

---

Aus der Klinik für Neurochirurgie,  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

## **Langzeiterfolg der endoskopischen Drittventrikulostomie**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin*

**der Medizinischen Fakultät**

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2014

vorgelegt von: **Leonie Eickele**

geb. am: 21.08.1985 in Karlsruhe

---

Wissenschaftlicher  
Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion:

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Hydrocephalus: Definition und Therapie	1
1.2. Geschichte der endoskopischen Drittventrikulostomie	4
1.3. Ziel der Arbeit	7
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>8</b>
2.1. Studiendesign	8
2.2. Operationstechnik	8
2.3. Patientengruppen und klinische Evaluation	11
2.4. Statistik	13
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>14</b>
3.1. Präoperative Evaluation	14
<i>Symptomatik</i>	15
<i>Voroperationen</i>	16
3.2. Operation	18
<i>Komplikationen</i>	19
3.3. Postoperative Evaluation	21
<i>Vigilanzzustand und subjektive Verbesserung</i>	21
<i>Initialer Erfolg</i>	23
3.4. Langzeiterfolg	24
Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg	27
<i>Ätiologie</i>	27
<i>Präoperativer Karnofsky-Index</i>	28
<i>Alter zum Operationszeitpunkt</i>	29
<i>Shuntpflicht in der Vorgeschichte</i>	30
3.5. Reventrikulostomie	31
3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse	33
<b>4. Diskussion</b>	<b>35</b>
<i>Ätiologie</i>	38
<i>Komplikationen</i>	39
<i>Initialer Erfolg</i>	40
<i>Reventrikulostomie</i>	41
<i>Langzeiterfolg</i>	42
<i>Einflussfaktoren</i>	44

---

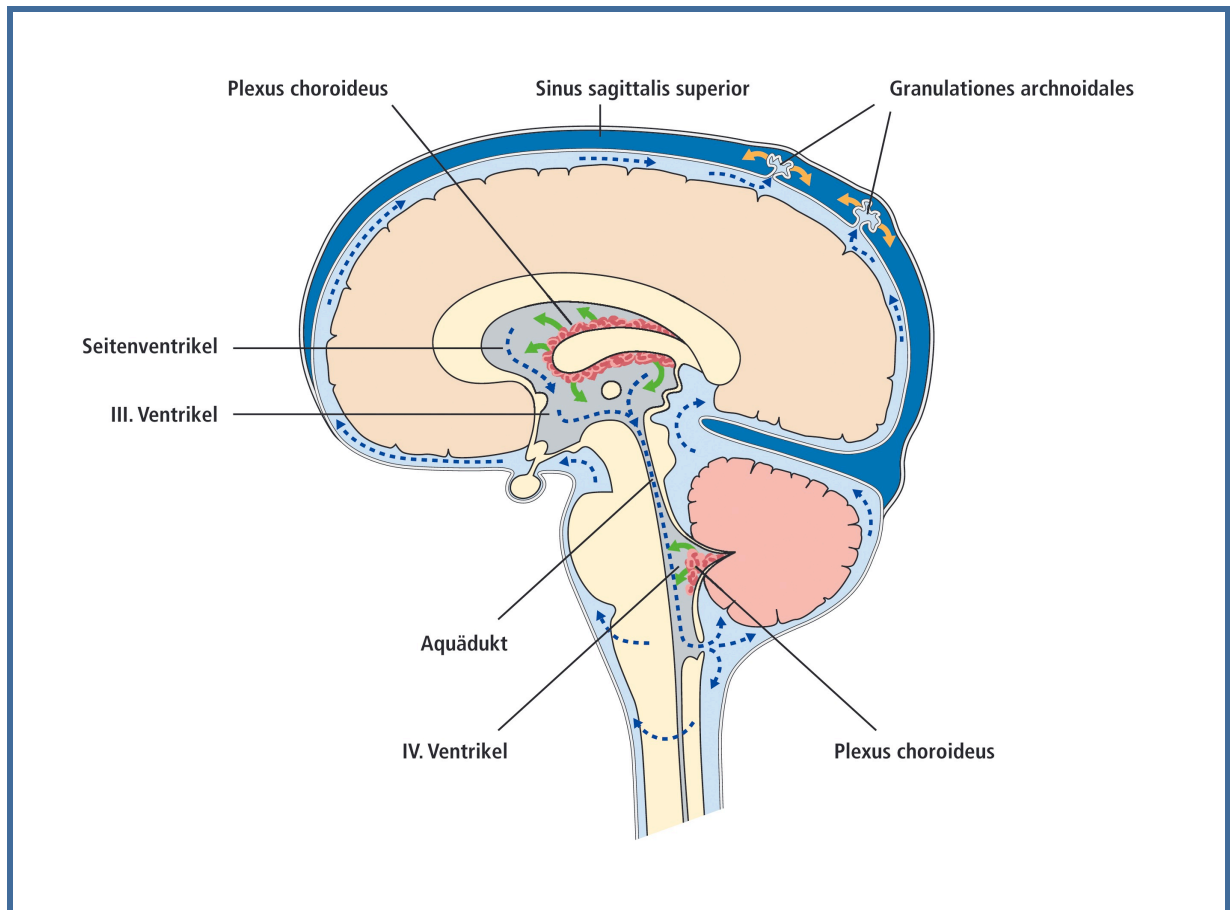
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>49</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>52</b>
<b>7. Anhang</b>	<b>I</b>
<b>8. Vorträge</b>	<b>III</b>
<b>9. Publikationen</b>	<b>III</b>
<b>10. Danksagung</b>	<b>IV</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. *Hydrocephalus: Definition und Therapie*

Das Wort Hydrocephalus leitet sich aus den griechischen Worten *hydro-* [ὕδρω] - Wasser und *kephalē* [κεφαλή] - Kopf ab (1). Es bedeutet folglich „Wasserkopf“, ein Begriff der heute im deutschsprachigen Raum unverändert für dieses Krankheitsbild gebraucht wird. Die erste Erwähnung eines „Wasserkopfes“ findet sich bei Hippokrates um 400 v. Chr. (2). Hippokrates wird zugeschrieben, als Erster mögliche Therapiestrategien wie eine Punktion des Subdural- bzw. Subarachnoidalraumes durchgeführt zu haben (3-5). In den folgenden Jahrhunderten blieb es weitgehend still um die Hydrocephalusforschung. Erst 1825 widmete sich der Franzose Magendie der weiteren Erforschung der Liquorwege, sowie der Ursachen und der Therapie des Hydrocephalus. Er beschrieb den Abfluss des Liquors durch die *Aperatura mediana* (Foramen Magendie). Knapp 30 Jahre später ergänzte Luschka die Anatomie des vierten Ventrikels um die zwei *Aperturae laterales* (*Foramina Luschkae*) (4). Trotz dieser detaillierten anatomischen Beschreibung gelang erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Durchbruch bei der Untersuchung der Physiologie und Pathophysiologie des Liquor cerebrospinalis. 1914 berichtete Weed über die Embryologie des Plexus choroideus und über seine Erkenntnisse bezüglich der Liquorproduktion und – absorption (2, 4). Im gleichen Jahr studierten Dandy und Blackfan die Pathophysiologie des Liquors. Sie schrieben erstmals dem Plexus choroideus die Aufgabe der Liquorproduktion und den *Granulationes arachnoideae* die Aufgabe der Liquorresorption zu (6). Dandy und Blackfan differenzierten bereits zwischen *Hydrocephalus communicans* und *Hydrocephalus occlusivus* (7).

Normalerweise werden pro Tag ca. 500 ml Liquor durch den Plexus choroideus der zwei Seitenventrikel, des dritten und des vierten Ventrikels gebildet (8). Von den Seitenventrikeln ausgehend gelangt der Liquor über die *Foramina Monroi* in den dritten Ventrikel. Anschließend fließt der Liquor über den Aquädukt in den vierten Ventrikel und mündet dort über die *Aperatura mediana* und die *Aperturae laterales* in den Subarachnoidalraum. Von dort wird der Liquor entweder über die *Granulationes arachnoideae* oder entlang der Abgänge der Spinalnerven in venöse Plexus oder Lymphbahnen resorbiert.



**Abb. 1 Schematische Darstellung des physiologischen Liquorflusses (mit freundlicher Genehmigung von Herrn S. Kindel, Neurochirurgische Klinik, Mainz)**

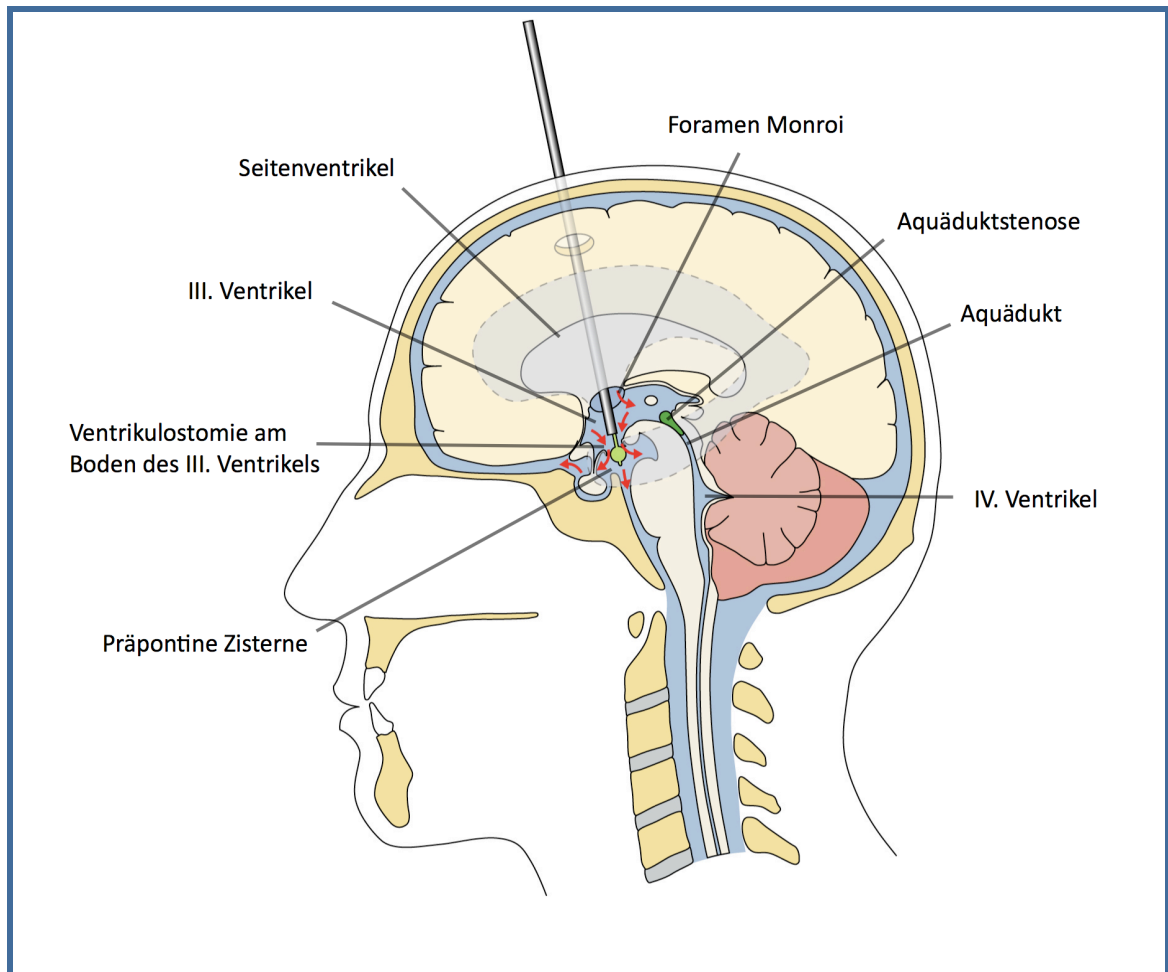
Der Hydrocephalus ist definiert als eine krankhafte Erweiterung der Hirnkammern durch eine Volumenvermehrung des Liquors. Die dadurch entstehende intrakranielle Druckerhöhung kann zu einem Schaden des Hirnparenchyms führen. Hiervon abzugrenzen ist der Hydrocephalus e vacuo. Hierbei kommt es durch eine primäre Hirnatrophie zu einer kompensatorischen Erweiterung der Liquorräume ohne Zunahme des intrakraniellen Hirndruckes. Diese Hirnatrophie gilt nicht als Hydrocephalus im engeren Sinne und ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Ursachen für die Volumenvermehrung des Liquors können eine gestörte Liquorzirkulation oder –resorption, seltener eine erhöhte Liquorproduktion, sein. Man unterscheidet dabei zwischen einer kommunizierenden (Hydrocephalus communicans) und einer nicht-kommunizierenden Form (Verschlusshydrocephalus, Hydrocephalus occlusivus). Beim kommunizierenden Hydrocephalus ist die Liquorpassage uneingeschränkt. Es liegt ein Problem in der Liquorresorption vor. Klassische Beispiele für diese Form des Hydrocephalus sind die erschwerte Resorption des Liquors durch die verklebten Granulationes arachnoideae nach einer

Subarachnoidalblutung oder einer Meningitis (auch Hydrocephalus malresorptivus genannt). Beim Verschlusshydrocephalus liegt ein Hindernis im Verlauf der Liquorpassage vor. Die Liquorresorption ist ungestört. Mögliche Ursachen für einen Verschlusshydrocephalus sind Tumore, Zysten, membranöse Stenosen oder angeborenen Fehlbildungen.

Die klinische Symptomatik des Hydrocephalus wird zumeist durch den erhöhten Hirndruck bestimmt. Die Patienten leiden häufig an Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Auch Schwindel, Gangunsicherheit, Inkontinenz und Konzentrationsstörung bis hin zur Vigilanzstörungen sind typische Symptome.

Die gängigste Therapie des Hydrocephalus stellt die Implantation eines Shuntsystems dar (9, 10). Hierbei wird mit Hilfe eines Schlauchsystems der Liquor aus dem Ventrikelsystem in eine andere Körperhöhle, zumeist der Bauchraum oder der rechte Herzvorhof, geleitet und dort resorbiert. Diese Methode ist einfach durchzuführen und besitzt eine geringe Mortalität (11). Die Shuntimplantation weist allerdings ein hohes Maß an Komplikationen wie Infektionen, Dysfunktionen und Überdrainagen auf. Je nach Untersuchung werden Komplikationsraten von bis zu 32% innerhalb eines 5-Jahreszeitraumes beschrieben (10, 12-21). Entsprechend häufig sind Revisionsoperationen notwendig. Nach Piatt und Mitarbeitern sind bei Patienten mit einem neu diagnostizierten Hydrocephalus innerhalb der ersten zehn Jahre nach Shuntimplantation zwischen zwei und vier Revisionsoperationen erforderlich (9, 15). Bei Kindern ist die Komplikations- und Mortalitätsrate im ersten Jahr am höchsten (22). In prospektiven Studien lag das Versagen eines erstmals implantierten Shuntsystems nach zwei Jahren bei ca. 50% (1, 23).

Eine gute Alternative zur Shuntimplantation stellt bei Patienten mit Verschlusshydrocephalus die endoskopische Drittventrikulostomie dar. Hierbei wird ein artifizierter Kurzschluss zwischen inneren und äußeren Liquorräumen hergestellt. Der vor einer Obstruktionsstelle gestaute Liquor kann durch den geschaffenen intrakraniellen Shunt abfließen. Es kommt zu einer Entlastung des Hirndruckes. Es wird im Gegensatz zur Shuntimplantation ein Zustand erreicht, welcher den physiologischen Verhältnissen unter liquordynamischen Gesichtspunkten sehr nahe kommt (24).



**Abb. 2** Prinzip der endoskopischen Drittventrikulostomie (mit freundlicher Genehmigung von Herrn S. Kindel, Neurochirurgische Klinik, Mainz)

## **1.2. Geschichte der endoskopischen Drittventrikulostomie**

Dandy führte 1922 die erste offene Ventrikulostomie durch (7). Er hob über eine frontale Kraniotomie zugehend den Frontallappen an, präparierte den Nervus opticus und perforierte anschließend die Lamina terminalis (25). Die erste endoskopische Drittventrikulostomie wurde am 6. Februar 1923 von Mixer bei einem neuen Monate alten Kind mit einem angeborenen obstruktiven Hydrocephalus erfolgreich durchgeführt (25, 26). Scarff beschrieb 1936 seine ersten Ergebnisse mit einem neuen komplexeren Endoskopiesystem (25, 27). Dieses war ausgestattet mit einer Kauterisierungselektrode und einem Spülsystem, welches das Kollabieren des Ventrikels verhindern sollte. Eine bewegliche Operationsspitze diente zur Perforation des Ventrikelbodens.

Trotz dieser hoffnungsvollen Ansätze zeigten die ersten Patientenserien enttäuschende Ergebnisse mit einer Mortalität von etwa 30% (25, 28). Diese extrem



hohe Komplikationsrate war vor allem bedingt durch die schlechten Lichtverhältnisse und die fehlende Vergrößerung (25, 28). Trotz potentielltem Nutzen wurde die Neuroendoskopie wegen der hohen Komplikationsrate rasch verlassen, als in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts erste Shuntsysteme eine einfache Alternativtherapie des Hydrocephalus ermöglichten.

Zeitgleich wurden auch nicht-endoskopische Stomieverfahren weiterentwickelt. Guiot und Mitarbeiter berichteten 1968, dass Drittventrikulostomien unter ventrikulographischer Kontrolle sicher und einfach sein können (29). 1976 beschrieb Hoffmann seine eigenen Erfahrungen mit stereotaktischer Drittventrikulostomie und veröffentlichte im selben Jahr zusätzlich eine Zusammenfassung von 797 Fällen aus der Literatur (1, 30). 569 dieser Patienten bekamen eine offene Kraniotomie und bei 228 Patienten wurde eine perkutane Technik, meist mit stereotaktischer Unterstützung durchgeführt. Die absolute Erfolgsrate lag bei 53% (30). Die operative Mortalität lag bei der offenen Methode bei 10,3%, bei der perkutanen Technik bei 3,5%. Hoffmann schloss daraus, dass die stereotaktische Drittventrikulostomie ein wenig invasives und dabei effektives Verfahren zur Behandlung eines nicht-kommunizierenden Hydrocephalus darstellt.

In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts führte der enorme technische Fortschritt zu einer Renaissance der chirurgischen Endoskopie. 1966 entwickelte Sir Harold Hopkins, ein Britischer Physiker, ein Endoskop, welches die Selfoc-Linse nutzte (11). Bei dieser Linse variiert der Refraktionsindex mit der Größe der Linse, wodurch nun eine Gesichtsfeldvergrößerung möglich war. Ein weiterer Meilenstein für die Endoskopie war die Entwicklung der Faseroptiken (11). Die Lichtquelle konnte nun von dem Endoskop separiert werden. Scarff verwendete 1963 erstmal eine Faseroptik mit einer externen Lichtquelle für die Durchführung einer Ventrikuloskopie (11). 1978 beschrieb Vries fünf Patienten, die mit Hilfe eines fieberoptischen Endoskops ventrikulostomiert wurden (11, 31). Jones und Mitarbeiter erzielten 1995 bei 103 endoskopischen Ventrikulostomien eine Erfolgsrate von 61% (32, 33). Die weitere technische Entwicklung, vor allem auch die Einführung der Hopkins Stablinsoptiken führte dazu, dass sich die operative Morbidität und Mortalität der endoskopischen Ventrikulostomie erheblich verringerte.

Heutzutage stellt die endoskopische Drittventrikulostomie die Methode der Wahl zur Therapie des Verschlusshydrocephalus dar. Eine der häufigsten Indikationen für eine Drittventrikulostomie sind die benigne Aquäduktstenose und obstruktive tumoröse Prozesse (6, 34-41). Durch die Weiterentwicklung der Arbeitsinstrumente und der technischen Hilfsmittel, wie zum Beispiel Navigationssysteme, unterliegt die Ventrikulostomie auch heute noch einem ständigen Fortschritt (1, 11, 42).

Aktuell liegen viele Veröffentlichungen über den Erfolg der Ventrikulostomie abhängig von der Ätiologie (38, 43-51) oder dem Alter des Patienten (23, 46, 52-62) vor. Über den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie gibt es ebenfalls einige Untersuchungen (6, 37, 63-69). Jedoch reicht die Follow-up Zeit dieser Arbeiten meist nur über einen sehr kurzen Zeitraum. Dusick und Mitarbeiter beschrieben den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie bei einer durchschnittlichen Follow-up Zeit von acht Monaten. Sowohl Baldauf und Mitarbeiter als auch Hopf und Mitarbeiter erreichten einen durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 26 Monaten (54, 69). Bei Sacko und Mitarbeitern reichte die durchschnittliche Follow-up Zeit bis zu 47 Monate und bei Gangemi und Mitarbeitern bis zu 100 Monate (34, 64).

Die meisten Ereignisse, die zu einem Versagen der Ventrikulostomie führten, traten in diesen Arbeiten innerhalb der ersten sechs Monate auf (34, 50, 62, 70). Jedoch sind auch deutlich später auftretende Ereignisse beschrieben. So kam es in einigen Untersuchungen erst nach fünf oder sechs Jahren zu einem Ventrikulostomieversagen (34, 62, 71, 72). Gerade um solche späten Ereignisse nicht zu verpassen, und damit den Erfolg eines Verfahrens falsch einzuschätzen, ist es wichtig, einen sehr großen Nachbeobachtungszeitraum einzuhalten und mögliche Spätkomplikationen zu analysieren. Die Komplikationsrate der Drittventrikulostomie wird heute mit 0-20% angegeben (20, 32, 46, 57, 59, 61, 63-66, 69, 73-81). Zu den lebensbedrohlichen Komplikationen zählt hierbei die Verletzung der A. basilaris (77, 80-83). In den wenigen Studien über mögliche Spätkomplikationen lag die Spätkomplikationsrate bei 2-15% (46, 75, 79, 84). Drake beschrieb 13 Todesfälle als schwerste Spätkomplikation einer Drittventrikulostomie (65, 78, 84, 85).

Aufgrund der fehlenden Langzeitdaten wird von Kritikern daher immer noch rege diskutiert, ob nicht doch die Shuntimplantation die bessere Methode für die Therapie des Hydrocephalus darstellt (20, 22, 60, 86).

### **1.3. Ziel der Arbeit**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, das Informationsdefizit zum Langzeiterfolg der endoskopischen Ventrikulostomie zu schließen. Diese Arbeit soll den Langzeiterfolg der endoskopischen Drittventrikulostomie über einen sehr großen Zeitraum evaluieren und Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg identifizieren.

Zielkriterien der Arbeit sind:

- Initialer Erfolg der Ventrikulostomie
- Langzeiterfolg der Ventrikulostomie
- Bewertung der Einflussfaktoren: Alter zum Operationszeitpunkt, Ätiologie, präoperativer Karnofsky-Index und zuvor stattgefundene Shuntpflicht auf den Langzeiterfolg.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Studiendesign**

Um den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie bei Verschlusshydrozephalus zu bestimmen, erfolgte eine retrospektive Analyse aller Patienten, welche zwischen April 1993 und November 1999 an der Neurochirurgische Klinik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz einer Drittventrikulostomie unterzogen wurden. Zunächst wurden die durchgeführten endoskopischen Eingriffe anhand der Operationsbücher bestimmt. Insgesamt wurden 150 Patienten im Beobachtungszeitraum in Mainz einer Ventrikulostomie unterzogen. Von 113 dieser Patienten wurden die jeweiligen stationären Behandlungsakten, die Ambulanzkarten und die Entlassungsberichte weiterer behandelnder Kliniken (z.B. Rehabilitationseinrichtungen) retrospektiv analysiert. Die restlichen 37 Patienten wurden auf Grund unvollständiger Datenlage, zum Beispiel durch fehlende präoperative, operative oder postoperative Befundung, ausgeschlossen. Abschließend wurden die Patienten per Telefon oder auf dem Postwege kontaktiert (Anhang 1).

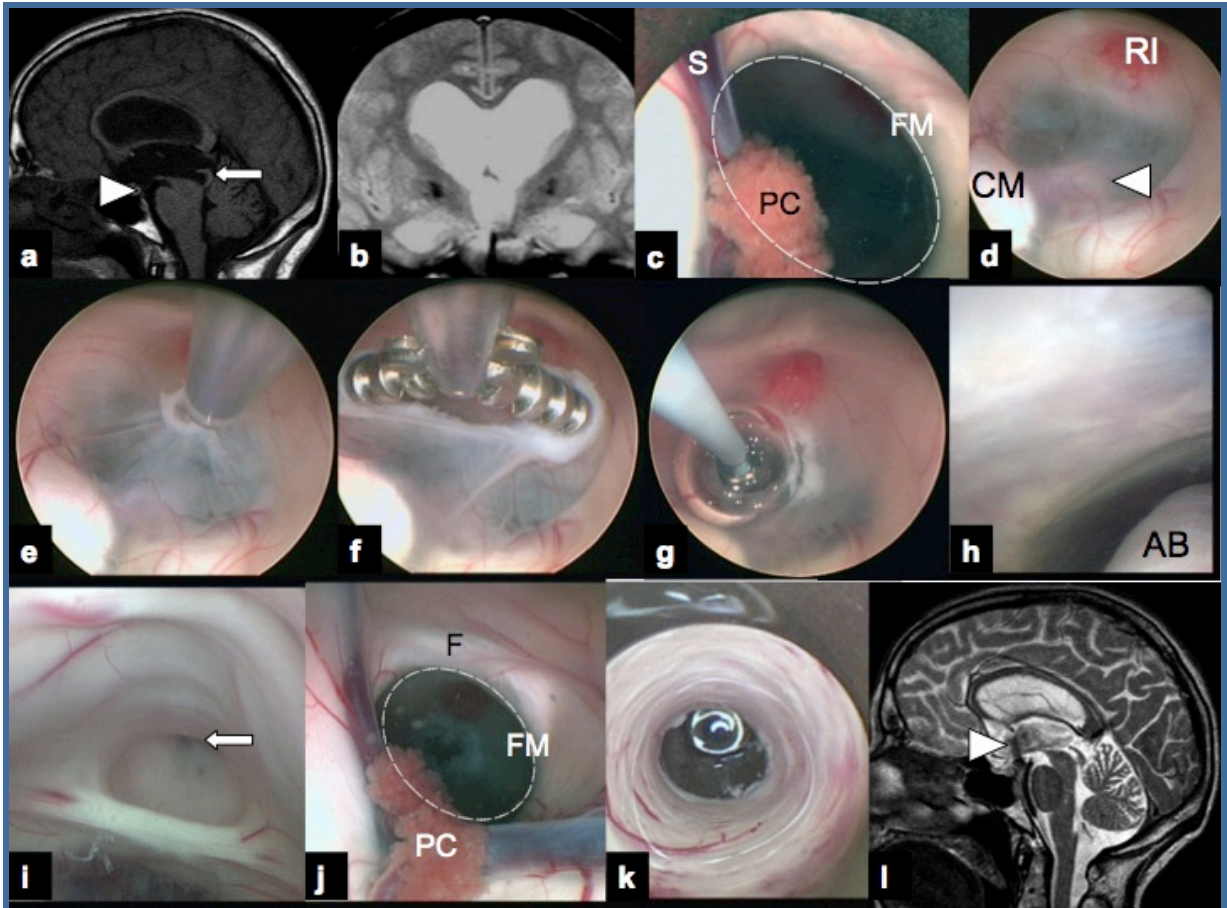
### **2.2. Operationstechnik**

Die angewandte Operationstechnik wurde anhand der Operationsberichte, der operativen Videoaufzeichnungen sowie prä- und postoperativer Bildgebung analysiert. Die Operationstechnik unterschied sich in den Jahren 1993 bis 1999 nicht wesentlich. Im Folgenden wird eine Standardoperation exemplarisch beschrieben. Für eine detaillierte Darstellung der verschiedenen Facetten der Technik einer endoskopischen Ventrikulostomie wird auf die Fachliteratur verwiesen (6, 37, 42, 57, 67).

Die Operation erfolgte grundsätzlich in Vollnarkose. Sie wurde entweder freihändig, mit rahmenbasierender stereotaktischer Führung, oder mit Hilfe von rahmenloser Neuronavigation durchgeführt. Der Kopf des Patienten wurde in leichter Anteflexion in der Mayfield-Halterung fixiert. Bei Kindern unter zwei Jahren wurde der Kopf mit Hilfe von gut haltendem Pflaster fixiert. Das Operationsgebiet wurde steril abgewaschen und abgeklebt. Das Bohrloch wurde zwei Zentimeter vor der

Coronarnaht und zwei Zentimeter lateral der Mittellinie platziert. Im Normalfall wurde der Eingriff von rechts durchgeführt.

Nach Hautschnitt und Bohrlochtrepation wurde die Dura mater eröffnet und der Seitenventrikel mit dem Endoskop punktiert. Unter Sicht wurde das Endoskop über den Seitenventrikel in den dritten Ventrikel vorgeschoben (Abb. 3). Hier wurden der Recessus infundibuli, die Corpora mamillaria und, falls möglich, das Dorsum sellae identifiziert. In der Mittellinie mittig zwischen dem Recessus infundibili und den Corpora mamillaria wurde der Boden des dritten Ventrikels perforiert und das Stoma mit einem Fogarty-Ballon-Katheter auf ca. 4 - 6mm erweitert. Nach vollendeter Ventrikulostomie wurde erneut auf die 0°-Optik gewechselt. Bei Vorhandensein einer Lilliequist Membran wurde diese ebenfalls eröffnet und abschließend das Instrumentarium zurückgezogen. Das Bohrloch wurde mit Gelitta verschlossen. Es erfolgte ein enger, schichtweiser Wundverschluss.



**Abb. 3** **a** Sagittal T<sub>1</sub>-gewichtete kraniale Kernspintomographie. Es zeigt sich eine Aquäduktstenose (kleiner Pfeil) und als Zeichen eines chronischen Hydrocephalus ein ausgewalzter Boden des dritten Ventrikels (Pfeilspitze). **b** Präoperative koronare T<sub>2</sub>-gewichtete Kernspintomographie mit deutlicher Erweiterung der Ventrikel. **c** Blick mit der 0°-Diagnose-Optik auf das erweiterte Foramen Monroi (FM) (S: septale Vene, PC: Plexus choroideus). **d** Blick auf den ausgedünnten Boden des dritten Ventrikels mit Landmarken: Recessus infundibuli (RI), Corpora mamillaria (CM) und durchscheinender Spitze der Arteria basilaris (AB) (Pfeilspitze). Die Corpora mamillaria (CM) sind als Zeichen für einen chronischen Hydrocephalus weit nach lateral gedrängt. **e** Vorkoagulation und stumpfe Perforation des Ventrikelbodens mit der bipolaren Diathermie. Die Stomie erfolgt in der Mittellinie mittig zwischen Recessus infundibuli (RI) und den Corpora mamillaria (CM). **f** Aufweitung der Stomie mit der Perforationszange. **g** Aufweitung der Stomie mit dem Fogarty-Ballon-Katheter. **h** Blick mit der 0°-Diagnose-Optik durch die Ventrikulostomie in die präpontine Zisterne mit der Arteria basilaris (AB). **i** Blick in den hinteren Teil des dritten Ventrikels mit der 70° Winkeloptik. Darstellung des Aquädukts und der membranösen Stenose (kleiner Pfeil). **j** Blick auf das Foramen Monroi (FM), den Fornix (F) und den Plexus choroideus (PC). **k** Beim Zurückziehen keine Blutungen aus dem Kraniostoma. **l** Sagittale T<sub>2</sub>-gewichtete postoperative Kernspintomographie. Am Boden des dritten Ventrikels kann man über der Stomie ein Flusssignal erkennen (Pfeilspitze).

### 2.3. Patientengruppen und klinische Evaluation

Untersuchungskriterien für die vorliegende Arbeit waren: Klinische Symptomatik, Geschlecht und Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt, Ätiologie des Hydrozephalus, Zeitraum zwischen Erstsymptomatik und Operation, sowie eventuelle Voroperationen mit besonderem Augenmerk auf Operationen zur Hydrozephalusbehandlung. Zu den spezifischen präoperativen Symptomen wurden gezählt: Cephalgien, Übelkeit und Erbrechen, Gleichgewichts- und Gangstörungen, Sehstörungen, Inkontinenz, Kopfumfangsvermehrung und vorgewölbte Fontanellen. Hier war eine Mehrfachnennung von Symptomen möglich. Zusätzlich wurde bei jedem Patienten ein Hauptsymptom festgehalten. Als Hauptsymptom wurde jenes Symptom definiert, welches ausschlaggebend für den ersten Arztbesuch war. Um möglichst objektiv den Allgemeinzustand zu erfassen, wurde für jeden Patienten älter als zwei Jahre präoperativ ein Schätzwert des Karnofsky-Index erhoben (Anhang 2). Der Karnofsky-Index ist eine Bemessungsskala, mit der ursprünglich der Allgemeinzustand von Patienten mit bösartigen Tumoren eingeschätzt wurde. Er bemisst Einschränkungen der Aktivität, Selbstversorgung und Selbstbestimmung der Patienten (87-90). Patienten mit einem Karnofsky-Index von 100 sind von ihrer Erkrankung völlig unbeeinträchtigt. Als zufrieden stellende Lebensqualität gilt ein Karnofsky-Index von  $\geq 70$  (87-93). Zur besseren Übersicht wurde der Karnofsky-Index in der vorliegenden Arbeit wie in Tabelle 1 dargestellt, in drei Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 mit einem Karnofsky-Index von 100, Gruppe 2 mit einem Karnofsky-Index von  $\geq 70$  bis 90 und Gruppe 3 mit einem Karnofsky-Index von unter 70.

Gruppe	entspricht Karnofsky-Index
1	100%
2	90%-70%
3	60%-0%

**Tabelle 1 Einteilung des Karnofsky-Index**

Der präoperative Index wurde mit dem jeweiligen Wert nach drei Monaten, drei Jahren, fünf Jahren und acht Jahren verglichen.

An operativen Daten wurde anhand der Operationsberichte die Operationsdauer, die Eingriffseite, besondere Operationsmaßnahmen und die perioperativen Komplikationen erhoben.

Im postoperativen Verlauf wurden die Spätkomplikationen, die subjektive Verbesserung der klinischen Symptome und aufgetretene Todesfälle untersucht.

Der Erfolg der Ventrikulostomie wurde definiert als Ausbleiben von Shuntimplantationen, Reventrikulostomien oder den Tod auf Grund einer sich verschlechternder Hydrocephalusproblematik. Der initiale Erfolg wurde zum Zeitpunkt drei Monate nach Operationstermin gemessen. Dieser Zeitpunkt gilt als der früheste Zeitpunkt, zu dem man von einem Erfolg der Operation sprechen kann (94). Gerade subakut oder chronische Druckerhöhungen bei Hydrocephaluspatienten können häufig mit einer einmaligen Druckentlastung wie z.B. durch eine Operation am Liquorsystem mehrere Wochen entlastet werden, ohne dass durch die Operation eine ursächliche Therapie des Hydrocephalus erreicht wurde. Erst einige Wochen bis zu drei Monate nach der Operation steigt der Hirndruck wieder auf präoperative Werte, so dass allgemein eine postoperative Nachbeobachtung von etwa drei Monaten gefordert wird, bevor von einem Ventrikulostomieerfolg gesprochen werden sollte.

Der Nachbeobachtungszeitraum zur Bestimmung des Langzeiterfolges begann jeweils drei Monate nach dem Operationstermin. Letzterer wurde mit Hilfe des ereignisfreien Überlebens anhand von Überlebenszeitanalysen nach Kaplan-Meier bewertet. Als Ereignis wurde eine Shuntoperation, eine Reventrikulostomie oder der Tod auf Grund einer sich verschlechternder Hydrocephalusproblematik definiert. In die Bewertung des Langzeiterfolgs wurden alle Patienten eingeschlossen, die eine initial erfolgreiche Operation hatten und deren Nachbeobachtungszeitraum mindestens drei Monate betrug.

Als Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg wurden das Alter, die Ätiologie des Hydrocephalus, der präoperative Karnofsky-Index und eine zuvor bestanden Shuntpflichtigkeit untersucht.

Viele Studien zeigen, dass sich das Alter der Patienten auf den Erfolg der Ventrikulostomie auswirkt (34, 52-54, 57, 59, 65). Speziell Kinder jünger als sechs Monate zeigen schlechtere Ergebnisse. Daher wurden die Patienten anhand ihres Alters zum Operationszeitpunktes in folgende Gruppen eingeteilt:



<b>Gruppe</b>	<b>Alter zum Operationszeitpunkt</b>
<b>1</b>	0 bis < 6 Monate
<b>2</b>	6 Monate bis < 2 Jahre
<b>3</b>	2 Jahre bis < 18 Jahre
<b>4</b>	ab 18 Jahre

**Tabelle 2 Einteilung des Alters**

Schließlich wurde separat die Resultate der Reventrikulostomien nach oben genanntem Schema wie die Erstventrikulostomien analysiert.

## **2.4. Statistik**

Der Langzeiterfolg wurde mit Hilfe des ereignisfreien Überlebens anhand von Überlebenszeitanalysen nach Kaplan-Meier bewertet. Der Einfluss des Alters, der Ätiologie, des präoperative Karnofsky-Index und einer zuvor bestanden Shuntpflichtigkeit auf den Langzeiterfolg wurde mit Hilfe des Log-Rank-Tests bestimmt. Es handelt sich hierbei um eine explorative Auswertung, weshalb die p-Werte rein deskriptiv betrachtet werden. Die Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS 17 Statistics.

### 3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die präoperativen, operativen und postoperativen Ergebnisse der 113 eingeschlossenen Patienten dargestellt. Anschließend werden die Resultate der Langzeituntersuchung und mögliche Einflussfaktoren aufgezeigt. Sämtliche Ergebnisse beziehen sich zunächst auf die 113 primären Ventrikulostomien. Die Ergebnisse der wenigen Reventrikulostomien werden im Kapitel 3.6 separat betrachtet.

#### 3.1. Präoperative Evaluation

Von April 1993 bis November 1999 wurden in der Neurochirurgischen Klinik der Universitätsmedizin Mainz 113 Patienten 126 endoskopische Drittventrikulostomien unterzogen. Das Alter der Patienten reichte von acht Tagen bis 77 Jahren bei einem Durchschnitt von 35 Jahren. Es handelte sich um 58 männliche und 55 weibliche Patienten. Die Ursache des Hydrocephalus waren eine benigne Aquäduktstenose bei 40 Patienten, eine Tumorerkrankung bei 35 Patienten, Infektionen oder Blutungen bei 15 Patienten, Hirnzysten bei 13 Patienten und eine sonstige Ätiologie, wie zum Beispiel ein Normaldruckhydrocephalus, eine Arnold-Chiari-Malformation oder ein Dandy-Walker-Syndrom, bei zehn Patienten (Abb. 4).

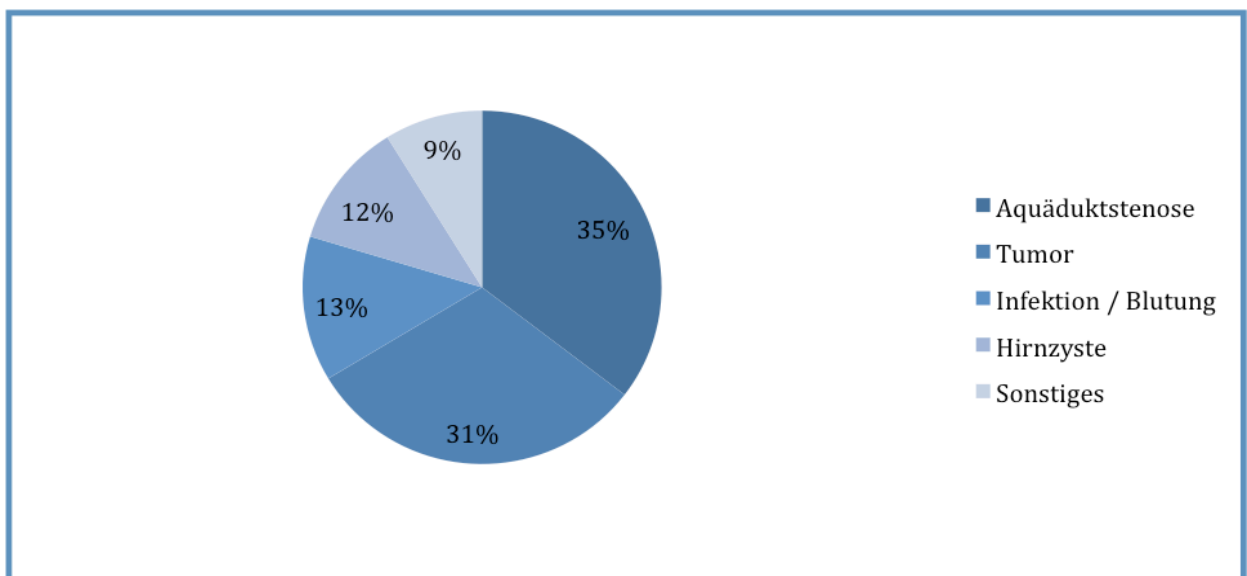


Abb. 4 Ätiologie des Hydrocephalus

## Symptomatik

Die präoperative Symptomatik der Patienten ist in Tabelle 3 dargestellt. Hier war eine Mehrfachnennung von Symptomen möglich. Zu den häufigsten Symptomen zählten Cephalgien (61%), Gangstörungen (47%) und Übelkeit oder Erbrechen (40%).

Das Hauptsymptom, welches die Patienten letztendlich zu dem Arztbesuch führte, war bei 31 Patienten Kopfschmerzen, bei 28 Patienten eine Vigilanzminderung, bei 22 Patienten Gangstörungen, bei zehn Patienten Konzentrations- oder Gedächtnisstörungen, bei sieben Patienten Sehstörungen und bei sieben Patienten Übelkeit oder Erbrechen (Abb.5). Bei vier Patienten war eine Kopfumfangsvermehrung, bei drei Patienten eine vorgewölbte Fontanelle und bei einem Patienten Schwindel der ausschlaggebende Grund für den Arztbesuch. Durchschnittlich lagen zwischen Auftreten des Hauptsymptoms und Operation zwischen 14 Tagen und drei Monaten.

Präoperativ befanden sich 95 Patienten (84%) bei vollem Bewusstsein (Abb.6). Bei den restlichen 18 Patienten war das Bewusstsein eingeschränkt. Ein somnolenter Bewusstseinzustand zeigte sich bei elf Patienten, vier Patienten waren soporös und drei Patienten komatös.

Von den 95 Patienten mit vollem Bewusstsein waren 81 Patienten zu allen Qualitäten orientiert. Bei 14 Patienten zeigte sich ein hirnorganisches Psychosyndrom. Dies spiegelte sich in Form von einer räumlichen, zeitlichen oder auf die eigene Person bezogenen Desorientierung wieder.

Symptom (präoperativ)	Anzahl (%)
Cephalgie	69 (61%)
Gangstörung	53 (47%)
Übelkeit/Erbrechen	45 (40%)
Sehstörung	41 (36%)
Konzentrations-/Gedächtnisstörung	40 (35%)
Vigilanzminderung	28 (25%)
Schwindel	27 (24%)
Harninkontinenz	17 (15%)
Kopfumfangsvermehrung	16 (14%)
Sprachstörung	10 (9%)

Tabelle 3 Präoperative Symptomatik (Mehrfachnennung möglich)

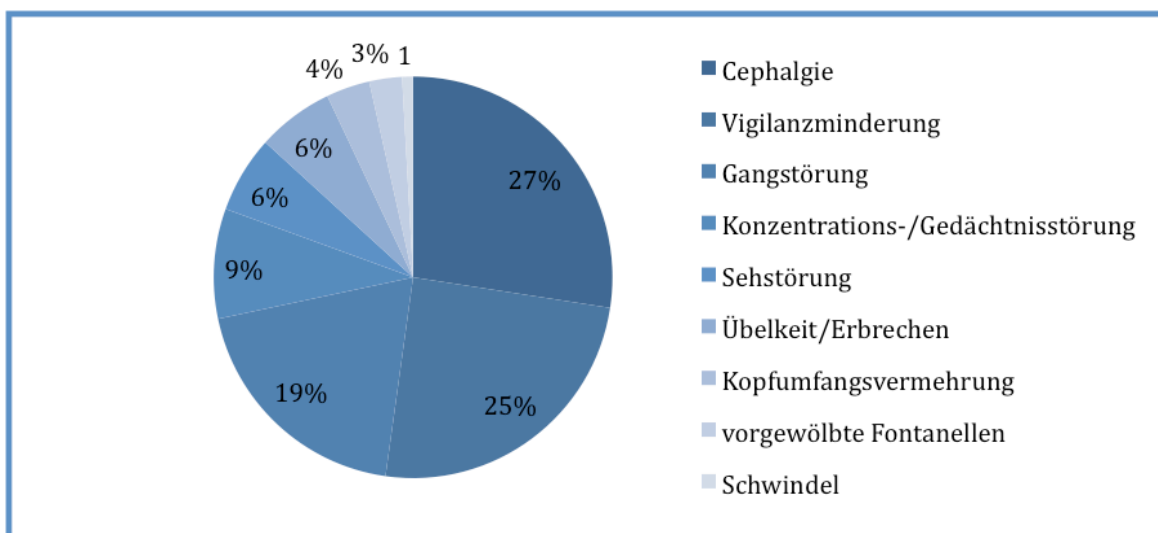


Abb. 5 Hauptsymptom

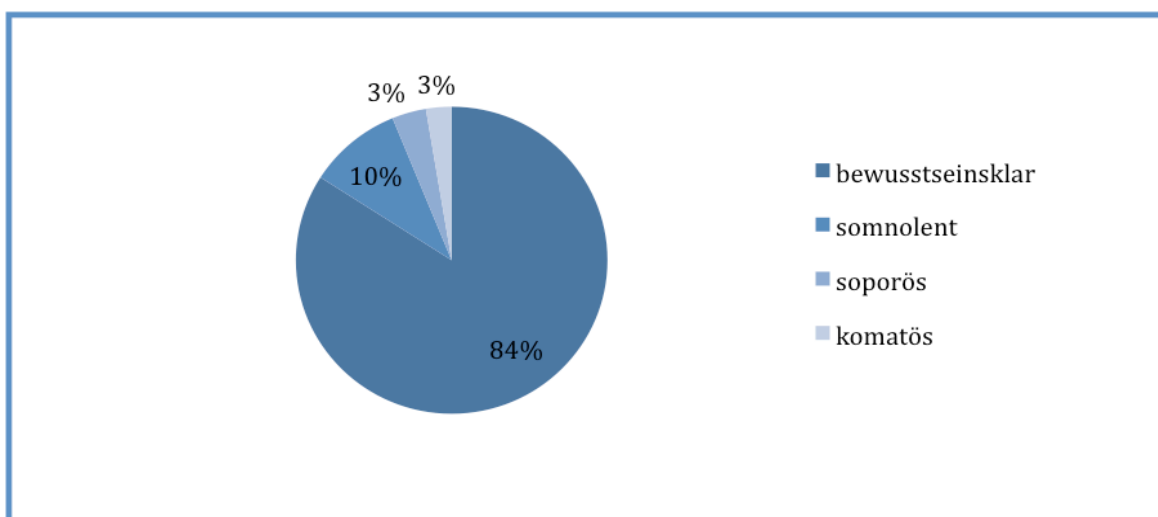
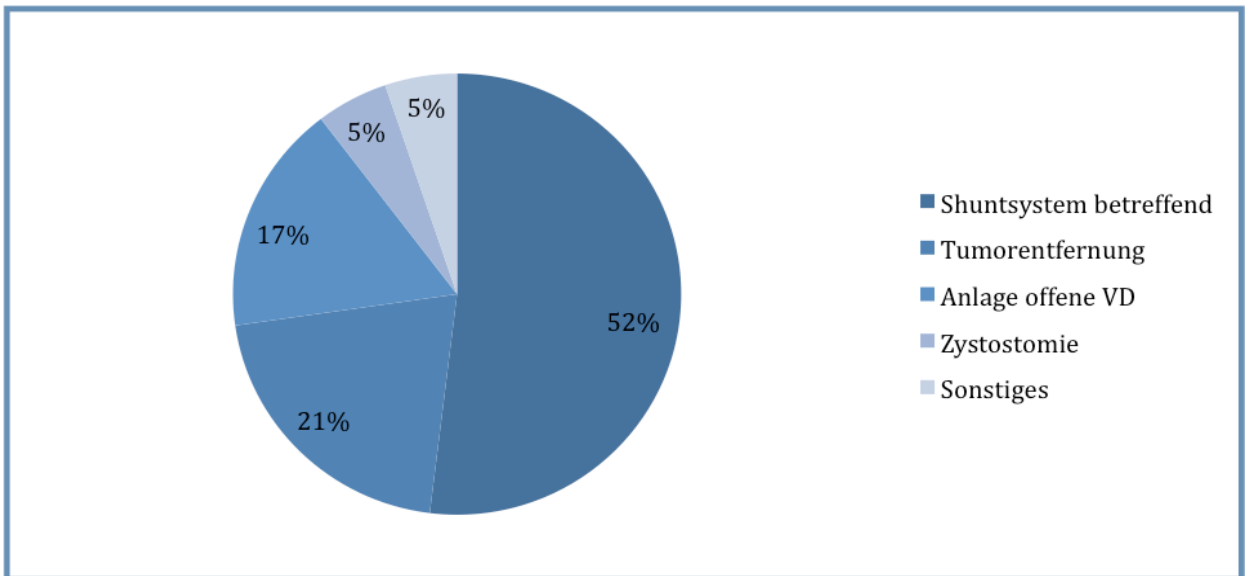


Abb. 6 Präoperativer Bewusstseinszustand

### Voroperationen

In der Vorgeschichte gab es bei 51 Patienten (45%) eine oder mehrere Operationen im Kopfbereich (Abb.7). Bei den 40 Shuntoperationen handelte es sich um Shunt-Neuanlagen, - Revisionen, - Unterbindungen, und / oder - Entfernungen. 16 intrakranielle Tumorentfernungen und vier Zystostomien waren zuvor durchgeführt worden. Zu den sonstigen Operationen zählten eine Subduralhämatomausräumung, ein Aneurysmaclipping, ein interventionelles Aneurysmacoiling und eine Syringostomie. Eine offene Ventrikeldrainage wurde bei 13 Patienten vor der Ventrikulostomie angelegt. Bei neun dieser Patienten erfolgte die Anlage innerhalb der letzten drei Wochen vor der Ventrikulostomie. Bei den anderen vier Patienten

erfolgte die Anlage einer externen Ventrikeldrainage im Zusammenhang mit früheren Shuntoperationen.



**Abb. 7 Relevante Voroperationen**

Eine Shuntpflicht bestand bei 29 Patienten (26%) in der Vorgeschichte. Davon hatten drei Patienten bereits eine Shuntrevision und vier Patienten zwei Shuntrevisionen erhalten. Jeweils ein Patient hatte drei, vier, und acht Shuntrevisionen und eine Patientin sogar 18 Shuntrevisionen in der Vorgeschichte. Diese Patienten waren zuvor zwischen drei und 291 Monaten (Median 48 Monaten, Mittelwert 77 Monate) shuntpflichtig.

### 3.2. Operation

Die Operation wurde bei allen Patienten in Vollnarkose durchgeführt. Die Operationszeit reichte von 15 bis 160 Minuten (Median 40 Minuten, Mittelwert 49 Minuten). Der Zugang erfolgte bei 94 Patienten von der rechten Seite und bei 19 Patienten von der linken Seite. Die Ventrikulostomie wurde bei 88 Patienten freihändig durchgeführt. Eine rahmenbasierte stereotaktischer Führung wurde bei 23 Patienten verwendet. Zwei Patienten wurden mit Hilfe von rahmenloser Neuronavigation operiert.

Bei 47 Patienten (42%) wurden insgesamt 52 weitere Operationsmaßnahmen durchgeführt (Abb.8). Dabei handelte es sich in 12 Fällen um eine Shuntoperation, wie zum Beispiel eine Unterbindung bzw. Entfernung eines Shunts. Bei den restlichen Maßnahmen handelte es sich um 21 Anlagen einer offenen Ventrikeldrainage, zehn Biopsien, sechs Zystostomien und drei Tumorentfernungen.

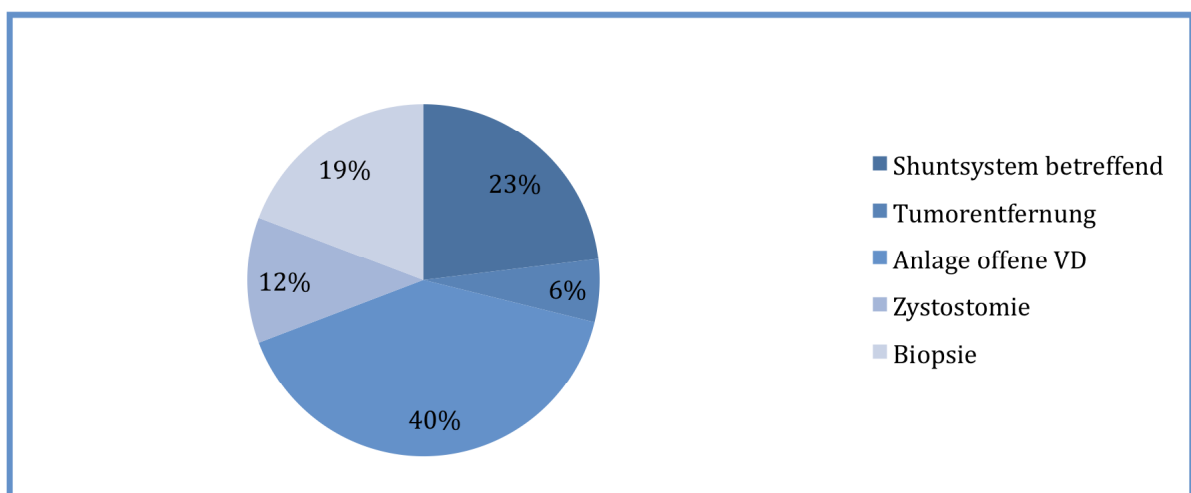


Abb. 8 Zusätzliche Operationsmaßnahmen

## Komplikationen

Bei zehn Patienten kam es zu einer intraoperativen oder postoperativen Komplikation (Komplikationsrate 9%). Bei vier dieser Patienten kam es zu je einer operativen Komplikation. Hierbei handelte es sich um zwei Verletzungen der Vena thalamostriata, sowie zwei intraventrikuläre Blutungen ohne eindeutigen Nachweis der Blutungsquelle.

Bei einem Patienten mit intraoperativer Verletzung der V. thalamostriata bestand ein Hydrocephalus auf Grund eines Kleinhirninfarakts. Während der Operation wurde keine intraventrikuläre Blutung bemerkt. Postoperativ kam es zu keiner Verbesserung der präoperativen Symptomatik. Zusätzlich förderte die bei der Operation zusätzlich gelegte offene Ventrikeldrainage nach zwei Tagen kein Liquor mehr, so dass nach drei Tagen, bei Verdacht auf einen Stomaverschluss, eine Reventrikulostomie durchgeführt wurde. Dabei wurde eine durch die erste Ventrikulostomie verursachte Verletzung der Vena thalamostriata festgestellt und ein Blutklot im dritten Ventrikel entfernt. In der postoperativen Kernspintomographie zeigte sich eine Kleinhirnmetastase eines kolorektalen Karzinoms als zusätzliche Ursache für die Bildung des Hydrocephalus. Nach der Tumorresektion am 28. postoperativen Tag wurde 38 Tage nach der Reventrikulostomie bei insuffizienter Ventrikulostomie ein Shunt angelegt.

Zu einer weiteren Verletzung der Vena thalamostriata war es bei einem Patienten während der Perforation des Ventrikelbodens gekommen. Die Blutung konnte durch ausgiebiges Spülen zum Stillstand gebracht werden. Der Patient zeigte postoperativ keine neurologischen Auffälligkeiten. Im postoperativen Verlauf bildeten sich bei dem Patienten sämtliche präoperativ bestanden Symptome zurück, und er blieb bis zum Ende seiner Nachbeobachtungszeit nach über 13 Jahren ereignisfrei.

Während des Zurückziehens des Endoskops kam es bei einem Patienten zu einer leichten intraventrikulären venösen Blutung aus den Gefäßen des Foramen Monroi. Es wurde daraufhin solange gespült, bis sich nur noch klarer Liquor entleerte. Zusätzlich wurde eine offene Ventrikeldrainage angelegt. In der direkt postoperativ angefertigten Computertomographie stellten sich der dritte Ventrikel und die präpontinen Zisternen blutfrei dar. Postoperativ kam es für einige Tage zu einem meningitischen Reizzustand. Nach dessen Rückbildung kam es zu einer deutlichen subjektiven Verbesserung der Symptomatik ohne neurologische Ausfälle. Nach 15

Monaten wurde bei dem Patienten auf Grund eines Stomaverschlusses eine Reventrikulostomie durchgeführt.

Bei einem weiteren Patienten ereignete sich während der Erweiterung des Stomas eine arterielle Blutung. Durch ausgiebiges Spülen konnte auch diese Blutung gestillt werden. Die bereits liegende offene Ventrikeldrainage wurde ausgetauscht. Der Patient zeigte im postoperativen Verlauf keine neurologischen Ausfälle und blieb bis zum Ende seiner Nachbeobachtungszeit nach über 12 Jahren ereignisfrei.

Bei einem Patienten kam es nach der erfolgreich durchgeführten Ventrikulostomie zu einer anästhesiologischen Komplikation. Er erlitt bei bekannter interkurrenter paroxysmaler Tachyarrhythmie während der Ausleitung nach der Operation eine Tachyarrhythmie. Diese konnte mit Elektrolytausgleich, einem Calciumantagonisten und Digitalis wieder in den Sinusrhythmus konvertiert werden. Postoperativ kam es auch bei diesem Patienten zu einer subjektiven Verbesserung ohne neurologische Ausfälle. Auch er blieb über die vier Monate seiner Nachbeobachtungszeit ereignisfrei.

Postoperative Komplikationen zeigten sich bei weiteren fünf Patienten. Alle postoperativen Komplikationen ereigneten sich innerhalb der ersten sechs Tage nach der Operation. Es handelte sich hierbei ausschließlich um transiente Komplikationen, die sich alle unter entsprechender Therapie innerhalb kurzer Zeit zurückbildeten. Es traten bei keinem dieser Patienten langfristig neurologische Ausfälle auf.

Ein Patient bedurfte auf Grund einer schweren postoperativen Aspirationspneumonie eine zweiwöchigen Intensivbehandlung mit mehrtägiger Beatmung. Zum Zeitpunkt der Entlassung waren im Röntgenthorax keine pneumonischen Infiltrate mehr sichtbar. Zwei Monate nach der Operation wurde bei dem Patienten wegen eines Stomaverschlusses eine Reventrikulostomie durchgeführt.

Bei den restlichen vier Patienten mit postoperativen Komplikationen kam es zu keiner Beeinträchtigung ihres Langzeiterfolgs (Nachbeobachtungszeit 16 Monate bis 13 Jahre).

Einer dieser vier Patienten entwickelte postoperativ einen Wundabszess und wurde nach sechs Tagen einer Resektion des intrakraniellen Abszesses unterzogen. Unter zusätzlicher Antibiose kam es danach zur reizlosen Wundheilung ohne neurologische Ausfälle. Bei einem weiteren Patienten kam es postoperativ zu einer



schweren Meningitis. Unter entsprechender Antibiose heilte die Meningitis bis zum Zeitpunkt der Entlassung folgenlos aus. Bedingt durch eine leichte Trochlearisparaes rechts entwickelte ein Patient postoperativ Doppelbilder. Während des postoperativen Aufenthaltes bildete sich die Blickparese deutlich zurück und war zum Zeitpunkt der nächsten Kontrolluntersuchung nach drei Monaten nicht mehr nachweisbar. Ein weiterer Patient erlitt postoperativ ein beidseitige Phlebothrombose, die sich unter einer dreiwöchigen Therapie mit niedermolekularem Heparin langsam zurückbildete.

### 3.3. Postoperative Evaluation

#### Vigilanzzustand und subjektive Verbesserung

Postoperativ befanden sich 112 Patienten (99%) bei vollem Bewusstsein (Abb.9). Ein Patient blieb somnolent, er erhielt nach 13 Tagen eine Reventrikulostomie. Während des postoperativen Aufenthalts verbesserte sich das hirnorganische Psychosyndrom bei neun Patienten. Bei fünf Patienten kam es zu keiner Änderung gegenüber dem präoperativen Zustand. Zwei dieser fünf Patienten wurde nach 54 Tagen bzw. 43 Monate shuntpflichtig. Bei den restlichen drei Patienten war durch den geringen Grad der Desorientierung keine weitere Behandlung erforderlich.

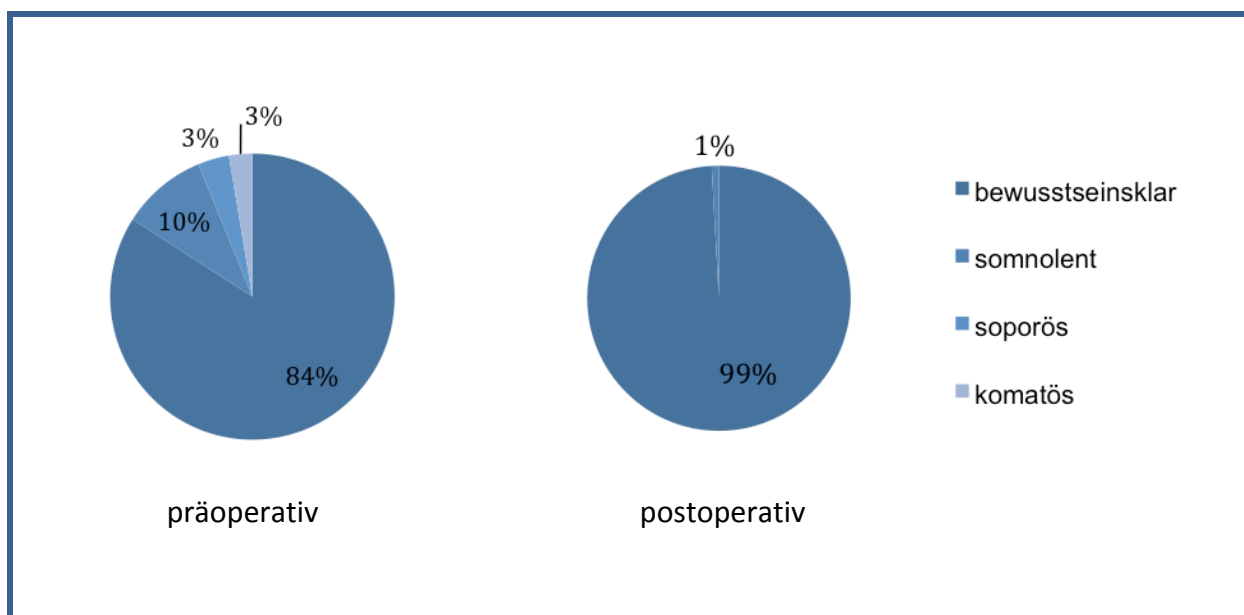


Abb. 9 Vergleich präoperativer und postoperativer Bewusstseinszustand

Subjektiv kam es während des postoperativen Aufenthalts bei 98 Patienten (87%) zu einer Verbesserung des Hauptsymptoms. Bei 15 Patienten kam zu einer gleichbleibenden oder progredienten Symptomatik. Bei drei dieser Patienten war die Symptomatik so schwach ausgeprägt, dass keine weitere Behandlung notwendig wurde. Von den restlichen 12 Patienten mit gleichbleibender oder progredienter Symptomatik, wurden zehn Patienten innerhalb der nächsten fünf bis 55 Tage shuntpflichtig. Zwei Patienten erhielten nach drei bzw. 13 Tagen eine Reventrikulostomie.

Nach der Entlassung wurden innerhalb der ersten drei Monate fünf weitere Patienten shuntpflichtig und ein weiterer Patient erhielt nach 78 Tagen eine Reventrikulostomie.

### Initialer Erfolg

Der initiale Erfolg der Ventrikulostomie wurde entsprechend dem Langzeiterfolg über das Ausbleiben folgender Ereignisse definiert: einer Shuntoperation, einer Reventrikulostomie oder der Tod auf Grund einer sich verschlechternden Hydrocephalusproblematik. Während der ersten drei Monate nach dem Operationszeitpunkt kam es zu 18 solcher Ereignisse. Dabei handelte es sich um 15 Shuntoperationen und drei Reventrikulostomien. Während des postoperativen Aufenthaltes verstarben zwei Patienten. Die Todesursachen waren bei einem Patienten ein Herz-/Kreislaufstillstand und bei dem anderen Patienten Tod auf Grund eines fortgeschrittenen Tumorbefalls. Keiner dieser Patienten verstarb auf Grund einer sich verschlechternden Hydrocephalusproblematik. Die initiale Erfolgsrate der 113 primären Ventrikulostomien betrug somit nach drei Monaten 82% (Abb. 10).

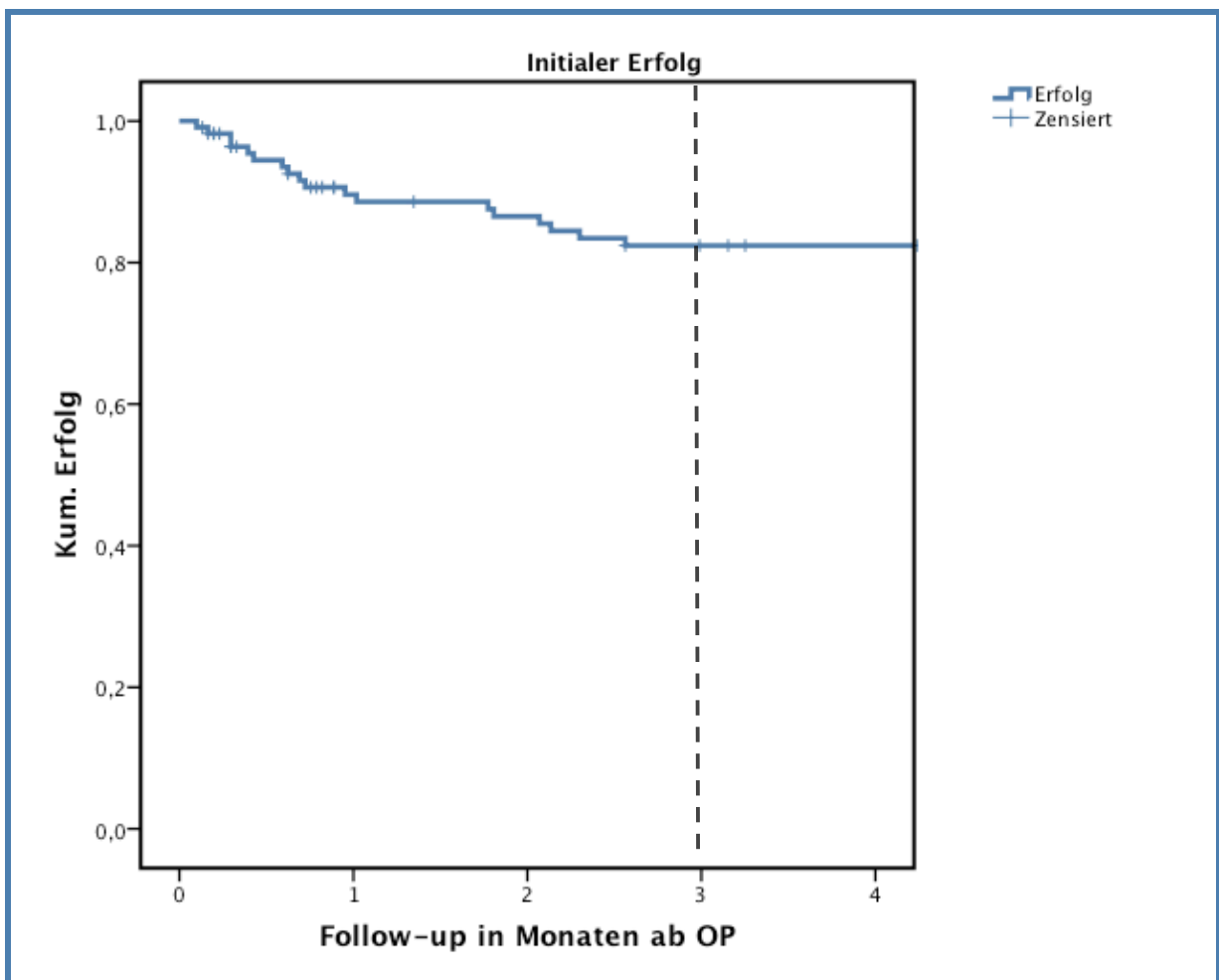


Abb. 10 Initialer Operationserfolg

### **3.4. Langzeiterfolg**

In die Bewertung des Langzeiterfolgs wurden von den 113 Patienten 78 Patienten eingeschlossen. Von den restlichen 35 Patienten hatten 18 Patienten schon innerhalb der ersten drei Monate ein Ereignis. Bei 17 Patienten reichte der Nachbeobachtungszeitraum nicht über die jeweils geforderten drei Monate, sodass sie nicht in die Bewertung des Langzeiterfolgs eingeschlossen wurden.

Der Nachbeobachtungszeitraum der eingeschlossenen 78 Patienten reichte von vier Monaten bis 16 Jahre und lag durchschnittlich bei sieben Jahren. Innerhalb dieses Zeitraumes kam es zu 13 Ereignissen. Dabei handelte es sich um drei Shuntoperationen und zehn Reventrikulostomien. Während der Nachbeobachtungszeit verstarben sechs Patienten. Keiner dieser Patient verstarb auf Grund eines sich verschlechternden Hydrocephalus. Todesursachen waren in zwei Fällen Herz-/Kreislaufversagen, ein Schlaganfall, eine spontane Aneurysmablutung, eine Lungenentzündung und ein Todesfall auf Grund eines fortgeschrittenen Tumorbefalls. Der Tod trat zwischen zwei Monaten und zwölf Jahren nach dem Operationszeitpunkt ein.

Der Langzeiterfolg, gemessen jeweils ab drei Monate nach der Operation, betrug nach einem Jahr 97%, nach drei Jahren 91%, nach fünf Jahren 82% und nach acht Jahren 78%. Am Ende der Beobachtungszeit, nach 16 Jahren lag der Langzeiterfolg der Drittventrikulostomie bei 78% (Abb. 11).

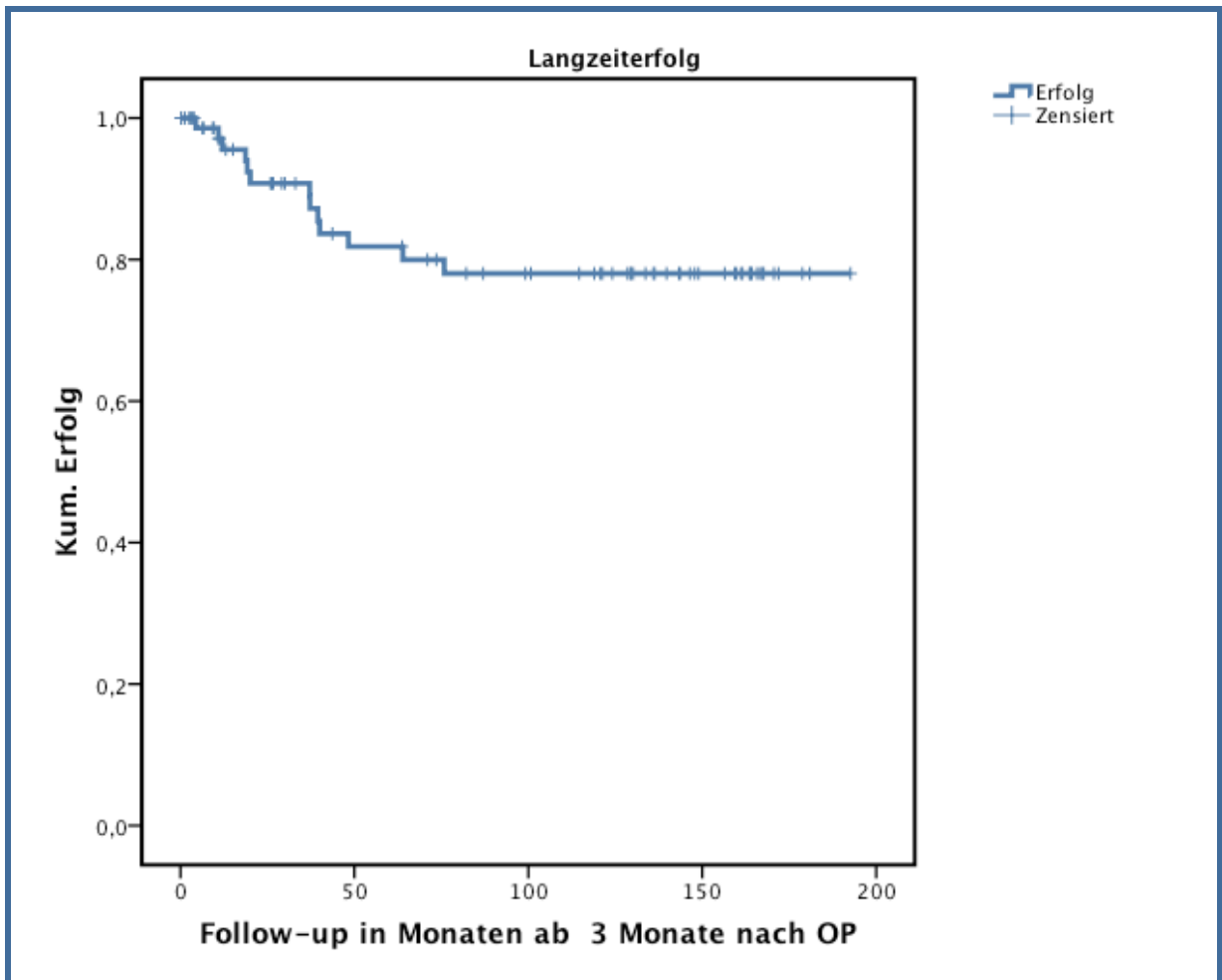


Abb. 11 Langzeiterfolg der Drittventrikulostomie

Alle Patienten zeigten präoperativ bedingt durch ihre Symptomatik eine Einschränkung ihrer Lebensqualität. Um diese Einschränkung und deren Veränderung über die Nachbeobachtungszeit hinweg besser erfassen zu können, wurde für jeden Patienten ab zwei Jahren präoperativ und wenn möglich nach drei Monaten, drei Jahren, fünf Jahren und acht Jahren ein Wert anhand des Karnofsky-Index erhoben. Präoperativ konnte keinem Patienten ein Karnofsky-Index von 100 zugeteilt werden. Im Laufe der Nachbeobachtungszeit erreichten immer mehr Patienten diesen Wert, so dass nach 8 Jahren 57% der Patienten einen Wert von 100 zugeteilt werden konnte und somit, entsprechend der Definition des Karnofsky-Index, keinerlei Beschwerden mehr angaben.

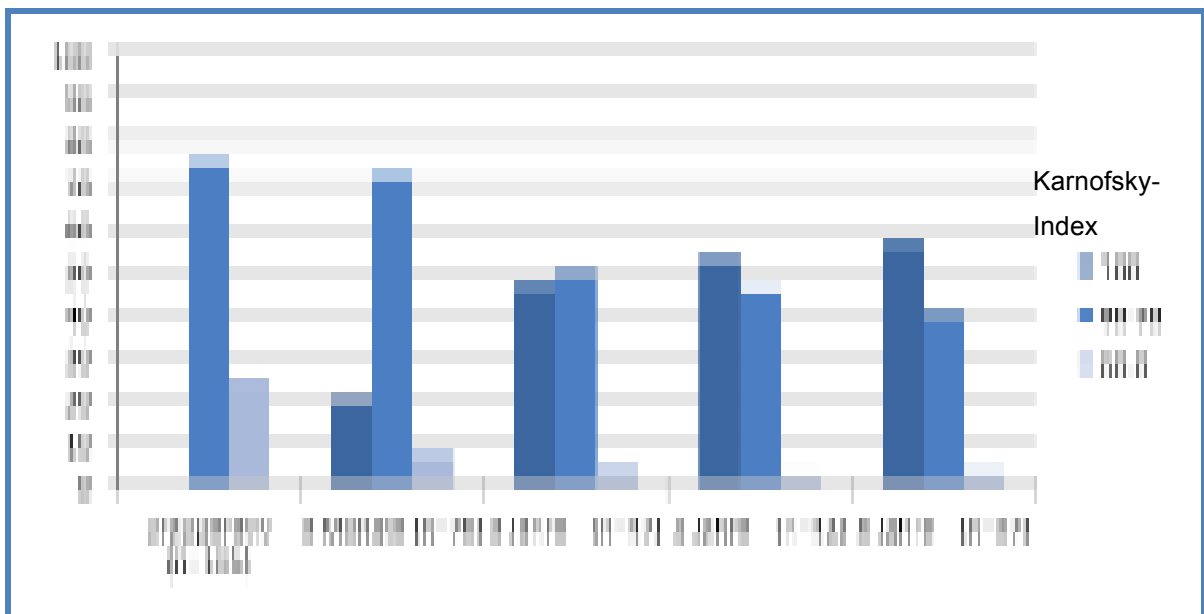


Abb. 12 Verteilung des Karnofsky-Index

## ***Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg***

Im Folgenden werden die Einflussfaktoren Ätiologie des Hydrocephalus, präoperativer Karnofsky-Index, Alter zum Operationszeitpunkt und eine zuvor bestandene Shuntpflicht auf den Langzeiterfolg beschrieben. Die Messung des Nachbeobachtungszeitraumes erfolgte hier im Gegensatz zum alleinigen Langzeiterfolg ab dem Operationszeitpunkt.

### **Ätiologie**

Die Ätiologie des Hydrocephalus hatte Einfluss auf den Langzeiterfolg ( $p=0,137$ ). Patienten mit einer Zyste zeigten hierbei das beste Langzeitergebnis mit einer Erfolgsrate von 91% nach fünf Jahren, gefolgt von Patienten mit einer benignen Aquäduktstenose mit einer Erfolgsrate von 71% (Abb. 14). Bei den 35 Patienten mit Tumoren lag der Erfolg bei 64%. Bei acht dieser Patienten wurde nach der Ventrikulostomie eine Tumorentfernung durchgeführt. Die schlechteste Erfolgsrate hatten Patienten mit Infektionen oder Blutungen als Ursache für die Bildung des Hydrocephalus. Hier lag der Erfolg bei nur 46%.

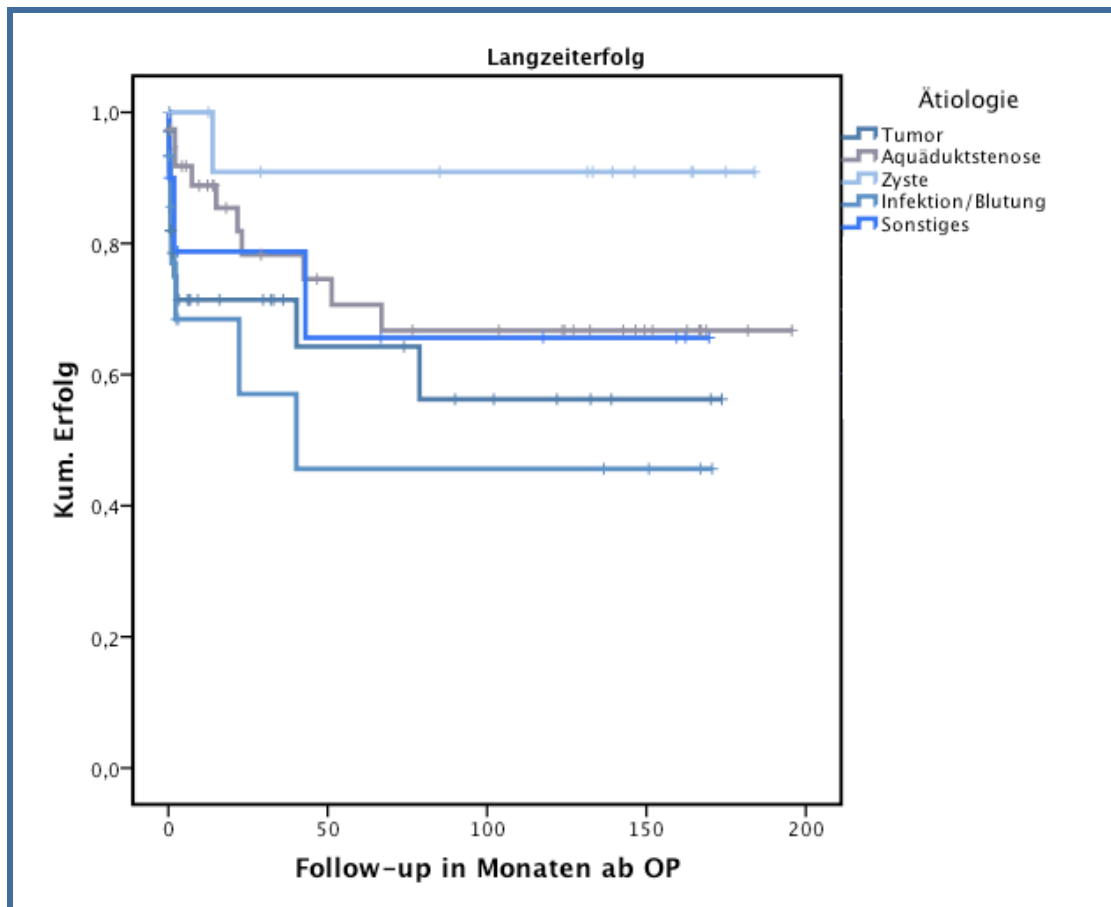


Abb. 13 Ätiologie als Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg

### Präoperativer Karnofsky-Index

Der präoperative Karnofsky-Index wirkte sich ebenfalls auf das Langzeitergebnis aus ( $p=0,002$ ). Die 79 Patienten mit einem Karnofsky-Index 90-70 zum Zeitpunkt der präoperativen Aufnahme zeigten mit einer Erfolgsrate nach fünf Jahren von 76% ein deutlich besseres Ergebnis, als die 26 Patienten mit einem schlechteren präoperativen Wert (Erfolgsrate 43%). Kein Patient erreichte präoperativ ein Karnofsky-Index von 100, so dass nur die Kurven der beiden anderen Gruppen in Abb.15 dargestellt sind.

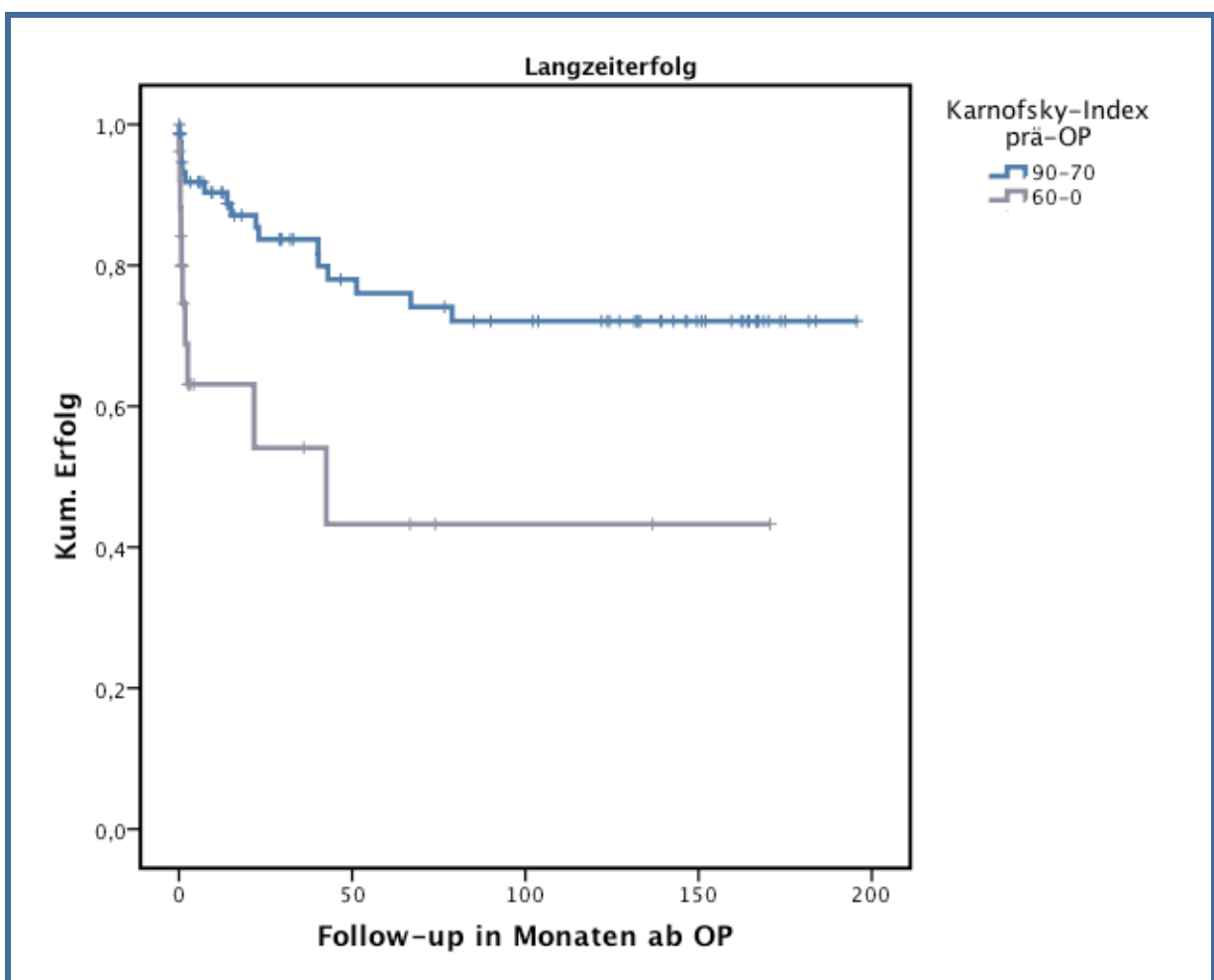


Abb. 14 Präoperativer Karnofsky-Index als Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg



### Alter zum Operationszeitpunkt

Auch das Alter der Patienten wirkte sich auf den Langzeiterfolg aus ( $p=0,000$ ). Die vier Patienten im Alter zwischen sechs Monate und jünger als zwei Jahren zeigten zusammen mit den Patienten ab 18 Jahren ( $n= 84$ ) das beste Langzeitergebnis (Abb.13). Patienten zwischen zwei und jünger als 18 Jahren ( $n=21$ ) zeigten ein geringfügig schlechteres Ergebnis. Vier Patienten waren jünger als sechs Monate. Drei dieser vier Patienten wurden innerhalb der ersten drei Monate shuntpflichtig. Auf Grund der zum Teil sehr geringen Patientenzahl in den einzelnen Gruppen wurde auf eine exakte Angabe der jeweiligen Erfolgsraten verzichtet.

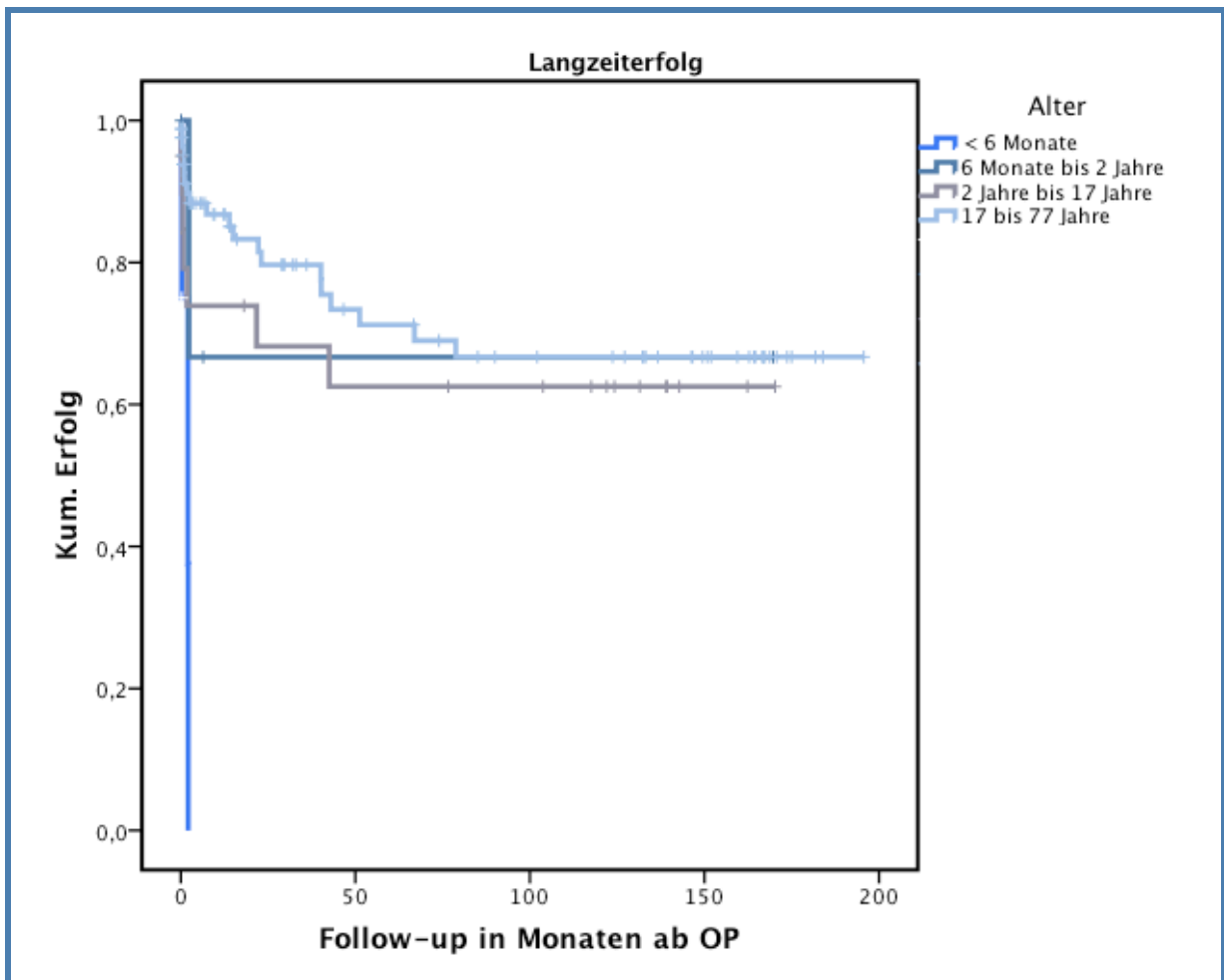


Abb. 15 Alter als Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg

### Shuntpflicht in der Vorgeschichte

Eine zuvor bestandene Shuntpflichtigkeit wirkte sich nicht auf das Langzeitergebnis aus ( $p=0,403$ ) (Abb. 16).

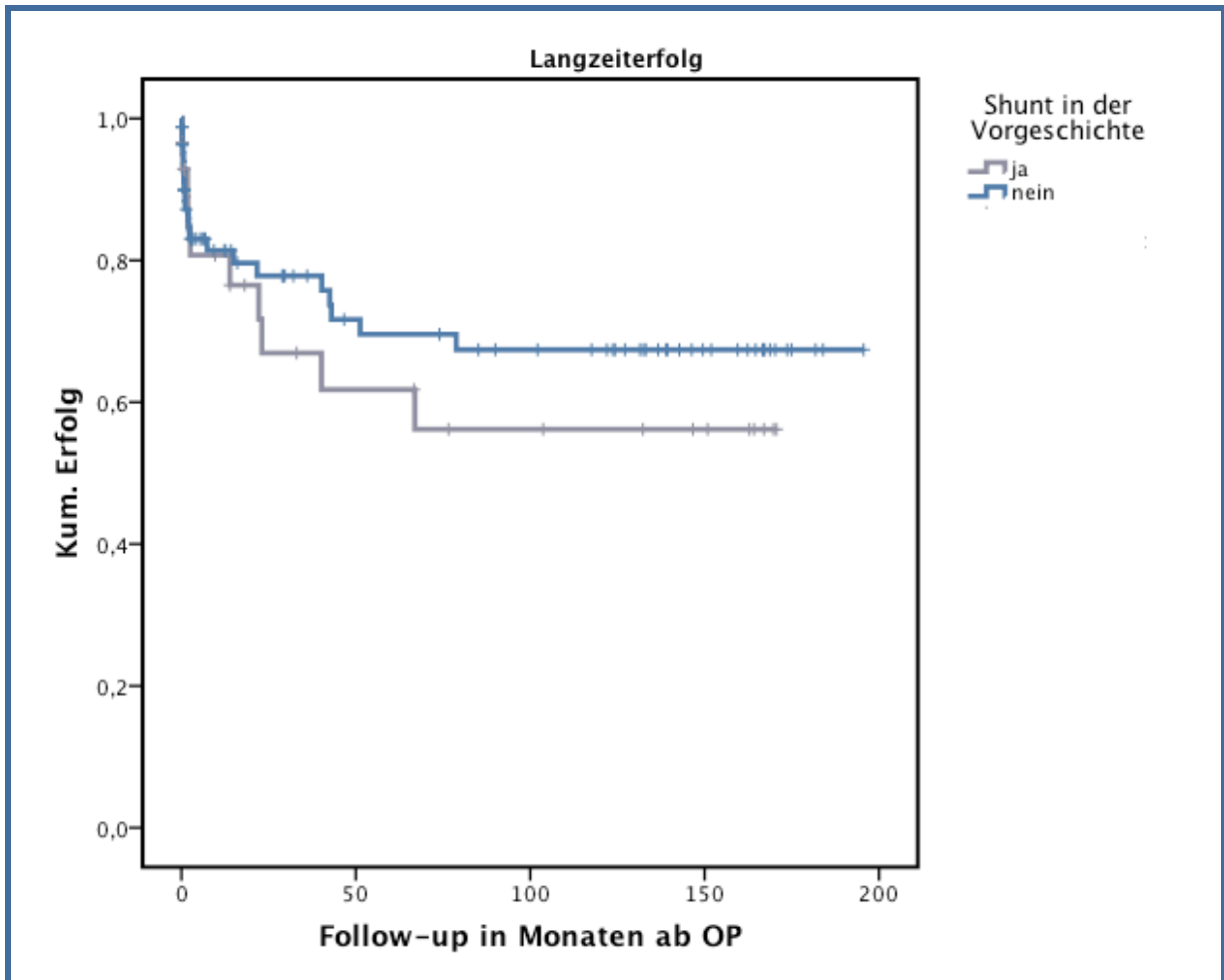


Abb. 16 Präoperative Shuntpflichtigkeit als Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg

### 3.5. Reventrikulostomie

Eine Reventrikulostomie wurde bei 13 Patienten durchgeführt (Inzidenz 10%). Drei Patienten wurden innerhalb der ersten drei postoperativen Monate revidiert (nach drei, 13 und 78 Tagen post operationem (Abb. 17)). Bei den restlichen zehn Patienten wurde die Reventrikulostomie nach sieben bis 78 Monaten durchgeführt (Mittelwert 33 Monate).

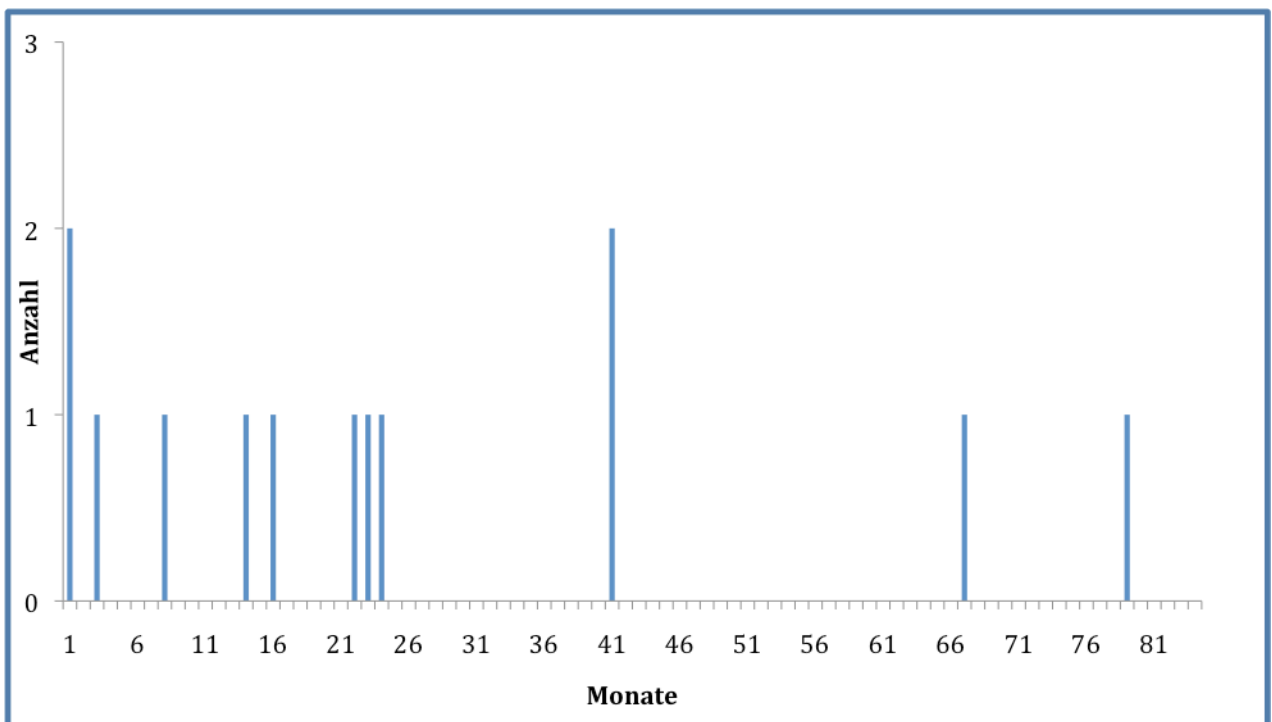


Abb. 17 Auftritt der Reventrikulostomien

Der Nachbeobachtungszeitraum ab erfolgreicher Reventrikulostomie reichte von zwei Monaten bis 14 Jahren und lag durchschnittlich bei sieben Jahren. Bei den 13 Reventrikulostomien ereigneten sich keinerlei Komplikationen (Komplikationsrate 0%). Zwei Patienten zeigten initial bereits keine ausreichende Funktion der Ventrikulostomie und benötigten frühzeitig eine Shuntanlage. Nach zunächst guter Ventrikulostomiefunktion wurde jeweils ein Patient nach sechs Monaten und 30 Monaten shuntpflichtig. Berechnet man den Langzeiterfolg der Reventrikulostomie entsprechende des Langzeiterfolges der primären Ventrikulostomien, so ergibt sich nach 14 Jahren eine Erfolgsrate von 80% (Abb. 18).

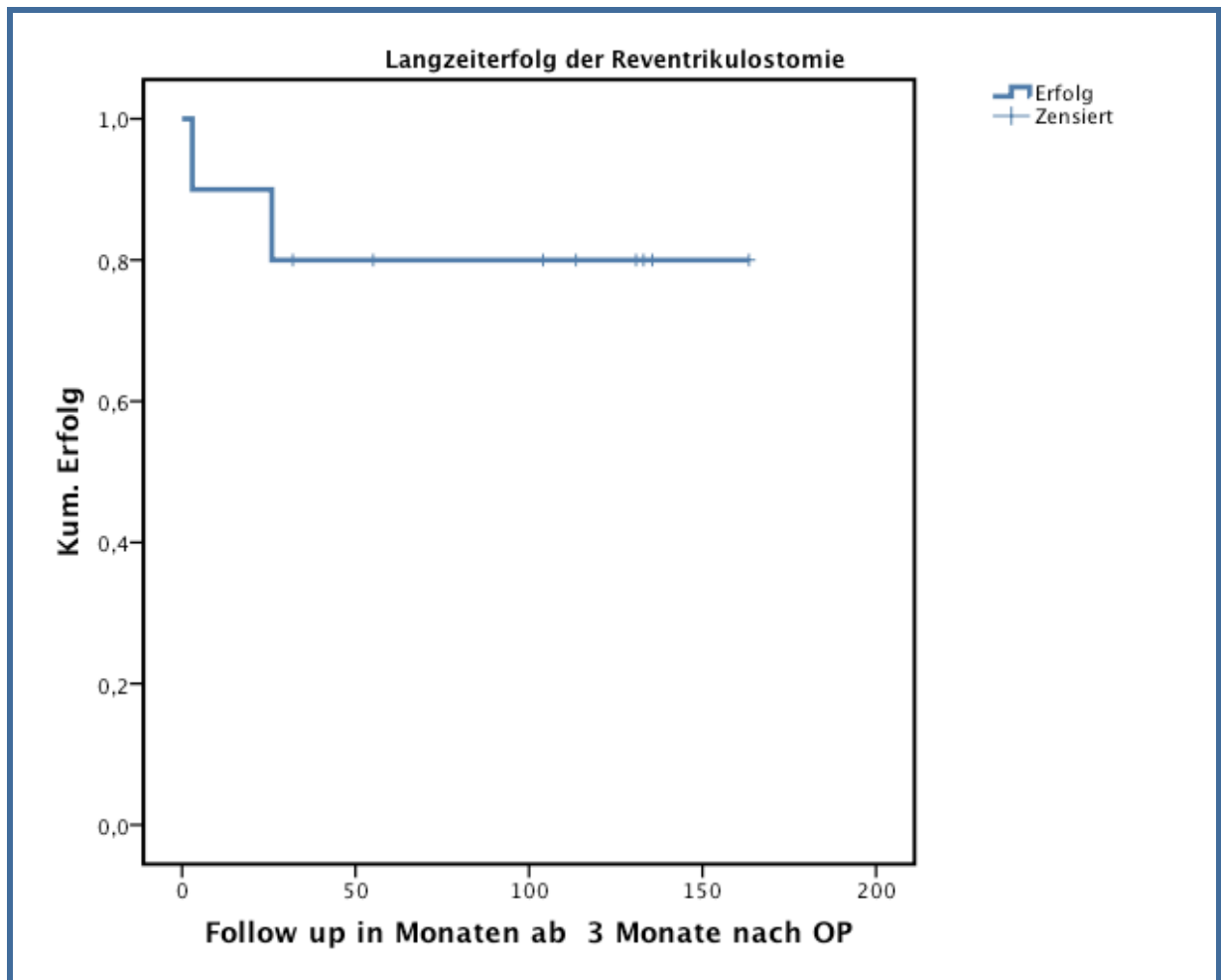


Abb. 18 Langzeitergebnis der 13 Reventrikulostomien

### 3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der initiale Operationserfolg der 113 Ventrikulostomien lag bei 82%. Innerhalb dieser ersten drei Monate traten 18 Ereignisse auf (58% aller aufgetretenen Ereignisse). Im weiteren Nachbeobachtungszeitraum traten weitere 13 Ereignisse auf (Abb. 19). Insgesamt handelte es sich um 18 Shuntoperationen und 13 Reventrikulostomien. Es kam zu keinem Todesfall auf Grund eines sich verschlechternden Hydrocephalus.

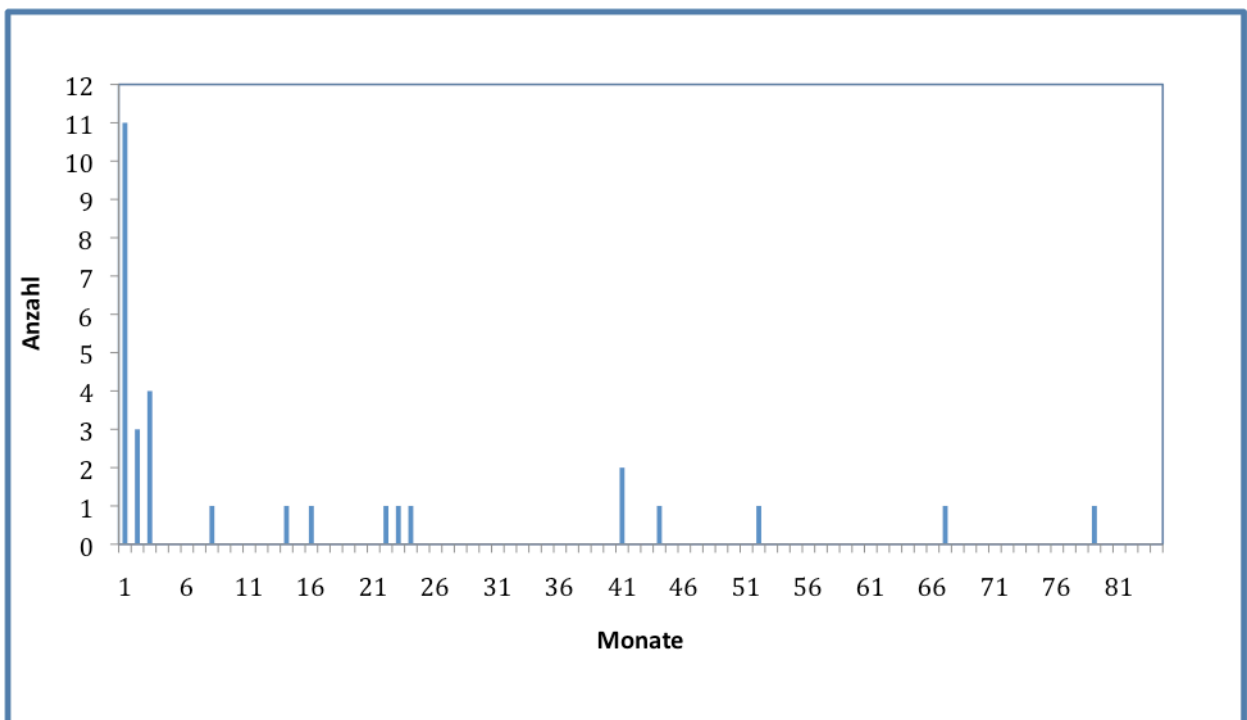


Abb. 19 Auftritt aller Ereignisse

Bei zehn Patienten kam es zu je einer Komplikation (Komplikationsrate 9%). Hierbei handelte es sich um fünf intraoperative und fünf postoperative Komplikationen.

Der Langzeiterfolg der Ventrikulostomie betrug nach 16 Jahren 78%. Betrachtet man den Langzeiterfolg nicht wie zuvor definiert nur für Patienten mit einem Nachbeobachtungszeitraum von mindestens drei Monaten, sondern für die Gesamtpopulation ab dem Operationszeitpunkt, so ergibt sich ein Langzeiterfolg von 64% (Abb. 20).

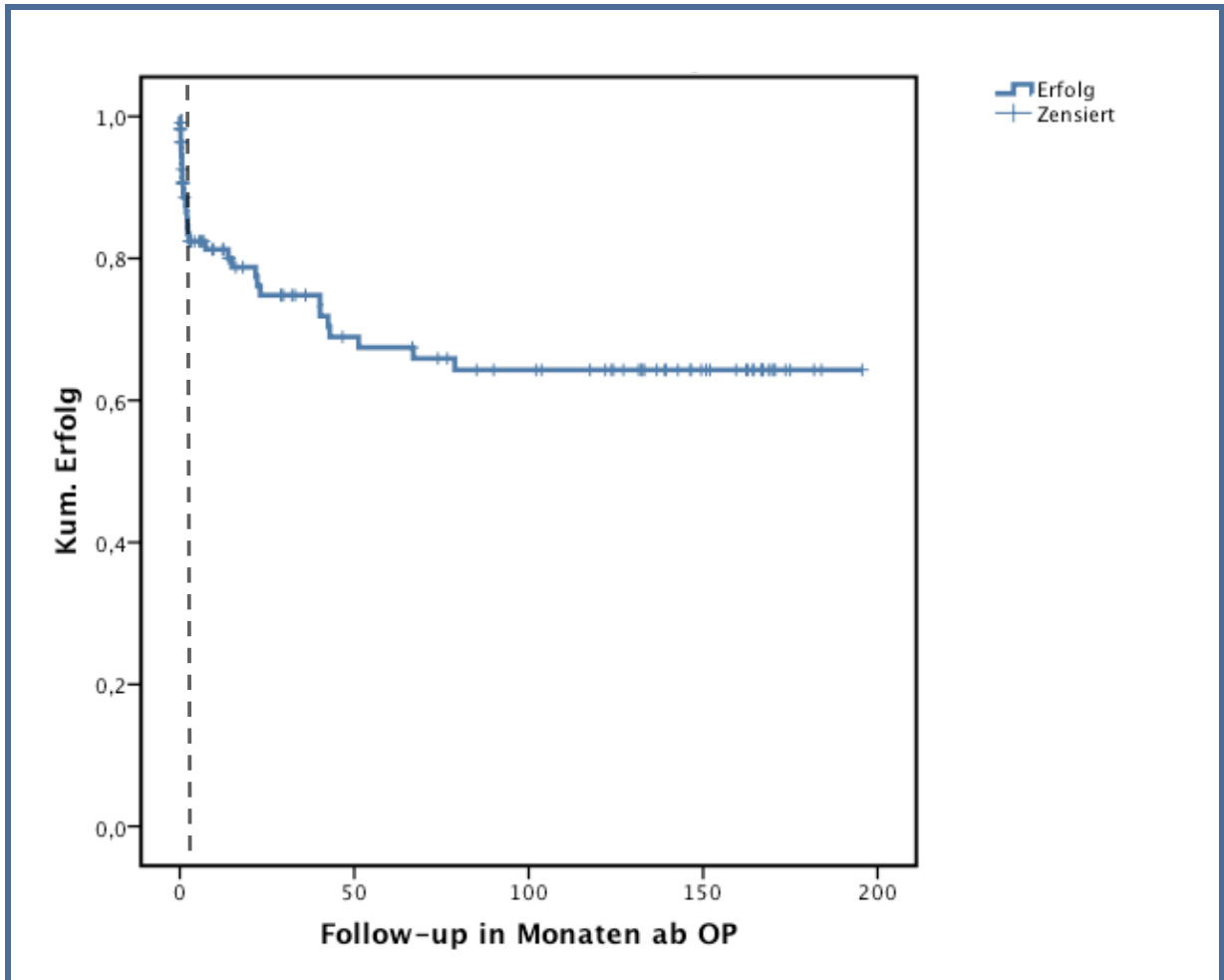


Abb. 20 Langzeiterfolg des Gesamtkollektives; - - Initialer Erfolg

Als bedeutende Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg zeigten sich das Alter zum Operationszeitpunkt ( $p=0,000$ ), die Ätiologie des Hydrocephalus ( $p=0,137$ ) und der präoperative Karnofsky-Index ( $p=0,002$ ). Eine präoperativ bestandene Shuntpflicht wirkte sich nicht auf den Langzeiterfolg aus ( $p=0,403$ ).

Die Erfolgsrate der 13 Reventrikulostomien betrug nach 14 Jahren 80%.

## 4. Diskussion

Die endoskopische Drittventrikulostomie ist die Operationsmethode der Wahl bei Verschlusshydrozephalus. Sie gilt als einfaches, sicheres und schnelles Verfahren. Die Erfolgsrate der Ventrikulostomie wird zumeist mit 70-90% angegeben (6, 34, 37, 63-65, 67-69). Zu den häufigsten Indikationen für eine Drittventrikulostomie zählen dabei benigne Aquäduktstenose und obstruktive tumoröse Prozesse (6, 34-41, 46, 57, 67, 69, 76, 79).

Aktuell liegen viele Veröffentlichungen über den Erfolg der Ventrikulostomie abhängig von der Ätiologie (38, 43-51) und dem Alter des Patienten vor (Tabelle 4) (23, 46, 52-62). Beems und Mitarbeiter beschrieben die Ätiologie als stärksten Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg (55). So zeigten sich bei Patienten mit benignen Aquäduktstenosen die höchsten operativen Erfolgsraten. Patientenkollektive mit Blutungen oder Meningomyelocele erreichten deutliche schlechtere Erfolgsraten. Kadrian und Mitarbeiter untersuchten das Patientenalter als Einflussfaktor (65). Sie zeigten, dass Patienten jünger als sechs Monate ein deutlich schlechteres Langzeitergebnis aufweisen als ältere Patienten. In weiteren Patientenserien zum Beispiel von Baldauf und Mitarbeitern und Kulkarni und Mitarbeitern wurden sowohl das Alter als auch die Ätiologie als Einflussfaktor gleichwertig angesehen (52, 54). Neben dem Alter und der Ätiologie waren auch Komplikationen (20, 32, 46, 61, 63-66, 69, 73-79) oder Revisionseingriffe (Reventrikulostomie) (34, 63, 65, 71, 72, 95, 96) bereits im Focus der wissenschaftlichen Diskussion. Die Komplikationsrate der Ventrikulostomie wird in der Literatur zwischen 0-20% angegeben (20, 32, 37, 46, 57, 59, 61-66, 69, 73-81, 97, 98). Die Erfolgsrate der Reventrikulostomie reichte je nach Studie von 50% bis zu 100% (34, 63, 71, 72, 95, 96).

Es ist die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit, das vorliegende Patientenkollektiv vor diesem wissenschaftlichen Hintergrund zu untersuchen, mögliche Einflussfaktoren und Besonderheiten zu identifizieren und deren Auswirkung auf den Langzeitverlauf zu analysieren. Der erste Teil der Diskussion setzt die Ergebnisse der Untersuchung in den Kontext des wissenschaftlichen Kenntnisstandes, bevor im zweiten Teil die Ergebnisse der Auswertung des Langzeiterfolgs der Ventrikulostomie diskutiert werden.

Autor/Jahr	Anzahl Patienten	Alter Patienten	Ätiologie	Initialer Erfolg	Komplikationsrate	Follow up in Monaten	Erfolgsrate
Baldauf 2007 (54)	21	Kinder	8 AS 3 T, 4 S, 3 Inf/BI	-	4,8% (4,8% t)	26	43%
Beems 2002 (55)	66	Kinder	18 AS, 16 S, 32 Inf/BI	-	0%	50	53%
Boschert 2003 (98)	17	alle	12 AS, 2 T, 5 S	-	0%	64	82%
Buxton 2001 (97)	63	Erwachsene	18 AS, 22 T, 4Z, 13S, 6 Inf/BI	-	17,5% (4,7% M)	36	80%
Cinalli 1999 (46)	213	Kinder	126 AS, 42 T, 22 S, 23 Inf/BI	-	- (0,7%M)	46	72%
Dusick 2008 (63)	108	Erwachsene	52 AS, 47 T, 9 S	-	15%	8	77%
Feng 2004 (70)	58	alle	18 AS, 21 T, 11 Z, 8 Inf/BI	95%	12% (6% t, 0% M)	24	78%
Gangemie 2007 (64)	140	alle	88 AS, 45 T, 7 Inf/BI	-	10%	100	87%
Grunert 2003 (67)	159	alle	77 AS, 59 T, 11 Inf/BI, 3 S	-	4% (0,6% p)	-	71%
Hader 2008 (99)	131	alle	64 AS, 34 T, 1 Z, 12 Inf/BI, 20 S	-	16%	38	82%
Kadian 2005 (65)	203	alle	86 AS, 38 T, 5 Z, 30 Inf/BI, 44 S	-	6% (1% p, 0,5% M)	-	89%
Koch 2002 (71)	12 R	alle	9 AS, 2 T, 1 Inf/BI	-	8% (8% t)	27	67%
Koch 2006 (61)	28	Kinder	13 AS, 7 Inf/BI, 8 S	-	-	-	54%
Kwiek 2003 (100)	30	alle	23 T, 4 Z, 3 S	-	7% (7% t)	13	83%
Navarro 2006 (62)	122	Kinder	35 AS, 63 T, 15 Inf/BI, 9 S	-	10%	39	63%
O'Brien 2006 (101)	37	Kinder	10 AS, 1 T, 6 Z, 12 Inf/BI, 7 S	-	0%	35	46%



Autor/Jahr	Anzahl Patienten	Alter Patienten	Ätiologie	Initialer Erfolg	Komplikationsrate	Follow up in Monaten	Erfolgsrate
Oertel 2006 (37)	259	alle	56 AS, 116 T, 35 Inf/BI, 64 S	-	9,2% (3,7% a, 6,3% t, 1,5% p, 0,7 M)	-	69%
Ogiwara 2010 (102)	23	Kinder	11 AS, 8 Inf/BI, 4 S	-	13%	57	35%
Peretta 2009 (95)	40 R	Kinder	19 AS, 3 T, 1 Z, 8 Inf/BI, 9 S	-	2,5%	22	75%
Rahme 2009 (103)	46	alle	20 AS, 18 T, 2 Z, 6 S	-	13% (13% t)	37	76%
Rezaee 2007 (104)	24	alle	14 AS, 8 T, 2 S	87%	8% (8% t)	4	87%
Sacko 2010 (34)	350	alle	64 AS, 185 T, 15 Z, 50 Inf/BI, 36 S	69,2%	10% (0,3% M)	47	68,5%
Scarrow 2000 (68)	54	alle	9 AS, 28 T, 8 Inf/BI, 9 S	78%	7%	14	74%
Schröder 2002 (73)	188	alle	37 AS, 81 T, 27 Inf/BI, 36 S	-	11,7% (7,8% t, 4,7% a, 1,6% p, 1% M,)	9	66%
Siomin 2001 (72)	20 R	alle	9 AS, 5 T, 3 Inf/BI, 3 S	-	5% (5% t)	20	65%
Siomin 2002 (50)	101	alle	101 Inf/BI	61%	14,9% (14,9% t)	20	57%
Smyth 2003 (105)	12	Kinder	12 Inf/BI,	-	0%	20	67%
Surash 2010 (96)	10 R	alle	2 AS, 6 T, 2 S	80%	-	38	80%
Warf 2005 (106)	229	Kinder	131 Inf/B, 98 S	-	-(1,8%M)	15	52%

**Tabelle 4 Ergebnisse der Drittventrikulostomie in der Literatur** (AS=Aquäduktstenose, T=Tumor, Z=Zyste, Inf/BI=Infektion/Blutung, S=Sonstiges; t=transient, p=permanent, a=asymptomatisch, M=Mortalität; R=Mortalität; R=Reventrikulostomie) Die hier dargestellten Kollektive können doppelt untersucht worden sein. Transiente, permanente und asymptomatische Komplikationsraten und die Mortalitätsrate wurden nach Möglichkeit angegeben.

Im Folgenden wird nun zuerst die Verteilung des Patientenkollektives anhand der Ätiologie des Hydrocephalus dargestellt. Danach folgt die Diskussion der aufgetretene Komplikationen, des initialen Therapieerfolgs und der Ergebnisse der Reventrikulostomien.

### **Ätiologie**

Die Ätiologie des Hydrocephalus ist als wichtiger Einflussfaktor für den Erfolg der Ventrikulostomie beschrieben. In dieser Arbeit zählten die benigne Aquäduktstenose und tumoröse Prozesse mit 35% bzw. 31% zu den häufigsten Ätiologien, gefolgt von Infektionen oder Blutungen. Seltener lagen Hirnzysten als Ursache des Hydrocephalus vor. In der Literatur zählen die benigne Aquäduktstenose und ein obstruktiver tumoröser Prozess zu den meist genannten Indikationen für eine Drittventrikulostomie (6, 34-41, 46, 57, 67, 69, 76, 79). Auch Infektionen, Blutungen und Hirnzysten sind klassische Indikationen (34, 40, 67, 69, 70, 101, 107, 108).

Die Häufigkeit der einzelnen Ätiologien am Gesamtkollektiv wurde in der Literatur häufig diskutiert (Tabelle 4). Die weitaus größte Erfahrung liegt hier bei pädiatrischen Patientenkollektiven vor. Bei Cinalli und Mitarbeiter litten von insgesamt 213 ventrikulostomierten Kindern 59% an einem Hydrocephalus auf Grund einer benignen Aquäduktstenose (46). Bei 20% der Patienten lag ein Tumor, bei 11% eine Infektion und bei 10% der Patienten eine andere Ätiologie dem Hydrocephalus zugrunde. In einem weiteren Kollektiv von 37 Kindern lagen bei 35% eine Infektion oder Blutung, bei 27% eine benigne Aquäduktstenose, bei 16% eine Zyste, bei 3% ein Tumor und bei den restlichen 19% weitere seltene Ätiologien vor (101). Im Gegensatz zu dem in der vorliegenden Arbeit beschriebenen gemischten Patientenkollektiv, handelte es sich bei diesen Arbeiten um ein reines Kinderpatientengut. Für die geringere Zahl von Tumorerkrankungen in der Serie könnte deshalb die niedrige Inzidenz von Tumoren im Kindesalter ursächlich sein (109).

Die Verteilung der Ätiologie wurde auch in einem reinen Erwachsenen- oder gemischten Kollektiv bereits ausführlich diskutiert (Tabelle 4). Feng und Mitarbeiter untersuchten ein gemischtes Kollektiv von 58 ventrikulostomierten Patienten (70). Dabei führte bei 36% der Patienten ein Tumor, bei 31% ein Aquäduktstenose, bei 19% eine Zyste und bei 14% der Patienten eine Infektion oder Blutung zur Bildung

des Hydrocephalus. Diese Verteilung deckt sich mit der Verteilung der Ätiologie in dieser Arbeit. Die Häufigkeiten der einzelnen Ätiologien am Gesamtkollektiv der vorliegenden Arbeit lassen sich somit am besten wie bei Feng und Mitarbeitern in ein gemischtes Kollektiv einordnen und können bezüglich der Ätiologie als repräsentativ gelten.

### **Komplikationen**

Komplikationen sind ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Beurteilung des Erfolgs der Ventrikulostomie. Bei zehn Patienten kam es in der zugrunde liegenden Arbeit zu je einer intraoperativen oder postoperativen Komplikation (Komplikationsrate 9%). In der Literatur schwanken die Angaben der Komplikationsrate der Ventrikulostomie zu meist zwischen 0-20% (Tabelle 4) (20, 32, 37, 46, 57, 59, 61-66, 69, 73-81, 97, 98). So wurden in einem Kollektiv mit einer Komplikationsrate von 18% im Gegensatz zu der vorliegenden Arbeit auch sehr leichte Komplikationen, wie eine leichte Wundrötung ohne weitere Infektionszeichen zur Komplikationsrate hinzugezählt. In anderen Untersuchungen trat hingegen keine einzige Komplikation auf (76, 98, 105). Bei diesen Untersuchungen handelte es sich jedoch immer um sehr kleine Patientenkollektive, so dass sich diese Ergebnisse nicht in größeren Kollektiven widerspiegeln müssen. Bei Kadrian und Mitarbeitern und Navarro und Mitarbeitern lag die Komplikationsrate zwischen 7-9% und reicht damit nahe an die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Rate von 9%.

Bei den meisten Komplikationen handelt es sich um transiente oder asymptomatische Komplikationen (7% in der vorliegenden Arbeit). Bei Oertel und Mitarbeitern betrug bei einem getrennten norddeutschen Patientenkollektiv die transiente Komplikationsrate von 271 ventrikulostomierten Patienten 6,3% (37). Die asymptomatische Komplikationsrate lag bei diesem Kollektiv bei 5,7%.

Permanente Komplikationen sind deutlich seltener. In der vorliegenden Arbeit trat keine permanente Komplikation auf. Bei Oertel und Mitarbeitern lag die permanente Komplikationsrate bei 2% (37). In anderen Untersuchungen betrug die permanente Komplikationsrate 1% (65).

Die Mortalität der Ventrikulostomie ist ebenfalls sehr gering. In dieser Arbeit verstarb kein Patient im Zusammenhang mit der Ventrikulostomie (Mortalitätsrate 0%). In der Literatur wird die Mortalitätsrate der Ventrikulostomie zumeist mit 0-1,5% angegeben (Tabelle 4). Bei Warf und Mitarbeitern lag die Mortalitätsrate mit 1,8%

vergleichsweise höher (106, 110). Im Gegensatz zu den anderen hier beschriebenen Arbeiten führte Warf die Ventrikulostomien jedoch in einem Entwicklungsland und ohne Stablinsenoptik durch. Die dort herrschenden Hygienebedingungen, ein reines Kinderkollektiv und die abweichende qualitativ unterlegene anderen Operationstechnik mögen Ursachen für diese, im Vergleich zu anderen Arbeiten, erhöhte Mortalitätsrate sein.

Zusammenfassend deckt sich die Komplikationsrate von 9% der vorliegenden Arbeit aufgeteilt auf sieben transiente und drei asymptomatische Komplikationen und einer Mortalitätsrate von 0% mit der Literatur. Die vorliegende Patientenserie stellt somit auch hinsichtlich der Komplikationsrate ein repräsentatives Kollektiv dar.

### **Initialer Erfolg**

Der initiale Erfolg der Ventrikulostomie wurde entsprechend dem Langzeiterfolg über das Ausbleiben folgender Ereignisse definiert: eine Shuntoperation, eine Reventrikulostomie oder der Tod auf Grund einer sich verschlechternden Hydrocephalusproblematik. Während der ersten drei Monate kam es zu 18 von insgesamt 31 Ereignissen (58%). Es handelte sich hierbei um 15 Shuntoperationen und drei Ventrikulostomien. Auch in der Literatur treten die meisten Ereignisse, die zum Versagen der Ventrikulostomie führen, innerhalb der ersten Monate nach der Operation auf (34, 50, 62). In einer Untersuchung mit 58 Patienten versagte die Ventrikulostomie in 75% der Fälle innerhalb der ersten sechs Monaten (70). In einer weiteren Untersuchung wurden 97% der Misserfolge innerhalb der ersten zwei Monate beschrieben (34). Bei Siomin und Mitarbeitern kam es in 91% der Fälle innerhalb der ersten drei Monate zu einem Versagen der Ventrikulostomie (50). Verglichen mit diesen Ergebnissen traten in der zugrunde liegenden Arbeit etwas weniger Misserfolge innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation auf. Jedoch traten auch hier die meisten Ereignisse (58%), die zum Scheitern der Ventrikulostomie führten, innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation auf. Dies zeigt wiederum wie wichtig es ist, einen Abstand von drei Monaten einzuhalten, bevor man von einer initial erfolgreichen Ventrikulostomie sprechen kann.

Der initiale Operationserfolg betrug in dieser Arbeit für die 113 primären Ventrikulostomien 82%. Die Erfolgsrate der Ventrikulostomie wird in der Literatur nach drei Monaten zumeist mit 61-87% angegeben (34, 50, 68, 104, 111). In einer

Untersuchung mit 24 Patienten wurde nach drei Monaten eine Erfolgsrate von 87% erreicht (104). Die Altersverteilung dieser Patienten reichte von fünf Monaten bis 67 Jahren (durchschnittlich 31 Jahre). Zusammen mit einer Verteilung der Ätiologie des Hydrocephalus auf 14 Aquäduktstenosen, acht Tumorpatienten, einer Infektion und einer sonstige Ursache lässt sich dieses gemischte Kollektiv gut mit dem hier dargestellten Kollektiv vergleichen. In einer weiteren Untersuchung betrug die Erfolgsrate nach drei Monaten bei 368 durchgeführten Ventrikulostomien 69% (34). Bei den 350 Patienten gemischten Alters führte in 53% ein Tumor, bei 18% eine Aquäduktstenose, bei 13% eine Blutung und bei 16% eine sonstige Ätiologie zur Bildung des Hydrocephalus. Bei Siomin und Mitarbeitern lag die Erfolgsrate nach drei Monaten hingegen bei nur 61% (50). In letzterem Kollektiv führte bei allen Patienten eine Blutung oder eine Infektion zum Hydrocephalus. Auch in anderen Arbeiten schneiden diese Ätiologien deutlich schlechter ab (24, 34, 37, 49, 50, 52, 54, 60, 67-70, 102, 105, 112).

Die in der vorliegenden Arbeit beobachtete initiale Erfolgsrate der Ventrikulostomie von 82% deckt sich somit am besten mit Ergebnissen von Kollektiven mit ebenfalls unterschiedlichen Ätiologien.

### **Reventrikulostomie**

Die Erfolgsrate der Reventrikulostomie sind ebenfalls ein häufig diskutiertes Thema (Tabelle 4). Eine Reventrikulostomie wurde in der zugrunde liegenden Arbeit bei 13 Patienten (10%) durchgeführt. Der Langzeiterfolg der Reventrikulostomie betrug nach 14 Jahren 80%. In der Literatur erreicht die Reventrikulostomie Erfolgsraten von 65-100% (34, 63, 71, 72, 95, 96). Koch und Mitarbeiter zeigten bei einem getrennten Mainzer Patientenkollektiv eine Erfolgsrate von 67% bei 12 reventrikulostomierten Patienten (71). Bei einer weiteren Untersuchung lag die Erfolgsrate von 40 Patienten bei 75% (95). Eine Erfolgsrate von 80% wurde bei zehn reventrikulostomierten Patienten erreicht (96). Eine deutlich höhere Erfolgsrate von 100% wurde von Dusick und Mitarbeitern beschrieben (63). Mit einem Patientenkollektiv von jedoch nur zwei Patienten und einem Nachbeobachtungszeitraum dieser Patienten von maximal 36 Monaten erlaubt diese Arbeit aber keinerlei Rückschlüsse auf größere Patientenserien oder Verallgemeinerungen.

Mit einer Erfolgsrate von 80% zeigen die in dieser Arbeit beschriebenen Reventrikulostomien ein sehr gutes, mit der Literatur übereinstimmendes Ergebnis.

### **Langzeiterfolg**

Die in den Abschnitten zuvor aufgeführten Ergebnisse lassen sich mit einer Vielzahl von zuvor veröffentlichten Ergebnissen aus der Literatur vergleichen. Die Datenlage über den Langzeiterfolg der endoskopischen Drittventrikulostomie ist jedoch sehr dürftig. So erreichen die meisten Studien nur eine durchschnittliche Follow-up Zeit von weniger als drei Jahren (siehe Tabelle 4). Nur wenige Arbeiten erreichen einen längeren Nachbeobachtungszeitraum. Sacko und Mitarbeiter berichteten ihre Ergebnisse nach einer durchschnittlichen Follow-up Zeit von 47 Monaten (34). Gangemi und Mitarbeiter beschrieben eine durchschnittliche Follow-up Zeit von 100 Monaten (64). Wie zuvor beschrieben, ereignen sich die meisten Ereignisse innerhalb der ersten Monate nach der Ventrikulostomie. Jedoch treten einige Ereignisse, die zum Versagen der Ventrikulostomie führen, auch deutlich später auf. So traten in einigen Untersuchungen auch erst nach fünf oder sechs Jahren ein Ventrikulostomieversagen auf (34, 62, 71, 72). Um mögliche Spät ereignisse und Komplikationen nicht zu verpassen und damit den Erfolg der Drittventrikulostomie falsch einzuschätzen, ist es notwendig, die Patienten über einen sehr großen Zeitraum zu beobachten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, einen sehr großen Nachbeobachtungszeitraum einzuhalten, um damit präzisere Aussagen über den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie treffen zu können.

In der zugrunde liegenden Arbeit reichte die Follow-up Zeit von vier Monaten bis 16 Jahren und lag durchschnittlich bei sieben Jahren. Nach den ersten drei Monaten kam es zu 13 weiteren Ereignissen. Das letzte dieser Ereignisse trat 78 Monate nach dem Operationszeitpunkt auf. Somit kam es auch in der vorliegenden Arbeit, wie in der Literatur beschrieben, erst einige Jahre nach der Operation zu einem Versagen der Ventrikulostomie.

Bei den restlichen 65 der insgesamt 78 Patienten war die Ventrikulostomie erfolgreich. Insgesamt lag der Langzeiterfolg der Ventrikulostomie nach 16 Jahren bei 78%. In den wenigen Studien mit einer langen Follow-up Zeit (durchschnittlich >3,5 Jahre), wird der Langzeiterfolg zumeist mit 60-90% angegeben (34, 46, 62, 64, 98). Jedoch zeigen die meisten Arbeiten hierbei im Bezug auf das Alter der Patienten

oder die Ätiologie des Hydrocephalus starke Einschränkungen auf. Boschert und Mitarbeiter beschrieben eine Erfolgsrate von 82% bei einer durchschnittlichen Follow-up Zeit von 64 Monaten (98). Bei dem Kollektiv handelte es sich um 17 Patienten im Alter von acht bis 54 Jahren. Eine mögliche Erklärung für die hohe Erfolgsrate mag durch den Ausschluss von Patienten älter als 54 Jahren begründet sein. So könnte der Nachbeobachtungszeitraum ältere Patienten schon allein bedingt durch die physiologisch kürzere Lebenserwartung eingeschränkt sein. Zusammen mit dem relativ kleinen Kollektiv von nur 17 Patienten erlaubt diese Arbeit daher keinerlei Rückschlüsse auf größere Patientenserien oder altersbezogen weitergefasste Kollektive.

Bei Ogiwara und Mitarbeitern lag der Langzeiterfolg nach durchschnittlich 57 Monaten bei nur 35% (102). Auch andere Arbeiten erreichten bei einer durchschnittlichen Follow-up Zeit von 50 Monaten nur eine Erfolgsrate von 53%. In beiden Arbeiten handelte es sich bei dem Patientenkollektiv jedoch ausschließlich um Kinder, die zum Operationszeitpunkt jünger als zwei Jahre alt waren. Viele Arbeiten haben bereits gezeigt, dass speziell Kinder jünger als sechs Monate schlechtere Langzeitergebnisse gegenüber einem älteren Kollektiv vorweisen (34, 54, 65, 102). Somit lassen sich auch diese Ergebnisse nicht ohne Einschränkung auf ein gemischtes Kollektiv übertragen.

In einer weiteren Untersuchung zeigte sich ein Langzeiterfolg von 87% nach 100 Monaten (64). Diese hohe Erfolgsrate mag in der Auswahl der Patienten im Bezug auf die Ätiologie des Hydrocephalus begründet sein. Im Gegensatz zu der vorliegenden Arbeit, wurden hier nur voroperierte Tumorpatienten (33%) eingeschlossen. Bei den restlichen Ätiologien handelte es sich um benigne Aquäduktstenosen (63%) und postinfektiöse Hydrocephali (5%). Patienten mit Blutungen als Ursache für die Bildung eines Hydrocephalus waren nicht Bestandteil der Studie. Diese prognostisch günstigere Verteilung der Ätiologie lässt somit schon im Vorhinein mit einem gegenüber anderen Arbeiten besseren Ergebnis rechnen.

Bei Sacko und Mitarbeitern wurde bei 350 ventrikulostomierten Patienten eine Erfolgsrate von 69% nach durchschnittlich 47 Monaten erreicht (34). Die Aufteilung anhand des Alters der Patienten ähnelt mit einer Verteilung auf jünger als sechs Monate (6,3%), sechs Monate bis 24 Monate (10,9%), zwei Jahre bis 18 Jahre (30%) und älter als 18 Jahre (52,8%) der vorliegenden Arbeit.

Auch hier zählten Tumore (53%) und benigne Aquäduktstenosen (18%) zu den häufigsten Ätiologien.

Somit lässt sich die Erfolgsrate der vorliegenden Arbeit von 78% sehr gut mit den Ergebnissen des ebenfalls gemischten Kollektivs von Sacko und Mitarbeitern vergleichen. Mit 78% liegt der Langzeiterfolg der zugrunde liegenden Arbeit nur geringfügig unter dem initialen Erfolg von 82%. Dies zeigt erneut, wie bedeutend es ist, einen dreimonatigen Abstand zur Operation einzuhalten, bevor man von einer initial erfolgreichen Operation sprechen kann.

### **Einflussfaktoren**

In der Literatur existieren viele Veröffentlichungen über mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg der endoskopischen Drittventrikulostomie. In der zu Grunde liegenden Arbeit wirkten sich drei der vier untersuchten Einflussfaktoren auf den Langzeiterfolg aus. Besonders deutlich wurde der Einfluss des Alters auf den Langzeiterfolg ( $p=0,000$ ). Auf Grund der zum Teil geringen Patientenzahl in den einzelnen Gruppen, wurde auf eine exakte Angabe der jeweiligen Erfolgsraten verzichtet. In der vorliegenden Arbeit zeigten alle drei Patientengruppen älter als sechs Monate ähnlich gute Ergebnisse. Die Gruppe mit Kindern jünger als sechs Monate schnitt hingegen deutlich schlechter ab. Von den vier Patienten wurden innerhalb der ersten drei Monate drei Patienten shuntpflichtig. Es existieren in der Literatur viele Untersuchungen die zeigen, dass sich das Alter auf den Langzeiterfolg auswirkt (20, 34, 46, 52-54, 57-61, 65, 113). Speziell Kinder jünger als sechs Monate zeigen mit Erfolgsraten von 32-46% hierbei ein schlechteres Langzeitergebnis (34, 54, 65, 102). In einer Untersuchung mit 203 Patienten lag die Erfolgsrate der 19 Kinder im Alter zwischen einem Monat und sechs Monaten nach fünf Jahren bei 41% (65). In einer weiteren Untersuchung mit 22 Patienten jünger als sechs Monate zeigte sich nach einem Jahr eine Erfolgsrate von 32% (34). Koch und Mitarbeiter zeigten bei 28 ventrikulostomierten Kinder jünger als sechs Monate aus einem getrennten Mainzer Kollektiv eine Erfolgsrate von ebenfalls nur 54% (61). Auch in der zugrunde liegenden Arbeit schnitten Kinder jünger als sechs Monate am schlechtesten ab. Jedoch handelte es sich mit nur vier Patienten hierbei um ein sehr kleines Kollektiv, so dass sich diese Ergebnisse nicht in einem größeren Kollektiv widerspiegeln müssen.



Diese unterschiedlichen Ergebnisse lassen die Frage aufkommen, ob bei Kindern jünger als sechs Monate bzw. jünger als zwei Jahre die Shuntoperation der Ventrikulostomie vorzuziehen ist. Di Rocco und Mitarbeiter verglichen daher die Komplikationsraten zwischen Shuntoperation und endoskopischer Drittventrikulostomie bei Kindern (20). Bei der Ventrikulostomie lag die operative Komplikationsrate deutlich höher als bei der Shuntoperation (3-4% gegenüber 0,1%) (20, 114). Dafür wurde mit der Ventrikulostomie ein Zustand hergestellt, welcher den physiologischen Verhältnissen unter liquodynamischen Gesichtspunkten am nächsten kommt. Zudem entfielen die durch das Einbringen von Fremdmaterial häufigen Infektionen und Materialschäden. Auch die Spätmortalitätsrate der Shuntoperation war in dieser Untersuchung mit 1-8% deutlich höher (20). Daher rechtfertigen die Ergebnisse aus der Literatur und der vorliegenden Arbeit trotz bekannter niedrigerer Erfolgsraten auch bei Kinder jünger als sechs Monate eine Drittventrikulostomie nach ausführlicher Aufklärung der Eltern zu versuchen.

Auch die Ätiologie des Hydrocephalus hatte Einfluss auf den Langzeiterfolg. Patienten mit zystisch verursachtem Hydrozephalus zeigten hierbei das beste Langzeitergebnis mit einer Erfolgsrate von 91% nach fünf Jahren, gefolgt von Patienten mit einer benignen Aquäduktstenose mit einem Erfolgsrate von 71%. Bei Patienten mit Tumoren lag der Erfolg bei 64,3%.

In der Literatur zeigen Zysten als Ursache des Hydrocephalus ebenfalls mit Erfolgsraten von 79-100% gute Ergebnisse (34, 53, 63, 70, 97, 101, 107, 108). In einer Untersuchung mit 350 Patienten erreichten Patienten mit Zysten eine Erfolgsrate von 80% (34). Auch in weiteren Untersuchungen werden Erfolgsraten von 82% für Patienten mit Zysten als Ursache des Hydrocephalus beschrieben (70).

Die benigne Aquäduktstenose stellt eine der häufigsten Indikationen für eine Drittventrikulostomie dar (6, 34-41). Bei einer Gesamtzahl von 271 durchgeführten Drittventrikulostomien führte bei 56 Patienten eine Aquäduktstenose zur Bildung eines Hydrocephalus (37). Bei 73% dieser Patienten verbesserte sich ihre Beschwerdesymptomatik. Bei Hopf und Mitarbeitern zeigten 40 Patienten mit einer Aquäduktstenose, bei einem Gesamtkollektiv von 95 ventrikulostomierten Patienten, eine Erfolgsrate von 83% (69).

Tumoröse Prozesse sind ebenfalls eine klassische Indikation für die endoskopische Drittventrikulostomie (6, 34, 36-38, 64, 65, 67-70, 102, 104, 112, 115). Bei Hopf und

Mitarbeitern führte bei 40 Patienten ein tumoröser Prozess zur Bildung eines Hydrocephalus (69). Die Erfolgsrate dieser Patienten betrug 95%. Bei Oertel und Mitarbeitern kam es bei 116 Patienten mit einem tumorösen Prozess in 81% der Fälle zu einer klinischen Verbesserung (37). Bei weiteren Untersuchungen erreichten 85% der 41 Patienten eine klinische Verbesserung (76). Verglichen mit diesen Arbeiten erreicht die Erfolgsrate der Tumorpatienten der vorliegenden Arbeit mit 64,3% nach fünf Jahren ein niedrigeres Ergebnis. Über die Indikation zur Drittventrikulostomie bei Tumorpatienten wird häufig kontrovers diskutiert. Während einige Zentren eine Drittventrikulostomie auch bei späterer offener Tumoresektion und mikrochirurgischer Behandlung des Hydrocephalus durchführen, schreiten andere Arbeitsgruppen entweder direkt zur Tumoroperation oder überbrücken die OP-Vorbereitungszeit mit einer offenen Liquordrainage. Eine mögliche Ursache für die unterschiedlichen Erfolgsraten könnte folglich in der Auswahl der Patienten liegen, welche einer Drittventrikulostomie bei tumorbedingtem Hydrocephalus unterzogen werden.

Die schlechteste Erfolgsrate zeigten in der zu Grunde liegenden Arbeit Patienten mit Infektionen oder Blutungen als Ursache des Hydrocephalus. Hier lag die Erfolgsrate nach fünf Jahren bei nur 46%. Die Erfolgsraten bei Infektionen oder Blutungen liegen in der Literatur mit 17-72% ebenfalls niedriger als bei andere Ätiologien (17, 24, 34, 37, 49, 50, 52, 54, 60, 67-70, 102, 105, 112). Bei 46 Patienten mit intrazerebralen Blutungen und einem konsekutiven Hydrocephalus lag die Erfolgsrate bei 61% (50). Bei 13 dieser Patienten lag eine zusätzlich Infektion des Liquorsystems vor. Die Erfolgsrate dieser Patienten betrug nur 23% (50). In dieser Studie wurden jedoch keine Akutfälle therapiert. Bei 35 weiteren Patienten mit intrazerebralen Blutungen lag die Erfolgsrate bei 66% (37). Bei Oertel und Mitarbeitern zeigten 44% der 15 Patienten mit intrazerebralen Blutungen nach durchschnittlich 12 Monaten eine klinische Verbesserung (49).

Somit zeigen, wie auch in der Literatur beschrieben, in der zugrunde liegenden Arbeit Patienten mit Zysten, Aquäduktstenosen und Tumoren als Ursache des Hydrocephalus die besten Langzeitergebnisse. Auch hier zeigt sich das Patientenkollektiv als repräsentativ für eine gemischte Patientenserie.

Als weiterer möglicher Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg wurde der zum Zeitpunkt der präoperativen Aufnahme vorliegende Karnofsky-Index untersucht. Auch hier

zeigte sich ein deutlicher Einfluss auf den Langzeiterfolg. So zeigten Patienten mit einem Wert zwischen 90-70 mit einer Erfolgsrate von 76% nach 5 Jahren ein deutlich besseres Ergebnis, als die 26 Patienten mit einem niedrigeren Wert (Erfolgsrate 43%). Präoperativ konnte keinem Patienten ein Karnofsky-Index von 100% zugeteilt werden. Einige Arbeiten zeigen einen Anstieg des Karnofsky-Index nach einer erfolgreichen Ventrikulostomie (48, 116). Bei Kunz und Mitarbeitern verbesserten sich von 40 Patienten mit einer Aquäduktstenose 75% um mindestens 20% anhand des Karnofsky-Index nach drei Monaten (48). Bei 15% der Patienten kam es zu einem Anstieg von weniger als 20% und bei 10% der Patienten zeigte sich ein Gleichstand oder eine Verschlechterung des Karnofsky-Index. Diese 10% der Patienten wurden alle shuntpflichtig oder erhielten ein Reventrikulostomie. In einer weiteren Untersuchung lag der durchschnittliche präoperative Karnofsky-Index von insgesamt 75 Patienten bei 70% (30-90%) (117). Nach 12 Monaten lag der Wert durchschnittlich bei 100 (0-100%). Bei keiner dieser Untersuchungen wird bisher der präoperative Karnofsky-Index als Einflussfaktor auf den Langzeiterfolg untersucht. Von den 26 Patienten mit einem Karnofsky-Index von 60% oder darunter führte in der vorliegenden Arbeit bei zehn Patienten ein Tumor zur Bildung des Hydrocephalus. Bei den restlichen Ätiologien handelte es sich um acht Infektionen oder Blutungen, fünf benigne Aquäduktstenosen und drei sonstige Ätiologien. Wie zuvor beschrieben, hat die Ätiologie des Hydrocephalus einen deutlichen Einfluss auf den Langzeiterfolg. Vergleicht man die Zusammensetzung der Ätiologien dieser 26 Patienten mit dem Gesamtkollektiv, so mag eine mögliche Ursache für das schlechtere Abschneiden dieser Gruppe in der Verteilung anhand der Ätiologie zu finden sein.

Eine zuvor bestandene Shuntpflichtigkeit zeigte im Gegensatz zu den zuvor beschriebene Einflussfaktoren keinen Einfluss auf den Erfolg der Ventrikulostomie ( $p=0,403$ ). Auch in anderen Arbeiten wirkte sich ein Shunt in der Vorgeschichte gar nicht bzw. nur sehr gering auf den Erfolg aus (52, 64, 65, 98, 99, 118, 119). Bei Hader und Mitarbeitern lag die Komplikationsrate bei Patienten mit einer zuvor stattgefundenen Shuntmalfunktion höher, als bei Patienten mit einem neu diagnostizierten Hydrocephalus (31% gegenüber 8%), die Erfolgsrate war hiervon jedoch unbeeinträchtigt (99). In einer Untersuchung mit 17 zuvor shuntpflichtigen Patienten zeigte sich nach einer durchschnittlich Follow-up Zeit von 63 Monaten eine

Erfolgsrate von 82% (98). In einer weiteren Untersuchung zeigte sich kein Unterschied in den Erfolgsraten (jeweils 79%) zwischen zuvor shuntpflichtigen und nicht-shuntpflichtigen Patienten (97). Nach Literatur und eigener Datenlage spricht somit auch eine vorhergehende Shuntpflichtigkeit nicht gegen den Einsatz der Drittventrikulostomie.

Die gängigste Alternative zu endoskopischen Drittventrikulostomie stellt die Shuntoperation dar. Die Komplikationsrate der Shuntoperation liegt im Vergleich innerhalb der ersten fünf Jahre bei 21-32% (10, 12-21). In prospektiven Studien lag das Versagen eines erstmals implantierten Shuntsystems nach zwei Jahren bei ca. 50% (1, 23). Bei Kindern ist die Komplikations- und Mortalitätsrate im ersten Jahr am höchsten (22). Die Mortalitätsrate der Shuntoperation liegt in der Literatur zwischen 1-38% (4, 19, 20, 120-122). In einer Serie mit 907 Shuntpatienten, die alle über zehn Jahre nachbeobachtet wurden, konnten zehn von 124 Todesfällen direkt einem Shuntversagen zugeschrieben werden (122). Wie in dieser Arbeit gezeigt, erreicht die endoskopische Drittventrikulostomie sehr gute Langzeitergebnisse bei gleichzeitig geringer Morbidität. Die meisten Ereignisse und Komplikationen treten innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation auf, spätere Ereignisse sind selten. Einen deutlichen Einfluss auf das Langzeitergebnis zeigten in der vorliegenden Serie das Patientenalter zum Operationszeitpunkt, die Ätiologie des Hydrocephalus und der präoperative Karnofsky-Index. Diese Arbeit leistet einen Beitrag zur Langzeitevaluation der Erfolgsrate der endoskopischen Ventrikulostomie. Die Ergebnisse sind sehr positiv. Bevor endgültige Schlussfolgerungen gezogen werden können, sollten weitere Untersuchungen an anderen Patientenkollektiven die hohe Erfolgsrate der vorliegenden Arbeit bestätigen.

## 5. Zusammenfassung

Die endoskopische Drittventrikulostomie gilt als Methode der ersten Wahl zur Behandlung eines Verschlusshydrocephalus. Die Erfolgsrate wird mit 69-89% angegeben (6, 34, 37, 63-65, 67-69). Der Großteil der Untersuchungen über den Langzeiterfolg reicht dabei allerdings nur über einen sehr kurzen Zeitraum. Die meisten Ereignisse, die zum Scheitern der Ventrikulostomie führen, ereignen sich innerhalb der ersten Monate nach der Operation (34, 50, 62). In einigen Untersuchungen kam es allerdings auch erst nach fünf oder sechs Jahren zu einem Versagen der Ventrikulostomie (34, 62, 71, 72). Um mögliche Spät ereignisse und Spät komplikationen nicht zu verpassen und damit den Erfolg der Drittventrikulostomie falsch einzuschätzen, ist es notwendig, einen großen Nachbeobachtungszeitraum einzuhalten. Das Ziel dieser Arbeit war somit dieses Informationsdefizit zu schließen. Zielkriterien waren die Bewertung des initialen Operationserfolges, sowie des Langzeiterfolgs der endoskopischen Drittventrikulostomie. Zudem wurden mögliche Einflussfaktoren wie das Alter zum Operationszeitpunkt, die Ätiologie des Hydrocephalus, der präoperative Karnofsky-Index und eine zuvor statt gefundene Shunt pflichtigkeit auf den Langzeiterfolg betrachtet.

Dafür wurden die Daten der Patienten untersucht, die zwischen April 1993 und November 1999 in der Neurochirurgie der Universitätsmedizin Mainz einer endoskopischen Drittventrikulostomie unterzogen wurden. Es wurden zunächst retrospektiv die stationären Behandlungsakten, die Ambulanzkarten und die Entlassungsberichte weiterer behandelnder Kliniken analysiert und anschließend Telefoninterviews geführt oder Fragebögen versandt.

Insgesamt wurden 113 Patienten eingeschlossen, an denen 126 endoskopische Drittventrikulostomien durchgeführt wurden. Der Nachbeobachtungszeitraum reichte von vier Monaten bis 16 Jahre und lag durchschnittlich bei sieben Jahren. Die Ursache für die Bildung des Hydrocephalus waren bei 40 Patienten eine benigne Aquäduktstenose, bei 35 Patienten eine Tumorerkrankung, bei 15 Patienten Infektionen oder Blutungen, bei 13 Patienten Zysten und bei zehn Patienten eine sonstige Ätiologie. Eine Shunt pflicht bestand bei 29 Patienten in der Vorgeschichte.

Die perioperative Komplikationsrate betrug 9%. Die postoperativen Komplikationen traten alle innerhalb der ersten sechs Tage nach der Operation auf. Es handelte sich hierbei ausschließlich um transiente Komplikationen, die sich unter entsprechender Therapie zurückbildeten. Insgesamt kam es bei 31 Patienten zu einem Versagen der Ventrikulostomie. Eine Reventrikulostomie wurde daraufhin bei 13 dieser Patienten durchgeführt. Die restlichen 18 Patienten wurden shuntpflichtig. Es kam zu keinem Todesfall auf Grund eines sich verschlechternden Hydrozephalus. Die meisten dieser Ereignisse (58%) traten innerhalb der ersten drei Monate auf. Jedoch kam es auch in der vorliegenden Arbeit bei einem Patienten erst nach 78 Monaten zu einem Scheitern der Ventrikulostomie.

Der initiale Operationserfolg betrug nach drei Monaten 82%. Nach 16 Jahren Nachbeobachtungszeit lag der Langzeiterfolg der Drittventrikulostomie mit 78% nur geringfügig niedriger.

Drei der vier untersuchten Einflussfaktoren wirkten sich auf den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie aus. So zeigte das Alter einen deutlichen Einfluss auf den Langzeiterfolg ( $p=0,000$ ). Alle drei Patientengruppen mit Patienten älter als sechs Monate zeigten ähnlich gute Ergebnisse. Die Gruppe mit Patienten jünger als sechs Monate schnitt hingegen deutlich schlechter ab. Hier wurden von vier Patienten innerhalb der ersten drei Monate drei Patienten shuntpflichtig. Auch die Ätiologie des Hydrozephalus hatte Einfluss auf den Langzeiterfolg ( $p=0,137$ ). Am besten schnitten hierbei Patienten mit Zysten ab (91% nach fünf Jahren), gefolgt von Patienten mit benignen Aquäduktstenosen (71%) und Tumoren (64%). Das schlechteste Ergebnis zeigten Patienten mit Infektionen oder Blutungen als Ursache des Hydrozephalus (Erfolgsrate 46%). Der präoperative Karnofsky-Index hatte ebenfalls einen Einfluss auf den Erfolg ( $p=0,002$ ). Patienten mit einem präoperativen Karnofsky-Index zwischen 90% und 70% zeigten mit einer Erfolgsrate von 76% nach fünf Jahren ein deutlich besseres Ergebnis, als Patienten mit einem niedrigeren Wert (Erfolgsrate 43%). Eine zuvor bestandene Shuntpflichtigkeit wirkte sich nicht auf den Langzeiterfolg der Ventrikulostomie aus ( $p=0,403$ ). Somit spricht auch eine zuvor bestandene Shuntpflichtigkeit nicht gegen den Einsatz der Drittventrikulostomie.

Aus der vorliegenden Arbeit ergeben sich einige neue Informationen für die Langzeitbeurteilung der Ventrikulostomie. Im Gegensatz zur vorherigen Literatur umfasst diese Arbeit ein sehr weitgefassetes Kollektiv an Patienten ohne

Einschränkungen im Bezug auf das Alter der Patienten oder die Ätiologie des Hydrocephalus. Mit Hilfe des sehr langen Nachbeobachtungszeitraum lassen sich somit präzisere und umfassendere Daten zur Beurteilung der Ventrikulostomie heranziehen.

Wie in dieser Arbeit gezeigt, erreicht die endoskopische Drittventrikulostomie sehr gute Langzeitergebnisse bei gleichzeitig geringer Komplikationsrate. Die meisten Ereignisse und Komplikationen treten hierbei innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation auf, spätere Ereignisse sind selten. Einen deutlichen Einfluss auf das Langzeitergebnis zeigen dabei das Alter zum Operationszeitpunkt, die Ätiologie des Hydrocephalus und der präoperative Karnofsky-Index.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Enchev Y, Oi S. Historical trends of neuroendoscopic surgical techniques in the treatment of hydrocephalus. *Neurosurg Rev.* 2008 Jul;31(3):249-62.
2. Weed LH. Meninges and Cerebrospinal Fluid. *J Anat.* 1938 Jan;72(Pt 2):181-215.
3. Drake J, Sainte-Rose C. *The shunt book*: Blackwell Science; 1995.
4. Lifshutz JI, Johnson WD. History of hydrocephalus and its treatments. *Neurosurg Focus.* 2001;11(2):E1.
5. DAVIDOFF L. Treatment of hydrocephalus: historical review and description of a new method. *Archives of Surgery.* 1929;18(4):1737.
6. Hellwig D, Grotenhuis JA, Tirakotai W, Riegel T, Schulte DM, Bauer BL, et al. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurg Rev.* 2005 Jan;28(1):1-34; discussion 5-8.
7. Dandy W. An operative procedure for hydrocephalus. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1922;33:189-90.
8. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus: Kopf und Neuroanatomie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2006.
9. Piatt JH, Jr., Cosgriff M. Monte Carlo simulation of cerebrospinal fluid shunt failure and definition of instability among shunt-treated patients with hydrocephalus. *J Neurosurg.* 2007 Dec;107(6 Suppl):474-8.
10. Oi S, Matsumoto S. Pathophysiology of aqueductal obstruction in isolated IV ventricle after shunting. *Childs Nerv Syst.* 1986;2(6):282-6.
11. Li KW, Nelson C, Suk I, Jallo GI. Neuroendoscopy: past, present, and future. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E1.
12. Wu Y, Green NL, Wrensch MR, Zhao S, Gupta N. Ventriculoperitoneal shunt complications in California: 1990 to 2000. *Neurosurgery.* 2007 Sep;61(3):557-62; discussion 62-3.
13. Surchev J, Georgiev K, Enchev Y, Avramov R. Ventriculoperitoneal shunts in children—our 14-year experience. *Childs Nerv Syst.* 2002;18:259.
14. Oi S, Matsumoto S. Slit ventricles as a cause of isolated ventricles after shunting. *Childs Nerv Syst.* 1985;1(4):189-93.
15. Sainte-Rose C, Piatt JH, Renier D, Pierre-Kahn A, Hirsch JF, Hoffman HJ, et al. Mechanical complications in shunts. *Pediatr Neurosurg.* 1991;17(1):2-9.
16. Surchev J, Georgiev K, Enchev Y, Avramov R. Extremely rare complications in cerebrospinal fluid shunt operations. *J Neurosurg Sci.* 2002 Jun;46(2):100-2; discussion 3.
17. Rekate H. Shunt-related headaches: the slit ventricle syndromes. *Child's Nervous System.* 2008;24(4):423-30.
18. Kiefer M, Eymann R. Gravitational shunt complications after a five-year follow-up. *Acta Neurochir Suppl.* 2010;106:107-12.
19. Prusseit J, Simon M, von der Brölie C, Heep A, Molitor E, Volz S, et al. Epidemiology, prevention and management of ventriculoperitoneal shunt infections in children. *Pediatr Neurosurg.* 2009;45(5):325-36.
20. Di Rocco C, Massimi L, Tamburrini G. Shunts vs endoscopic third ventriculostomy in infants: are there different types and/or rates of complications? A review. *Childs Nerv Syst.* 2006 Dec;22(12):1573-89.
21. Vinchon M, Dhellemmes P. Cerebrospinal fluid shunt infection: risk factors and long-term follow-up. *Childs Nerv Syst.* 2006 Jul;22(7):692-7.



22. Stein SC, Guo W. A mathematical model of survival in a newly inserted ventricular shunt. *J Neurosurg*. 2007 Dec;107(6 Suppl):448-54.
23. Drake JM, Kestle JR, Milner R, Cinalli G, Boop F, Piatt J, Jr., et al. Randomized trial of cerebrospinal fluid shunt valve design in pediatric hydrocephalus. *Neurosurgery*. 1998 Aug;43(2):294-303; discussion -5.
24. Gangemi M, Maiuri F, Colella G, Magro F, Seneca V, de Divitiis E. Is endoscopic third ventriculostomy an internal shunt alone? *Minim Invasive Neurosurg*. 2007 Feb;50(1):47-50.
25. Walker ML. History of ventriculostomy. *Neurosurg Clin N Am*. 2001 Jan;12(1):101-10, viii.
26. Mixer W. Ventriculoscopy and puncture of the floor of the third ventricle. *Boston Med Surg J*. 1923;188(2):277-8.
27. Scarff J. Endoscopic treatment of hydrocephalus: description of a ventriculoscope and preliminary report of cases. *Archives of Neurology & Psychiatry*. 1936;35(4):853.
28. Walker ML, MacDonald J, Wright LC. The history of ventriculoscopy: where do we go from here? *Pediatr Neurosurg*. 1992;18(4):218-23.
29. Guiot G DP, Hertzog E, Bamberger C, Akerman M. Ventriculocisternostomie sous controle radioscopique pour hydrocéphalie obstructive. *Presse Med*. 1968;40:1923-6.
30. Hoffman H. The advantages of percutaneous third ventriculostomy over other forms of surgical treatment for infantile obstructive hydrocephalus. Morley TP (ed) *Current controversies in neurosurgery*. 1976:691-703.
31. Vries JK. An endoscopic technique for third ventriculostomy. *Surgical neurology*. 1978;9(3):165-8.
32. Jones R, Kwok B, Stening W, Vonau M. Neuroendoscopic third ventriculostomy. A practical alternative to extracranial shunts in non-communicating hydrocephalus. *Acta neurochirurgica Supplement*. 1994;61:79.
33. Jones RF, Kwok BC, Stening WA, Vonau M. Neuroendoscopic third ventriculostomy. A practical alternative to extracranial shunts in non-communicating hydrocephalus. *Acta Neurochir Suppl*. 1994;61:79-83.
34. Sacko O, Boetto S, Lauwers-Cances V, Dupuy M, Roux FE. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis in 368 procedures. *J Neurosurg Pediatr*. 2010 Jan;5(1):68-74.
35. Kehler U, Regelsberger J, Gliemroth J, Westphal M. Outcome prediction of third ventriculostomy: a proposed hydrocephalus grading system. *Minim Invasive Neurosurg*. 2006 Aug;49(4):238-43.
36. Schroeder HW, Oertel J, Gaab MR. Endoscopic treatment of cerebrospinal fluid pathway obstructions. *Neurosurgery*. 2008 Jun;62(6 Suppl 3):1084-92.
37. Oertel J, Schroeder H, Gaab M. Third ventriculostomy for treatment of hydrocephalus: results of 271 procedures. *Neurosurgery Quarterly*. 2006;16(1):24.
38. Sainte-Rose C, Cinalli G, Roux FE, Maixner R, Chumas PD, Mansour M, et al. Management of hydrocephalus in pediatric patients with posterior fossa tumors: the role of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg*. 2001 Nov;95(5):791-7.
39. Jones RF, Stening WA, Brydon M. Endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery*. 1990;26(1):86-91; discussion -2.
40. Gaab MR, Schroeder HW. Neuroendoscopic approach to intraventricular lesions. *Neurosurg Focus*. 1999 Apr 15;6(4):e5.

41. Tisell M. How should primary aqueductal stenosis in adults be treated?- A review. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2005;111(3):145-53.
42. Grunert P, Gaab MR, Hellwig D, Oertel JM. German neuroendoscopy above the skull base. *Neurosurg Focus*. 2009 Sep;27(3):E7.
43. Oertel JM, Mondorf Y, Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic diagnosis and treatment of far distal obstructive hydrocephalus. *Acta Neurochir (Wien)*. 2009 Aug 26.
44. Oertel JM, Mondorf Y, Gaab MR. Endoscopic third ventriculostomy in obstructive hydrocephalus due to giant basilar artery aneurysm. *J Neurosurg*. 2009 Jan;110(1):14-8.
45. Baldauf J, Oertel J, Gaab MR, Schroeder HW. Endoscopic third ventriculostomy for occlusive hydrocephalus caused by cerebellar infarction. *Neurosurgery*. 2006 Sep;59(3):539-44; discussion -44.
46. Cinalli G, Sainte-Rose C, Chumas P, Zerah M, Brunelle F, Lot G, et al. Failure of third ventriculostomy in the treatment of aqueductal stenosis in children. *J Neurosurg*. 1999 Mar;90(3):448-54.
47. Jones RF, Kwok BC, Stening WA, Vonau M. The current status of endoscopic third ventriculostomy in the management of non-communicating hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg*. 1994 Sep;37(1):28-36.
48. Kunz M. M.D., Gernot Schulte-Altendorneburg, M.D., Ph.D., Eberhard Uhl, M.D., Ph.D., Three-dimensional constructive interference in steady-state magnetic resonance imaging in obstructive hydrocephalus: relevance for endoscopic third ventriculostomy and clinical results *J Neurosurg* 109:931-938, 2008
49. Oertel JM, Mondorf Y, Baldauf J, Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus due to intracranial hemorrhage with intraventricular extension. *J Neurosurg*. 2009 Dec;111(6):1119-26.
50. Siomin V, Cinalli G, Grotenhuis A, Golash A, Oi S, Kothbauer K, et al. Endoscopic third ventriculostomy in patients with cerebrospinal fluid infection and/or hemorrhage. *J Neurosurg*. 2002 Sep;97(3):519-24.
51. Sperduto PW, Chao ST, Sneed PK, Luo X, Suh J, Roberge D, et al. Diagnosis-Specific Prognostic Factors, Indexes, and Treatment Outcomes for Patients with Newly Diagnosed Brain Metastases: A Multi-Institutional Analysis of 4,259 Patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2009 Nov 24.
52. Kulkarni AV, Drake JM, Mallucci CL, Sgouros S, Roth J, Constantini S. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of childhood hydrocephalus. *J Pediatr*. 2009 Aug;155(2):254-9 e1.
53. Oertel JM, Baldauf J, Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic options in children: experience with 134 procedures. *J Neurosurg Pediatr*. 2009 Feb;3(2):81-9.
54. Baldauf J, Oertel J, Gaab MR, Schroeder HW. Endoscopic third ventriculostomy in children younger than 2 years of age. *Childs Nerv Syst*. 2007 Jun;23(6):623-6.
55. Beems T, Grotenhuis A. Is the success rate of endoscopic third ventriculostomy age-dependent? *Child's Nervous System*. 2002;18(11):605-8.
56. Bullivant K, Hader W, Hamilton M. A pediatric experience with endoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus. *Canadian journal of neuroscience nursing*. 2009;31(2):16.
57. Di Rocco C, Cinalli G, Massimi L, Spennato P, Cianciulli E, Tamburrini G. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus in pediatric patients. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2006;31:119-219.


58. Casey A, Kimmings E, Kleinlugtebeld A, Taylor W, Harkness W, Hayward R. The long-term outlook for hydrocephalus in childhood. A ten-year cohort study of 155 patients. *Pediatric neurosurgery*. 1997;27(2):63-70.
59. Drake JM. Endoscopic third ventriculostomy in pediatric patients: the Canadian experience. *Neurosurgery*. 2007 May;60(5):881-6; discussion -6.
60. Drake JM, Kulkarni AV, Kestle J. Endoscopic third ventriculostomy versus ventriculoperitoneal shunt in pediatric patients: a decision analysis. *Childs Nerv Syst*. 2009 Apr;25(4):467-72.
61. Koch-Wiewrodt D, Wagner W. Success and failure of endoscopic third ventriculostomy in young infants: are there different age distributions? *Childs Nerv Syst*. 2006 Dec;22(12):1537-41.
62. Navarro R, Gil-Parra R, Reitman AJ, Olavarria G, Grant JA, Tomita T. Endoscopic third ventriculostomy in children: early and late complications and their avoidance. *Childs Nerv Syst*. 2006 May;22(5):506-13.
63. Dusick JR, McArthur DL, Bergsneider M. Success and complication rates of endoscopic third ventriculostomy for adult hydrocephalus: a series of 108 patients. *Surg Neurol*. 2008 Jan;69(1):5-15.
64. Gangemi M, Mascari C, Maiuri F, Godano U, Donati P, Longatti PL. Long-term outcome of endoscopic third ventriculostomy in obstructive hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg*. 2007 Oct;50(5):265-9.
65. Kadrian D, van Gelder J, Florida D, Jones R, Vonau M, Teo C, et al. Long-term reliability of endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery*. 2005;56(6):1271-8.
66. Iantosca MR, Hader WJ, Drake JM. Results of endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurg Clin N Am*. 2004 Jan;15(1):67-75.
67. Grunert P, Charalampaki P, Hopf N, Filippi R. The role of third ventriculostomy in the management of obstructive hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg*. 2003 Feb;46(1):16-21.
68. Scarrow AM, Levy EI, Pascucci L, Albright AL. Outcome analysis of endoscopic III ventriculostomy. *Childs Nerv Syst*. 2000 Jul;16(7):442-4; discussion 5.
69. Hopf NJ, Grunert P, Fries G, Resch KD, Perneczky A. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery*. 1999 Apr;44(4):795-804; discussion -6.
70. Feng H, Huang G, Liao X, Fu K, Tan H, Pu H, et al. Endoscopic third ventriculostomy in the management of obstructive hydrocephalus: an outcome analysis. *J Neurosurg*. 2004 Apr;100(4):626-33.
71. Koch D, Grunert P, Filippi R, Hopf N. Re-ventriculostomy for treatment of obstructive hydrocephalus in cases of stoma dysfunction. *Minim Invasive Neurosurg*. 2002 Sep;45(3):158-63.
72. Siomin V, Weiner H, Wisoff J, Cinalli G, Pierre-Kahn A, Saint-Rose C, et al. Repeat endoscopic third ventriculostomy: is it worth trying? *Childs Nerv Syst*. 2001 Sep;17(9):551-5.
73. Schroeder HW, Niendorf WR, Gaab MR. Complications of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg*. 2002 Jun;96(6):1032-40.
74. Schroeder HW, Oertel J, Gaab MR. Incidence of complications in neuroendoscopic surgery. *Childs Nerv Syst*. 2004 Nov;20(11-12):878-83.
75. Teo C, Rahman S, Boop FA, Cherny B. Complications of endoscopic neurosurgery. *Childs Nerv Syst*. 1996 May;12(5):248-53; discussion 53.
76. Beems T, Grotenhuis JA. Long-term complications and definition of failure of neuroendoscopic procedures. *Childs Nerv Syst*. 2004 Nov;20(11-12):868-77.

77. Abtin K, Thompson BG, Walker ML. Basilar artery perforation as a complication of endoscopic third ventriculostomy. *Pediatr Neurosurg*. 1998 Jan;28(1):35-41.
78. Drake J, Chumas P, Kestle J, Pierre-Kahn A, Vinchon M, Brown J, et al. Late rapid deterioration after endoscopic third ventriculostomy: additional cases and review of the literature. *J Neurosurg*. 2006 Aug;105(2 Suppl):118-26.
79. Fukuhara T, Vorster SJ, Luciano MG. Risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurgery*. 2000 May;46(5):1100-9; discussion 9-11.
80. Brockmeyer D, Abtin K, Carey L, Walker ML. Endoscopic third ventriculostomy: an outcome analysis. *Pediatr Neurosurg*. 1998 May;28(5):236-40.
81. Buxton N, Punt J. Cerebral infarction after neuroendoscopic third ventriculostomy: case report. *Neurosurgery*. 2000 Apr;46(4):999-1001; discussion 2.
82. McLaughlin MR, Wahlig JB, Kaufmann AM, Albright AL. Traumatic basilar aneurysm after endoscopic third ventriculostomy: case report. *Neurosurgery*. 1997 Dec;41(6):1400-3; discussion 3-4.
83. Schroeder HW, Warzok RW, Assaf JA, Gaab MR. Fatal subarachnoid hemorrhage after endoscopic third ventriculostomy. Case report. *J Neurosurg*. 1999 Jan;90(1):153-5.
84. Lipina R, Palecek T, Reguli S, Kovarova M. Death in consequence of late failure of endoscopic third ventriculostomy. *Childs Nerv Syst*. 2007 Jul;23(7):815-9.
85. Mobbs RJ, Vonau M, Davies MA. Death after late failure of endoscopic third ventriculostomy: a potential solution. *Neurosurgery*. 2003 Aug;53(2):384-5; discussion 5-6.
86. Takahashi Y. Long-term outcome and neurologic development after endoscopic third ventriculostomy versus shunting during infancy. *Childs Nerv Syst*. 2006 Dec;22(12):1591-602.
87. Schag CC, Heinrich RL, Ganz PA. Karnofsky performance status revisited: reliability, validity, and guidelines. *J Clin Oncol*. 1984 Mar;2(3):187-93.
88. Crooks V, Waller S, Smith T, Hahn T. The use of the Karnofsky Performance Scale in determining outcomes and risk in geriatric outpatients. *The Journal of Gerontology*. 1991;46(4):M139.
89. Karnofsky D, Burchenal J. The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer. *Evaluation of Chemotherapeutic Agents*. New York: Columbia University Press; 1949.
90. Mor V, Laliberte L, Morris JN, Wiemann M. The Karnofsky Performance Status Scale. An examination of its reliability and validity in a research setting. *Cancer*. 1984 May 1;53(9):2002-7.
91. Burrows CM, Mathews WC, Colt HG. Predicting survival in patients with recurrent symptomatic malignant pleural effusions: an assessment of the prognostic values of physiologic, morphologic, and quality of life measures of extent of disease. *Chest*. 2000 Jan;117(1):73-8.
92. Oechsle K, Lange-Brock V, Kruell A, Bokemeyer C, de Wit M. Prognostic factors and treatment options in patients with leptomeningeal metastases of different primary tumors: a retrospective analysis. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2010 Mar 4.
93. Auchter RM, Lamond JP, Alexander E, Buatti JM, Chappell R, Friedman WA, et al. A multiinstitutional outcome and prognostic factor analysis of

- radiosurgery for resectable single brain metastasis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1996 Apr 1;35(1):27-35.
94. Greenfield JP, Hoffman C, Kuo E, Christos PJ, Souweidane MM. Intraoperative assessment of endoscopic third ventriculostomy success. *J Neurosurg Pediatr.* 2008 Nov;2(5):298-303.
95. Peretta P, Cinalli G, Spennato P, Ragazzi P, Ruggiero C, Aliberti F, et al. Long-term results of a second endoscopic third ventriculostomy in children: retrospective analysis of 40 cases. *Neurosurgery.* 2009 Sep;65(3):539-47; discussion 47.
96. Surash S, Chumas P, Bhargava D, Crimmins D, Straiton J, Tyagi A. A retrospective analysis of revision endoscopic third ventriculostomy. *Child's Nervous System.* 2010:1-6.
97. Buxton N, Ho K, Macarthur D, Vloeberghs M, Punt J, Robertson I. Neuroendoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus in adults: report of a single unit's experience with 63 cases. *Surgical neurology.* 2001;55(2):74-8.
98. Boschert J, Hellwig D, Krauss J. Endoscopic third ventriculostomy for shunt dysfunction in occlusive hydrocephalus: long-term follow up and review. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics.* 2003;98(5).
99. Hader WJ, Walker RL, Myles ST, Hamilton M. Complications of endoscopic third ventriculostomy in previously shunted patients. *Neurosurgery.* 2008 Jul;63(1 Suppl 1):ONS168-74; discussion ONS74-5.
100. Kwiek S, Mandera M, Baowski P, Luszawski J, Duda I, Wolwender A, et al. Endoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus: early and late efficacy in relation to aetiology. *Acta neurochirurgica.* 2003;145(3):181-4.
101. O'Brien D, Seghedoni A, Collins D, Hayhurst C, Mallucci C. Is there an indication for ETV in young infants in aetiologies other than isolated aqueduct stenosis? *Child's Nervous System.* 2006;22(12):1565-72.
102. Ogiwara H, Dipatri AJ, Jr., Alden TD, Bowman RM, Tomita T. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus in children younger than 6 months of age. *Childs Nerv Syst.* 2010 Mar;26(3):343-7.
103. Rahme R, Hourani R, Moussa R, Nohra G, Okais N, et al. Endoscopic Third Ventriculostomy: The Lebanese Experience. *Pediatric Neurosurgery.* 2009;45(5):361-7.
104. Rezaee O, Sharifi G, Samadian M, Haddadian K, Ali-Asgari A, Yazdani M. Endoscopic third ventriculostomy for treatment of obstructive hydrocephalus. *Archives of Iranian Medicine.* 2007;10(4):498-503.
105. Smyth M, Tubbs R, Wellons Iii J, Oakes W, Blount J, Grabb P. Endoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus secondary to central nervous system infection or intraventricular hemorrhage in children. *Pediatric Neurosurgery.* 2000;39(5):258-63.
106. Warf B. Hydrocephalus in Uganda: the predominance of infectious origin and primary management with endoscopic third ventriculostomy. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics.* 2005;102(1).
107. Kirolos R, Javadpour M, May P, Mallucci C. Endoscopic treatment of suprasellar and third ventricle-related arachnoid cysts. *Child's Nervous System.* 2001;17(12):713-8.
108. Tamburrini G, D'Angelo L, Paternoster G, Massimi L, Caldarelli M, Di Rocco C. Endoscopic management of intra and paraventricular CSF cysts. *Child's Nervous System.* 2007;23(6):645-51.

109. Bertz J, Giersiepen K, Haberland J, Hentschel S, Kaatsch P, Katalinic A, et al. Krebs in Deutschland. Häufigkeiten und Trends [online] Letztes Update. 2006;16.
110. Warf BC, Mugamba J, Kulkarni AV. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of childhood hydrocephalus in Uganda: report of a scoring system that predicts success. *J Neurosurg Pediatr.* 2010 Feb;5(2):143-8.
111. Faggin R, Bernardo A, Stieg P, Perilongo G, d'Avella D. Hydrocephalus in Infants Less than Six Months of Age: Effectiveness of Endoscopic Third Ventriculostomy. *European journal of pediatric surgery: official journal of Austrian Association of Pediatric Surgery[et al]= Zeitschrift fur Kinderchirurgie.* 2009.
112. Mohanty A, Biswas A, Satish S, Vollmer D. Efficacy of endoscopic third ventriculostomy in fourth ventricular outlet obstruction. *Neurosurgery.* 2008;63(5):905.
113. Marton E, Feletti A, Basaldella L, Longatti P. Endoscopic third ventriculostomy in previously shunted children: a retrospective study. Reply to Professor Viroj Wiwanitkit, M.D. Wiwanitkit House, Bangkhae, Bangkok, Thailand. *Childs Nerv Syst.* 2010 May 15.
114. Rocco C, Marchese E, Velardi F. A survey of the first complication of newly implanted CSF shunt devices for the treatment of nontumoral hydrocephalus. *Child's Nervous System.* 1994;10(5):321-7.
115. Amano T, Inamura T, Nakamizo A, Inoha S, Wu C, Ikezaki K. Case management of hydrocephalus associated with the progression of childhood brain stem gliomas. *Child's Nervous System.* 2002;18(11):599-604.
116. Torres-Corzo JG, Tapia-Perez JH, Vecchia RR, Chalita-Williams JC, Sanchez-Aguilar M, Sanchez-Rodriguez JJ. Endoscopic management of hydrocephalus due to neurocysticercosis. *Clin Neurol Neurosurg.* 2010 Jan;112(1):11-6.
117. Torres-Corzo J, Tapia-Pérez J, Vecchia R, Chalita-Williams J, Sánchez-Aguilar M, Sánchez-Rodríguez J. Endoscopic management of hydrocephalus due to neurocysticercosis. *Clinical neurology and neurosurgery.* 112(1):11-6.
118. Cinalli G, Salazar C, Mallucci C, Yada JZ, Zerah M, Sainte-Rose C. The role of endoscopic third ventriculostomy in the management of shunt malfunction. *Neurosurgery.* 1998 Dec;43(6):1323-7; discussion 7-9.
119. Buxton N, Macarthur D, Robertson I, Punt J. Neuroendoscopic third ventriculostomy for failed shunts. *Surgical neurology.* 2003;60(3):201-3.
120. Hirsch JF. Consensus: long-term outcome in hydrocephalus. *Childs Nerv Syst.* 1994 Jan;10(1):64-9.
121. Kang JK, Lee IW. Long-term follow-up of shunting therapy. *Childs Nerv Syst.* 1999 Nov;15(11-12):711-7.
122. Tuli S, Tuli J, Drake J, Spears J. Predictors of death in pediatric patients requiring cerebrospinal fluid shunts. *J Neurosurg.* 2004 May;100(5 Suppl Pediatrics):442-6.

## 7. Anhang


**UNIVERSITÄTSmedizin.**  
MAINZ

Neurochirurgische Klinik und Poliklinik

**Name:** \_\_\_\_\_ **Geburtsdatum:** \_\_\_\_\_ **OP-Datum:** \_\_\_\_\_

**Seit dem durchgeführte Operationen:**  
(Mehrfachnennung möglich)

Shunt-OP Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

erneute Ventrikulostomie (Endoskopie) Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

Weitere Operationen am Gehirn: \_\_\_\_\_ Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

**Letzte bildgebende Untersuchung des Kopfes:**  
(Computer-Tomographie oder Magnet-Resonanz/Kernspin-Tomographie)

Durch Klinik/Praxis: \_\_\_\_\_ Wann?: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_

**Aktuelles Befinden:**

Karnofsky-Index (bitte eine Auswahl ankreuzen):

- keine Beschwerden, keine Zeichen der Krankheit.
- Fähig zu normaler Aktivität, kaum oder geringe Symptome.
- Normale Aktivität mit Anstrengung möglich. Deutliche Symptome.
- Selbstversorgung. Normale Aktivität oder Arbeit nicht möglich.
- Einige Hilfestellung nötig, selbständig in den meisten Bereichen.
- Hilfe und medizinische Versorgung wird oft in Anspruch genommen.
- Behindert. Qualifizierte Hilfe benötigt.
- Schwerbehindert. Hospitalisation erforderlich.
- Schwerkrank. Intensive medizinische Maßnahmen erforderlich.
- Sterbend. Unaufhaltsamer körperlicher Verfall.
- Tod.

Glasgow-Outcome-Scale (bitte eine Auswahl ankreuzen):

- Verstorben infolge der akuten Hirnschädigung
- Apallisch, bleibender vegetativer Zustand
- Schwer behindert, (geistig und/oder körperlich), auf dauernde Versorgung angewiesen, keine Erwerbsfähigkeit
- Mittelgradig behindert, weitgehend selbstständig, aber deutliche neurologische und/oder psychische Störungen, erhebliche Einschränkung der Erwerbsfähigkeit
- Nicht/leicht behindert, normale Lebensführung trotz eventuell geringerer Ausfälle, nur geringe oder keine Einschränkung der Erwerbsfähigkeit

**Aktuelle Beschwerden:**  
(Mehrfachnennung möglich)

<input type="checkbox"/> Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/> Übelkeit/Erbrechen	<input type="checkbox"/> Schwindel
<input type="checkbox"/> Sehstörungen	<input type="checkbox"/> Gleichgewichtsstörungen	<input type="checkbox"/> Gangunsicherheit
<input type="checkbox"/> Konzentrationsstörung	<input type="checkbox"/> Gedächtnisstörungen	<input type="checkbox"/> Inkontinenz

sonstiges: \_\_\_\_\_

**Wenn Verstorben bitte folgende Angaben vervollständigen:**

Todesdatum: \_\_ . \_\_ . \_\_\_\_ Todesursache: \_\_\_\_\_

**Ihre Telefonnummer für Rückfragen:** \_\_\_\_\_

*Vielen Dank für Ihre Mithilfe.*

Abb. 21 Fragebogen zur Erfassung des Langzeiterfolges

### ECOG Leistungsstatus - KARNOFSKY Index

ECOG Leistungsstatus	KARNOFSKY Index (%)	
0 Normale uneingeschränkte Aktivität wie vor der Erkrankung.	100	Normalzustand, keine Beschwerden keine Manifeste Erkrankung
	90	Minimale Krankheitssymptome
1 Einschränkung bei körperlicher Anstrengung, aber gehfähig; leichte körperliche Arbeit bzw. Arbeit im Sitzen (z.B. leichte Hausarbeit oder Büroarbeit) möglich.	80	Normale Leistungsfähigkeit mit Anstrengung
	70	Eingeschränkte Leistungsfähigkeit, arbeitsunfähig, kann sich alleine versorgen
2 Gehfähig, Selbstversorgung möglich, aber nicht arbeitsfähig; kann mehr als 50% der Wachzeit aufstehen.	60	Gelegentliche fremde Hilfe
	50	Krankenpflegerische und ärztliche Hilfe, nicht dauernd bettlägrig
3 Nur begrenzte Selbstversorgung möglich; 50% oder mehr der Wachzeit an Bett oder Stuhl gebunden.	40	Bettlägrig, spezielle Pflege erforderlich
	30	Schwer krank, Krankenhauspflege notwendig
4 Völlig pflegebedürftig, keinerlei Selbstversorgung möglich; völlig an Bett oder Stuhl gebunden.	20	Krankenhauspflege und supportive Maßnahmen erforderlich
	10	Moribund, Krankheit schreitet schnell fort
5 Tod	0	Tod

*Karnofsky DA, Burchenal JH. The Clinical Evaluation of Chemotherapeutic Agents in Cancer. In: MacLeod CM (Ed), Evaluation of Chemotherapeutic Agents. Columbia Univ Press, 1949:196.*

*Oken, M.M., Creech, R.H., Tormey, D.C., Horton, J., Davis, T.E., McFadden, E.T., Carbone, P.P.: Toxicity And Response Criteria Of The Eastern Cooperative Oncology Group. Am J Clin Oncol 5:649-655, 1982.*

The ECOG Performance Status is in the public domain therefore available for public use. To duplicate the scale, please cite the reference above and credit the Eastern Cooperative Oncology Group, Robert Comis M.D., Group Chair.

Abb. 22 Definition des Karnofsky-Index



## **8. Vorträge**

Eickele, Leonie. Langzeitergebnisse der endoskopischen Drittventrikulostomie. 2. Neurowoodstock, Mainz, 2010

## **9. Publikationen**

Vulcu S. MD, Eickele L., Cinalli G. MD, Wagner W. MD, Oertel J. MD (2014), Long-term results of endoscopic third ventriculostomy: An outcome analysis (Journal of Neurosurgery, under review Stand 31.07.2014)

Vulcu S. MD, Eickele L., Wagner W. MD, Oertel J. MD (2014), The value of endoscopic reventriculostomy in obstructive hydrocephalus (Journal of Neurosurgery, under review Stand 31.07.2014)

## 10. Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei all jenen Personen bedanken, die mich auf unterschiedliche Weise unterstützt und zu dieser Dissertation beigetragen haben.

An erster Stelle richtet sich mein Dank an Herrn Prof. Dr. Oertel, Direktor der Neurochirurgischen Klinik der Universitätsklinik des Saarlandes, der mir die Möglichkeit gab, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Er verhalf mir zu der interessanten Aufgabenstellung, die weit genug gefasst war, mein Eigeninitiative zu fördern und mir nicht die Freiheit bei der Ausgestaltung der Arbeit zu nehmen. Ich möchte mich bei Ihm für die vielfältige Unterstützung durch immerwährende produktive und zielgerichtete Diskussionsbereitschaft, Anregungen und, soweit notwendig, Diplomatie bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Frau von Dreusche für die unermüdlich freundliche Unterstützung bei vielen kleinen und großen Problemen.

Des Weiteren richtet sich mein Dank an Frau Dr. Urbschat, Mitarbeiterin der Neuroonkologischen Arbeitsgruppe der Neurochirurgischen Klinik der Universitätsklinik des Saarlandes, für die organisatorische Hilfe bei der Fertigstellung und Einreichung meiner Arbeit.

Ebenso möchte ich mich bei Frau Dr. Vulcu, Klinik für Neurochirurgie der Universität des Saarlandes, für die Hilfe bei statistischen Fragestellungen und die positive mentale Unterstützung bedanken.

Ich möchte mich herzlich bei den Mitarbeitern des Neurochirurgischen Archivs und des Mikrofilmarchivs der Universitätsmedizin Mainz bedanken durch deren Unterstützung die Stunden im Dunkeln unterhaltsamer wurden.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Kindel und Herrn Bauer für die graphische Unterstützung meiner Arbeit.

Ich danke meinem Freund, der mir stets Mut zugesprochen, meine EDV-Kenntnisse aufgefrischt und mich in meiner Arbeit bestärkt hat. Hätte er mir nicht den Rücken freigehalten, wäre meine Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Und nicht zuletzt danke ich meinen Eltern, die in jeglicher Hinsicht die Grundsteine für meinen Weg gelegt haben.