonform auf den durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Bereich. Allerdings ließen die Ergebnisse der Häufigkeitsanalysen auch in diesem Bereich keine Aussagen über eine progressive Verschlechterung der Leistungen in Untertests mit Zeitbegrenzung zu. Die Ergebnisse der deskriptiven Analysen des TMT deuteten darauf hin, dass PatientInnen mit einem Medulloblastom über eine durchschnittliche bis unterdurchschnittliche Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verfügen, wobei eine tendenzielle Häufung unterdurchschnittlicher Leistungen zu den späteren Untersuchungszeitpunkten zu beobachten war. Die entsprechenden Analysen von Form B des TMT ergaben, dass PatientInnen überwiegend über eine durchschnittliche Flexibilität im Denken und visumotorische Koordination verfügen. Hierbei konnte postoperativ eine Häufung unterdurchschnittlicher Ergebnisse beobachtet werden, welche zu späteren Untersuchungszeitpunkten abnimmt.

Zusammenfassend konnte für keines der beiden Verfahren ein deutliches zeitliches Veränderungsmuster einzelner kognitiver Leistungen festgestellt werden. Auch an dieser Stelle kann die möglicherweise zu breit gefasste Kategorisierung der Wechslerintelligenzskalen kritisiert werden, welche jedoch aufgrund der geringen Stichprobengröße erforderlich war. Darüber hinaus, scheinen Schlüsse über zeitliche Veränderungen auch insofern problematisch, als kaum Messwiederholungsdaten vorlagen. Zudem unterscheiden sich die Häufigkeitsangaben zu den Testzeitpunkten, weshalb diese inhaltlich nur schwer miteinander verglichen werden können. Aufgrund der fehlenden Messwiederholungen dürften streng genommen keine Aussagen über Veränderungen kognitiver Beeinträchtigungen im Zeitverlauf getroffen werden. Einzelfallanalysen von PatientInnen, welche tatsächlich mehrfach getestet wurden, könnten einen Beitrag zur Beantwortung der Frage nach zeitlich progressiven Veränderungen kognitiver Leistungsbeeinträchtigungen liefern. Eine weitere Möglichkeit des Umgangs mit fehlenden Daten läge in der

Anwendung von Missing-Data-Techniken, welche in weiterführenden Untersuchungen berücksichtigt werden könnten.

### **13.4 Schlussfolgerungen und Ausblick**

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen die Annahme, dass sich kognitive Beeinträchtigungen von an einem Medulloblastom erkrankten PatientInnen vorrangig in jenen Bereichen von Intelligenztestbatterien zeigen, welche die Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfordern. Dieses Ergebnis resultiert aus Analysen der Wechslerintelligenzskalen, welche zeigten, dass unterdurchschnittliche Leistungen vorrangig in Untertests mit Zeitbegrenzung zu beobachten waren. Hiervon waren vor allem Untertests des Handlungsteils und somit der Handlungs-IQ sowie ein Untertest des Verbalteils, welcher als einziger eine „Speed“-Komponente aufweist, betroffen. Somit sprechen diese Ergebnisse für eine der wesentlichsten Annahmen der vorliegenden Arbeit: PatientInnen scheinen in Folge der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung zu leiden, welche sich negativ auf die Bearbeitung von „Speed“-Tests auswirkt. Dies spricht gegen eine Beurteilung des kognitiven Leistungsniveaus dieser PatientInnengruppe auf Basis eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der Gesamt-IQ einer Intelligenztestbatterie darstellt. Dadurch gewinnt die Notwendigkeit einer differenzierten Beurteilung einzelner neurokognitiver Leistungen an Relevanz. Darüber hinaus wird die Forderung nach einer differenzierten Analyse neurokognitiver Leistungen mit besonderer Beachtung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis, visumotorischer Koordination sowie Flexibilität im Denken gestärkt, und sollte in weiterführenden Studien vermehrt Beachtung finden. Durch konsequente Anwendung dieses Ansatzes könnte ein differenziertes Bild über Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms hinsichtlich neurokognitiver Leistungen abgeleitet werden und in ressourcenorientierte Behandlungs-, Rehabilitations-

und Reintegrationspläne integriert werden. Andernfalls könnte eine weitere Fokussierung auf das IQ-Konzept als Beurteilungsgrundlage kognitiver Leistungsfähigkeit vor allem langfristig schwerwiegende Folgen für den Alltag betroffener Kinder haben. Fehlerhafte Entscheidungen in der (neuro-)psychologischen wie auch medizinischen Behandlung und Rehabilitation sowie falsche oder suboptimale Schullaufbahnentscheidungen wären mögliche Folgen einer undifferenzierten Beurteilung kognitiver Leistungen der PatientInnen und könnten die Reintegration der PatientInnen in ihren Alltag deutlich massiv erschweren. Kurz gefasst könnte die fehlerhafte Interpretation von Globalmaßen der Intelligenz und daraus abgeleitete Konsequenzen für diese Gruppe an PatientInnen massive Folgen für verschiedenste Belange ihres Alltagslebens haben.

Neben Argumenten für eine differenzierte Betrachtung neurokognitiver Leistungen bestätigen die Ergebnisse dieser Arbeit die Beteiligung des Kleinhirns an der Entstehung und/oder Modulation höherer kognitiver Funktionen. Die Thematik neuronaler Korrelate kognitiver Funktionen und deren Beeinträchtigungen stellt ein höchst spannendes Forschungsfeld dar und sollte weiter verfolgt werden, um die Beteiligung des Kleinhirns an kognitiven Funktionen detaillierter erfassen zu können. Hierbei könnte ein Vergleich neurokognitiver Leistungen von PatientInnen mit Medulloblastomen und PatientInnen, welche an anderen Hirntumoren erkrankt sind, einen Beitrag zu einem differenzierten Bild über neuronale Korrelate kognitiver Leistungen liefern.

Kritisch ist allerdings die Interpretation von Ergebnissen zu betrachten, welche auf dem Vergleich von Handlungs- und Verbal-IQ basieren: In die Berechnung des Verbal-IQ fließt mit dem Untertest „Rechnerisches Denken“ ein Untertest ein, welcher ebenfalls unter Zeitdruck zu bearbeiten ist und somit auch Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfasst. Dies könnte bedeuten, dass nicht nur der Handlungs-IQ, sondern eben auch der Verbal-IQ durch eine reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit beeinflusst sein könnte. Der Vergleich zwischen dem „Speed“ dominierten Handlungs-IQ und dem Verbal-IQ, welcher bis auf diese eine Ausnahme keinerlei Zeitbegrenzungen

aufweist, erscheint aus eben genannten Gründen problematisch, weshalb der Untertest „Rechnerisches Denken“ künftig als Moderatorvariable berücksichtigt werden sollte. Hierfür wären allerdings statistische Methoden erforderlich, welche einen größeren Stichprobenumfang erfordern. Weiters wäre der Verzicht auf einen Vergleich der Gesamttestwerte denkbar. Eine Fokussierung auf eine differenzierte Subtestanalyse wäre auch in Hinblick auf die Forderungen der vorliegenden Arbeit sinnvoll und zielführend. Ein entsprechender Untertestvergleich über verschiedene Intelligenztestbatterien hinweg wäre ebenfalls denkbar. Dadurch würden auch andere Testverfahren als die Wechsler-intelligenzskalen Berücksichtigung in dieser Auseinandersetzung finden. Entsprechende Analysen könnten möglicherweise in einem differenzierten Profil kognitiver Leistungen sowie deren Beeinträchtigungen resultieren. Darüber hinaus könnte durch die Berücksichtigung mehrerer Testverfahren auch eine größere Anzahl an Personen in die Analysen miteinbezogen werden.

Die bisher diskutierten Ergebnisse sprechen für eine Beeinflussung der Gesamttestleistung in den Wechslerintelligenzskalen aufgrund einer beeinträchtigten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Entgegen dieser Ergebnisse sowie der theoriegeleiteten Erwartungen der vorliegenden Arbeit konnten jedoch keine klaren Zusammenhangsmuster zu dem neuropsychologischen Testverfahren Trailmaking Test (Reitan, 1992) festgestellt werden. Dieses Ergebnis war insofern überraschend, als dieses Testverfahren der expliziten Erfassung von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit dient. Möglicherweise war die gewählte Kategorisierung der erzielten Leistungen für beide Testverfahren unzureichend differenziert. Allerdings scheint sich insbesondere die geringe Stichprobengröße auf die Anwendung statistischer Verfahren negativ ausgewirkt zu haben. Darüber hinaus wären differenzierte Normtabellen für die im neuropsychologische Testverfahren TMT (Reitan; 1992) erzielten Leistungen wünschenswert. Dies würde den Vergleich zu Leistungen aus Intelligenztest-batterien unproblematischer gestalten und sich auch auf den Vergleich von Personen unterschiedlicher Altersgruppen positiv auswirken.

Die vorliegende Arbeit sah sich, wie die kritische Diskussion der Ergebnisse zeigt, mit vielen allgemeinen Problemen der Analyse klinischer Stichproben konfrontiert, dennoch wurde eine differenzierte Analyse der von der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde zur Verfügung gestellten Datenbank angestrebt und realisiert. Trotz der Problematik der geringen Stichprobengröße war eine Analyse dieser klinischen Stichprobe notwendig, um aus entsprechenden Datenanalysen Aussagen über kognitive Beeinträchtigungen dieser speziellen PatientInnengruppe treffen zu können. Wenngleich das Medulloblastom den häufigsten Gehirntumor des Kindes- und Jugendalters darstellt, zeigt er dennoch eine geringe Inzidenz. Dadurch ist es praktisch unmöglich, Stichproben zu akquirieren, welche für geplante Studien auch nur annähernd optimale Eigenschaften besitzen. Zudem werden und wurden PatientInnen im klinischen Alltag psychologisch-diagnostisch untersucht, weshalb aus verschiedensten Gründen nicht alle Personen zu allen vorgesehenen Zeitpunkten getestet werden konnten. Dadurch ergaben sich Lücken im individuellen Testverlauf, weshalb die Realisierung eines Messwiederholungsdesigns nicht möglich war. In Bereichen wie diesem, für die kaum Messwiederholungsanalysen durchgeführt werden können, wären für künftige Studien Einzelfallanalysen und Missing-Data-Ansätze angebracht, um zumindest Aussagen über Tendenzen einer langfristigen Entwicklung (neuro-)kognitiver Beeinträchtigungen erkennen zu können.

Der Theorieteil der vorliegenden Arbeit hat deutlich gezeigt, dass für die Diagnose und Behandlung eines Medulloblastoms hoch spezialisierte medizinische Behandlungskonzepte vorliegen, diese jedoch neuropsychologische Erkenntnisse nur unzureichend differenziert einbeziehen. Zu häufig berufen sich MedizinerInnen in Studien zu kognitiven Langzeitfolgen medizinischer Behandlungsmaßnahmen auf den testmäßig erfassten Gesamt-IQ als alleiniges Maß für die intellektuelle Leistungsfähigkeit der PatientInnen. Dies wird jedoch der Komplexität des Konstruktes Intelligenz nicht gerecht und führt zu Fehurteilen über globale kognitive Fähigkeiten der PatientInnen. Die multidisziplinäre Zusammenarbeit, unter besonderer Beachtung neuropsychologischer Kenntnisse, ist unerlässlich, um zu einem differenzierten Bild

über Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms zu gelangen. Diese Argumente sowie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sprechen deutlich für die hohe Relevanz der Neuropsychologie in der Behandlung und Rehabilitation von PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen. Die Zusammenarbeit und Zusammenführung wichtiger Erkenntnisse verschiedener Fachdisziplinen wäre unbedingt erforderlich, um auch für den neuropsychologischen Bereich international anerkannte Behandlungsprotokolle zu realisieren und in bestehende medizinische Protokolle zu integrieren. Darüber hinaus wäre die Entwicklung einheitlicher Testprotokolle für den neuropsychologischen Bereich notwendig, um Studien international miteinander vergleichen zu können.



## 14. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit setzt sich kritisch mit der Aktualität des IQ-Konzeptes als Beurteilungsgrundlage der kognitiven Leistungsfähigkeit von PatientInnen, welche an dem Kleinhirntumor Medulloblastom erkrankt sind, auseinander.

Das Medulloblastom ist der häufigste bösartige Hirntumor des Kindes- und Jugendalters. Definitionsgemäß handelt es sich bei diesem Tumor um eine intrakranielle Gewebsneubildung, welche vom Kleinhirn ausgeht und sich in den IV. Ventrikel ausbreitet. Nach den international anerkannten Kriterien der WHO wird dem Medulloblastom mit dem Grad IV der höchste Malignitätsgrad zugeordnet. Dieser Grad bezeichnet höchst bösartige Tumore, welche sich durch ein rasches Wachstum und eine schlechte Prognose auszeichnen. Hochmaligne Tumore erfordern im Anschluss an die möglichst vollständige Tumorresektion weiterführende therapeutische Maßnahmen wie Chemo- und/oder Strahlentherapie.

Hirntumorerkrankungen weisen gegenüber anderen Tumorerkrankungen einige Besonderheiten auf. So gibt es beispielsweise eine immens große Anzahl an unterschiedlichen Tumorerkrankungen des Gehirns und Rückenmarks, deren klinische Symptomatik, Langzeitfolgen, Prognose, etc. sehr unterschiedlich sind. Ein weiterer wesentlicher Unterschied liegt in der Komplexität des Zentralnervensystems (ZNS) und seiner Beteiligung an nahezu allen Funktionen und Fähigkeiten des Menschen, wie Denken, Fühlen und Handeln. Insbesondere Hirntumorerkrankungen des Kindes- und Jugendalters weisen eine ausgesprochen hohe Heterogenität auf, welche sich nicht nur im histopathologischen Bild, sondern vor allem auch in der klinischen Symptomatik, den herangezogenen Therapiepläne sowie den gestellten Prognosen widerspiegelt. Auch innerhalb einer Tumorart wie dem Medulloblastom werden verschiedene Subtypen differenziert, welche sich ebenfalls hinsichtlich der eben genannten Faktoren unterscheiden. Hinzu kommt, dass Tumorerkrankungen des Kindesalters sowie deren Behandlung einen schädigenden Einfluss auf das sich

entwickelnde Gehirn darstellen, weshalb das Alter zum Zeitpunkt der Erkrankung eine nahezu ebenso wesentliche Rolle hinsichtlich der Auswirkungen der Erkrankung spielt wie etwa die Lokalisation oder Wachstumssymptomatik des Tumors.

invasiven Maßnahmen wie Strahlentherapie und/oder Chemotherapie unterzogen. Erstere zielt auf die Vernichtung des verbliebenen Tumorgewebes ab, letztere dient der Erhaltung bzw. Verbesserung bereits erzielter Behandlungserfolge. Wenngleich im Rahmen von Therapieoptimierungsstudien versucht wird, eine maximale Effektivität der medizinischen Behandlung bei Minimierung der Spätfolgen zu erzielen, so stellen die Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms dennoch einen schädigenden Einfluss für das kindliche Gehirn dar. An dieser Stelle sind die Erkenntnisse der Klinischen Kinderneuropsychologie gefordert. Ihre wesentlichen Aufgabengebiete liegen in der neuropsychologischen Diagnose sowie der Behandlung und Erforschung neuropsychologischer Langzeitfolgen. Diese relativ junge Disziplin entwickelte sich aus der Erkenntnis heraus, dass sich schädigende Einflüsse auf das kindliche Gehirn anders auswirken als auf das Gehirn eines Erwachsenen. Um den neurokognitiven Outcome pädiatrischer PatientInnen mit einer Hirntumorerkrankung verstehen zu können, bedarf es profunder Kenntnisse der prä- wie postnatalen Gehirnentwicklung des gesunden Gehirns. Die prä- wie postnatale Hirnentwicklung läuft in verschiedenen Phasen ab, deren ungestörter Ablauf durch ein genetisches Programm genau geregelt wird. Während so genannter kritischer oder sensibler Phasen reagiert das sich in der Entwicklung stehende Gehirn sehr sensibel auf positive, aber insbesondere auf schädigende Einflüsse wie Verletzungen oder Erkrankungen. In Abhängigkeit vom Zeitpunkt zu dem Noxen auf das in der Entwicklung stehende Gehirn einwirken, sind auch deren Auswirkungen sehr unterschiedlich. Unmittelbare, aber auch zu einem späteren Zeitpunkt einsetzende Folgen der Erkrankung, entstehen vermutlich aus einer Wechselwirkung von Faktoren der Erkrankung selbst, aber auch aufgrund der Behandlung.

Die Erkrankung und Behandlung eines Hirntumors ist mit einer Reihe an kognitiven, endokrinologischen und psychischen Langzeitfolgen verbunden; sie

bedeuten für die/den Betroffene/n, aber auch für ihre/seine Familie eine massive Belastungssituation, welche eine lange Zeit andauernde psychosoziale Begleitung erfordert. Diese umfasst neben der Krankheitsbewältigung die Unterstützung und Planung von Nachsorgemaßnahmen, die Behandlung spezifischer Symptome sowie die präventive und rehabilitative Begleitung. Entsprechend dem großen Aufgabengebiet der psychosozialen Versorgung der PatientInnen gewinnt dieser Bereich zunehmend an Bedeutung und zählt mittlerweile ebenso zum Behandlungsstandard der pädiatrischen Onkologie und Hämatologie wie die neuropsychologische Versorgung.

Wie bereits angeschnitten wurde, können Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms auch den neurokognitiven Bereich betreffen. Im Zuge der Erkrankung und Behandlung wirken schädigende Einflüsse auf das Kleinhirn, welches das wichtigste Integrationszentrum für das Erlernen, die Koordination und die Feinabstimmung motorischer Abläufe darstellt. Die Erforschung verschiedener Erkrankungen des Kleinhirns, wie jene an einem Hirn tumor hat auch die Betrachtung der Kleinhirnfunktionen verändert. So stützen Studien zu Langzeitfolgen der Behandlung und Erkrankung an einem Medulloblastom zunehmend die These, dass das Kleinhirn neben der Koordination motorischer Abläufe auch an der Entstehung und/oder Modulation kognitiver und emotionaler Abläufe beteiligt sein dürfte. Bei Kleinhirnläsionen wurden vor allem Beeinträchtigungen im Bereich der Exekutivfunktionen, der visuell-räumlichen Leistungen, der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit sowie ein intellektueller Leistungsabfall beobachtet. Hierbei beurteilen die meisten Studien die kognitive Leistungsfähigkeit der PatientInnen allerdings auf Basis des Intelligenzquotienten (IQ). Für dessen Berechnung wird in der Regel die Gesamtestleistung in einer Intelligenztestbatterie herangezogen. Allerdings werden einzelne neurokognitive Leistungen sowie deren Beitrag an der Gesamtestleistung oder dem komplexen Konstrukt der Intelligenz kaum oder nur in unzureichendem Ausmaß beachtet. Darüber hinaus wird die Tatsache, dass Intelligenztestbatterien nicht für den klinischen Bereich konzipiert wurden und deshalb für eine differenzierte Beurteilung neurokognitiver Leistungen von

PatientInnen mit Hirntumorerkrankungen nur bedingt geeignet erscheinen, kaum kritisch diskutiert. Weiters basieren die meisten Intelligenztestbatterien auf einem Kompensationsmodell, wodurch schlechte Leistungen in einem Untertest durch gute Leistungen in einem anderen Untertest kompensiert werden können. Aussagen über einen auf diesem Modell basierenden Gesamtwert könnten zu einer Unter- oder auch Überschätzung der allgemeinen kognitiven Fähigkeiten der PatientInnen führen. In dieser Auseinandersetzung gewinnt die Forderung nach differenzierten Interpretationen eines Leistungsprofils zunehmend an Bedeutung. In der Frage der Angemessenheit des IQ-Konzeptes zur Beurteilung kognitiver Leistungen von PatientInnen mit einem Medulloblastom ist auch zu beachten, dass die meisten Intelligenztestbatterien, wie beispielsweise die häufig eingesetzten Wechslerintelligenzskalen, als „Speed-and-Power“-Tests konzipiert sind. Die Bewältigung derartiger Tests erfordert daher in hohem Maße auch die Fähigkeit zu einer sehr raschen Verarbeitung der dargebotenen Informationen, weshalb die Leistung in entsprechenden Untertests nicht nur von der intendierten Fähigkeit, sondern in hohem Maße auch von der Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitung abhängt. Leiden PatientInnen, wie die Literatur nahe legt, jedoch an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung, wird diese Beeinträchtigung auch die Gesamttestleistung entsprechend konzipierter Testverfahren beeinflussen. So zeigen manche der betroffenen Kinder durchaus durchschnittliche Gesamttestleistungen, detaillierte Analysen der Profilverläufe liefern jedoch Hinweise auf Defizite einzelner kognitiver Leistungsbereiche. Diese Argumentation wirft massive, theoretisch begründete Zweifel an der Angemessenheit der Interpretation eines Gesamtwertes wie dem Gesamt-IQ als Beurteilungsgrundlage der kognitiven Leistungsfähigkeit von PatientInnen, welche an einem Medulloblastom erkrankt sind, auf. Die vorliegende Arbeit basiert daher auf der wesentlichen Annahme, dass die alleinige Betrachtung eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der IQ darstellt, zu verzerrten Aussagen über die globale kognitive Leistungsfähigkeit der betroffenen PatientInnengruppe führt.

Basierend auf den eben diskutierten theoretischen Befunden lag das vorrangige Ziel der vorliegenden Arbeit in der differenzierten Betrachtung einzelner

kognitiver Leistungen. Realisiert wurde dies anhand detaillierter Subtestanalysen von PatientInnenleistungen in den Wechslerintelligenzskalen. Im Rahmen dieser Analyse sollte untersucht werden, ob pädiatrische PatientInnen, die an einem Medulloblastom erkrankt sind, beeinträchtigte Leistungen in einzelnen Bereichen der Wechslerintelligenzskalen zeigen. Hierbei sollte insbesondere untersucht werden, inwieweit die Leistungen in einer Intelligenztestbatterie durch eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit beeinflusst werden. Die Angemessenheit der Interpretation eines Gesamtmaßes sollte durch die differenzierte Betrachtung einzelner Subtestleistungen in Frage gestellt werden. Die Realisierung dieser Zielsetzungen basiert auf der Analyse einer PatientInnendatenbank, welche von der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde des AKH Wien zur Verfügung gestellt wurde. Diese enthält vorrangig medizinisch-diagnostisch und psychologisch-diagnostisch erhobene Daten, welche seit den 1980er Jahren registriert wurden. Somit wurden PatientInnendaten über einen sehr langen Zeitraum erhoben und dokumentiert, weshalb unterschiedliche Versionen der Wechslerintelligenzskalen zur Anwendung kamen. Aus pragmatischen Gründen wurde das Gemeinsame der unterschiedlichen Versionen herausgefiltert und zusammengeführt. Hierbei wurden all jene Untertests berücksichtigt, welche in nahezu allen Versionen der Wechslerintelligenzskalen eingesetzt wurden.

Die PatientInnen wurden zu verschiedenen Zeitpunkten ihrer Krankengeschichte untersucht, wobei für die Analysen der vorliegenden Arbeit jene Testdaten berücksichtigt wurden, welche zu den Zeitpunkten postoperativ, ein Jahr, zwei Jahre und drei Jahre postoperativ erhoben wurden. Für einige deskriptive Analysen wurden zudem Daten von PatientInnen betrachtet, welche in einem Zeitraum von vier bis zehn Jahren nach der Operation psychologisch-diagnostisch untersucht wurden. Die deskriptiven Analysen ergaben, dass kein/e Patient/in zu allen Zeitpunkten psychologisch-diagnostisch untersucht werden konnte. Gründe hierfür sind vielschichtig, betreffen aber vor allem den Gesundheitszustand der Kinder, ihr Alter oder auch sprachliche Barrieren.

Wenngleich das Medulloblastom zu den häufigsten Hirntumorerkrankungen des Kindes- und Jugendalters zählt, so weist es doch eine geringe Prävalenzrate

auf. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit basieren daher auf Analysen sehr kleiner Stichprobenumfänge. Dieses in der klinischen Forschung häufig auftretende Problem ist mit verschiedenen methodischen Einschränkungen verbunden, welche in hohem Maße auch auf die vorliegende Arbeit zutreffen. Die geringe Stichprobengröße machte für einige Analysen die Anwendung verteilungsfreier und damit weniger teststarker Verfahren notwendig. Dadurch sinkt die Wahrscheinlichkeit, einen in der Population vorhandenen Effekt auch zu erkennen, weshalb in Fällen, in denen dies vertretbar erschien, eine Verletzung der Normalverteilungsannahme in Kauf genommen wurde. Da auch die statistische Signifikanz von Effekten von der Größe der untersuchten Stichprobe abhängt, stehen Untersuchungen an sehr kleinen Stichproben häufig vor dem Problem, kaum statistisch signifikante Effekte feststellen zu können. Daher wurden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht ausschließlich auf Basis ihrer statistischen Signifikanz, sondern vor allem hinsichtlich der praktischen Relevanz der empirisch festgestellten Effekte für die betroffene PatientInnen-gruppe beurteilt.

Für die Beantwortung der forschungsleitenden Fragen wurden neben den Leistungen der PatientInnen in den Wechslerintelligenzskalen auch jene in dem neuropsychologischen Testverfahren Trailmaking Test (Reitan, 1992) analysiert. Dieses dient explizit der Erfassung folgender grundlegender Fähigkeiten: Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, visumotorische Koordination und Flexibilität im Denken.

Sämtliche Analysen der vorliegenden Arbeit basieren auf der Annahme, dass eine Beurteilung des allgemeinen kognitiven Leistungsniveaus von PatientInnen mit einem Medulloblastom nicht alleinig auf Basis eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der Gesamt-IQ darstellt, erfolgen sollte. Stattdessen erscheint eine differenzierte Analyse einzelner kognitiver Fähigkeiten, wie sie durch Subtests von Intelligenztestbatterien wie den Wechsler-skalen erfasst werden, erforderlich. Hierbei wird angenommen, dass hinsichtlich der Beurteilung des kognitiven Leistungsniveaus von an einem Medulloblastom erkrankten PatientInnen die Analyse eines Profils einzelner neurokognitiver Leistungen der Interpretation eines Gesamtwertes überlegen sein dürfte. Im

Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher anhand der Wechslerintelligenzskalen eine detaillierte Subtestanalyse durchgeführt. Da angenommen wird, dass PatientInnen mit einem Medulloblastom an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden, wurde davon ausgegangen, dass sich diese Beeinträchtigung negativ auf die Leistung in einer Intelligenztestbatterie, die als „Speed-and-Power“-Tests konzipiert ist. Im Fall der Wechslerintelligenzskalen sind es vor allem die Untertests des Handlungsteils sowie ein Untertest aus dem Verbalteil, welche unter Zeitdruck zu bearbeiten sind.

Die empirische Überprüfung dieser Annahmen erfolgte zunächst anhand der Gesamtestwerte der Wechslerstufen. Hierbei wurde erwartet, dass sich die PatientInnen insbesondere hinsichtlich des Handlungs-IQ von den Leistungen der Normierungsstichprobe unterscheiden würden, während für den Verbal-IQ weit weniger deutliche Unterschiede zu erwarten waren. Die Ergebnisse der Analysen zeigten, dass der Handlungs-IQ der PatientInnen im Vergleich zum Durchschnitt der IQ-Skala zu allen Untersuchungszeitpunkten zumindest praktisch relevant reduziert war. Demgegenüber konnten für den Verbal-IQ kaum statistisch signifikante oder praktisch relevante Abweichungen festgestellt werden. Auch bei der Subtestanalyse lag der Fokus auf jenen Untertests, welche die Fähigkeit zu einer raschen Informationsverarbeitung erfordern, nämlich den Untertests des Handlungsteils sowie einem Untertest des Verbalteils. Auch die Ergebnisse der Untertestanalyse konnten die Vermutung bestätigen, dass sich die Leistungen der PatientInnen in allen Untertests mit Zeitbegrenzung von den durchschnittlichen Leistungen der Normstichprobe statistisch signifikant, vor allem aber in hohem Maße praktisch relevant, unterscheiden. Zu allen Untersuchungszeitpunkten waren die Leistungen der PatientInnen in Untertests mit Zeitbegrenzung im Vergleich zum Durchschnitt der Normierungsstichprobe ebenfalls reduziert. Demgegenüber konnten für Untertests ohne Zeitbegrenzung keine signifikanten bzw. nur in geringem Maße praktisch relevanten Abweichungen von den durchschnittlichen Leistungen der Normierungsstichprobe festgestellt werden. Der anschließende Vergleich zwischen dem Handlungs- und dem Verbal-IQ zeigte, dass sich die Leistungen der PatientInnen bezüglich dieser Werte statistisch signifikant und

auch praktisch relevant voneinander unterscheiden. Auch bei dieser Analyse war der durch Zeitbegrenzungen bestimmte Handlungs-IQ im Vergleich zum Verbal-IQ zu allen Untersuchungszeitpunkten deutlich reduziert.

Um den Einfluss von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf die Leistung in den Wechslerintelligenzskalen auch mit einem Außenkriterium zu prüfen, wurden die Leistungen der PatientInnen in dem neuropsychologischen Testverfahren Trailmaking Test (Reitan, 1992) herangezogen. Da Form A dieses Verfahrens explizit Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit erfasst, wurde angenommen, dass sich zu den „Speed“ dominierten Bereichen der Wechsler-skalen deutliche Zusammenhänge zeigen würden. Die Zusammenhänge zwischen dem TMT und den drei Gesamtestwerten waren zwar nicht statistisch, dafür jedoch praktisch relevant. Der Zusammenhang mit dem Verbal-IQ überraschte jedoch insofern, als die Subtests des Verbalteils bis auf eine Ausnahme keinerlei Zeitbegrenzung unterliegen. Eine detaillierte Subtest-analyse zeigte zwar zum Teil praktisch hoch relevante Zusammenhänge zwischen TMT und einzelnen Untertests, allerdings waren diese nicht kontinuierlich zu beobachten, weshalb keine systematischen Zusammenhangsmuster abgeleitet werden konnten. Daher ist von generalisierenden Interpretationen der Ergebnisse Abstand zu nehmen. Es ist zu beachten, dass für die Leistungen der analysierten Version des TMT keine differenzierten Testkennwerte vorliegen. Es wird lediglich die in Sekunden dokumentierte Bearbeitungszeit registriert, und die Leistungen entsprechend den Angaben des Manuals Kategorien zugeordnet, welche eine langsame, schnelle und durchschnittliche Bearbeitungszeit widerspiegeln. Um einen Vergleich dieser Leistungen mit jenen in den Wechslerintelligenzskalen zu ermöglichen, wurden letztere ebenfalls den Kategorien „unterdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „überdurchschnittlich“ zugeordnet. Dadurch ging zwar Information verloren, die Aufteilung der PatientInnen auf nur drei Kategorien erschien jedoch aufgrund der ausgesprochen geringen Stichprobengröße notwendig. Darüber hinaus wurde für einzelne PatientInnen lediglich die in dieser Form kategorisierte Leistungsbeurteilung protokolliert. Kritisch zu diskutieren ist generell, ob für derart kleine Stichproben eine Berechnung der in

der Literatur empfohlenen Koeffizienten überhaupt sinnvoll ist. Vermutlich sind bei einer Stichprobenbeschaffenheit wie dieser deskriptive Analysen sowie die grafische Aufbereitung ihrer Ergebnisse weit aussagekräftiger als die Berechnung statistischer Kenngrößen.

Die bisher berichteten Ergebnisse sind insofern als kritisch zu hinterfragen, als Verbal- wie Handlungs-IQ auf der Summe der Leistungen der entsprechenden Untertests basieren, in der für diese Arbeit „zusammengefassten“ Version jedoch nicht alle dieser Untertests berücksichtigt werden konnten. Für künftige Analysen wäre daher auch im Sinne der Forderungen der vorliegenden Arbeit nach einer differenzierten Analyse einzelner neurokognitiver Fähigkeiten von der Interpretation der Gesamtwerte Abstand zu nehmen. Stattdessen sollten detaillierte Subtestanalysen im Sinne eines Leistungsprofils forciert werden. Um den Einfluss von Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf die Leistung in Intelligenztestbatterien detaillierter zu untersuchen, sollten künftig auch Untertests anderer Intelligenztestbatterien, welche ebenfalls als „Speed-and-Power“-Tests konzipiert sind, hinzugezogen werden. Dadurch könnte geprüft werden, ob sich möglicherweise ein Muster an beeinträchtigten kognitiven Bereichen abzeichnet.

Letztlich sollte die Frage geklärt werden, ob sich die Leistungen der PatientInnen, wie dies die Literatur nahe legt, im Zeitverlauf verändern. Hierbei wurde vermutet, dass sich insbesondere im Bereich der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit unterdurchschnittliche Leistungen zu den späteren Zeitpunkten häufen würden. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs sowie fehlender Daten zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten konnten keine klassischen Messwiederholungsanalysen zur Überprüfung dieser Annahme durchgeführt werden. Deshalb wurde eine deskriptive Aufbereitung der Daten in Form von Häufigkeitsanalysen und grafischen Darstellungen realisiert. Die Ergebnisse dieser Analysen konnten die Annahme, dass sich unterdurchschnittliche Leistungen zu den späteren Untersuchungszeitpunkten häufen würden, nicht bestätigen. Allerdings zeigte sich erneut, dass sich der Handlungs-IQ der PatientInnen über alle Testzeitpunkte hinweg vorwiegend im durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Bereich befindet. Der Verbal-IQ

hingegen, war vorrangig im durchschnittlichen Bereich angesiedelt. Die entsprechenden Untertestanalysen stützen diese Ergebnisse dahingehend, dass die Leistungen der PatientInnen in Untertests ohne Zeitbegrenzung in erster Linie durchschnittlich waren, in jenen mit Zeitbegrenzung überwiegend unterdurchschnittlich oder durchschnittlich. Auch die Untertestanalysen ließen keine Aussagen über eine progressive Verschlechterung der Leistungen zu.

Auch die deskriptiven Analysen der Ergebnisse des neuropsychologischen Verfahrens TMT zeigen, dass die PatientInnen über eine durchschnittliche bis unterdurchschnittliche Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit verfügen. Hierbei konnte eine tendenzielle Häufung unterdurchschnittlicher Leistungen zu den späteren Untersuchungszeitpunkten beobachtet werden. Demgegenüber verfügten die PatientInnen über eine eher durchschnittliche visumotorische Koordination und Flexibilität im Denken. Ein deutliches zeitliches Veränderungsmuster von kognitiven Fähigkeiten bzw. deren Beeinträchtigungen konnte jedoch auch für dieses Verfahren nicht festgestellt werden. Möglicherweise liegt dies an der mit nur drei Kategorien zu breit gefassten Kategorisierung der Leistungen in den beiden Testverfahren, welche jedoch aufgrund der geringen Stichprobengröße erforderlich war. Darüber hinaus erschienen Schlussfolgerungen über zeitliche Veränderungen generell problematisch, da keine klassischen Messwiederholungen vorlagen. Einzelfallanalysen von PatientInnen, welche tatsächlich mehrfach getestet wurden sowie Missing-Data-Analysen, könnten möglicherweise einen Beitrag zur Klärung der Frage nach zeitlich progressiven Manifestationen kognitiver Beeinträchtigungen liefern.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass die empirischen Ergebnisse dieser Arbeit deutlich die These stützen, dass sich kognitive Beeinträchtigungen von an einem Medulloblastom erkrankten PatientInnen vorrangig in jenen Bereichen einer Intelligenztestbatterie zeigen, welche die Fähigkeit zu einer raschen Verarbeitung von Informationen erfordern. Dadurch bestätigte sich die Vermutung, dass es als Folge der Erkrankung und Behandlung dieses Tumors zu einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung kommen dürfte, welche sich negativ auf die Leistung in „Speed“-Tests auswirkt. Somit sprechen diese

Ergebnisse deutlich gegen die Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit dieser PatientInnen auf Basis eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der Gesamt-IQ darstellt. Die Forderung nach einer differenzierten Beurteilung einzelner neurokognitiver Leistungen gewinnt dadurch zunehmend an Relevanz. Durch weiterführende Forschungsbemühungen hinsichtlich Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung des Medulloblastoms ließe sich vermutlich ein differenziertes Bild kognitiver Beeinträchtigungen ableiten, welches in ressourcenorientierte Behandlungs-, Rehabilitations- und Reintegrationsansätze integriert werden könnte.

Darüber hinaus stützen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deutlich die These, dass das Kleinhirn am Entstehen und/oder der Modulation höherer kognitiver Funktionen beteiligt sein dürfte. Das höchst spannende Forschungsfeld neuronaler Korrelate kognitiver Funktionen und ihrer Beeinträchtigungen sollte daher weiter verfolgt werden, um die Beteiligung des Kleinhirns an kognitiven Funktionen differenzierter erforschen zu können. Ein Vergleich neurokognitiver Leistungen von an unterschiedlichen Hirntumoren erkrankten PatientInnen könnte einen wichtigen Beitrag zu einem differenzierten Bild neurokognitiver Leistungen und ihrer neuronalen Korrelate liefern.

Die theoretische Auseinandersetzung mit der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms hat gezeigt, dass zwar hoch differenzierte und spezialisierte medizinische Behandlungskonzepte für diese Erkrankung vorliegen, diese jedoch neuropsychologische Erkenntnisse unzureichend einbeziehen. Die empirischen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit unterstreichen die hohe Relevanz der Neuropsychologie für eine differenzierte Beurteilung kognitiver Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung bei an einem Medulloblastom erkrankten PatientInnen.



## 15. Literaturverzeichnis

- Aldosari, N., Rasheed, B.K.A., McLendon, R.E., Friedman, H.S., Bigner, D.D., Bigner, S.H. (2000). Characterization of chromosome 17 abnormalities in medulloblastomas. *Acta Neuropathologica*, 99, 345-351.
- Anderson, V., Godber, T., Smibert, E., Weiskop, S., Ekert, H. (2000). Cognitive and academic Outcome following Cranial Irradiation and Chemotherapy in children: a longitudinal Study. *British Journal of Cancer*, 82 (2), 255-262.
- Baron, I.S. (2003). Neuropsychological Evaluation of the Child. *Oxford: University Press*.
- Benz, B., Ritz, A. (1996). Verlauf neuropsychologischer Störungen nach Schädel Hirntrauma im Kindesalter. *Kindheit und Entwicklung*, 5, 201-208.
- Bigner, S.H., McLendon, R.E., Fuchs, H., McKeever, P., Friedman, H.S. (1997). *Chromosomal Characteristics of Childhood Brain Tumors*. *Cancer Genet Cytogenet*, 97, 125-134.
- Bleyer, A. (1999). *Epidemiologic Impact of Children with Brain Tumors*. *Child's Nervous System*, 15, 758 – 763.
- Bortz, J., Lienert, G.A. (2008). Kurzgefasste Statistik für die Klinische Forschung. 3. überarbeitete Auflage. *Heidelberg: Springer Verlag*.

Bortz, J., Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. überarbeitete Auflage. *Heidelberg: Springer Verlag*.

CBTRUS (2008). *Statistical Report: Primary Brain Tumours in the United States, 2000-2004*. Central Brain Tumor Registry of the United States. <http://www.cbtrus.org/reports//2007-2008/2007report.pdf> [09. 05.09]

Cohen, M.E., Duffner, P.K. (1994). *Brain Tumors in children: Principles of Diagnoses and Treatment*. New York: Raven Press.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2<sup>nd</sup> Edition. *Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates*.

Copeland, D. R., deMoor, C., Moore III, B.D. & Ater, J.L. (1999). Neurocognitive Development of Children After a Cerebellar Tumor in Infancy: A Longitudinal Study. *Journal of Clinical Oncology*, 17 (11), 3476-3486.

Creutzig, U., Lehmbacher, T. (2008). *Medulloblastom im Kindes- und Jugendalter*. Interdisziplinäre Leitlinie der deutschen Krebsgesellschaft. AWMF- Leitlinien Register Nr. 025/009. Stand 10/ 2008. Verfügbar unter: <http://www.leitlinien.net/025-009.htm> [25.06.2009]

Davis, F.G., Malinski, N., Haenszel, W., Chang, J., Flannery, J., Gershman, S., Dibble, R. & Bigner, D.D. (1996). Primary Brain Tumor Incidence Rates in four United States Regions, 1985-1989: A Pilot Study. *Neuroepidemiology*, 15, 103-112.

- Delank, H.W., Gehlen, W., (2006). *Neurologie. Stuttgart: Thieme.* 11. überarbeitete Auflage.
- Delis, D.C., Kaplan, E. & Kramer, J.H. (2001). *Delis- Kaplan Executive Function System (D-KEFS).* San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Deutsches Kinderkrebsregister (2008). *Jahresbericht 2008.* Zugriff am 27. August 2009, von <http://www.kinderkrebsregister.de/>.
- Deutsche Krebsgesellschaft (DKG). *Strahlentherapie bei Hirntumoren.* In: [http://www.krebsgesellschaft.de/index.php?seite=hirntumor\\_therapie\\_strahlentherapie](http://www.krebsgesellschaft.de/index.php?seite=hirntumor_therapie_strahlentherapie). [23.06.2009]
- Ebermann, E. (2009). *Grundlagen statistischer Auswertungsverfahren.* <http://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/quantitative/quantitative-108.html>. Letzte Überarbeitung Februar 2010 [26.02.2010].
- Fals-Stewart, W. (1992). An interrater reliability study of the Trailmaking Test (Parts A and B). *Perceptual and Motor Skills*, 74, 39-42.
- Ferguson, S., Lesniak, M.S., (2005). *Percival Bailey and the Classification of Brain Tumors.* *Neurosurgical Focus* Ausgabe 18 (4), 1-6.
- Friedrich, S. (2009). *Halstead- Reitan Battery.* Encyclopedia of Mental Disorders. Advameg. <http://www.minddisorders.com/Flu-Inv/Halstead-Reitan-Battery.html> [04.08.2009].

Fröhlich, W. D. (Hrsg.). (2000). Wörterbuch Psychologie (23. Aufl.). München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Gabe, C. & Bamberg, M. (2008). Vorwort. In Deutsche Krebsgesellschaft (Hrsg.): Kurzgefasste interdisziplinäre Leitlinien 2008, Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie maligner Erkrankungen. 6. Aufl. München: W. Zuckerschwerdt Verlag

Gadner, H., Gaedicke, G. & Niemeyer, C. (2005). *Pädiatrische Onkologie und Hämatologie*. Berlin: Springer.

Guthke, J. (2003). Intelligenztest. In K. Kubinger & R. Jäger (Hrsg.) *Schlüsselbegriffe der Psychologischen Diagnostik* (S. 209-215). Weinheim, Basel, Berlin: Beltz Verlag.

Goldenberg, G. (2007). *Neuropsychologie*. (4. aktualisierte und erweiterte Auflage). München: Urban & Fischer Verlag.

Gutjahr, P. (1987). *Krebs bei Kindern und Jugendlichen*. Köln: Deutscher Ärzteverlag.

Homach, S., Donghyung, L. & Riccio, C.A. (2005). Test Review: Delis- Kaplan Executive Function System. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27, 599-609.

Haaf, H.G., Kaatsch, P. & Michaels, J. (1993). *Jahresbericht 1991 des deutschen Krebsregisters*. Mainz: Institut für Statistik und Dokumentation.

Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). *Lehrbuch der Klinischen Kinderneuro-psychologie*. Göttingen: Hogrefe- Verlag.

Hainfellner, J., (2003). Neuro-Onkologie-Netz: Krebs:hilfe! Ausgabe 5, S. 7  
[http://www.krebshilfe.net/pdf/krebshilfe/KH\\_05\\_2003.pdf](http://www.krebshilfe.net/pdf/krebshilfe/KH_05_2003.pdf) [08. 05.2009]

Herle, M. (2003). Intelligenzquotient. In K.D. Kubinger & R.S. Jäger (Hrsg.),  
*Schlüsselbegriffe der Psychologischen Diagnostik* (S. 207-209).  
Weinheim: Beltz PVU.

Hohenberger, W., (2009). Deutsche Krebsgesellschaft.  
[http://www.krebsgesellschaft.de/hirntumor\\_uebersicht,4183.html](http://www.krebsgesellschaft.de/hirntumor_uebersicht,4183.html)  
[07.05.2009].

Höflechner, R. (2009). Leinhirn auch für Kognition wichtig. *Medical Tribune*.  
Ausgabe 22.  
<http://www.medicaltribune.at/dynasite.cfm?dsmid=98478&dspaid=791691>  
[12.09.2009].

Hildebrandt, H. (Hrsg.). (1998). *Psyhyrembel Klinisches Wörterbuch*. (258.  
Aufl.). Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Jacobs, B. (2003). *Praktische Bedeutsamkeit*. <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/seminar/vpl/bedeutung/bedeut.htm>. Erstellt im Dezember 1997  
letzte Überarbeitung Juni 2003. [19.01.2010].

Kaatsch, P., Rickert Ch., Kühl, J., Schütz, J., Michaelis, J. (2001). Population Bases Epidemiologic Data on Brain Tumors in German Children. *Cancer*, 92 (12), 3156-3164.

Kleinhues, P., Covuelli, W.K. (Hrsg.)(2000). World Health Organisation Classification of Tumours: Pathology and Genetics: Tumours of the Nervous System. 2<sup>nd</sup> edition USA: Oxford University Press.

Konrad, K., Gauggel, S., Jansen, H.T. (1998). Hirntumorerkrankungen im Kindesalter: Kognitive, affektive und psychosoziale Langzeitfolgen. *Kindheit und Entwicklung*, 7 (3). Hogrefe-Verlag: Göttingen.

Konrad, K., Gauggel, S. (2001). Eine Übersicht über kognitive, behaviorale und psychosoziale Langzeitfolgen nach pädiatrischen Hirntumoren. *Kindheit und Entwicklung*, 10 (2), 78-86.

Korinthenberg, R., Warmuth- Metz, M. & Rutkowski, S., (2007). Leitsymptome und Diagnostik der Hirntumoren im Kindes und Jugendalter. *Interdisziplinäre Leitlinie der deutschen Krebsgesellschaft. AWMF-Leitlinien Register* Nr. 025/022. Stand 12/ 2007. Verfügbar unter: <http://leitlinien.net/> [09.05.09]

Korinthenberg, R., Warmuth.Metz, M. & Rutkowsky, S. (2008). *Leitsymptome und Diagnostik der Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter*. In Deutsche Krebsgesellschaft (Hrsg.), kurzgefasste interdisziplinäre Leitlinien 2008 (S. 295-306).München: Zuckerschwerdt.

Kozial, L.F. & Budding, D. E. (2008). *Subcortical Structures and Cognition: Implications for Neuropsychological Treatment*. Berlin: Springer Verlag.

- Kubinger, K.D. (2006). *Psychologische Diagnostik: Theorie und Praxis psychologischer Diagnostizierens*. Göttingen: Hogrefe.
- Kubinger, K.D. (1983). *Der HAWIK- Möglichkeiten und Grenzen seiner Anwendung*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Kühl, J. (2001). Therapie von Kindern mit einem Medulloblastom. *Wir*, 4, 8-12.
- Kühl, J., Korinthenberg, R. (2005). ZNS- Tumoren. In Gadner, H., Gaedicke, G., Niemeyer, C. (Hrsg.) *Pädiatrische Hämatologie und Onkologie*. S. 777-822. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Leonhart, R. (2009). *Lehrbuch Statistik*. 2. überarbeitete Auflage. Bern: Hans Huber Verlag.
- Levisohn, L., Cronin-Golomb, A., Schmahmann, J.D. (2000). Neuropsychological Consequences of cerebellar tumor in children: Cerebellar cognitive affective syndrome in a pediatric population. *Brain*, 123, 1041-1050.
- 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 medullublastoma. *Journal of Neurooncology*, 72, 245-253.
- Moore, B. D. (2005). Neurocognitive Outcomes in Survivors of Childhood Cancer. *Journal of Pediatric Psychology*, 30 (1), 51-63.

National Cancer Institut (2009). Brain Tumor. In:

<http://www.cancer.gov/cancertopics/types/brain/>. [25.08.2009].

Nagel, B.J., Delis, D.C., Palmer, S.L., Reeves, C., Gajjar, A. & Mulhern R. K.

(2006). Early Patterns of Verbal Memory Impairment in Children Treated for Medulloblastoma. *Neuropsychology*, 20 (1), 105-112.

Nejat, F., El Kashab, M. & Rutka, J. T. (2008). Initial Management of Childhood

Brain Tumors: Neurosurgical Considerations. *Journal of Child Neurology*, 23, 1136-1148.

Neubauer, A. (1995). Intelligenz und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung. Wien, New York: Springer Verlag.

Tallen, G., Yiallourous (2007). Kinderkrebsinfo.de Kompetenznetz Paediatrische Onkologie und Hämatologie: Medulloblastom und primitiv neuroektodermaler Tumor (stPNET).

[http://www.kinderkrebsinfo.de/sites/migration\\_phase\\_2/kinderkrebsinfo/content/e9031/e10566/e51415/e52594/export\\_Medulloblastom\\_29.01.08\\_gerr.pdf](http://www.kinderkrebsinfo.de/sites/migration_phase_2/kinderkrebsinfo/content/e9031/e10566/e51415/e52594/export_Medulloblastom_29.01.08_gerr.pdf) [09.05.09].

Onmeda, (2008). Hirntumoren: Definition.

<http://www.onmeda.de/krankheiten/hirntumoren.html?p=2> [09.05.09].

Onkologie.de. Denn Wissen macht stark (2009). Primäre Tumoren von Gehirn und Rückenmark. [09.05.09]

- Oswald, W.D. & Roth, E. (1987). *Der Zahlenverbindungstest (ZVT) 2.* überarbeitete Auflage. Göttingen: Hogrefe.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2007). *Hamburg- Wechsler- Intelligenztest für Kinder- IV (HAWIK-IV).*Bern: Hans Huber Verlag.
- Preusche, I. & Leiss, U. (2003). Intelligenztests für Kinder: HAWIK-III, AID 2 und K-ABC im Vergleich. *Report Psychologie*, 28 (1), 12-26.
- Reeves, C.B., et al. (2006). Attention and Memory Functioning Among Pediatric Patients with Medulloblastoma. *Journal of Pediatric Psychology*, 31 (3), 272-280.
- Reitan, R.M. (1971). Trail Making Test Results for normal and brain-damaged children. *Perceptual and Motor Skills*, 33, 575-581.
- Reitan, R.M. (1959). *A Manual for the Administration and Scoring of the Trailmaking-Test.* Indianapolis: Indian University Medical Center
- Ribi, K., Relly, C., Landolt, M.A., Alber, F.D., Boltshauser, E. & Grotzer, M.A. (2005). Outcome of Medulloblastoma in Children: Long Term Complications and Quality of Life. *Neuropediatrics*, 36 (6), 357-365.
- Röthner, J. (1999). Hirntumoren. In Berlitz, P. (Hrsg.) *Klinische Neurologie* (1. Auflage.) S. 634-668. *Heidelberg: Springer Verlag.*
- Rutkowski, S. (2008). *HIT 2000.* kinderkrebsinfo.de. Erstellt im Juli 2003, letzte Überarbeitung September 2009.

[http://www.kinderkrebsinfo.de/e1664/e1676/e1758/e5466/index\\_ger.html](http://www.kinderkrebsinfo.de/e1664/e1676/e1758/e5466/index_ger.html)  
[12.06.09].

Sharma, S. (2009). *Psychosoziale Arbeitsgemeinschaft in der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (PSAPOH)*. Erstellt im April 2003, letzte Überarbeitung 2009.  
[http://www.kinderkrebsinfo.de/e2260/e5902/index\\_ger.html](http://www.kinderkrebsinfo.de/e2260/e5902/index_ger.html) [20.08.2009].

Schatz, J., Kramer, J., Ablin, A., Matthay, K.K. (2000). Processing Speed, Working Memory, and IQ: A Developmental Model of Cognitive Deficits Following Cranial Radiation Therapy. *Neuropsychology*, 14 (2), 189-200.

Schlegel, U., Weller, M. & Westphal, M. (2003). Neuroonkologie. *Stuttgart: Thieme*.

Schmahmann, J.D., Caplan, D. (2006). Cognition, emotion and the cerebellum. *Brain*, 129, 290-292.

Schmahmann, J.D. (2004). Disorders of the Cerebellum: Ataxia, Dysmetria of Thought and the Cerebellar Cognitive Affective Syndrome. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 16 (3), 367-378.

Schmahmann, J.D. (2004). Cognition and the Cerebellum. *Neurology*, 63, 1991.

Schmahmann, J.D. (1998). Dysmetria of thought: clinical consequences of cerebellar dysfunction on cognition and affect. *Trends in Cognitive Science*, 2(9), 362-371.

- Schröder, H.M., Lilienthal, S., Schreiber-Gollwitzer, M. et al. (2008).  
Psychosoziale Versorgung in der Pädiatrischen Onkologie und  
Hämatologie. In Deutsche Krebsgesellschaft (Hrsg.). *Kurzgefasste  
interdisziplinäre Leitlinien 2008*. (S. 203-220) München: Zuckerschwerdt.
- Steinlein, M., et al. (2003). Neuropsychological long-term sequelae after  
posterior fossa tumour resection during childhood. *Brain*, 126, 1998-2008.
- Spevack, T. V. (2007). A developmental Approach to pediatric  
neuropsychological intervention. In: Hunter, S.J., Donders, J. (Hrsg.)  
*Pediatric Neuropsychological Intervention*. S. 6-29. Cambridge: University  
Press.
- Tombaugh, T.N. (2004). Trailmaking Test A and B: Normative data stratified by  
age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 203-214.
- Van Heugten, C.M., Hendriksen, J., Rasquin, S., Dijcks, B., Jaeken, D. & Vles,  
J.H.S. (2006). Long-term neuropsychological performance in a cohort of  
children and adolescents after severe paediatric traumatic brain injury.  
*Brain Injury*, 20(9), 895-903.
- Wallner, A. (1993). *Zur Eignung des Hamburg- Wechsler- Intelligenztests für  
Kinder- Revision 1983 (HAWIK-R) als Screening Instrument zur  
Hypothesenbildung über neuropsychische Teilleistungsschwächen bei  
Kindern im Alter von 6 bis 8 Jahren*. Unveröffentlichte Dissertation,  
Universität Wien.
- Wechsler, D. (1956). *Die Messung der Intelligenz Erwachsener*. Bern: Huber.

Wölfle, M., (2005). Uniklinik Ulm: Comprehensive Cancer Center Ulm: Hirntumor. <http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/zentren/cccu/home/fuer-patienten-und-angehoerige/krebsbehandlung/krebs-spezifisch/hirntumor.html#c22846> [09.05.09].

Tewes, U., Rossmann, P., Urs Schallberger (Hrsg.) (1999). HAWIK-III. *Bern-Göttingen: Hans Huber.*

Trepel, M. (2004). Neuronanatomie: Struktur und Funktion. (3. überarbeitete Auflage. *München: Elsevier Urban & Fischer Verlag.*

## **16. Anhang**

Curriculum Vitae

Zusammenfassung



## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit neurokognitiven Leistungen von an einem Medulloblastom erkrankten Kindern und Jugendlichen. Das Medulloblastom ist der häufigste bösartige Hirntumor des Kindes- und Jugendalters. Aufgrund seiner Lokalisation kann der Tumor selten vollständig entfernt werden, weshalb weiterführende Behandlungen mittels Chemo- und kraniospinaler Strahlentherapie erforderlich sind. Wenngleich diese Behandlungsmethoden die Überlebenschancen der PatientInnen drastisch erhöht haben, so scheint insbesondere die Strahlentherapie weitreichende Langzeitfolgen nach sich zu ziehen, die vor allem auch den neurokognitiven Bereich betreffen. Die meisten Befunde zu kognitiven Langzeitfolgen dieser PatientInnengruppe beurteilen die allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit der PatientInnen auf Basis des Gesamt-IQ. Allerdings wird der Beitrag einzelner neurokognitiver Leistungen sowie deren Einfluss auf den Gesamt-IQ nur unzureichend beachtet.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Aktualität des IQ-Konzeptes als Beurteilungsgrundlage der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit dieser PatientInnengruppe kritisch diskutiert. Hierfür wird die detaillierte Analyse einzelner neurokognitiver Leistungen der Betrachtung des Gesamt-IQ gegenübergestellt. Für die entsprechenden Analysen wurden PatientInnendaten berücksichtigt, welche zwischen 1987 und 2008 an der Universitätsklinik für Kinder und Jugendheilkunde, Allgemeines Krankenhaus Wien, erhoben und dokumentiert wurden. Die Ergebnisse der Analysen der Leistungen in den Wechslerintelligenzskalen zeigen, dass vor allem jene Untertestleistungen von Leistungsbeeinträchtigungen betroffen sind, welche die Fähigkeit zu einer raschen Verarbeitung von Informationen erfordern. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass PatientInnen mit einem Medulloblastom (tumor- und/oder therapiebedingt) an einer allgemeinen kognitiven Verlangsamung leiden, welche sich negativ auf die Bearbeitung von als „Speed“-Tests konzipierten Intelligenztestbatterien auswirken dürfte. Dies spricht gegen eine Beurteilung des kognitiven Leistungsniveaus auf Basis eines Globalmaßes der Intelligenz, wie es der Gesamt-IQ einer Intelligenztestbatterie darstellt, sofern eine „Speed“-Komponente in die Gestaltung des Intelligenztests miteinfließt. Dadurch stärken die Ergebnisse die Forderung nach einer differenzierten Analyse einzelner neurokognitiver Leistungen und betonen die Notwendigkeit weiterführender Analysen, um ein differenziertes Bild neurokognitiver Leistungen und deren Beeinträchtigungen zu erhalten. Eine weitere Fokussierung auf das IQ-Konzept als Beurteilungsgrundlage kognitiver Leistungsfähigkeit könnte weitreichende Folgen für den Alltag der PatientInnen haben und zu fehlerhaften Entscheidungen in der (neuro-)psychologischen wie auch medizinischen Behandlung und Rehabilitation führen. Die empirischen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit unterstreichen die hohe Relevanz der Neuropsychologie für eine differenzierte Beurteilung kognitiver Langzeitfolgen der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms. Darüber hinaus hat die theoretische Auseinandersetzung mit der Erkrankung und Behandlung eines Medulloblastoms deutlich gezeigt, dass zwar hoch differenzierte medizinische Behandlungskonzepte für diese

Erkrankung vorliegen, diese jedoch neuropsychologische Erkenntnisse nur unzureichend einbeziehen.

## **Abstract**

The current master thesis discusses the influence of single neurocognitive functions on the general cognitive performance of pediatric Patients with the cerebellar tumor Medulloblastoma. The Medulloblastoma is the most prevalent malignant brain tumor in childhood and adolescence. Due to its location a total resection of the primary tumor is hardly ever possible. The treatment of a Medulloblastoma follows an internationally standardized scheme which includes the resection of the tumour, chemotherapy and craniospinal radiation therapy. Albeit this treatment complex raised survival rates of the patients substantially, especially craniospinal radiation seems to lead to various late effects that mainly affect neurocognitive functioning. Most studies on cognitive long term effects use the full scale IQ to draw conclusions about patient's general cognitive ability, whereas they neglect the influence of single neurocognitive functions on the general performance in intelligence tests.

The presented master thesis takes this controversial issue into account as it discusses the adequacy of the IQ concept in neurocognitive assessment. It therefore aims to set detailed analyses of single neurocognitive functions in contrast to the full scale IQ of the patients. The analysed sample consists of paediatric patients with Medulloblastoma, assessed at the Medical University of Vienna, between the years of 1987 and 2008. Depending on the date of assessment and the children's age the German versions of the Wechsler intelligence scales have been applied and patients' performance has been analysed. Hence patients perform below norm in subtests that include a speed component which means that the person has to perform well and fast to achieve high scores. Patients seem to show a (tumor- and / or therapy-induced) slow cognitive processing speed, which seems to affect the general performance in intelligence tests that are conceived as speed tests. These results indicate that the full scale IQ is considerably impacted by certain neuropsychological functions, such as reduced processing speed, which results in misleading interpretations of the general cognitive performance and abilities of the patients. These results clearly justify the claim for a detailed subtest analysis and the importance of further investigations on single neurocognitive functioning in order to get a well differentiated profile of neurocognitive functions and possible impairments. Not following this approach probably affects academic achievement and activities of daily living. Furthermore it may lead to wrong decisions in (neuro-) psychological and medical treatment and rehabilitation. These findings emphasise the tremendous relevance of neuropsychology for an appropriate and well differentiated assessment of long term effects on cognitive functioning.

## Curriculum Vitae

### Persönliche Daten:

Name: Barbara Rupp  
Geburtsdatum: 19.09.1980  
Geburtsort: Wien  
Familienstand: ledig  
Staatsbürgerschaft: Österreich

### Ausbildung und Beruf:

1987 – 1991: Volksschule Wien  
1990 – 1998: Bundesrealgymnasium Wiedner Gürtel, 1040 Wien  
Juni 1999: Matura  
1999: Empfangs- und Rezeptionstätigkeit im „Hotel zur Wiener Staatsoper)  
1999-2000: Studium der Soziologie, Studienzweig Tibetologie und Buddhismuskunde Universität Wien  
seit 2000: „Columbus- Ihr Reisebüro GmbH&CoKG“, Abteilung Theaterkarten, Incomingbereich  
2005-2007: Wissenschaftliche Mitarbeit an Themengebieten der Ästhetikforschung, Institut für psychologische Grundlagenforschung, Arbeitsbereich Methodenlehre  
seit 2006: stellvertretende Büroleitung in o.g. Büro  
seit 2000: Studium der Psychologie an der Universität Wien

## Publikationen:

Originalarbeiten: Voracek, M., Fisher, M.L., Rupp, B., Lucas, D., & Fessler, D.M.T. (2007). Sex differences in relative foot length and perceived attractiveness of female feet: Relationships among anthropometry, physique and preference ratings. *Perceptual and Motor Skills*, 1004, 1123-1138.

Kongressbeiträge: Rupp, B., Hofhansl, A., & Voracek, M. (2003). Konvergente und diskriminante Validität der Sexual Jealousy Scale. 9. *Tagung der Fachgruppe Sozialpsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie*, 21.-24.09.2003, Heidelberg.

Rupp, B., Voracek, M., & Hofhansl, A. (2004). Geschlechtsunterschiede in Eifersucht und deren Relation zu Beziehungseinstellungen: Eine Konstruktvalidierungsstudie. 6. *Wissenschaftliche Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Psychologie*, 26.-28.02.2004. Innsbruck.

Fessler, D.M.T., Haley, K.J., Asaridou, S.S., Cravalhp, M., Delgado, T, Fisher, M.L., Frederick, D., Perez, P.G., Goetz, C., Lew, K., Lucas, D., Rupp,B., Sun, D.M., & Voracek, M. (2007). Additional cross-cultural evidence for the role of foot size relative to stature in judgments of attractiveness and age. *19<sup>th</sup> Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society*, May 30 to June 3 2007, Williamsburg (Virginia), USA.

Rupp, B., Pletschko, Th., Leiss, U., Formann, A. & Slavc, I. (2008). Do we still need IQ- Scores? Misleading Interpretations of neurocognitive outcome in paediatric patients with medulloblastoma. *40<sup>th</sup> Congress of the International Society of Paediatric Oncology, 2.-6.10.2008, Berlin, Germany.*

Pletschko, Th., Rupp, B., Leiss, U., Formann, A. & Slavc, I. (2009). The Influence of visuo-motor-functioning and processing speed on cognitive performance in paediatric patients with medulloblastoma. *41<sup>st</sup> Congress of the International Society of Paediatric Oncology, 5.-10.2009, Sao Paulo, Brazil.*

