

Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. N. Roewer

Das Schädel-Hirn-Trauma bei Kindern

Eine retrospektive Auswertung der DIVI-Notarztprotokolle aus Bayern

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Pia Sperb
aus Regensburg

Würzburg, Juni 2006

Referent: Prof. Dr. P. Sefrin

Korreferent: PD Dr. M. Anetseder

Dekan: Prof. Dr. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 06.06.06

Die Promovendin ist Ärztin

Gewidmet

meinen Eltern

Ulrike Sperb

Gerhard Sperb

und meinem Freund

Gervasoni Wladimir

Gliederung

1. Einleitung	1
2. Fragestellung	8
3. Material und Methode	9
4. Ergebnis	12
4.1. Allgemeine Angaben	12
4.1.1. Häufigkeit des Schädel-Hirn-Traumas	14
4.1.2. Altersverteilung der Patienten der Notarzteinsätze	14
4.1.3. Dokumentation des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas im DIVI-Notarztprotokoll	16
4.1.3.1. Übersicht über die Häufigkeit der Dokumentation der einzelnen Variablen im DIVI-Notarztprotokoll	16
4.1.4. Notfallkategorien	17
4.2. Rettungstechnische Daten	19
4.2.1. Rettungsmittel	19
4.2.2. Einsatzdatum	20
4.2.2.1. Häufigkeit des kindlichen Schädel-Hirn- Traumas im Verhältnis zur Anzahl der kindlichen Notfälle verteilt auf die Jahrgänge	21
4.2.3. Einsatzmonate	22
4.2.4. Einsatzzeiten	22
4.2.4.1. Alarmierungszeit	24
4.2.4.2. Ankunftszeit am Unfallort (Fahrzeit)	25
4.2.4.3. Behandlungszeit	25
4.2.4.4. Ankunftszeit im Krankenhaus (Transport, Übergabezeit)	26
4.2.4.5. Einsatzdauer	26
4.2.5. Entfernung (km)	27
4.3. Patientendaten	28
4.3.1. Alter	28
4.3.1.1. Anteile der kindlichen Schädel-Hirn- Traumen an den kindlichen Notfällen im Bezug zum Alter	29
4.3.1.2. Alter und Alarmierungszeit	30
4.3.2. Geschlecht	36

4.3.2.1. Geschlecht und Alter	37
4.4. Befunde	37
4.4.1. Neurologie	38
4.4.2. Glasgow-Coma-Scale (GCS)	39
4.4.2.1. Glasgow-Coma-Scale und Geschlecht	41
4.4.2.2. Glasgow-Coma-Scale und Alter	42
4.4.2.2.1. Alter bezogen auf den Glasgow-Coma-Scale-Wert	42
4.4.3. Bewusstseinslage	45
4.4.4. Pupillenveränderung	46
4.4.5. Cornealreflex	46
4.5. Messwerte	47
4.5.1. Messwerte der Vitalparameter	47
4.5.2. Blutdruck	49
4.5.2.1. Blutdruck bezogen auf isoliertes Schädel-Hirn-Trauma und Schädel-Hirn-Trauma mit Begleitverletzungen	51
4.5.3. Herzfrequenz	52
4.5.4. Blutzucker	54
4.5.5. Atemfrequenz	54
4.5.6. Pulsoximetrische gemessene Sauerstoffsättigung im Blut (SpO ₂)	55
4.5.7. EKG	57
4.5.7.1. EKG in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale	58
4.5.8. Atmung	59
4.5.8.1. Atmung in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale	60
4.6. Erstdiagnose	60
4.6.1. Erkrankungen	61
4.6.2. Verletzungen	62
4.6.2.1. Begleitverletzungen	64
4.6.2.1.1. Begleitverletzungen bezogen auf das Alter	65
4.6.2.1.2. Offene und/oder geschlossene Begleitverletzung	66
4.7. Versorgungsmaßnahmen	67
4.7.1. Versorgungsmaßnahmen bei Herz/Kreislauf-Störungen	67

4.7.1.1.	Anlage eines peripheren venösen Zugangs bei Kindern in Abhängigkeit vom Alter	69
4.7.2.	Maßnahmen bei Atemstörungen	69
4.7.2.1.	Sauerstoffapplikation in Abhängigkeit vom Alter des Kindes	71
4.7.2.2.	Intubation in Abhängigkeit vom Alter	72
4.7.2.3.	Intubation in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale mit und ohne Begleitverletzung	73
4.7.2.4.	Intubation in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale und Alter	74
4.7.2.5.	Intubation in Abhängigkeit von der Sauerstoffsättigung	75
4.7.3.	Sonstige Maßnahmen	76
4.7.3.1.	Anästhesie in Abhängigkeit vom Alter	78
4.7.3.2.	Anästhesie in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale mit und ohne Begleitverletzung	79
4.7.4.	Monitoring	80
4.7.4.1.	Monitoring in Abhängigkeit vom Alter	83
4.7.4.2.	EKG in Abhängigkeit vom Alter	83
4.7.4.3.	Bestimmung der Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit vom Alter	84
4.7.4.4.	Manuelle Blutdruckmessung in Abhängigkeit vom Alter	85
4.7.5.	Medikamentengabe	86
4.7.5.1.	Medikamentengabe in Abhängigkeit vom Alter	88
4.7.5.2.	Medikamentengabe in Abhängigkeit vom NACA-Score	89
4.7.5.3.	Infusion in Abhängigkeit vom Alter	90
4.7.5.4.	Analgetika und Sedativa in Abhängigkeit vom Alter	90
4.8.	Übergabe	91
4.8.1.	Zustand	91
4.8.2.	Glasgow-Coma-Scale bei der Übergabe	93
4.8.3.	GCS-Wert bei der Übergabe im Vergleich zum GCS-Erstbefund	93
4.9.	Ergebnis	94
4.9.1.	Einsatzbeschreibung	95
4.9.2.	Ersthelfermaßnahmen	96
4.9.2.1.	Ersthelfermaßnahmen in Abhängigkeit vom NACA-Score	96

4.9.3. NACA-Score	97
4.9.4. Zwischenfälle/Ereignisse/Komplikationen (ZEK)	98
5. Diskussion	101
6. Zusammenfassung	125
7. Literatur	127
Danksagung	
Lebenslauf	

1. Einleitung

Mit einem Anteil von 1% bis 5% stellen Notfälle bei Kindern für den Notarzt ein relativ seltenes Ereignis dar (77). Dieser vergleichsweise geringe prozentuale Anteil zu den gesamten Notarzteinsätzen begrenzt zwangsläufig die Einsatzerfahrungen des Rettungsdienstes. Hinzu kommt, dass Kinder aufgrund ihrer anatomischen und physiologischen Unterschiede zum Jugendlichen oder erwachsenen Patienten eine erhöhte Anforderung an die notärztlichen Fähigkeiten stellen (77).

Dass bei einem Unfall der unter Fünfzehnjährigen der Kopf im Verhältnis zum Körper und der Extremitäten relativ häufig betroffen ist, erklärt sich dadurch, dass die kindlichen Proportionen zu Gunsten des Kopfes hin verschoben sind, d.h. großer, schwerer Kopf im Vergleich zum leichten und kleinen Rumpf. Auch bei den Ursachen des Unfallgeschehens ist eine Differenzierung zwischen einem Kind und einem Erwachsenen zu machen, da entwicklungsbedingte Defizite in den sensorischen, motorischen und gedanklichen Fähigkeiten, den Wahrnehmungen und dem Gefahrenbewusstsein bestehen und dies zu altersbedingten Unfallhäufungen wie z.B. Sturz-, Fahrrad- und Verkehrsunfällen führt (77).

Mit fünfundzwanzig bis zu fünfzig Prozent aller traumabedingten kindlichen Todesfälle, ist die Todesursache auf ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) zurückzuführen, welches aus einer direkten und/oder indirekten Gewalteinwirkung auf den Kopf resultiert (80,99). Die direkte Gewalteinwirkung ist meist mit äußeren Verletzungen (Prellungen, Schürfwunden, Weichteilschäden) vergesellschaftet. Eine indirekte Gewalteinwirkung auf den Schädel ist Folge einer positiven und/oder negativen Beschleunigung, wobei massivste Hirnsubstanzschädigungen verursacht werden können. Äußerlich sichtbare und tastbare Verletzungen liegen hier selten vor. Häufig tritt das Schädel-Hirn-Trauma im Rahmen eines Polytraumas auf in Kombination mit Thorax-, Abdominal- und/oder Wirbelsäulenverletzungen (80,95,98,107).

Bei einer Gewalteinwirkung auf den Kopf können zwei Arten der Hirnschädigung auftreten, die primäre und die sekundäre Schädigung:

- Unter **Primärschaden** versteht man die Folgen der unmittelbaren Gewalteinwirkung auf den Kopf. Er kann sich in einer vorübergehenden Bewusstseinsstörung ohne morphologisch fassbares Substrat bis hin zur tiefen Bewusstlosigkeit mit anatomisch fixierten Schäden äußern. Die Schwere der Verletzung wird durch die morphologischen Schäden bestimmt, die durch notfallmedizinische therapeutische Maßnahmen nicht mehr beeinflusst werden können. Die präklinische Therapie zielt beim SHT in erster Linie darauf ab, einen Sekundärschaden zu vermeiden oder ihn so gering wie möglich zu halten.

- Bei dem **Sekundärschaden** handelt es sich um die mittelbaren Schädigungen am Gehirn. Der Sekundärschaden entsteht zum einen durch die Folgeschädigung im Rahmen pathophysiologischer Veränderungen im primär geschädigten Gehirn und zum anderen durch Störungen anderer Organsysteme, hauptsächlich Kreislauf und Atmung, wobei die arterielle Hypotonie und Hypoxämie im Vordergrund stehen. Dies erklärt sich daraus, dass die Neurone nach einem Schädelhirntrauma nicht obligat mechanisch zerstört, aber in der Folge funktionell beeinträchtigt werden können. Aufgrund dieser temporären Funktionsstörung ist die Empfindlichkeit der Zellen gegenüber einer Hypotonie, Hypotension und Hyperkapnie gesteigert. Weitere Ursachen sind Volumenzunahme des Gehirns durch Hirnschwellung und -ödeme.

Physiologischerweise ist das Gehirn ein gut durchblutetes Organ und benötigt in Ruhe etwa 15-20% des Herzzeitvolumens. Beim Gesunden ist der Blutfluss (CBF) weitgehend konstant und durch den Hirnstoffwechsel, den Strömungswiderstand der hirnversorgenden Gefäße und den arteriellen Kohlendioxidpartialdruck beeinflusst und adaptiert. Der cerebrale Blutfluss unterliegt bei einem arteriellen Mitteldruck zwischen 60 und 130 mmHg der Autoregulation, welche mittels Hirnarteriendilatation und -konstriktion den intracerebralen Strömungswiderstand weitgehend konstant hält. Auch bei einer Abnahme des Sauerstoffpartialdrucks im Blut kommt es zu einer Dilatation der Hirngefäße und somit zur Steigerung der Hirndurchblutung. Mit zunehmender Gewebshypoxie sinkt der pH-Wert, was wiederum eine Gefäßdilataion bewirkt.

Nimmt z.B. im Rahmen einer Hyperventilation der Kohlendioxidgehalt im Blut ab, folgt eine Konstriktion der Arterien. Steigt der Kohlendioxidgehalt z.B. bei einer Hypoventilation, dilatieren die Hirngefäße (57,71,98,107).

Nach einem Schädelhirntrauma kann der Autoregulationsmechanismus gestört sein. Dies hat zur Folge, dass Schwankungen im Bereich des arteriellen Blutdruckes sich unmittelbar auf die Hirndurchblutung auswirken. In einer solchen Situation sind der Blutfluss und damit die Sauerstoffversorgung des Gehirns direkt vom cerebralen Perfusionsdruck (CPP), welcher sich aus dem Produkt arterieller Mitteldruck und intrakranieller Druck zusammensetzt, abhängig. Steigt nach einem SHT der intrakranielle Druck, vermindert sich die Durchblutung und somit auch die Sauerstoffversorgung. Im Extremfall sinkt die Blutversorgung des Gehirns auf null, was innerhalb von Minuten zum Hirntod führt. Besteht gleichzeitig noch eine Hypotonie z.B. im traumabedingten Schock, nimmt der CPP noch stärker ab.

Die klinischen Symptome des ansteigenden Hirndrucks manifestieren sich als Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Veränderung der Bewusstseinslage bis hin zur tiefen Bewusstlosigkeit. Bei unzureichender Therapie, verschlechtert sich die Situation und es kann zu schweren neurologischen Defiziten mit Dauerschädigung bis hin zum Tod kommen. Dies zeigt die Notwendigkeit einer frühzeitigen Schocktherapie unter Einbezug der Beatmung, der Stabilisierung des Kreislaufes und Optimierung des Sauerstoffangebotes.

Bei einem Schädelhirntrauma kann es durch eine Hyperkapnie, Hypoxie, metabolische Veränderung oder eine Erhöhung des zentralvenösen Druckes zu einem Anstieg der cerebralen Blutfülle und in Folge zur Ausbildung eines Hirnödems kommen. Das Ödem komprimiert die Gefäße, was wiederum Ursache einer Mangel durchblutung ist. Durch die Minderversorgung des Gehirns kommt es zur Gewebshypoxie, welche ihrerseits wieder zu einem Ödem führt. Die intrakranielle Raumforderung bedingt zum einem, eine direkte lokale Schädigung des empfindlichen Nervengewebes und zum anderem, eine Verdrängung des Gehirns in Richtung auf den Ort des geringsten Widerstandes. Dieser befindet sich an der Schädelbasis im Bereich des Foramen magnum. Bei einer

erheblichen Massenverschiebung kommt es zunächst zu einer Einklemmung des Mittelhirns im Bereich des Tentoriums. Klinisch manifestiert sich die transtentorielle Herniation als „akutes Mittelhirnsyndrom“ (Dezerebrationsyndrom) mit tiefer Bewusstlosigkeit, Strecksynergismen der Extremitäten und vegetativen Begleiterscheinungen, wie Blutdruckanstieg, Hyperventilation und Hyperthermie. Die Pupillen sind in diesem Stadium mittelweit bis eng und weisen eine erheblich verzögerte Lichtreaktion auf. Für den Patienten stellt das Dezerebrationssyndrom eine lebensbedrohliche Situation dar, welche aber durch eine rechtzeitige und suffiziente Therapie gemindert werden kann. Schreitet die Herniation weiter voran, kommt es zur Kompression der Medulla oblongata und klinisch zum „akuten Bulbärhirnsyndrom“. Der Verunfallte ist tief bewusstlos, zeigt einen schlaffen Muskeltonus und keine Reaktion auf äußere Reize. Seine Pupillen sind reaktionslos, meist entrundet und maximal weit. Im weiteren Verlauf kommt es zur respiratorischen Insuffizienz bis hin zum Atemstillstand, was schließlich zum Tod des Patienten führt. Das Bulbärhirnsyndrom hat zwar eine äußerst schlechte Prognose muss aber nicht unbedingt mit dem Tod enden (70,77,94).

Die Einteilung des Schädel-Hirn-Traumas erfolgt in eine offene bzw. geschlossene Kopfverletzung und nach der Schwere des Traumas in Form von Gradeinteilungen. Bei gedeckten Hirnverletzungen, d.h.: die Dura ist nicht eröffnet und nach offenen Hirnverletzungen, d.h.: die Dura ist offen. Des Weiteren wird differenziert zwischen SHT 1° (Hirnerschütterung, Commotio cerebri), SHT 1-2° (Hirnprellung, Contusio cerebri), SHT 2-3° und SHT 3° (9,98). Bei der Commotio cerebri liegt ein voll reversibler Zustand vor. Es kommt zu einer Bewußtlosigkeit für ca. 5 Minuten und es besteht eine Erinnerungslücke auch für die Zeit vor dem Unfall (retrograde Amnesie). Vegetative Reizsymptome wie Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und Kopfschmerzen, können auftreten. Bei der Contusio cerebri kommt es zu einer Hirnsubstanzschädigung. Es kann dabei ein offenes oder geschlossenes Schädelhirntrauma vorliegen. Verletzungen können durch Beschleunigungs- oder Verzögerungstraumen sowie

umschriebene Stoßeﬀekte am Hirn hervorgerufen werden. Leitsymptom hier ist die länger andauernde Bewusstlosigkeit.

Eine Hirnschädigung durch intracranielle Drucksteigerung erfolgt bei dem SHT 2-3°. Die Drucksteigerung kann durch verschiedene traumabedingte Ursachen (Hirnödem und/oder Hämatom) hervorgerufen werden.

Hämatome entstehen durch Ruptur cerebraler Gefäße, was zur subduralen, epiduralen oder intracerebralen Einblutungen führen kann. Beim Epiduralhämatom erfolgt die Einblutung zwischen Dura mater und Schädelknochen hauptsächlich infolge einer Ruptur der Ateria meningea media; häufig kombiniert mit einer Kalottenfraktur. Typisches Symptom ist die anfängliche Bewusstseinsstörung mit anschließendem freiem Intervall und erneuter Eintrübung bis tiefen Koma nach Minuten bis Tagen. Um eine venöse Einblutung zwischen Dura mater und Arachnoidea, bedingt durch eine Ruptur der Brückenvenen, handelt es sich beim subduralen Hämatom. Hier besteht zwischen einer initialen Bewusstseinsstörung und dem Auftreten von klinischen Symptomen ein freies Intervall, welches Tage bis Monate andauern kann. Intracerebrale Hämatome entwickeln sich im Hirngewebe am Ort der Gewalteinwirkung, im gegenüberliegenden Bereich der Gewalteinwirkung (contrecoup) oder in den Liquorräumen. Klinische Symptome sind abhängig vom jeweiligen Läsionsort.

Eine primäre Einschätzung der Schwere des Schädel-Hirn-Traumas ist mit Hilfe der Glasgow-Coma-Scale (GCS) möglich (26,65,94,97,98,107,123,130). Hierbei erfolgen die Beurteilung des Pupillen- und Augenbefundes, die spontane und durch Schmerz induzierte Motorik aller Extremitäten sowie die Bewusstseinslage. Bei 3-8 GCS-Punkten liegt ein schweres SHT vor, bei 9-12 ein mittelschweres und bei 13-15 ein leichtes (26,65,94,98,99,107,123).

Für Kleinkinder ist diese Graduierung nur eingeschränkt verwertbar. Aus diesem Grund wurde eine neurologische Evaluierung für Kinder entwickelt, die den besonderen physiologischen Bedingungen des Kleinkindes Rechnung trägt (72,119). Zur schnellen Orientierung genügt die Feststellung, ob die Glasgow-Coma-Scale des Kindes unter oder über 7 liegt. Ein GCS-Wert unter 7 weist

meist auf ein schädel-hirn-traumatisiertes Kind, das auf Ansprache nicht reagiert oder die Augen öffnet und auf Schmerzreize nur ungezielt antwortet (10,51,71).

Des Weiteren kommen dem kindlichen Schädelhirntrauma einige Besonderheiten zu (72):

- Der noch elastische Schädel kann äußere Gewalteinwirkungen zwar durch Verformung teilweise abfangen, jedoch ergibt sich durch die höheren Scherkräfte eine stärkere Schädigung des Gehirnparenchyms.
- Die cerebrale Autoregulation bei Kindern ist sehr empfindlich. Bereits kleinere Läsionen führen zu einer Störung des Regelmechanismus des Hirns.
- Wegen den sehr elastischen intracerebralen Venen, welche leicht kollabieren, kommt es sehr schnell zu einer Abflussbehinderung mit nachfolgendem Hirnödem. Andererseits kann eine intrakranielle/intracerebrale Blutung im Gegensatz zum Erwachsenen kreislaurelevant werden und zum Volumenmangelschock führen, da das Gesamtblutvolumen im Kindesalter geringer ist.
- Die Anpassung an die Kreislaufbelastung erfolgt nicht wie beim Erwachsenen durch Steigerung des Herzzeitvolumens, sondern durch Zunahme der Herzfrequenz und des Gefäßtonus. Dadurch kommt es zur frühen Kreislaufzentralisation, wobei der systemarterielle Druck lange Zeit konstant gehalten wird und dann plötzlich abfällt (10,71,74).
- Weiterhin fehlt die Korrelation zwischen dem eigentlichen Unfall und dem Ausmaß des SHT. Auch ist die Pupillenveränderung als Hinweis auf eine intracranielle Drucksteigerung ein absolutes Spätzeichen.

Empfehlungen der Notfalltherapie von Kindern mit SHT beinhalten (5,14,2,33,71,107,108):

- Beurteilung der Bewusstseinslage und des Verletzungsmuster soweit wie möglich
- Oberkörperhochlagerung und Fixierung des Kopfs in Mittelstellung zur Erleichterung des cerebralvenösen Abflusses
- Freihalten der Atemwege, bei Bewusstlosen Intubation, notfalls Beatmung

- Ausreichende Sauerstoffzufuhr und nach Intubation und Beatmung moderate kontrollierte Hyperventilation
- Stabilisierung des Kreislaufs durch Volumensubstitution; damit auch ein ausreichender cerebraler Perfusionsdruck gewährleistet wird.
- Suffiziente Analgosedierung, Verminderung der motorischen Unruhe, bei Krampfanfällen und/oder Streck- und Beugesynergismen erfolgt die Gabe von Barbituraten.

Eine konsequente und aggressive präklinische Notfalltherapie ist nicht nur in Hinblick auf die Letalität entscheidend, sondern auch in Bezug auf den Krankheitsverlauf, die klinische Behandlungsdauer und die Langzeitfolgen von großer Bedeutung (8,9,11,26,42,63,65,80). Risikofaktoren für ein ungünstiges Outcome sind: Alter, Polytrauma, Schädelfrakturen, primäre Areflexie, intrakranielle Blutung/Hämatom, Streckkrämpfe und Hirnschwellung/Hirnödem (26).

2. Fragestellung

Um eventuelle Verbesserungen im Rahmen der präklinischen Versorgung des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas zu erzielen, wird in dieser Analyse die präklinische Versorgung des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas untersucht. Aufgrund fehlender Outcome-Angaben (Datenschutz) aus der Klinik kann sich die Analyse nur auf eine präklinische Bestandsaufnahme beschränken. Vor dem Hintergrund der Besonderheiten des kindlichen Schädelhirntraumas einerseits und den standardisierten Therapierichtlinien für Schädelhirntraumen andererseits sollen Aussagen zum Erscheinungsbild der Schädigung (Schweregrad, Leitsymptome) und deren Erstversorgung im Rahmen des Rettungsdienstes gemacht werden. Erfasst werden sollen auch epidemiologische Daten, Unfallsursache und Unfallsart, sowie die Verletzungsintensität und Lokalisation. Mit einbezogen werden neurologische Befunde, der GCS-Wert und die Befundung der vitalen Funktionen. Darüber hinaus sollen, die am Notfallort ergriffenen therapeutischen Maßnahmen in Bezug zu den vitalen Funktionen, den eingesetzten Medikamenten und dem Schweregrad des Schädel-Hirn-Trauma gesetzt werden. Schließlich soll noch eine Dokumentation der Veränderung des Zustandes der Patienten bei der Übergabe im Krankenhaus erfolgen.

3. Material und Methodik

Die Kassenärztliche Vereinigung Bayerns (KVB) als Träger des Notarztdienstes in Bayern hat das bundeseinheitliche DIVI-Notarztprotokoll (Version 2.5) zur verbindlichen Basis der notärztlichen Dokumentation gemacht. Es wurde am 01.04.1995 eingeführt.

Bis zum 31.12.1997 wurden ca. 220000 Protokolle mit einem eigens für diesen Zweck entwickeltem DOS-Datenverarbeitungsprogramm (Teuton) und als vierzeiliger ASCII-File pro Datensatz abgespeichert.

Dieser Datenpool wurde der Sektion für präklinische Notfallmedizin der Klinik für Anaesthesiologie der Universität Würzburg zur weiteren Bearbeitung überlassen. Die ASCII-Files wurden nach MS-Access transferiert und standen somit der weiteren Bearbeitung und Korrektur in einer MS-mdb-Datenbank zur Verfügung. Nach der Überarbeitung konnten 169.600 Datensätze für diese Analyse verwendet werden.

Für die Eingabe weiterer Notarztprotokolle wurde eine Erfassungsmaske mit dem Programm MS-Access erstellt. Um Eingabefehler zu vermeiden, wurden Plausibilitäten eingearbeitet. Bis Ende 1999 wurden damit weitere 30.000 Protokolle erfasst.

Für die Auswertung standen schließlich insgesamt 200.221 Protokolle auf Validität geprüfte Datensätze zur Verfügung.

Ein Teil der Auswertung wurde mit Access vorgenommen. Um weitere Fragestellungen zu beantworten und um statistische Aussagen treffen zu können, wurden die Datensätze in ein spezielles Statistikprogramm der Universität Würzburg (Medas) transferiert.

Die statistische Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen wurde computergestützt (Medas) ausgeführt. Zur Signifikanzberechnung wurde als adäquates Testverfahren für den Vergleich zweier unbekannter Wahrscheinlichkeiten der Chi-Quadrat-Test verwendet. Als Nullhypothese H_0 , die durch die Berechnung der Testgrößen V widerlegt werden sollte, wurde angenommen, dass sich die beobachteten Häufigkeiten nur zufällig unterscheiden. Als Alternativ-Hypothese H_1 nahm man an, dass die beobachtete

Häufigkeit nicht nur zufällig bei erwarteter Unabhängigkeit voneinander abweichen. Das heißt, man hat die Null-Hypothese gegen die Alternativ-Hypothese bei Zugrundelegung einer angemessenen Sicherheitswahrscheinlichkeit (mindestens 95%) bzw. einer Irrtumswahrscheinlichkeit (höchstens 5%) zu testen. Die Signifikanzschranken wurden den wissenschaftlichen Tabellen nach Basler entnommen. Errechnete sich in den einzelnen Tests ein V , das größer als die jeweilige Signifikanzschranke war, so konnte die postulierte Nullhypothese als widerlegt angesehen werden.

(Signifikanzangaben im Ergebnissteil: $p \leq 0,1$ entspricht einer hohen Signifikanz, $p < 0,05$ entspricht einer statistischen Signifikanz)

Das Alter des Kindes wurde in Gruppen eingeteilt. Die Gruppe 1 enthält alle Säuglinge (<1 Jahr), die Gruppe 2 Kinder im Alter von 1-3 Jahren, die Gruppe 3 alle Vorschulkinder (4-6 Jahre). 7-10 Jährige beinhaltet die Gruppe 4 und 11-14 Jährige die Gruppe 5.

Die Kategorisierung des Schweregrades des Schädel-Hirn-Traumas durch die Notärzte erfolgte in der vorliegenden Arbeit anhand der Einteilung des neurologischen Status in die Glasgow-Coma-Scale (27,31,37,57,75,95,101). In dieser Einteilung werden die Kriterien „Augenöffnen, beste verbale Reaktion und beste motorische Reaktion“ berücksichtigt.

Auf der Basis der Glasgow-Coma-Scale erfolgte eine Einteilung des Schweregrades des Schädel-Hirn-Traumas in Gruppen (27,31,37,57,75,95,101) (Tab.1).

Glasgow-Coma-Scale	Neurologischer Befund	Schweregradeinteilung
15	unauffällige Neurologie	bewusstseinsklar, kein Schädel-Hirn-Trauma
13 bis 14	leichte neurologische Störung	Commotio cerebri, SHT 1°
9 bis 12	mittelgradige neurologische Störung	bewusstseinsgetrübt, SHT 1-2°
6 bis 8	schwere neurologische Störung	bewusstseinsgetrübt, bewusstlos, SHT 2-3°
3 bis 5	schwerste neurologische Störung	bewusstlos, komatös, SHT 3°

Tab.1: Einteilung des GCS und dessen neurologische Beurteilung

Eine Einteilung der Schädigung hinsichtlich des klinischen Schweregrades erfolgte anhand des NACA-Scores (31,74,126). Geringfügige Störungen wurden dem NACA-Score 1 zugeordnet, nötige ambulante Abklärungen dem NACA-Score 2 und stationäre Behandlungen dem NACA-Score 3. Einem Score-Wert von 4 waren Patienten zugeordnet, bei welchen eine akute Lebensgefahr nicht auszuschließen war und Patienten mit akuter Lebensgefahr erhielten einen Score-Wert von 5. Im NACA-Score 6 waren Reanimationen beinhaltet und der Tod im Score-Wert 7.

4. Ergebnisse

4.1. Allgemeine Angaben

Die Abbildung (Abb.1) zeigt eine Verteilung der über die KVB abgerechneten (=tatsächlich erbrachte) Notarzteinsätze in Bayern in den Jahren 1995 bis 1998.

Anzahl der Einsätze

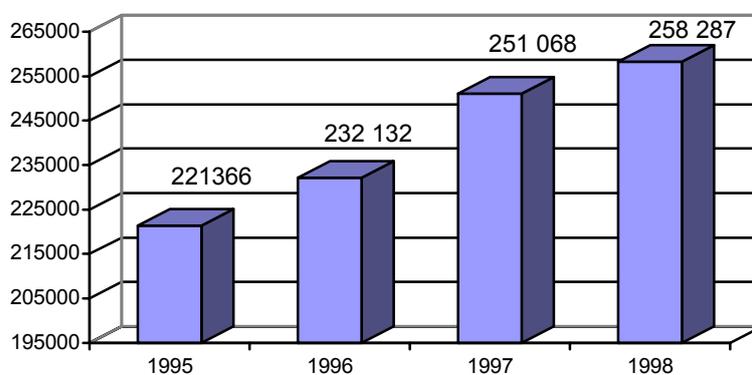


Abb.1: Anzahl der Notarzteinsätze verteilt auf die Jahrgänge 1995-1998

Quelle: KV- Bayern

Es ist eine Zunahme der Notarzteinsätze über die Jahre 1995 bis 1998 von 16,7% zu erkennen.

Von ca. 1 Millionen Notarzteinsätzen wurden bis zum 31.10.1999 insgesamt 200221 Protokolle erfasst und ausgewertet.

Die Verteilung der 200221 erfassten verfügbaren Notarzteinsätze über die Jahre 1995-1999 stellt Abb.2 dar.

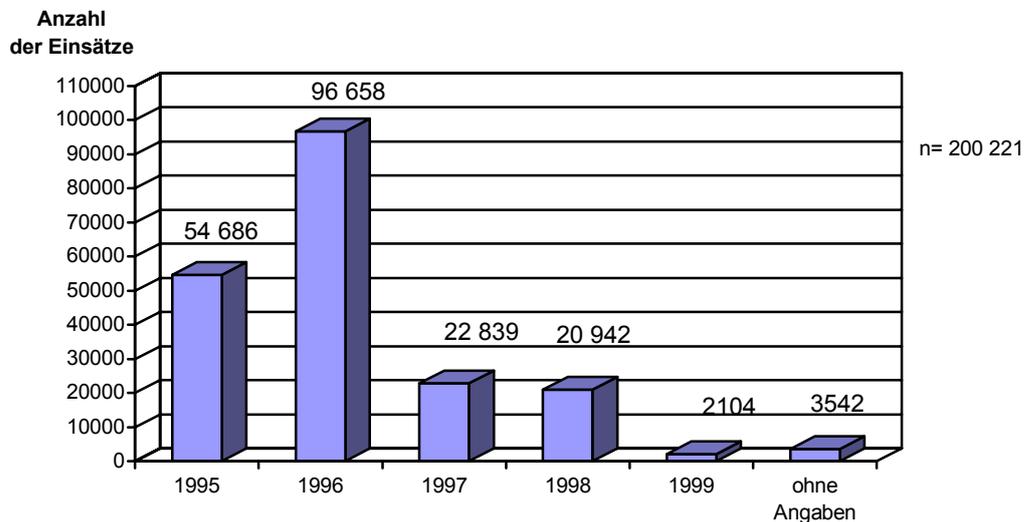


Abb.2: Verteilung der eingegebenen Protokolle bzw. der Notarzteinsätze auf die Jahrgänge 1995-1999

Aus dem Jahr 1995 wurden 54686 (27,3%) von 200221 Notarzteinsetzprotokolle eingegeben, von 1996 96658 (48,3%), von 1997 22839 (11,4%), von 1998 20942 (10,5%) und von 1999 2104 (1,05%). 3542 Protokolle waren ohne Angaben und konnten nicht verwertet werden.

Die starke Differenz der erfassten Notarzteinsätze in den einzelnen Jahrgängen hat zwei Gründe: die Rückgabequote der Protokolle an die KVB variiert sehr stark bzw. die vollständige Eingabe aller Protokolle steht noch aus.

Trotzdem kann der Datenpool als repräsentativ für das notärztliche Geschehen in Bayern angesehen werden, aufgrund der hohen Anzahlen und der Tatsache, dass die Protokolle aus der allen bayerischen Bezirken stammen.

4.1.1. Häufigkeit des Schädel-Hirn-Traumas

Auf den 200221 erfassten Einsatzprotokollen war bei 187214 Protokollen (93,5%) eine Erstdiagnose angegeben. In 46942 Fällen lag als Erstdiagnose eine Verletzung vor, d.h. von diesen 187214 Personen erlitten 25,1% eine Verletzung. Das Schädel-Hirn-Trauma als Erstdiagnose wurde in 20676 Fällen dokumentiert. In Bezug auf die 187214 Notarztprotokolle entspricht dies einem Anteil von 11%. Das bedeutet, bei fast jedem 10. Einsatz aller dokumentierten Notfallpatienten lautete die Erstdiagnose Schädel-Hirn-Trauma. In Bezug auf die 46942 Einsätze, bei denen eine Verletzung vorlag, war das Schädel-Hirn-Trauma mit 44,0% fast die zweithäufigste Schädigungsursache.

4.1.2. Altersverteilung der Patienten der Notarzteinsätze

Eine Altersangabe der 20676 Protokolle mit Erstdiagnose Schädel-Hirn-Trauma enthielten 17597 (85,1%), bei 3079 fehlten sie.

Bei 1862 Notarzteinsätzen handelte es sich um kindliche Schädel-Hirn-Traumen (von 0 bis 14 Jahre). Bezogen auf die Gesamtzahl der dokumentierten Einsätze mit Schädel-Hirn-Trauma (20676 Protokolle) entspricht dies einem Anteil von 9%. Bei 15735 Notarzteinsätzen waren die Patienten, welche ein Schädel-Hirn-Trauma aufwiesen, älter als 14 Jahre (76,1%).

Anzahl der Patienten

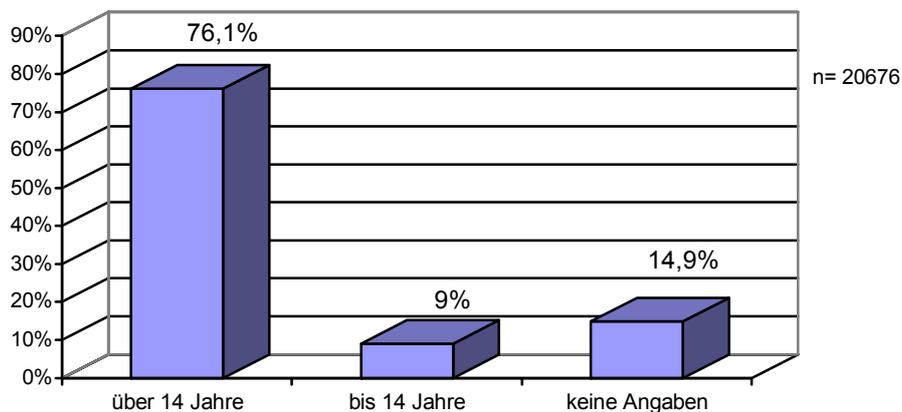


Abb.3: Alter der Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma

Anteil der kindliche Schädel-Hirn-Traumen (n=1862)	Bezugsgesamtheit
1%	Bezogen auf 200 221 erfasste Protokolle
9%	Bezogen auf 20 676 Einsätze mit Schädel-Hirn-Trauma
16,8%	Bezogen auf 11 101 pädiatrische Notfälle

Tab.2: Relationen des kindlichen Schädel-Hirn-Trauma

4.1.3. Dokumentation des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas im DIVI-Notarztprotokoll

4.1.3.1. Übersicht über die Häufigkeit der Dokumentation der einzelnen Variablen im DIVI-Notarztprotokoll (Tab.2)

1. Rettungstechnische Daten	Anzahl der Variablen	%*
Rettungsmittel	1452	78%
Datum	1862	100%
Alarm	1713	92%
Ankunft	1526	82%
Abfahrt	1248	67%
Übergabe	1071	57,5%
Km	696	37,4%
Alter	1862	100%
Geschlecht	1740	93,4%
2. Befunde		
Neurologie	1811	97,3%
GCS	1639	88%
Messwerte	1496	87,1%
RR syst.	1149	61,7%
BZ	109	5,8%
SpO ₂	699	37,5%
EKG	858	46%
Atmung	1310	70,3%
3. Erstdiagnose		
Erkrankung		
Verletzung	1862	100%
4. Maßnahmen		
Herz/Kreislauf	763	41%
Atmung	366	19,7%
Weitere Maßnahmen	716	49,2%
Monitoring	993	62,2%
Medikamente	826	52,1%
5. Übergabe		
Zustand	1388	74,5%

GCS	403	21,6%
6. Ergebnis		
Einsatzbeschreibung	1691	90,8%
Ersthelfermaßnahmen	1331	71,5%
Notfallkategorie	1657	89%
NACA- Score	1532	82,3%
7. ZEK	676	36,3%

* bezogen auf SHT-Gesamt (1862)

Tab.3: Häufigkeit der Dokumentation der einzelnen Unterpunkte im DIVI- Notarztprotokoll

Bei der Auswertung der einzelnen Variablen der DIVI-Einsatzprotokolle in Bezug auf das kindliche Schädel-Hirn-Trauma ist fest zu stellen, dass von unterschiedlichen Häufigkeiten der Dokumentation der einzelnen Variablen ausgegangen werden muss. Die Ursache der unterschiedlichen Grundgesamtheiten liegt darin, dass die Einsatzprotokolle häufig nicht vollständig oder fehlerhaft ausgefüllt waren. Als Voraussetzung für die Analyse des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas muss der Bezugswert der Kategorien "Einsatzdatum", "Geburtsjahr" und "Verletzung" gleich groß sein. Wie aus der Tab.3 ersichtlich, liegt dieser bei 1862 (100%). Die Unterpunkte "Notfallgeschehen", "Verlauf" und "Bemerkung" konnten bei der Eingabe der Protokolle nicht ausgewertet werden, da diese Felder im Protokoll auf Grund des Datenschutzes geschwärzt waren.

4.1.4. Notfallkategorien

Auf 1657 Einsatzprotokollen (89%) konnte die Ursache des Traumas ermittelt werden. Bei 295 der Fälle (11%) war dies nicht möglich, da keine Eintragungen vorhanden waren.

Notfallkategorie	Anzahl	%	%*
kein Notfall	46	2,8%	2,5%
akute Erkrankung	130	7,8%	7%
Vergiftung	10	0,6%	0,5%
Verletzung	918	55,4%	49,3%
> Verkehrsunfall	721	43,6%	38,7%
> Arbeitsunfall	42	2,5%	2,3%
> sonstiger Unfall	646	39%	35%
Notfallkategorie-Gesamt	1697	100%	91,2%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.4: Notfallkategorie (Mehrfachnennungen) (p≤ 0,003)

Bei über der Hälfte der Einsätze (918 Kinder - 55,4%) wurde in der Notfallkategorie das Verletzungsfeld angekreuzt. Ein Verkehrsunfall war in 43,6% der Einsätze (721 Kinder) Ursache eines Schädel-Hirn-Traumas. Nicht näher bezeichnete Unfälle bedingten in 39% der Fälle (646 Kinder) ein Schädel-Hirn-Trauma. 2,5% der traumatisierten Kinder (42 Kinder) hatten einen „Arbeitsunfall“ (was auch immer darunter zu verstehen war). Eine akute Erkrankung war in 7,8% der Fälle (130 Kinder) und eine Intoxikation in 0,6% der Fälle (10 Kinder) primäre Ursache für das kindliche Schädel-Hirn-Trauma. Bei 2,8% der Kinder (46 Kinder) lag kein Notfall vor.

4.2. Rettungstechnische Daten

4.2.1. Rettungsmittel

Bei den 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen wurde in 1252 (67,3%) Fällen angegeben, welche Rettungsmittel zum Einsatz kamen. Am häufigsten diente der Notarztwagen (NAW) mit 26% (485 Kinder) als Einsatzmittel (Stationssystem). Das Notarzteinsatzfahrzeug (NEF), welches in Bayern das am meisten vom Notarzt verwendete Einsatzmittel ist, kam 476 mal (25,6%) primär zum Einsatz (Rendez-vous-System). In 150 Notfällen (8%) wurde ein Rettungshubschrauber (RTH) am Unfallort eingesetzt und in 139 Fällen (7,5%) erreichte primär das Rettungspersonal den Unfallort mit Hilfe des Rettungswagens. Nur bei 2 Einsätzen (0,1%) wurde zum Transport ein Krankentransportwagen verwendet, somit kommt diesem kaum Bedeutung zu.

Die Auswertung zeigt, dass der Rettungsdienst zu 92,5% den Unfallort bodengebunden erreicht und in 7,5% die Luftrettung zum Zuge kam. Es wird deutlich, dass die für diese Notfallsituation erforderlichen und adäquaten Transport- und Versorgungsmittel auch genutzt wurde.

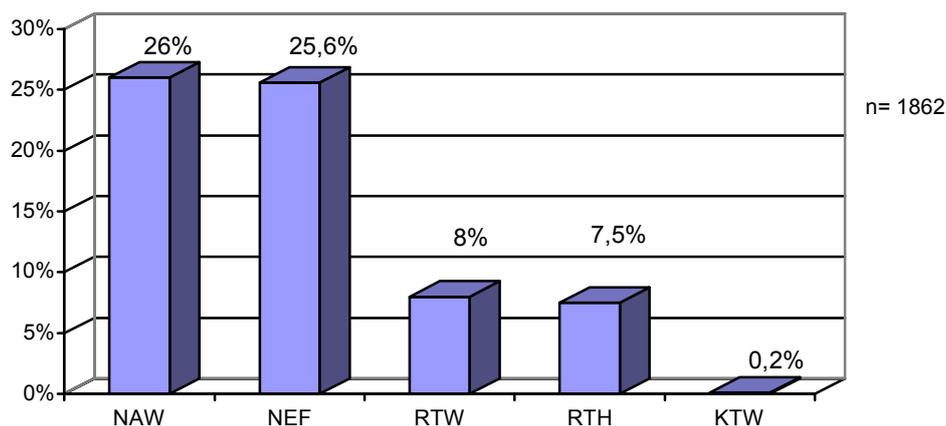


Abb.4: Eingesetzte Fahrzeuge

4.2.2. Einsatzdatum

In Bezug auf die Anzahl der registrierten DIVI-Protokolle der einzelnen Jahre lässt sich eine Aussage über die Häufigkeit der Einsatzindikation Schädel-Hirn-Trauma, verteilt auf die Jahre 1995-1999, machen (Abb.5).

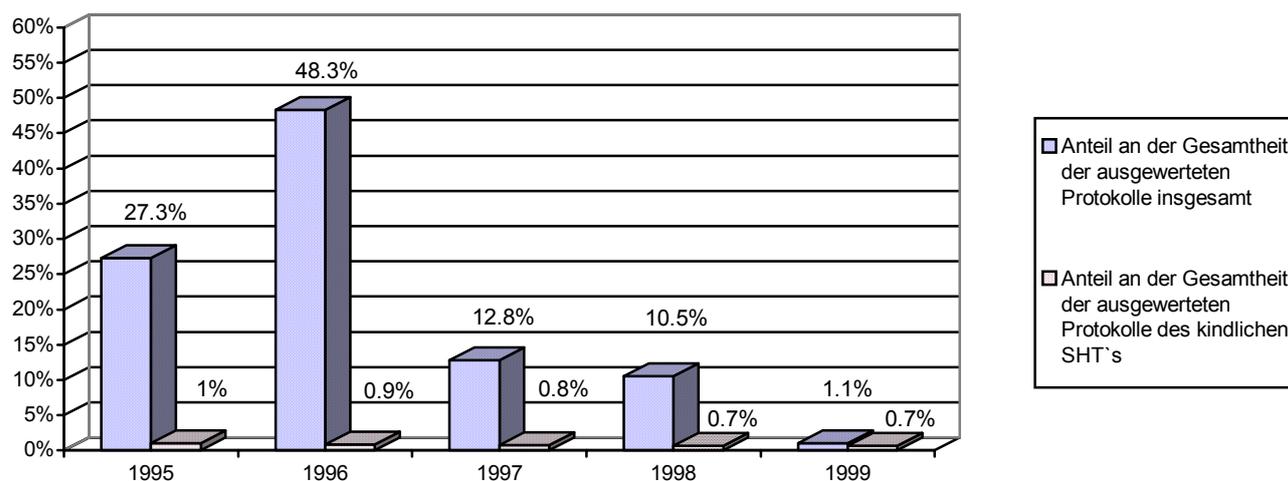


Abb.5: Häufigkeiten des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas im Verhältnis zur Anzahl der ausgewerteten Protokolle in den Jahren 1995-1999

Abb.5 zeigt, dass 1995 von 54686 ausgewerteten Notarzteinsätzen bei 1% der Fälle die Einsatzursache kindlichen Schädel-Hirn-Trauma lautete. 1996 verunglückten von 96658 Patienten davon 0,9% mit einem kindlichen Schädel-Hirn-Trauma und 1997 betraf es von 22839 Notfällen 0,8% Kinder. 1998 und 1999 erlitten von 20942 bzw. 2104 Notfallpatienten im Verhältnis die gleiche Anzahl der Patienten ab 14 Jahren (0,7%) ein Schädel-Hirn-Trauma.

Die Untersuchung zeigt, dass auf die Dauer der Analyse trotz der jährlich Schwankungen bzgl. der Anzahl der dokumentierten Einsätze konstant bei jedem zehntem dokumentiertem Einsatz (0,8%) bei einem pädiatrischen Notfall mit einem Schädel-Hirn-Trauma zu rechnen ist.

4.2.2.1. Häufigkeit des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas im Verhältnis zur Anzahl der kindlichen Notfälle verteilt auf die Jahrgänge.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Abb.5 (einheitlich ca. 1 Prozent), zeigen sich hier deutliche Schwankungen. Dies kommt dadurch zu Stande, dass unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet wurden.

Jahrgänge	Anzahl der kindlichen Notfälle	davon mit kindlichen SHT	%*
<1995	26	6	23,1%
1995	3157	587	18,6%
1996	5493	917	16,7%
1997	1294	180	13,9%
1998	1035	157	15,2%
1999	96	15	15,6%
Summe	11101	1862	18,6%

* bezogen auf die Gesamtzahl der kindliche Notfälle/Jahr

Tab.5: Kindliche Schädel-Hirn-Traumen der einzelnen Jahrgänge bezogen auf kindliche Notfälle

Von 26 registrierten kindlichen Notfällen in den Jahren vor 1995 lag in 6 Fällen (23,1%) ein Schädel-Hirn-Trauma vor und 1995 waren 587 schädel-hirn-traumatisierte Kinder (18,6%) von insgesamt 3157 Einsätzen betroffen. 1996 verunglückten 917 Kinder (16,7%) an einem Schädel-Hirn-Trauma; 1998 und 1999 ca. jedes sechste (157 Kinder - 5,2% bzw. 15 Kinder - 15,6%). Bei nur 3,3% (180 Kinder) von 1249 Notfällen im Jahr 1997, die Kinder betrafen, wurde ein Schädel-Hirn-Trauma diagnostiziert.

Durchschnittlich über die Jahre hinweg belief sich der Anteil der kindlichen Schädel-Hirn-Traumen auf 16,8%, d.h. ca. jeder fünfte kindliche Notfall betraf ein Schädel-Hirn-Trauma.

4.2.3. Einsatzmonate

Bei Analyse der Verteilung der gesamten kindlichen Schädel-Hirn-Traumen über die Monate zeigt sich, dass es zur Jahresmitte hin zu einem Anstieg kommt (Abb.6). Dies mag mit der erhöhten Aktivität der Kinder in den Sommermonaten zusammenhängen. Eine genaue Erklärung über dieses Ergebnis ist nicht möglich, da eine Spezifizierung des "Notfallgeschehens" im Protokoll nicht aufgeführt ist.

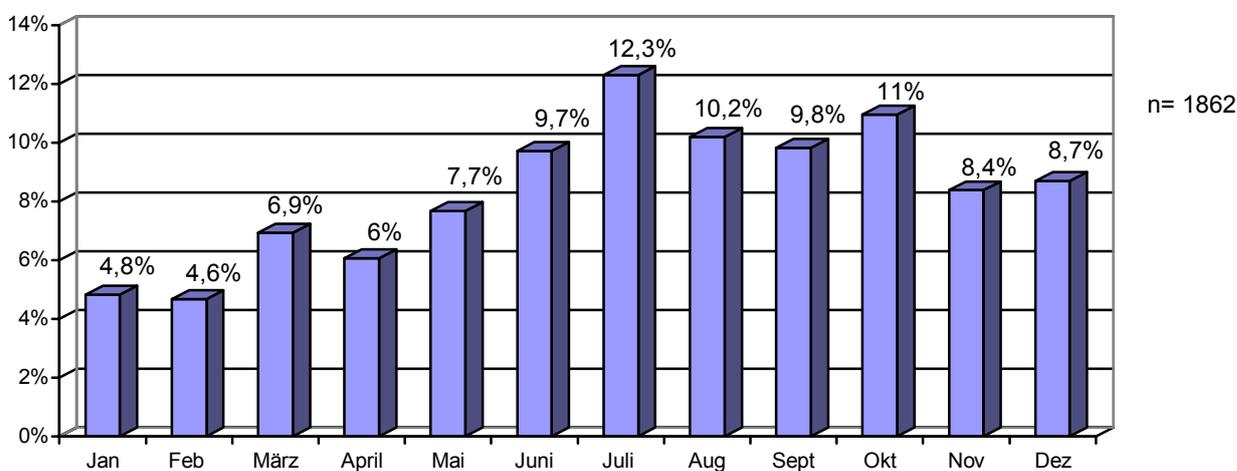


Abb.6: Einsatzmonate

4.2.4. Einsatzzeiten

Die Gesamteinsatzzeiten umfassen die Alarmierungszeit, die Ankunftszeit beim Patienten, die Abfahrtszeit vom Unfallort und die Ankunftszeit im Krankenhaus. Die Angabe aller vier Zeiten erfolgte bei den insgesamt 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen 923 (49,5%) mal. In 1713 (92%) Einsatzprotokollen war die Alarmierungszeit dokumentiert, in 1526 (82%) die Ankunftszeit. Die Abfahrtszeit wurde in 1248 (67%) Protokollen registriert und aus 1071 (57,5%) konnte die Übergabezeit ermittelt werden (Abb.8)

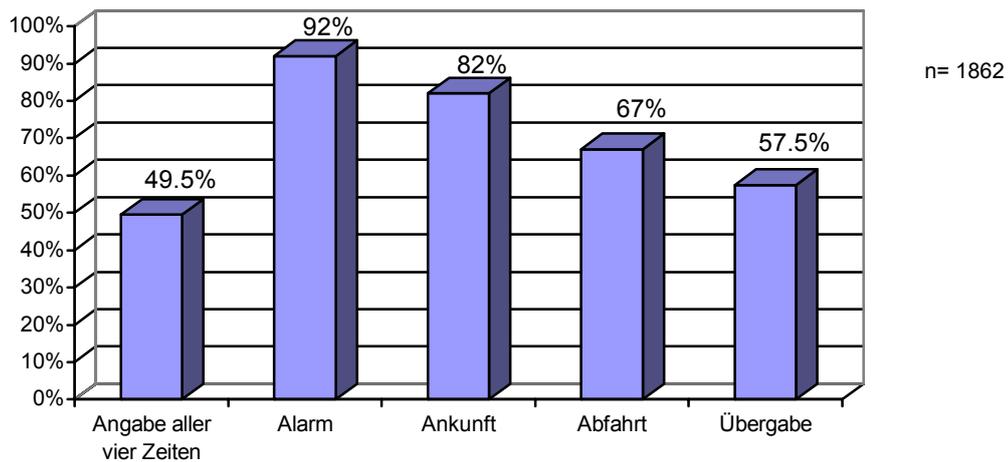


Abb.7: Häufigkeit der dokumentierten Einsatzzeiten

Die hohe Differenz der Zeitangaben ist dadurch erklärbar, dass die Alarm- und Ankunftszeiten von der Leitstelle obligatorisch festgehalten werden, während die Abfahr- und Übergabezeiten nicht verbindlich festgehalten werden müssen. Unabhängig davon ist es im Ermessen des Notarztes, welche Daten er abfragt bzw. selbst festhält.

4.2.4.1. Alarmierungszeit

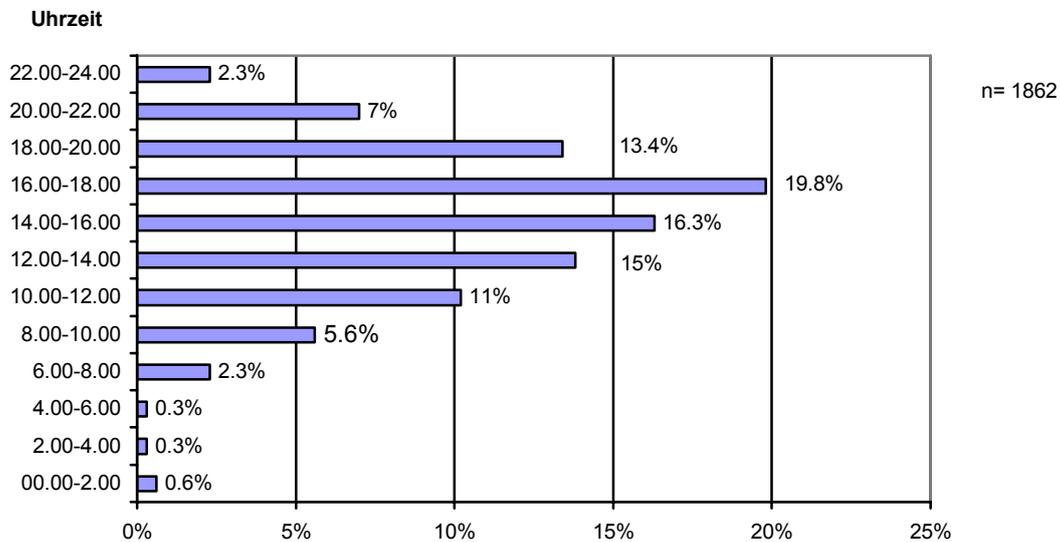


Abb.8: Alarmierungszeiten

In Abb.8 ist deutlich ein Anstieg der Einsätze zu den Nachmittagstunden hin (8-12 Uhr = 16,6%; 12-16 Uhr = 31,3%; 16-20 Uhr = 33,2%) und eine Abnahme in den Nachtstunden zu erkennen, was mit der kindlichen Mobilität erklärbar sein kann. Ein Zusammenhang mit der gesteigerten Aktivität der Kinder nach der Schule, im Straßenverkehr sowie in der Freizeit ist hier deutlich erkennbar.

Eine Verdeutlichung der Einsatzzzeitenverteilung zeigt Abb.9.

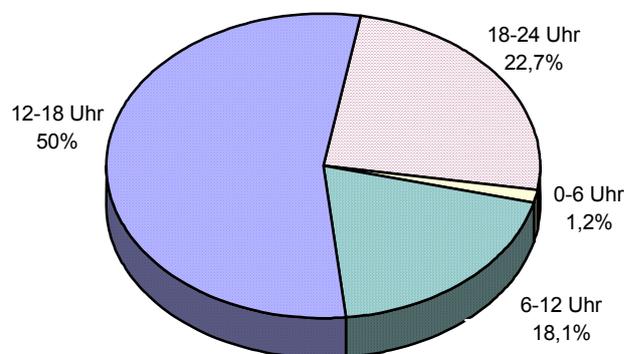


Abb.9: Alarmierungszeiten n= 1862

4.2.4.2. Ankunftszeit am Unfallort (Fahrzeit)

1499 Einsatzprotokolle mit kindlichen Schädel-Hirn-Traumen enthielten eine Dokumentation der Eintreffzeit beim Patienten. Eine Aufschlüsselung über die Fahrzeiten, welche die Notärzte benötigten, um an den Unfallort zu gelangen, erfolgt in Abb.10.

Die durchschnittliche Fahrzeit lag bei $9,7 \pm 0,3$ min. In 92,1% der Einsätze erreichte der Notarzt in 15 min die Unfallstelle und nach 30 min befanden sich fast alle Patienten (99,2%) in der Hand des Notarztes.

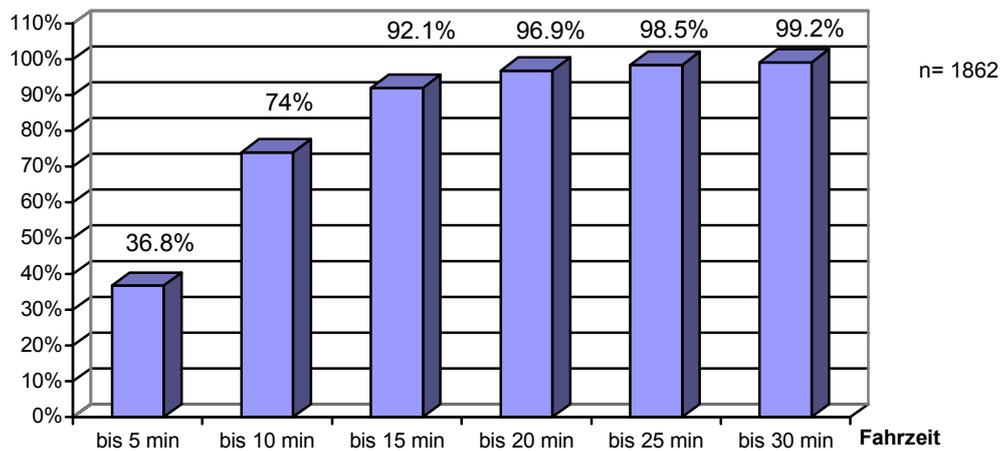


Abb.10: Fahrzeit des Notarztes (kumulative Darstellung)

4.2.4.3. Behandlungszeit

Bei der Behandlungszeit handelt es sich um die Zeit zwischen dem Eintreffen des Notarztes am Einsatzort und der Abfahrt ins Krankenhaus. Im Durchschnitt benötigte das Einsatzteam für die Behandlung des Verunglückten $17,9 \pm 0,3$ min. Dies war in 1214 Protokollen der Patienten mit kindlichen Schädel-Hirn-Traumen dokumentiert worden. Nach 15 Minuten war bereits die Hälfte soweit versorgt, dass diese ins Krankenhaus transportiert werden konnten und nahezu alle Patienten waren nach einer Behandlungszeit von einer Stunde transportfähig.

Die präklinische Versorgung am Unfallort differiert mit der Schwere der Verletzung und auftretenden Komplikationen während der Behandlung.

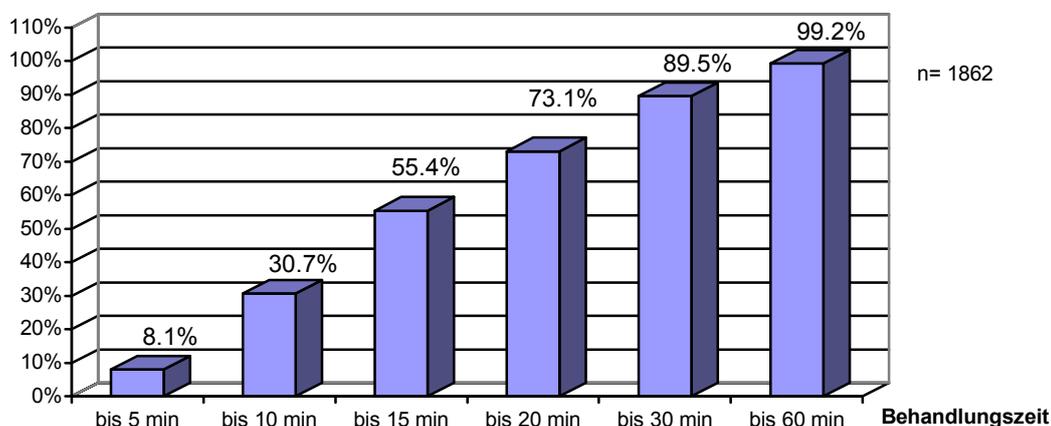


Abb.11: Behandlungszeit (kumulative Darstellung)

4.2.4.4. Ankunftszeit im Krankenhaus (Transportzeit, Übergabezeit)

Im Durchschnitt betrug die Transportzeit des Patienten vom Unfallort in das Krankenhaus $16,5 \pm 0,4$ min. Der Zeitpunkt der Übergabe konnte aus 973 Einsatzprotokollen (52,2%) mit kindlichen Schädel-Hirn-Traumen ermittelt werden.

4.2.4.5. Einsatzdauer

Die Einsatzdauer, d.h. die Zeitspanne zwischen der Alarmierung und der Übergabe wurde bei 1050 Einsätzen festgehalten. Die durchschnittliche Dauer des Einsatzes lag bei $44,5 \pm 0,2$ min.

Bei der Analyse der durchschnittlichen Einsatzdauer aller 200221 registrierten DIVI-Protokolle ergibt sich ein Durchschnittswert von $43,2 \pm 0,4$ min. Somit zeigt sich kein signifikanter Unterschied in der Behandlungszeit eines Kindes mit Schädel-Hirn-Trauma zu anderen Einsatzursachen.

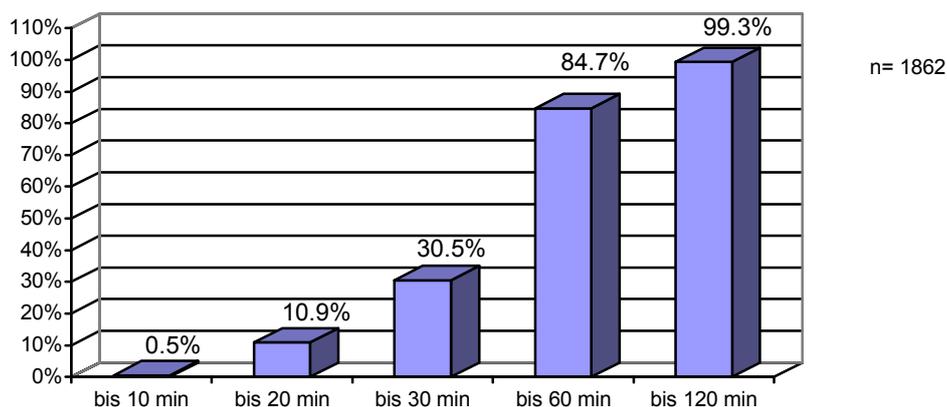


Abb.12: Einsatzdauer (kumulative Darstellung)

Der durchschnittliche zeitliche Einsatzablauf bei Notarzteinsätzen mit schädel-hirn-traumatisierten Kindern stellt sich wie folgt dar:

Art der Einsatzzeit	Durchschnittliche Dauer
Ankunftszeit	9,7 (± 0,3) min
Behandlungszeit	17,9 (± 0,3) min
Transportzeit	16,5 (± 0,4) min
Gesamteinsatzdauer	44,5 (± 0,2) min

Tab. 6: Zeitlicher Notarzteinsatzablauf bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern

4.2.5. Entfernung (km)

Die Angabe der Entfernung in km erfolgte in 696 Notarztprotokollen (37,8%) mit kindlichen Schädel-Hirn-Traumen von insgesamt 1862 ausgewerteten. Im Schnitt lag die Fahrstrecke bei 23,2 km, welche im Allgemeinen etwas unter dem Mittelwert der Gesamteinsätze des Notarztdienstes in Bayern lag, da die durchschnittliche Fahrstrecke der 200221 Einsätze 28 km betrug.

4.3. Patientendaten

4.3.1. Alter

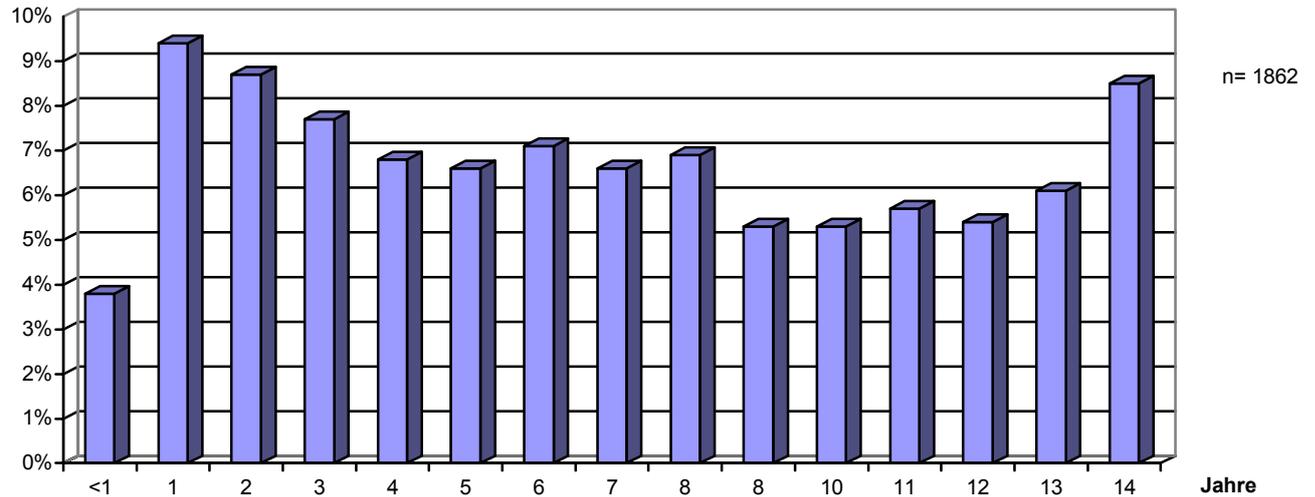


Abb.13: Altersverteilung

Abb.13 stellt die Altersverteilung der schädel-hirn-traumatisierten Kinder da. Das Durchschnittsalter lag bei $6,8 \pm 0,2$ Jahren.

Die Einteilung der Jahrgänge in 5 Altersgruppen erscheint sinnvoll, um zu erkennen, in welchem Bereich das Kind am gefährdetesten ist, ein Schädel-Hirn-Trauma zu erleiden (Tab.7).

Gruppe		Alter	Anzahl	%
1	Säuglinge	< 1 Jahr	70	3,8%
2	Kleinkinder	1 bis 3 Jahre	480	25,7%
3	Vorschulkinder	4 bis 6 Jahre	381	20,5%
4	Grundschul Kinder	7 bis 10 Jahre	449	24,1%
5	Sekundarschulkinder	11 bis 14 Jahre	481	25,8%
		Gesamt	1862	100%

Tab.7: Altersgruppen

Das Ergebnis zeigt, dass das Schädel-Hirn-Trauma in allen Altersgruppen, mit Ausnahme von Säuglingen, im wesentlichen gleich verteilt war.

4.3.1.1. Anteil der kindlichen Schädel-Hirn-Traumen an den kindlichen Notfällen im Bezug zum Alter

Altersgruppen	Anzahl der kindlichen Notfälle im Notarzteinsatz	%*	davon mit SHT	%*	%°
1	793	7,1%	70	0,6%	8,8%
2	3819	34,4%	480	4,3%	12,6%
3	2078	18,7%	381	3,4%	18,3%
4	2008	18%	449	4%	22,4%
5	2403	21,6%	482	4,3%	20%
Gesamt	11101	100%	1862	16,8%	

* bezogen auf kindliche Notfälle-Gesamt (n=11101)

° bezogen auf kindliche Notfälle der jeweiligen Altersgruppe

Tab.8: Anteil der kindlichen Schädel-Hirn-Traumen an den kindlichen Notfällen ($p \leq 0,00$)

Von 793 Notarzteinsätzen bei Säuglingen (7,1%) erlitt nicht ganz jeder zehnte Säugling (70 Kinder - 8,8%) ein Schädel-Hirn-Trauma. 12,6% (480 Kinder) von 3819 Einsätzen bei Kleinkinder (34,4%), 18,3% (381 Kinder) von 2078 der Vier- bis Sechsjährigen (18,7%) und jedes fünfte Kind im Alter zwischen 11 und 14 Jahren (481 Kinder - 20%) bzw. zwischen 7 und 10 Jahren (449 Kinder - 22,4%) musste im Rahmen eines Notarzteinsatzes notfallmäßig wegen eines Schädel-Hirn-Traumas versorgt werden.

Somit zeigt sich letztendlich, dass sich das kindliche Schädel-Hirn-Trauma bezüglich der Insidenz nicht von anderen kindlichen Notfällen außer in der Altersgruppe der Ein- bis Dreijährigen unterscheidet, bei denen andere Schädigungen mit 34,4% überwogen.

4.3.1.2. Alter und Alarmierungszeit

Das Alter und die Alarmierungszeit werden in den folgenden Grafiken miteinander verglichen.

Auf 1713 von 1862 Einsatzprotokollen mit kindlichem Schädel-Hirn-Trauma wurde die Alarmierungszeit dokumentiert.

Bei der Auswertung werden die Patienten entsprechend der Altersgruppen (1-5) analysiert.

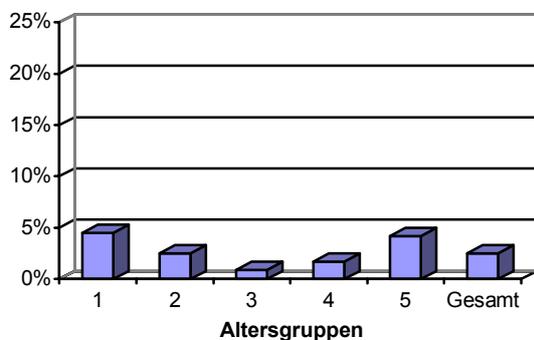


Abb.14: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 06.00-08.00 Uhr

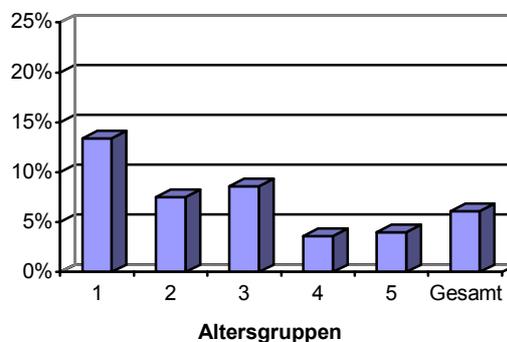


Abb.15: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 08.00-10.00 Uhr

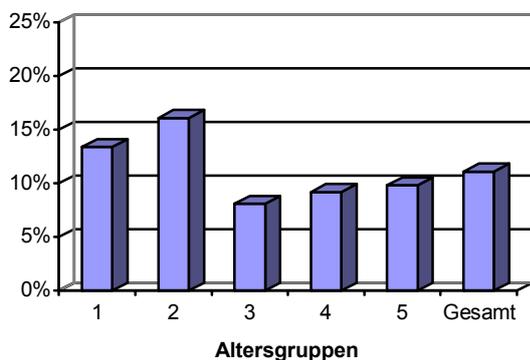


Abb.16: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 10.00-12.00

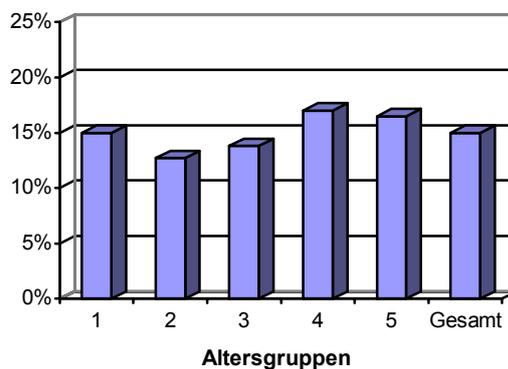


Abb.17: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 12.00-14.00 Uhr

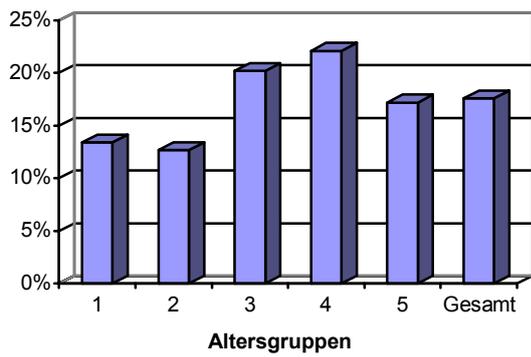


Abb.18: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 14.00 bis 16.00 Uhr

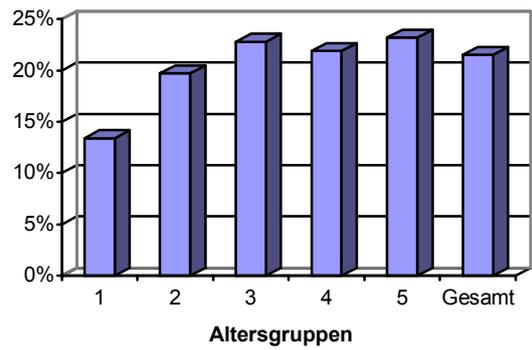


Abb.19: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 16.00 bis 18.00 Uhr

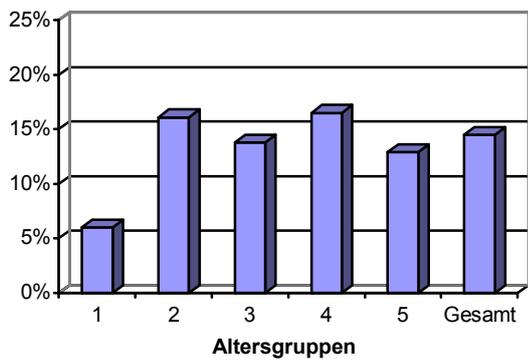


Abb.20: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 18.00-20.00 Uhr

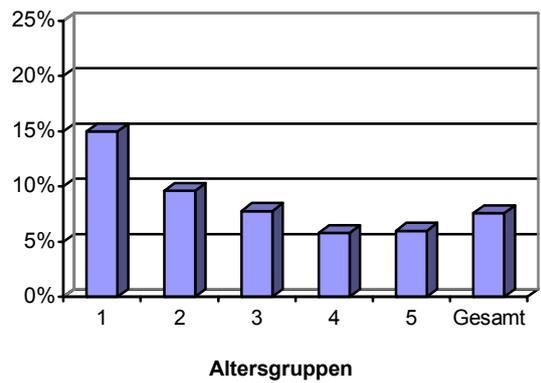


Abb.21: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 20.00-22.00 Uhr

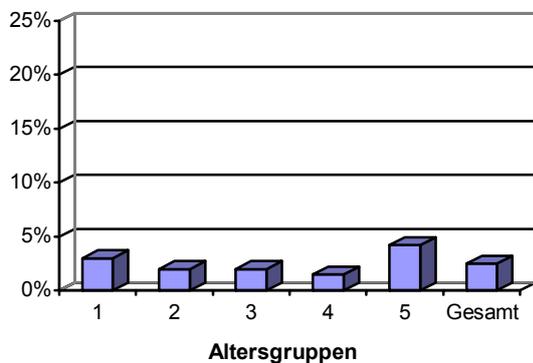


Abb.22: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 22.00 bis 24.00 Uhr

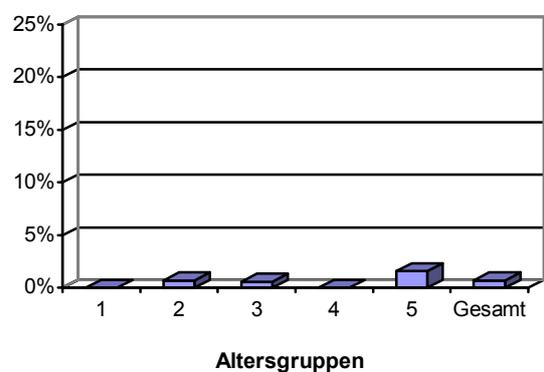


Abb.23: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 00.00 bis 02.00 Uhr

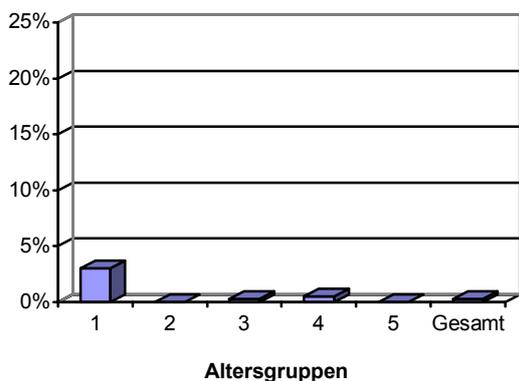


Abb.24: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 02.00-04.00 Uhr

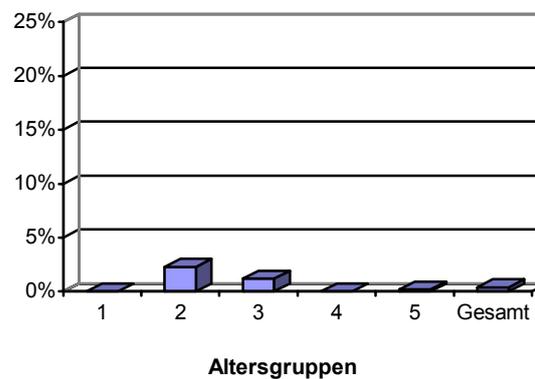


Abb.25: Verteilung der Altersgruppen im Einsatzzeitraum: 04.00-06.00 Uhr

In den Zeiträumen von 6.00-10.00 Uhr, 20.00-22.00 Uhr und von 2.00-4.00 Uhr traf überproportional häufig der Notarzt im Rahmen seines Einsatzes auf schädel-hirn-traumatisierte Säuglinge (<1 Jahr). In den Zeiträumen von 16.00-20.00 Uhr verunglückten Kinder unter einem Jahr nur sehr selten bis gar nicht. Zwischen 4.00-6.00 Uhr erlitt kaum ein Kind ein Schädel-Hirn-Trauma. Prozentual gesehen überwiegen in diesem Zeitabschnitt Kinder zwischen 1 und 3 Jahren. Die Altersgruppe von 11-14 Jahre war am häufigsten zwischen 6.00-8.00 Uhr, zwischen 22.00-2.00 Uhr betroffen. In den Mittagsstunden von 12.00-14.00 Uhr verteilen sich die kindlichen Schädel-Hirn-Traumen auf alle Altersgruppen ungefähr gleichmäßig.

Die Alarmierungszeiten bei Säuglingseinsätzen lagen zum einem tagsüber, zum anderen aber auch in den sehr frühen Morgenstunden. Eine Erklärung kann darin gesehen werden, dass es sich hier um Hauptzeiten handelt, in denen die Nahrungszufuhr erfolgt, das Kind gewickelt wird und zusätzlich die Eltern verschlafen sind. Dadurch kann es zur Unachtsamkeit kommen, was z.B. zum Sturz von der Wickelkommode führen kann. Bei Kleinkindern kann die nächtliche Sturzursache im Herumlaufen in einem schlaftrunkenen Zustand und in Dunkelheit in Erwägung gezogen werden. Zwischen 6.00 und 8.00 Uhr

verunglücken meist Schulkinder. Diese befinden sich zu dieser Uhrzeit meist unbeaufsichtigt auf dem Weg zur Schule.

Weiter Erklärungen ohne Kenntnis des Unfallvorgangs sind schwierig.

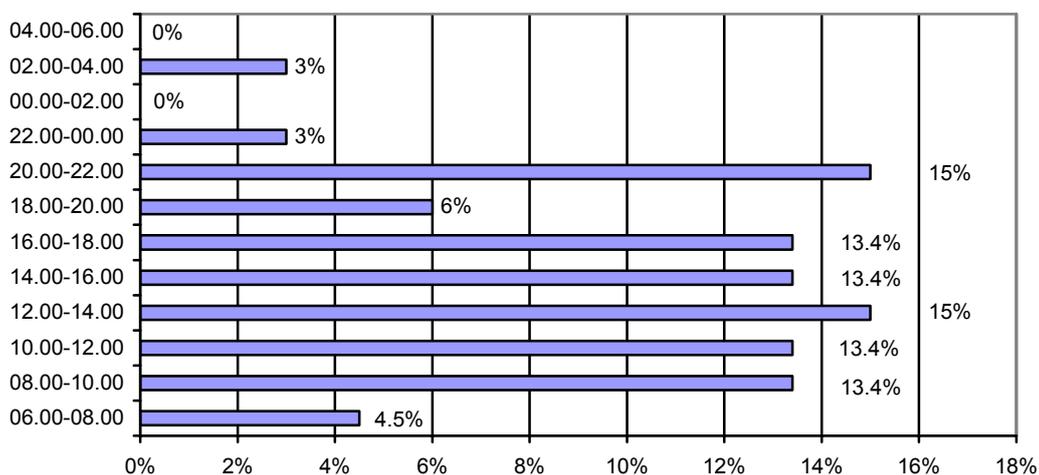


Abb.26: Alarmierungszeiten bezogen auf die Altersgruppe 1 ($p=0,001$)

Bei Säuglingen konnte kein Notfall mit Schädel-Hirn-Trauma zwischen 4.00-6.00 und zwischen 00.00-2.00 Uhr registriert werden. Dieses Ergebnis erklärt sich wohl daraus, dass die Säuglinge in den Nachtstunden gesichert im Bett schlafen. Die Haupteinsatzzeit erstreckt sich hier von 20.00-22.00 Uhr und von 10.00-16.00 Uhr. Dieses Ergebnis lässt auf einen Zusammenhang mit der tageszeitlichen Aktivität der Eltern bzw. der Pflege und Ernährung des Kindes (Wickeln, Füttern u.a.) schließen.

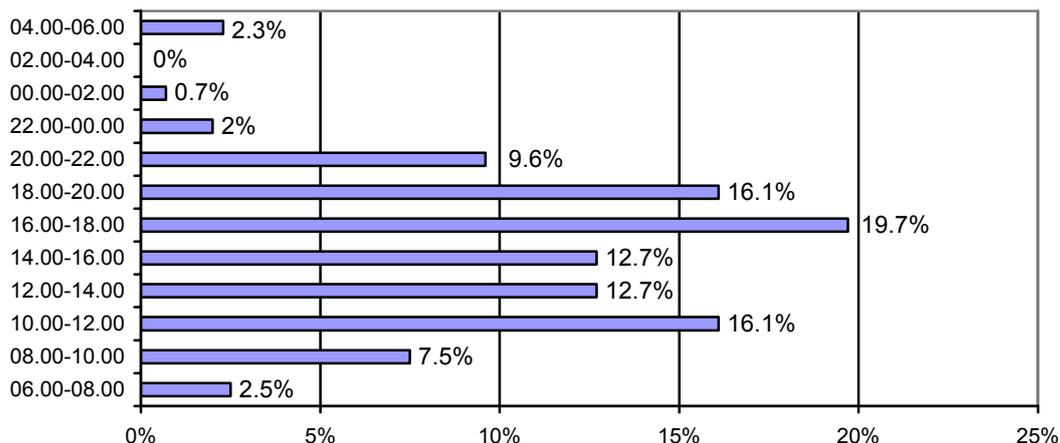


Abb.27: Alarmierungszeiten bezogen auf die Altersgruppe 2 ($p=0,001$)

Die Einsätze verunglückter Kleinkinder mit Schädel-Hirn-Traumen verteilen sich hauptsächlich (77,3%) auf die Stunden von 10.00 bis 20.00 Uhr. Von 2.00 bis 4.00 wurde kein Einsatz registriert.

Eine mögliche Erklärung für die Haupteinsatzzeit kann durch den Beginn des Krabbelns und des Übergangs zum Stehen und Laufen gesehen werden. Auch können sie sich dabei zunehmend der Aufsicht der Eltern entziehen.

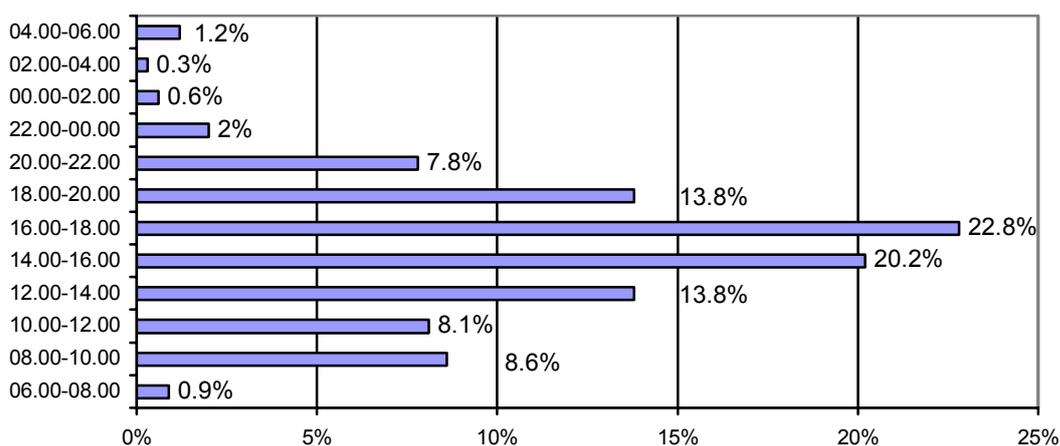


Abb.28: Alarmierungszeiten bezogen auf die Altersgruppe 3 ($p=0,001$)

Bei den Vorschulkindern ereignet sich fast die Hälfte aller Schädel-Hirn-Traumen (43%) im Zeitraum von 14.00 Uhr bis 18.00 Uhr. Ein Großteil dieser Kinder besucht den Kindergarten, spielt mit und ohne Aufsicht in der häuslichen Umgebung und ist somit den verschiedensten Gefahren ausgesetzt.

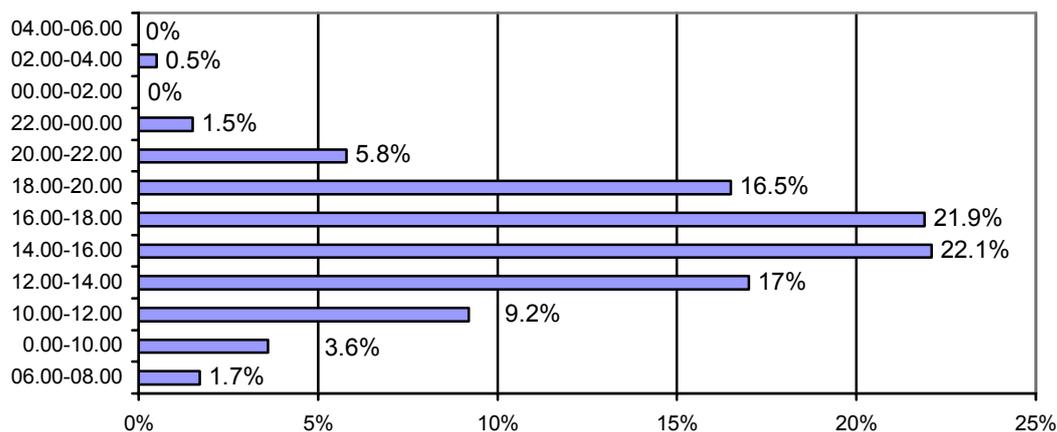


Abb.29: Alarmierungszeiten bezogen auf die Altersgruppe 4 ($p= 0,001$)

Zwischen 4.00-6.00 Uhr und zwischen 00.00-2.00 Uhr wurde kein Notfall eines Kindes im Alter zwischen 7 und 10 Jahren mit einem Schädel-Hirn-Trauma dokumentiert. Die Haupteinsatzzeit liegt in dem Zeitraum von 14.00 Uhr bis 18.00 Uhr (44%). Da auch hier die meisten Unfälle tagsüber erfolgen, liegt die Erklärung in der gesteigerten Aktivität in der Freizeit, auf den Nachhauseweg von der Schule und in Sportunfällen. Auch muss das Fahrradfahren berücksichtigt werden. Diese Schlussfolgerungen können auch auf die Kinder zwischen 11 und 14 Jahren bezogen werden, wobei der Anteil der Unfälle zu späteren Uhrzeiten (16.00-20.00) 36,1% ausmacht.

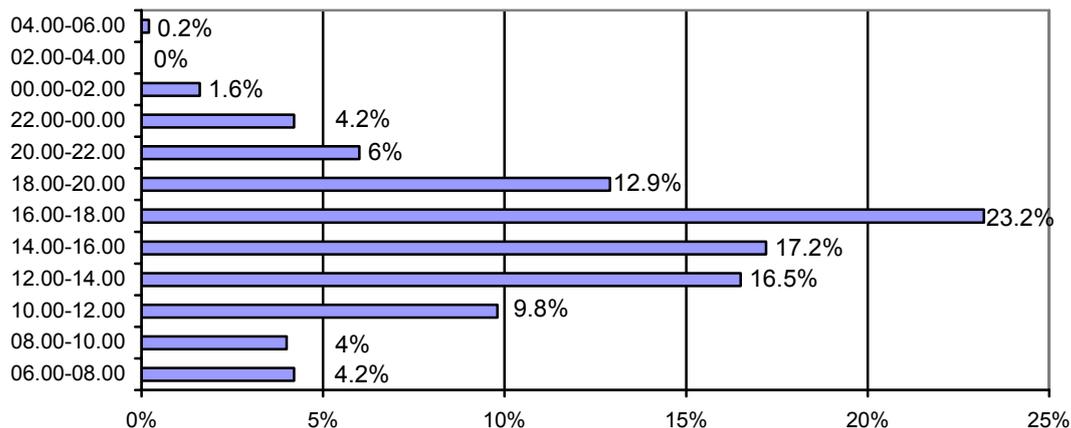


Abb.30: Alarmierungszeit bezogen auf die Altersgruppe 5 (p= 0,001)

23,2% aller Sekundarschulkinder mit Schädel-Hirn-Trauma verunglückten in den Nachmittagsstunden zwischen 16.00 und 18.00 Uhr. Von 2.00 bis 6.00 Uhr erfolgte kein Einsatz.

Im Allgemeinen wird deutlich, dass sich die Haupteinsatzzeit in jeder Altersgruppe auf den Zeitraum von 10.00 bis 18.00 Uhr erstreckt.

4.3.2. Geschlecht

Das Geschlecht konnte in 1740 Einsatzprotokollen (93,4%) mit kindlichem Schädel-Hirn-Trauma ermittelt werden. Keine Angaben erfolgten bei 122 Protokollen (6,6%)

Mit 58% (1080 Kinder) verunglückten Jungen wesentlich häufiger als Mädchen mit nur 35,4% (660 Kinder).

4.3.2.1. Geschlecht und Alter

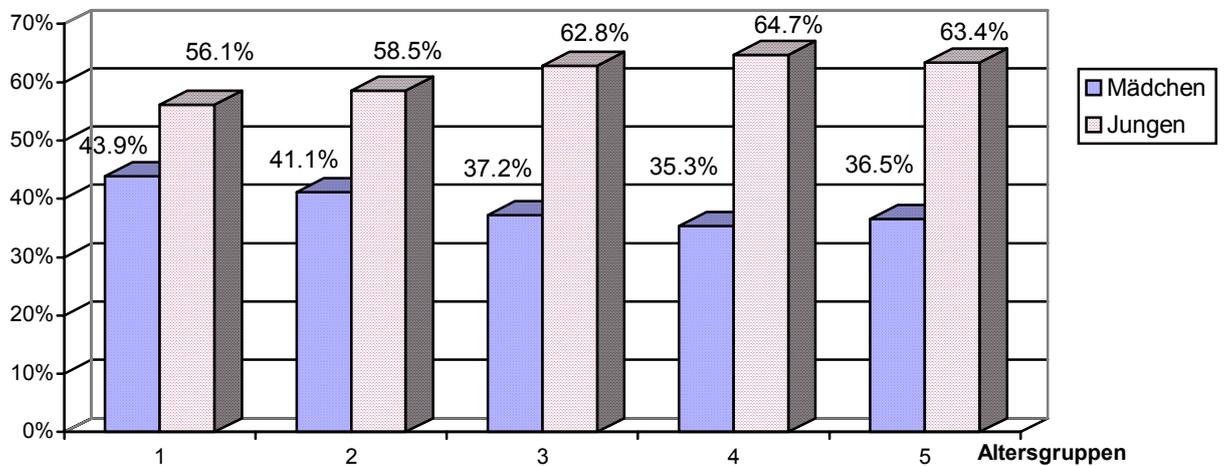


Abb.31: Geschlechterverteilung innerhalb der Altersgruppen

Eine Verteilung der Geschlechter auf die differenten Altersgruppen veranschaulicht, dass Jungen in jeder Altersgruppe einen höheren Prozentteil aufweisen und somit gefährdeter sind ein Schädel-Hirn-Trauma zu erleiden als Mädchen, wobei mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Beteiligung der Mädchen erkennbar ist.

4.4. Befunde

In dem Dokumentationsfeld „Befunde“ wird das Ergebnis der primären Untersuchung des Patienten vom Notarzt an der Unfallstelle hinsichtlich der vitalen Befunde wie des neurologischen Status, der Kreislaufparameter und der Atmung festgehalten.

4.4.1. Neurologie

Bei den 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen erfolgte eine Dokumentation der Neurologie bei 1811 Notarzteinsätzen (97,3%).

In 1068 Fällen (57,3%) war das Kind bei Eintreffen des Notarztes neurologisch unauffällig. Mehr als ein Drittel der Schädel-Hirn-Traumatisierten (34,8%) wies eine neurologische Auffälligkeit auf. Keine eindeutige Auswertung konnte bei 95 Einsatzprotokollen (5,1%) erfolgen, d.h. hier erfolgte eine unvollständige Dokumentation.

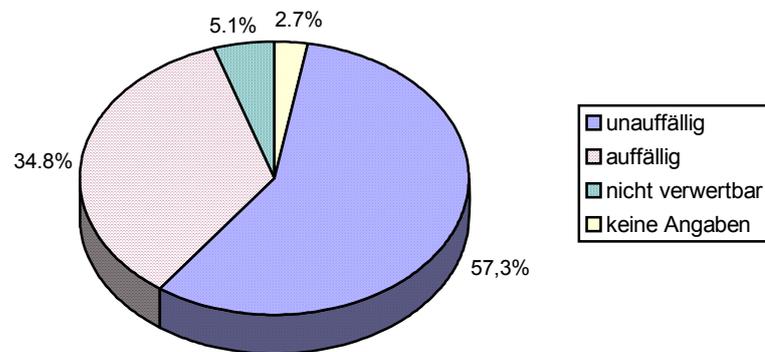


Abb.32: Neurologische Erstbefunde n=1714

Bei Bewertung des Patienten als „neurologisch auffällig“ war entweder die Summe der GCS nicht gleich 15, die Extremitätenbewegung oder die Pupillenfunktion gestört, kein Cornealreflex auslösbar, keine Lichtreaktion vorhanden oder es lag ein Meningismus vor.

Tab.9 zeigt eine Aufschlüsselung, wie häufig welches Kriterium Ursache für die Bewertung „neurologische auffällig“ verantwortlich war.

Neurologische Befunde	Anzahl	%*	%°
Bewusstseinsstörung	535	50,1%	28,7%
Summe der GCS < 15	396	37,1%	21,3%
Pupillendifferenz	24	2,3%	1,3%
keine Lichtreaktion auf beiden Augen	34	3,2%	1,8%
keine Lichtreaktion links	35	3,3%	1,9%
keine Lichtreaktion rechts	38	3,6%	2%
Meningismus vorhanden	9	0,8%	0,5%
auffällige Extremitätenbewegungen	202	18,9%	10,9%

* bezogen auf „neurologische auffällige“ Patienten (n=1068)

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.9: Neurologische Erstbefunde

Bewusstseinsstörung, eine „auffällige Extremitätenbewegung“ und die Befundung des Glasgow-Coma-Scales unter 15 waren ausschlaggebend für eine pathologische Neurologie.

In 12,3% lagen als Begründung für eine auffällige Neurologie Pupillenstörungen (131 Kinder) und in mehr als die Hälfte (535 Kinder - 50,1%) Bewusstseinsveränderungen vor.

4.4.2. Glasgow-Coma-Scale (GCS)

Die Dokumentation der Glasgow-Coma-Scale erfolgte auf 1714 Notarzteinsatzprotokollen mit kindlichem Schädel-Hirn-Trauma (92%). Ein GCS Wert von 15, entsprechend unauffälliger Neurologie, konnte aus 1277 Protokollen (86,5%) ermittelt werden. 437 von 1862 Kindern mit Schädel-Hirn-Trauma (23,5%) wurden als neurologisch auffällig beurteilt.

GCS	Anzahl	%
15	1277	68,6%
14	128	6,9%
13	61	3,3%
12	31	1,7%
11	20	1,1%
10	28	1,5%
9	29	1,6%
8	19	1%
7	22	1,9%
6	23	1,2%
5	11	0,6%
4	24	1,3%
3	41	2,2%
keine Angaben	148	7,9%
Summe	1862	100%

Tab.10: GCS

Eine Einteilung des Glasgow-Coma-Scale in Gruppen zeigt Tab.11.

GCS	Anzahl	%
15	1277	68,6%
<15	437	23,4%
13-14	189	10,1%
9-12	108	5,8%
6-8	64	3,4%
3-5	76	4,1%
keine Angaben	148	7,9%
Summe	1862	100%

Tab.11: GCS eingeteilt in Gruppen

Aus Tab.11 wird ersichtlich, dass 10,1% der Kinder mit Schädel-Hirn-Trauma eine leichte neurologische Störung aufwiesen. Hier kann gemäss Definition (s. Kap. 2) von einem Schädel-Hirn-Trauma 1° ausgegangen werden. Ein SHT 1-2°, mit mittelgradiger neurologischer Störung, wiesen 5,8% der Kinder auf. In 3,4% der Fälle lag ein GCS-Wert von 6-8 vor. Schwerste neurologische Störungen mit Bewusstlosigkeit bis hin zu komatösen Zuständen wurden bei 4,1% Kindern registriert. Bei diesen Patienten darf ein SHT 3° unterstellt werden.

4.4.2.1. Glasgow-Coma-Scale und Geschlecht

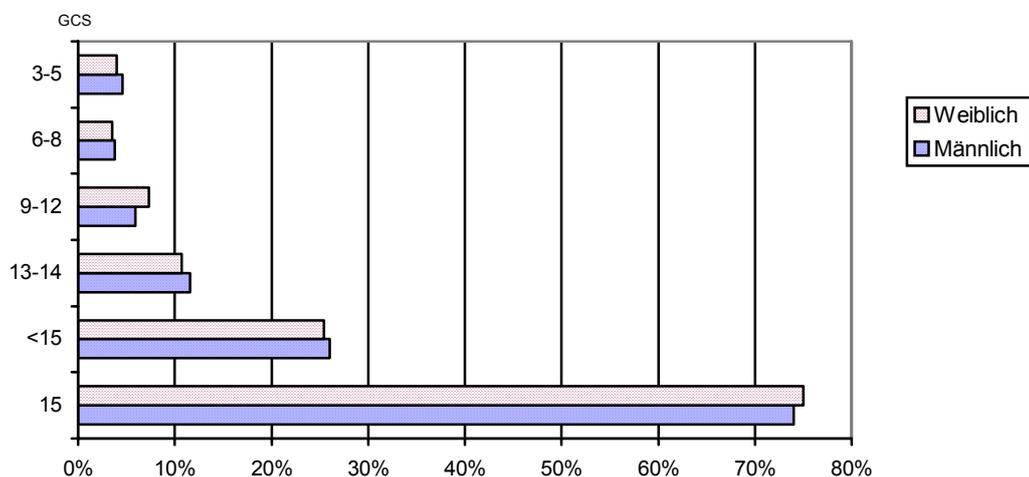


Abb.33: GCS und Geschlecht

Die Glasgow-Coma-Scale und das Geschlecht waren bei 1603 von 1862 schädel-hirn-traumatisierten Kindern (86,1%) dokumentiert. Die Verteilung der Geschlechter liegt hier bei 62,7% Jungen und 37,8% Mädchen. Eine Dokumentation der Glasgow-Coma-Scale mit dem Summenwert 15 erfolgte in 1190 der Fälle (74,2% Jungen, 74,6% Mädchen).

Bei dieser Auswertung zeigt sich, dass die Intensität der Schädigung an hand der Beurteilung der GCS bei Jungen und Mädchen nahezu gleichmäßig verteilt ist.

4.4.2.2. Glasgow-Coma-Scale und Alter

Bei 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen erfolgte die Angabe des Glasgow-Coma-Scales gemeinsam mit dem Alter in 1714 Einsatzprotokollen (92%).

4.4.2.2.1. Alter bezogen auf den Glasgow-Coma-Scale-Wert

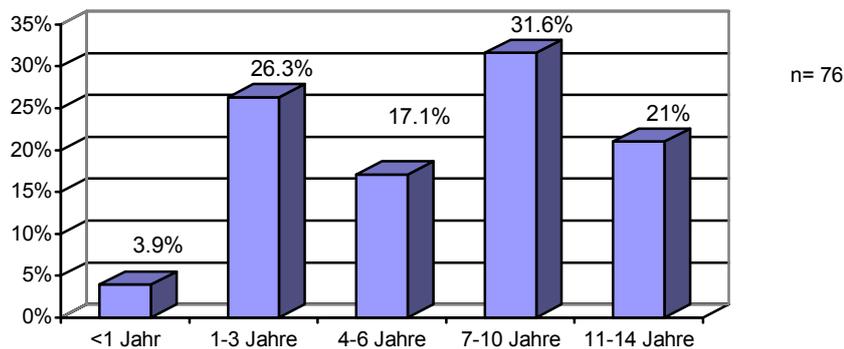


Abb.34: Alter bezogen auf GCS 3 bis 5 ($p=0,009$)

Der GCS-Wert von 3 bis 5 wurde insgesamt 60 mal (4,5%) bei den 1714 Einsätzen dokumentiert. Eine schwere neurologische Störung wies ein Drittel (24 Kinder - 31,6%) der Kinder im Alter zwischen 7 und 10 Jahren auf. Die Patienten unter einem Jahr waren nur selten (3 Kinder - 3,95%) betroffen.

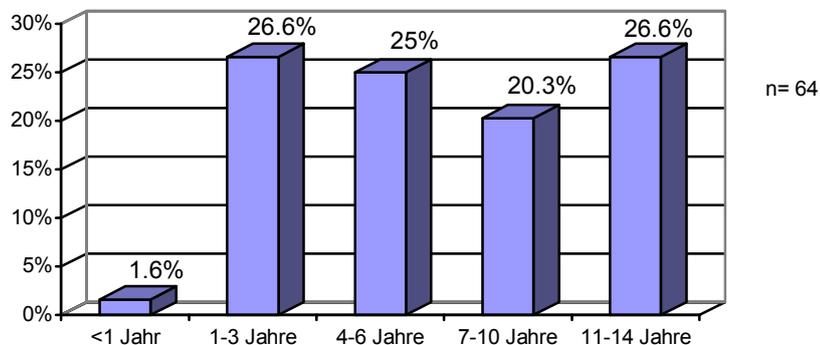


Abb.35: Alter bezogen auf GCS 6 bis 8 ($p=0,009$)

Ein Glasgow-Coma-Scale-Wert von 6 bis 8 wurde bei 64 Einsätzen (26,6%) angegeben. Abb.44 zeigt, dass nur ein Kind (1,6%) mit Schädel-Hirn-Trauma mit diesem GCS-Wert unter einem Jahr schwere neurologische Störungen aufwies. Ansonsten ist die Verteilung der Altersgruppen innerhalb des GCS-Wert 6 bis 8 relativ gleichmäßig.

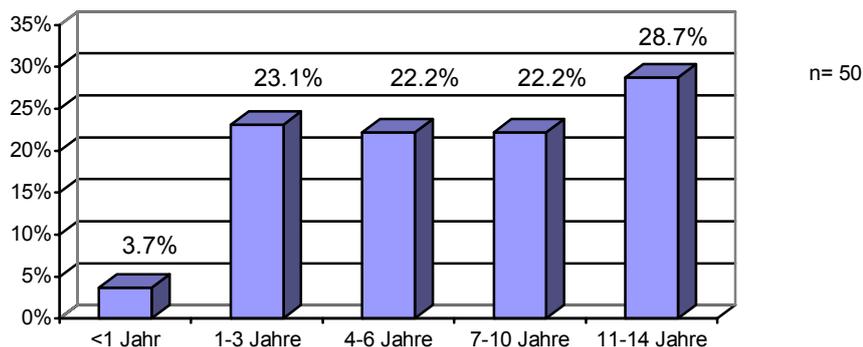


Abb.36: Alter bezogen auf GCS 9 bis 12 (p= 0,009)

Eine mittelgradige neurologische Störung (GCS-Wert 9-12) stellten die Notärzte bei 108 Einsätzen (6,3%) fest; davon waren nur vier Kinder (3,7%) unter einem Jahr betroffen.

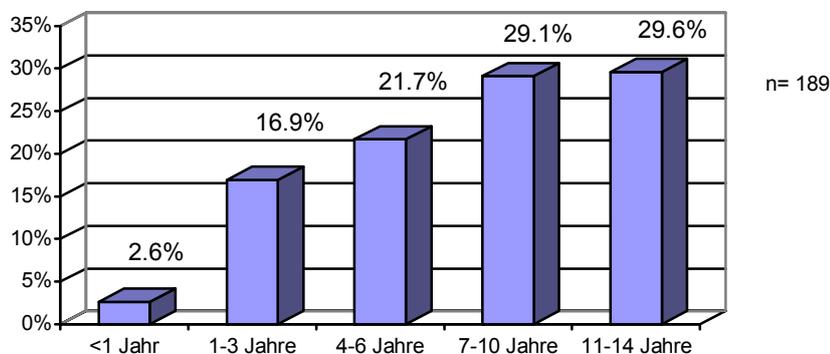


Abb.37: Alter bezogen auf GCS 13 bis 14 (p= 0,009)

In 189 Einsätzen (11%) mit kindlichem Schädel-Hirn-Trauma lag der Glasgow-Coma-Scale-Wert bei 13-14. Hauptsächlich Kinder zwischen 7-10 Jahren (55 Kinder - 29,1%) und Kinder zwischen 11-14 Jahren (56 Kinder - 29,1%) zeigten eine nur leichte neurologische Störung. Nur fünf Säuglinge (2,6%) waren hier betroffen.

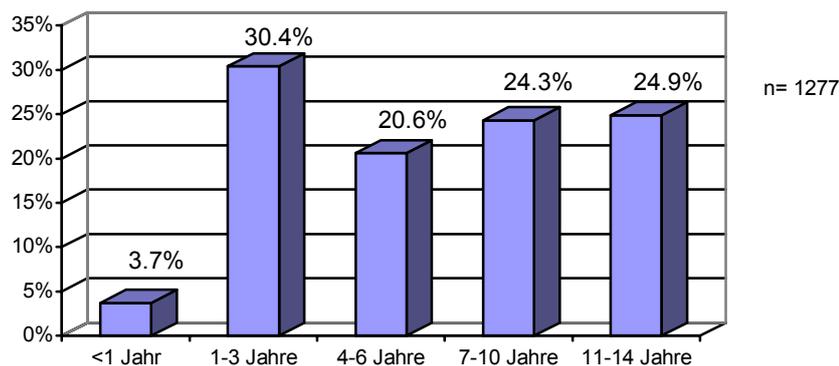


Abb.38: Alter bezogen auf GCS 15 (p= 0,009)

Von insgesamt 1714 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen mit Alter- und GCS-Angabe konnten bei 74,5% (1277 Kinder) keine neurologischen Auffälligkeiten festgestellt werden. 3,7% der Kinder (47 Kinder) unter einem Jahr und einem GCS-Wert von 15 waren mit „neurologisch unauffällig“ befundet worden. Die Altersverteilung zwischen einem und vierzehn Jahren innerhalb des GCS von 15 zeigt auch hier keine signifikanten Unterschiede.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die meisten Kinder im Alter von 1 bis 3 Jahren einen GCS-Wert von 15 aufwiesen. War der GCS-Wert kleiner als 15 so traf dies besonders auf 7 bis 14 Jährige zu, bei denen aber auch am häufigsten eine nur „leichte neurologische“ Auffälligkeit (GCS 13-14) vorlag. Eine nahezu gleichmäßige Verteilung der Altersgruppen 2 bis 5 auf einen GCS von 9 bis 12 konnte, mit einem geringen Häufigkeitsgipfel bei den Sekundarschulkindern, festgestellt werden. Das gleiche Bild zeigt sich bei einem GCS von 6 bis 8. Schwerste neurologische Störungen (GCS 3-5) wurden hauptsächlich bei den schädel-hirn-traumatisierten Kindern im Alter von 1 bis 3 Jahren und 7 bis 10

Jahren dokumentiert. Säuglinge mit diesem GCS-Wert waren eher die Ausnahme.

4.4.3. Bewusstseinslage

Die pauschale Beurteilung der Bewusstseinslage, dient der schnellen Orientierung des Zustandes des Patienten und ist damit alleine weniger aussagekräftig als die Zuordnung zum Glasgow-Coma-Score.

In Tab.12 ist die Bewusstseinslage der Kinder, wie sie zum Zeitpunkt des Eintreffens des Notarztes dokumentiert wurde, dargestellt.

Bewusstseinslage	Anzahl	%
unauffällig	183	9,8%
getrübt	245	13,2%
bewusstlos	87	4,7%
Keine Angaben	1327	71,3%
Gesamt	1862	100%

Tab.12: Bewusstseinslage

Von 1862 Einsatzprotokollen bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern konnten aus 535 Protokollen (28,7%) die individuelle Bewusstseinslage ermittelt werden. Davon war in 9,8% der Fälle (183 Kinder) die Bewusstseinslage unauffällig. 13,2 Prozent der Kinder (245 Kinder) wies eine Bewusstseinsstörung auf und 4,7% (87 Kinder) waren bewusstlos.

Legt man zugrunde, dass bei unauffälliger Neurologie auch die Bewusstseinslage unauffällig ist, kommen zu den 183 Protokollen mit dokumentierter Bewusstseinslage noch 1014 Einsätze hinzu, bei denen im Einsatzprotokoll die Neurologie als nicht auffällig beurteilt, aber die Bewusstseinslage nicht angegeben wurde, weil dies impliziert wurde. Somit wiesen letztlich 64,3% der Kinder keine Bewusstseinsstörung auf.

4.4.4. Pupillenveränderung

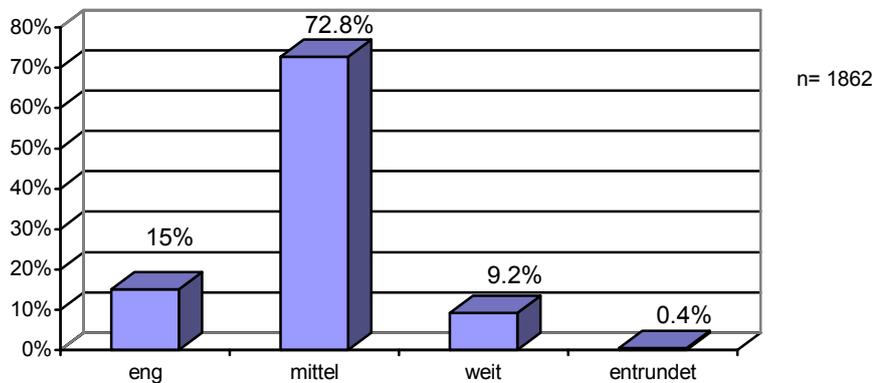


Abb.39: Pupillenveränderung

Insgesamt wurde die Pupillenfunktion in 933 Notarztprotokollen erfasst, d.h. bei der Hälfte aller 1862 Schädel-Hirn-Traumen (50,1%) wurde die Pupillenreaktion dokumentiert.

Bei fast 73% der schädel-hirn-traumatisierten Kindern (679 Kinder) konnten die Pupillen als „mittelweit“ und damit als unauffällig befundet werden. Entrundete Pupillen wiesen nur 4 traumatisierte Kinder (0,4%) auf.

4.4.5. Cornealreflex

In nur 217 Fällen (11,6%) erfolgte die Dokumentation eines Cornealreflexes.

4.5. Messwerte

4.5.1. Messwerte der Vitalparameter

87,1% der Einsätze mit der Diagnose kindliches Schädel-Hirn-Trauma (1496 Kinder) enthielten Aussagen über Messwerte der vitalen Funktionen. Keine Vitalparameter wurden in 366 Fällen (19,6%) registriert oder aufgeführt.

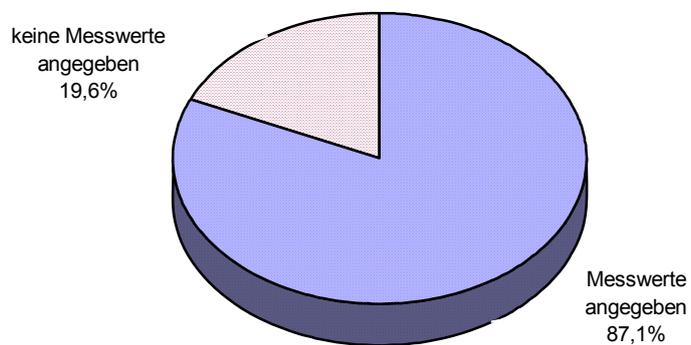


Abb.40: Messwerte der Vitalparameter n=1862

Die Häufigkeitsangaben der einzelnen Messwerte erfolgt in Tab.13. Mehrfachnennungen waren möglich.

Messwerte	Abkürzungen	Anzahl	%*	%°
systolischer Blutdruck	RR syst	1149	19,1%	61,7%
diastolischer Blutdruck	RR diast	950	15,8%	51%
Herzfrequenz	HF	1271	21,1%	68,2%
Pulsregelmäßigkeit		1112	18,5%	59,7%
Blutzuckerspiegel	BZ	109	1,9%	5,8%
Atemfrequenz	AF	363	6%	19,5%
pulsoximetrisch gemessene Sättigung	SpO ₂	699	11,6%	37,5%
expiratorischer Kohlendioxidgehalt	et CO ₂	5	0,1%	0,3%
Keine Angaben		366	6,1%	19,6%

*bezogen auf Messwerte-Gesamt (n=6024)

°bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.13: Herz-, Kreislauf- und Atmungsparameter (Mehrfachnennungen)

Der systolische Blutdruck wurde in 61,7% der Fälle gemessen, während die Messung des diastolischen Druckes in nur 51% erfolgte. In 68,2% wurde eine Angabe zur Herzfrequenz gemacht. Einen regelmäßigen Herzschlag wiesen 59,7% der Schädel-Hirn-Traumatisierten auf. Eine Blutzuckermessung wurde bei 109 (5,8%) Kinder durchgeführt. Hinsichtlich der pulsoximetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung erfolgte eine Dokumentation in 699 (37,5%) der Einsätze. In 19,6% der Fälle wurden keine Angaben zu den Vitalparametern der schädel-hirn-traumatisierten Kinder gemacht.

Des Weiteren zeigte sich, dass sich die Überprüfung der Herz-, Kreislauf- und Atmungsparameter meist auf die Bestimmung des systolischen Blutdruckes (1179 Kinder - 19,1%) und der Herzfrequenz (1271 Kinder - 21,1%) beschränkte.

4.5.2. Blutdruck

Hinsichtlich der Auswertung des Blutdrucks, ob dieser im Normbereich oder ob eine pathologische Veränderung vorliegt, ist es notwendig, die altersspezifischen Messwerte zu beachten. Diese werden in Tab.14 aufgeführt.

Altersgruppe	durchschnittlicher systolischer Blutdruck
<1 Jahr	80 mmHg
1 bis 3 Jahre	85 mmHg
4 bis 6 Jahre	90 mmHg
7 bis 10 Jahre	100 mmHg
11 bis 15 Jahre	110 mmHg

Tab.14: Durchschnittlicher normaler altersspezifischer systolischer Blutdruck

Unter diesen Vorgaben sind nachfolgende Auswertungen zu interpretieren.

<1 Jahr	Anzahl	%
unter 70 mmHg	0	0%
zwischen 70 und 90 mmHg	4	17,4%
über 90 mmHg	19	82,6%
Gesamt	23	100%

Tab.15: Blutdruckwerte bei Kindern <1

1 bis 3 Jahre	Anzahl	%
unter 75 mmHg	3	1,8%
zwischen 75 und 95 mmHg	40	24,9%
über 95 mmHg	121	74%
Gesamt	164	100%

Tab.16: Blutdruckwerte bei Kindern zwischen 1 und 3 Jahren

4 bis 6 Jahre	Anzahl	%
unter 80 mmHg	1	0,4%
zwischen 80 und 100 mmHg	84	37,3%
über 100 mmHg	140	62,2%
Gesamt	225	100%

Tab.17: Blutdruckwerte bei Kindern zwischen 4 und 6 Jahren

7 bis 10 Jahre	Anzahl	%
unter 90 mmHg	13	3,8%
Zwischen 90 und 110 mmHg	179	52,3%
über 110 mmHg	150	43,8%
Gesamt	342	100%

Tab.18: Blutdruckwerte bei Kindern zwischen 7 und 10 Jahren

11 bis 14 Jahre	Anzahl	%
unter 100 mmHg	25	6,3%
zwischen 100 und 120 mmHg	226	57,2%
über 120 mmHg	144	36,4%
Gesamt	395	100%

Tab.19: Blutdruckwerte bei Kindern zwischen 11 und 14 Jahren

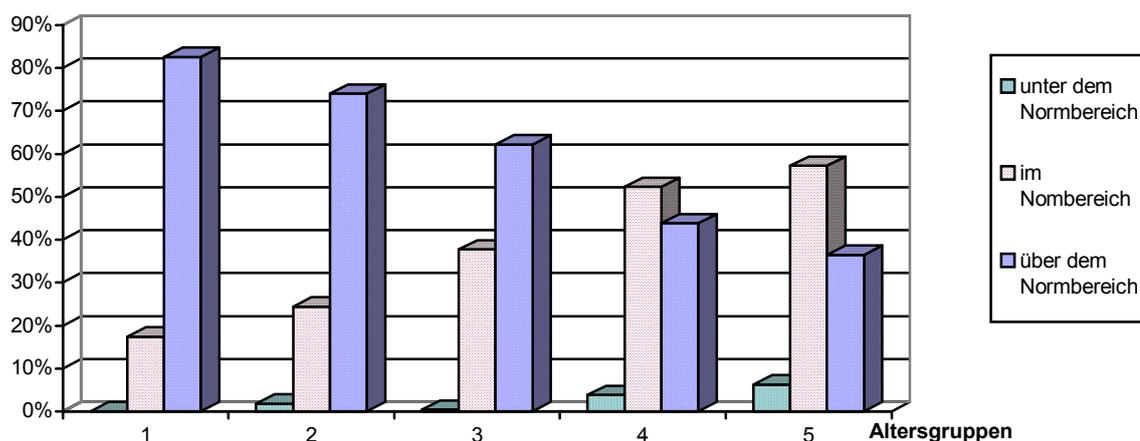


Abb.41: Blutdruckwerte der Altersgruppen

Der Blutdruck der schädel-hirn-traumatisierten Kinder bis zum Alter von sechs Jahren lag bei Erstdiagnose bei den meisten Einsätzen (Durchschnittswert 59,8%) über dem Normwert, was nicht unbedingt Hinweis für eine pathologische Besonderheit sein muss, sondern durch die psychische belastende Situation des Unfalls bedingt sein kann.

Im Normbereich lag der systolische Blutdruck bei den meisten Kindern im Alter zwischen 7 und 14 Jahren. Selten lag der Blutdruck 10% oder mehr unter der altersentsprechenden Norm. Dies zeigt, dass eine Schocksymptomatik bei dem kindlichen Schädel-Hirn-Trauma eher selten vorkommt.

Die Anzahl der „hypertensiven Werte“ nimmt, ausgehend vom Säuglingsalter, kontinuierlich ab. Genau umgekehrt verhält sich die Anzahl der normotensiven und hypotensiven Werte. Hier steigt die Zahl mit zunehmendem Alter.

4.5.2.1. Blutdruck bezogen auf isoliertes Schädel-Hirn-Trauma und Schädel-Hirn-Trauma mit Begleitverletzung

Blutdruck	Gesamt	%*	isoliertes SHT	%*	SHT mit Begleitverletzung	%*
Hypotonie	42	22,6%	12	0,6%	30	1,6%
Normoton	533	28,6%	298	16%	235	12,6%
Hypertonie	574	30,8%	329	17,7%	245	13,2%
keine Angaben	713	38,3%	560	30,1%	153	8,2%
Gesamt	1862	100%	1199	64,4%	663	35,6%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.20: Blutdruckwerte bezogen auf und isoliertes SHT und SHT mit Begleitverletzung (p≤ 0,01)

An Hand dieser Zahlen zeigt sich, dass eine Entgleisung des Blutdruckes nicht im Zusammenhang mit Begleitverletzungen steht. Bei 341 Kindern mit isoliertem SHT (18,3%) wurden pathologische Blutdrücke gemessen. Im Gegensatz dazu wurden bei Schädel-Hirn-Traumen mit Begleitverletzungen bei 275 Kindern (14,8%) pathologische Werte dokumentiert. Bei den pathologischen Werten, unabhängig von isolierten SHT oder SHT mit Begleitverletzung, spielte die

Hypertonie die übergeordnetere Rolle, was zurück zu führen ist auf den primären cerebralen Kompensationsmechanismus.

4.5.3. Herzfrequenz

Um Aussagen über die Herzfrequenz machen zu können, müssen die dokumentierten Werte ebenfalls mit den altersentsprechenden Normen verglichen werden.

Altersgruppen	Herzfrequenz (Schläge/min)
<1 Jahr	140
1 bis 3 Jahre	130
4 bis 6 Jahre	120
7 bis 10 Jahre	100
11 bis 15 Jahre	90

Tab.21: Durchschnittliche altersspezifische Herzfrequenz

Unter diesen Vorgaben sind nachfolgende Auswertungen zu interpretieren.

<1 Jahr	Anzahl	%
unter 120/min	13	34,2%
zwischen 120 und 160/min	22	58%
über 160/min	3	8%
Gesamt	38	100%

Tab.22: Herzfrequenz bei Kindern <1 Jahr

1 bis 3 Jahre	Anzahl	%
unter 120/min	121	50,2%
zwischen 120 und 140/min	90	37,3%
über 140/min	30	12,4%
Gesamt	241	100%

Tab.23: Herzfrequenz bei Kindern zwischen 1 und 3 Jahren

4 bis 6 Jahre	Anzahl	%
unter 100/min	75	28,6%
zwischen 100 und 130/min	166	63,3%
über 130/min	21	8%
Gesamt	262	100%

Tab.24: Herzfrequenz bei Kindern zwischen 4 und 6 Jahren

7 bis 10 Jahre	Anzahl	%
unter 90	83	23,8%
zwischen 90 und 110/min	172	49,2%
über 110/min	94	26,9%
Gesamt	349	100%

Tab.25: Herzfrequenz bei Kindern zwischen 7 und 10 Jahren

11 bis 14 Jahre	Anzahl	%
unter 80/min	47	12,4%
zwischen 80 und 100/min	163	43%
über 100/min	170	44,7%
Gesamt	380	100%

Tab.26: Herzfrequenz bei Kindern zwischen 11 und 14 Jahren

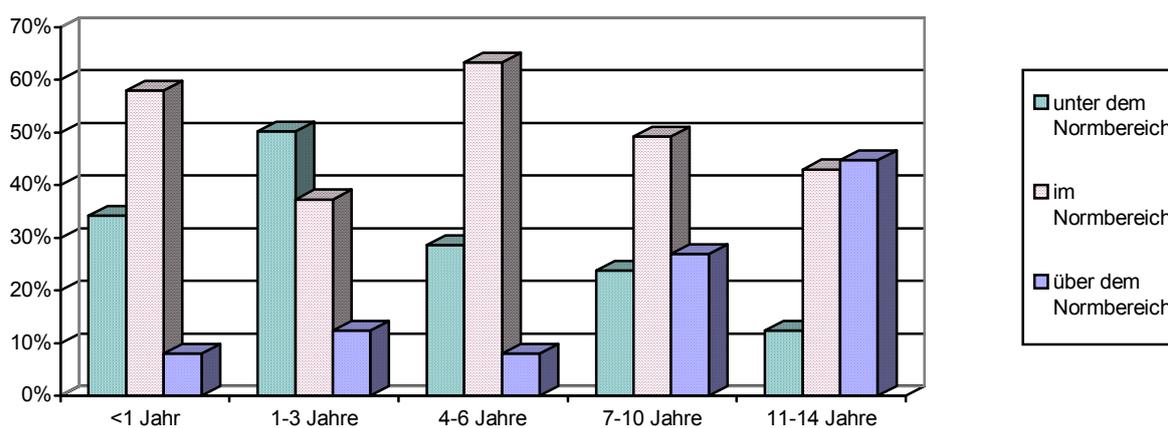


Abb.42: Herzfrequenzen der Altersgruppen

Die Hälfte aller Kinder mit Schädel-Hirn-Trauma zwischen einem und drei Jahren wies eine Brachykardie auf. In den Altersbereichen unter einem Jahr und zwischen 4 und 10 Jahren lag die Herzfrequenz in den meisten Fällen innerhalb der altersentsprechenden Norm. Eine Tachykardie, welche auf eine mögliche Schocksymptomatik hinweisen könnte, wurde im Alter unter einem Jahr, zwischen einem und drei Jahren und zwischen vier und sechs Jahren nur selten registriert. Elf- bis Vierzehnjährige zeigten entweder eine Tachykardie (44,7%) oder lagen im Normbereich (43%). Eine bradykarde Herzfrequenz kam bei Sieben- bis Vierzehnjährigen eher selten vor.

4.5.4. Blutzucker

Die präklinische Messung des Blutzuckers erfolgte bei 109 Fällen der kindlichen Schädel-Hirn-Traumen (5,8%). Eine Hypoglykämie (<80 mg/dl) konnte bei 10 Kindern (0,5%) gemessen werden. 38 mal (2,1%) lag der Blutzucker unter 100 mg/dl, 62 mal (3,3%) über 100 mg/dl.

4.5.5. Atemfrequenz

Eine grobe Einschätzung der Atemfrequenz am Unfallort in Zusammenhang mit der pulsoximetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung im Blut kann ausschlaggebend für die Notwendigkeit bestimmter Therapiemaßnahmen sein. Dokumentiert wurde allerdings die Atemfrequenz auf lediglich 363 DIVI-Protokollen mit der Diagnose kindliches Schädel-Hirn-Trauma (21,1%). Bei 56 Kindern (3%) wurde eine Atemfrequenz zwischen 25 bis 34/min gemessen. In der Mehrzahl der Fälle (277 Kinder – 14,9%) lag eine Atemfrequenz zwischen 35 bis 45/min vor. Deutlich tachypnoeisch mit einer Atemfrequenz zwischen 46 bis 50 waren 30 schädel-hirn-traumatisierte Kinder.

Im Vergleich mit der normalen Atemfrequenz der Kinder (20-30/min), der Kleinkinder (30-40/min) und Säuglinge (40-60/min) in Ruhe, überwog, bedingt durch die psychische Belastung, eine Tachypnoe.

4.5.6. Pulsoximetrisch gemessene Sauerstoffsättigung im Blut (SpO₂)

Die Sauerstoffsättigung kann für den weiteren Verlauf der Behandlungsmaßnahmen und für die Prognose ausschlaggebend sein. Die Messung erfolgte bei immerhin 1399 schädel-hirn-traumatisierten Kindern (75,1%).

Bei den Kindern, bei denen keine Angaben zur Sauerstoffsättigung gemacht wurden, müssen eventuelle Schwierigkeiten bei der Messung beachtet werden. Einige Zustände der Patienten (z.B. motorische Unruhe, Unterkühlung, Schock, technische Probleme) könnten ebenso Ursachen für fehlende Messungen sein.

SpO ₂ in %	Anzahl	%
100	112	6%
99	310	16,7%
98	394	21,2%
97	240	12,9%
96	139	7,5%
95	78	4,2%
94	37	2%
93	11	0,6%
92	21	1,2%
91	6	0,3%
90	17	0,9%
89	3	0,2%
88	2	0,1%
87	2	0,1%
86	5	0,3%
85	4	0,2%
<85	18	1%
Keine Angaben	463	24,9%
Gesamt	1862	100%

Tab.27: Sauerstoffsättigung

In Tabelle 28 wird eine Einteilung der Sauerstoffsättigung in differente Gruppen dargelegt, um Rückschlüsse für evtl. induzierte Therapiemaßnahmen ziehen zu können.

SpO ₂ in %	Respiratorische Funktion	Anzahl	%
97-100	Unauffällig	1056	56,7%
94-96	leichte Störung	254	13,6%
90-93	therapiebedürftige mäßiggradige Störung	55	2,9%
85-89	therapiebedürftige starke Störung	16	0,9%
<85	therapiebedürftige schwerste Störung	18	1%
keine Angaben		463	24,9%
Gesamt		1862	100%

Tab.28: Einteilung der Sauerstoffsättigung

Nach Messung der Sauerstoffsättigung zeigten sich bei 18,4% der Kinder (343 Kinder) Auffälligkeiten bei der Oxygenierung des Blutes. Am Häufigsten (254 Kinder - 13,6%) konnte eine leichte Störung der respiratorischen Funktion festgestellt werden. Therapiebedürftige Sauerstoffsättigungen fanden sich bei 89 kindliche Schädel-Hirn-Traumen (4,8%).

4.5.7. EKG

In 1862 Einsätzen bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern wurde in 858 Fällen (46,1%) ein EKG geschrieben.

In Tab.29 werden die EKG-Befunde aufgeführt, wobei zu beachten ist, dass Mehrfachnennungen möglich waren.

Rhythmus	Anzahl	%
Sinusrhythmus	765	41,1%
Tachykardie	129	6,9%
supraventrikuläre Tachykardie	9	0,5%
ventrikuläre Tachykardie	2	0,1%
Bradykardie	11	0,6%
absolute Arrhythmie	3	0,2%
AV-Block	2	0,1%
supraventrikuläre Extrasystolen (sVES)	2	0,1%
ventrikuläre Extrasystolen (VES)	3	0,2%
monotope Extrasystolen (ES)	1	0,05%
Salven	1	0,05%
Extrasystolie*	7	0,4%
Kammerflimmern	0	0%
elektromechanische Dissoziation	3	0,2%
Asystolie	11	0,6%
Sonstiges	18	0,7%
keine Angaben	895	48,1%

*beinhaltet: sVES, VES, monotope ES, polytope ES, Salven

Tab.29: EKG-Auswertung (Mehrfachnennung möglich)

Ein EKG mit einem Sinusrhythmus als Erstbefund zeigten 41,1% der Kinder mit SHT (765 Kinder). Extrasystolen wurden in 7 EKGs (0,4%) beobachtet. 14 Kinder (0,7%) wiesen eine reanimationsbedürftige Rhythmusstörung (Asystolie, elektromechanische Entkopplung) auf.

4.5.7.1. EKG in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale

Bei der Untersuchung des neurologischen Befundes des Patienten In Relation zum EKG zeigte sich, dass bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern unabhängig vom GCS-Wert, das EKG meist unauffällig war. Lagen jedoch pathologische EKG-Veränderungen vor, wurde in der Mehrzahl der Fälle (21,6%) ein GCS-Wert unter neun registriert.

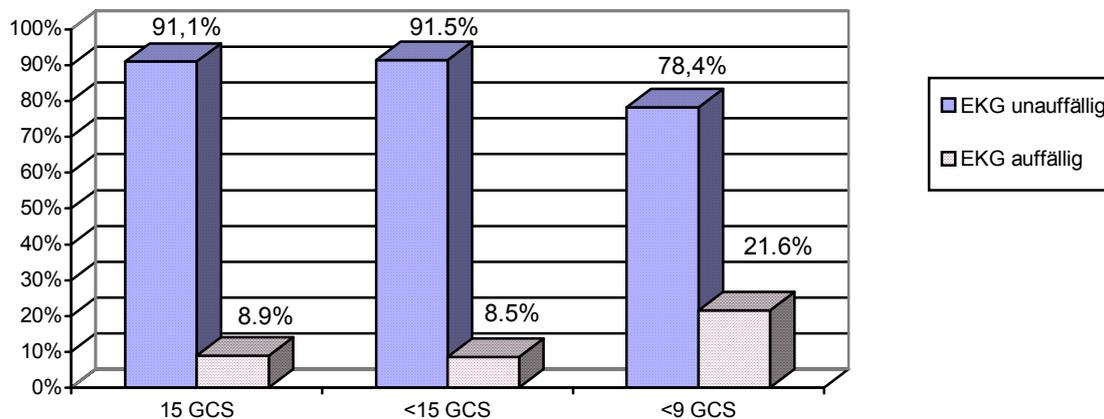


Abb.43: EKG in Abhängigkeit vom GCS (p= 0,009)

4.5.8. Atmung

In Tab.30 werden die Ergebnisse der Beurteilung der Atmung dargestellt. Auch hier sind Mehrfachnennungen möglich.

Atmungsart	Anzahl	%*
unauffällig	1189	63,8%
auffällig	121	6,5%
keine Angaben	552	29,6%
Gesamt	1862	100%
Dyspnoe	39	2,1%
Zyanose	14	0,7%
Spastik	1	0,1%
Rasselgeräusche	8	0,4%
Atemwegverlegung	5	0,3%
Schnappatmung	8	0,4%
Apnoe	19	1%
Beatmung	23	1,2%
Sonstiges	28	1,5%

* bezogen auf SHT-Gesamt

Tab.30: Atmung (Mehrfachnennung möglich)

Bei 70,3% aller Einsätze mit kindlichen Schädel-Hirn-Traumen (1310 Kinder) konnte die Atmung ausgewertet werden. In 552 Fällen (29,6%) fehlten Angaben im Protokoll. Keine Auffälligkeiten bei der Atmung konnten bei 90,8% (1189 Kinder) der Kinder festgestellt werden. Unterstellt man, dass auf Grund fehlender pathologischer Veränderungen der Atmung keine Dokumentation erfolgte, kann man von insgesamt 1741 Fällen (93,5%) mit normaler Atmung ausgehen. 6,5% (121 Kinder) zeigten dagegen Auffälligkeiten. Eine Beatmung musste bei 23 Einsätzen (1,2%) durchgeführt werden. Bei den angegebenen verschiedenen Atmungsstörungen trat eine Dyspnoesyndromatik am häufigsten (39 Kinder - 2,1%) auf.

4.5.8.1. Atmung in Abhängigkeit der GCS

Die folgende Abb.44 zeigt den Zusammenhang zwischen den Befunden der Atmung und der neurologischen Befundung an Hand des Glasgow-Coma-Scales.

Nur 4% der neurologischen unauffälligen Kinder mit einem GCS-Wert von 15 (9 Kinder) zeigten eine Störung im Bereich der Atmung, dagegen waren 95,9% (211 Kinder) atemunauffällig. Eine Veränderung der Atmung wiesen 22,4% der Kinder mit einem GCS unter 15 (73 Kinder) und etwas mehr als die Hälfte (57 Kinder, 54,3%) mit einem GCS unter 9 auf. Damit wird deutlich, dass Störungen im Bereich der Atmung in direktem Zusammenhang mit einer abnehmenden GCS-Score stehen.

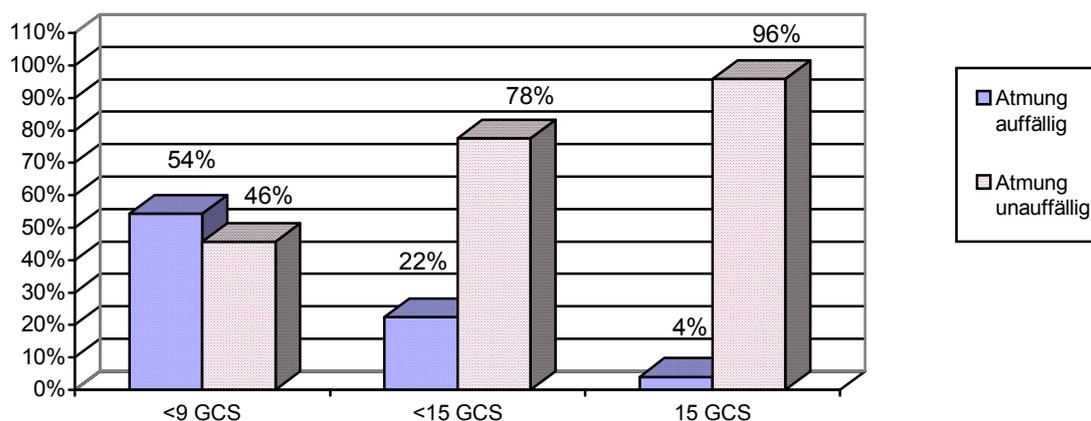


Abb.44: Atmung in Abhängigkeit vom GCS ($p=0,008$)

4.6. Erstdiagnose

In einem gesonderten Abschnitt des DIVI-Protokolls wird die Erstdiagnose dokumentiert, wobei diese summarisch unterteilt wird in Erkrankung und Verletzung. Eine freie Formulierung der Diagnose ist im Diagnosefeld möglich.

Bei der Eingabe der Notarzteinsatzprotokolle wurde versucht, die frei formulierten Befunde den vorgegebenen Auswahllisten zu zuordnen, sofern dies möglich war.

4.6.1. Erkrankungen

219 schädel-hirn-traumatisierte Kinder (15,2%) wiesen „zusätzliche“ Erkrankungen auf. In der folgenden Darstellung werden die Erkrankungen spezifiziert, die neben dem Schädel-Hirn-Trauma angegeben wurden.

SHT kombiniert mit Erkrankung	Anzahl	%
ZNS-Erkrankungen	61	3,3%
Krampfleiden	42	2,3%
Psychische Erkrankung	3	0,2%
Herz-Kreislauf	17	0,9%
Atmung	16	0,8%
Abdomen	11	0,6%
Intoxikation	9	0,5%
Stoffwechsel	2	0,1%
Pädiatrie	22	1,2%
Unterkühlung	2	0,1%
Sonstiges	21	1,1%
Gesamt	219	11,8%

Tab.31: Zusätzliche Erkrankungen ($p \leq 0,04$)

Zusätzliche ZNS-Schädigungen (TIA, apoplektischer Insult, intrakranielle Blutungen, cerebrale Krämpfe, psychische Erkrankungen) lagen bei 106 Kindern (5,7%) vor, wobei das Auftreten von Krämpfen auch im Rahmen des SHT gesehen werden muss. In 17 Fällen (0,9%) traten zusätzliche Herz-Kreislaufstörungen (Orthostase, hypertensive Krise usw.) auf. Eine Atmungsstörung über die genannten Symptome hinaus wurde bei 16 der traumatisierten Kindern (0,8%) dokumentiert. Weitere nicht näher definierte pädiatrische Erkrankungen wurden in 22 Einsatzprotokollen (1,2%) festgehalten.

Da das Feld „Notfallgeschehen/Anamnese/Erstbefund“ in den DIVI-Protokollen auf Grund des Datenschutzes geschwärzt wurde, steht dieser Bereich zu Auswertung nicht zur Verfügung. Deshalb sind keine Aussagen möglich, ob die Erkrankung auslösender Faktor für ein Schädel-Hirn-Trauma war, ob Erkrankung und SHT gleichzeitig aufgetreten sind oder ob das Schädel-Hirn-Trauma für weitere Komplikationen verantwortlich war.

4.6.2. Verletzungen

Bei der Auswertung der 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen lag in 663 (34,6%) Fällen eine Kombination mit einer weiteren Verletzung vor (kombiniertes Trauma). Bei 1199 Einsätzen (64,4%) lag ein isoliertes Schädel-Hirn-Trauma, d.h. ein Schädel-Hirn-Trauma ohne Begleitverletzung vor.

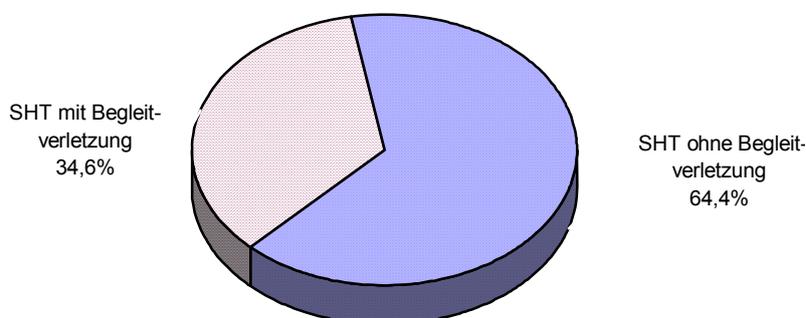


Abb.45: Schädel-Hirn-Trauma n= 1862

Bei über der Hälfte der Schädel-Hirn-Traumen (975 Kinder - 52,4%) lag eine geschlossene Kopfverletzung vor und bei einem Drittel (623 Kinder - 33,4%) handelte es sich um eine offene Kopfverletzung. Eine Kombination aus offenem und geschlossenem Schädel-Hirn-Trauma wurde bei 246 Einsätzen (14,2%)

registriert. Diese Differenzierung war möglich, da im DIVI-Protokoll zwischen Verletzungen des Gesichtschädels und dem restlichen Schädel differenziert wurde. In 18 Fällen (1%) erfolgte keine Dokumentation.

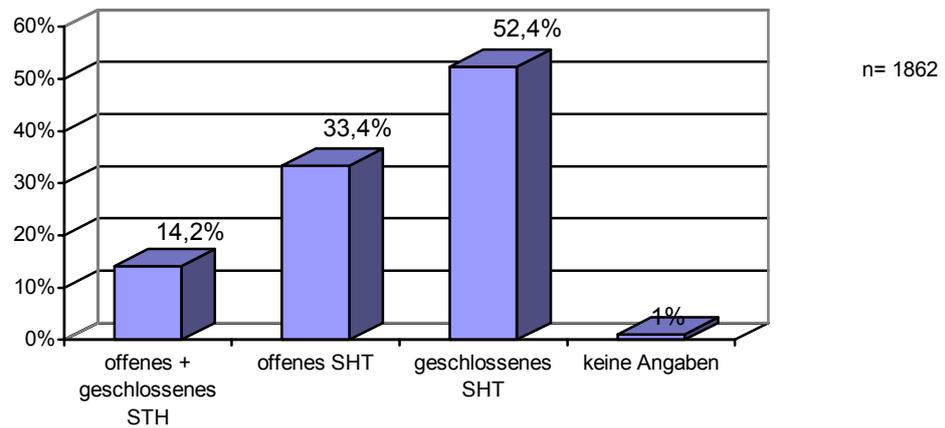


Abb.46: Art des Schädel-Hirn-Traumas

4.6.2.1. Begleitverletzungen

Die Art der Begleitverletzungen wird in der folgenden Tabelle aufgeschlüsselt.

Lokalisation der Verletzungen	Anzahl	%*
Augen	51	2,7%
Schulter	90	4,8%
HWS	100	5,4%
Thorax	83	4,5%
BWS	33	1,8%
Obere Extremität	226	12,1%
LWS	34	1,8%
Abdomen	78	4,2%
Becken	65	3,5%
Untere Extremität	252	13,5%
Thorax oder Abdomen	145	7,8%
Thorax und Abdomen	16	0,9%
ohne Verletzungen	1199	64,4%

Tab.32: Begleitverletzungen (Mehrfachnennung möglich)

Ein Viertel aller kindlichen Schädel-Hirn-Traumen (568 Kinder - 30,5%) waren mit einer zusätzlichen Extremitätenverletzung vergesellschaftet. Thorax- oder Abdominalverletzungen in Kombination mit einem schädel-hirn-traumatisierten Kind wurden in 8,7% (161 Kinder) diagnostiziert. Die Halswirbelsäule als Begleitverletzung war in 100 Fällen (5,4%) betroffen. Eher selten sind Kombinationen mit Becken- (65 Kinder - 3,5%), LWS- (34 Kinder - 1,8%), BWS- (33 Kinder - 1,8%) und Augenverletzungen (51 Kinder - 2,7%).

4.6.2.1.1. Begleitverletzungen bezogen auf das Alter

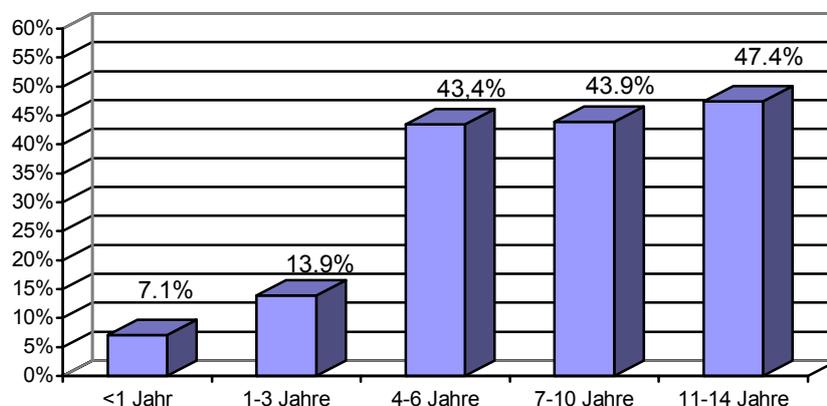


Abb.57: Begleitverletzung bezogen auf das Alter ($p=0,003$)

Ab dem 4. Lebensjahr hatten fast die Hälfte aller Kinder neben dem SHT auch andere Verletzungen. Die geringste Anzahl von Begleitverletzungen wiesen Säuglinge (7,1%) auf. Bei Patienten im Alter von 1 bis 3 Jahren wurde lediglich in 67 Fällen (13,9%) ein kombiniertes Trauma dokumentiert.

Die folgende Aufschlüsselung zeigt wie häufig die einzelnen Begleitverletzungen in den verschiedenen Altersgruppen vorkamen. Eine zusätzliche Augen-, Schulter-, Thorax- und/oder Beckenverletzung wiesen am häufigsten Kinder der Altersgruppe 5 auf. Beteiligungen der BWS konnten meist bei Patienten im Alter zwischen 4 und 6 Jahren (9 Kinder - 2,4%), sowie im Alter zwischen 11 und 14 Jahren (14 Kinder - 2,9%) festgestellt werden. Eine LWS- Verletzung wurde bei keinem Säugling und bei nur zwei Kleinkindern (0,4%) diagnostiziert. Mit nur geringen Differenzen dokumentierten die Notärzte Abdomen- und Beckenbeteiligungen in der Mehrzahl bei Kindern der Altersgruppen 3 bis 5. Verletzungen im Bereich der oberen Extremität betraf meist die 11 bis 14 Jährigen (92 Kinder - 19,1%) und Verletzungen im Bereich der unteren Extremität hauptsächlich die 7 bis 14 Jährigen.

Verletzungen	<1 Jahr	%*	1-3 Jahre	%*	4-6 Jahre	%*	7-10 Jahre	%*	11-14 Jahre	%*
Augen	1	1,4%	12	2,5%	18	4,7%	34	4,6%	45	9,3%
Schulter	0	0%	9	1,9%	16	4,2%	21	4,7%	44	9,1%
obere Extremität	2	2,8%	29	6%	43	11,3%	60	13,3%	92	19,1%
untere Extremität	2	2,8%	12	2,5%	49	12,9%	96	21,3%	93	19,
Becken	0	0%	7	1,4%	13	3,4%	20	4,5%	25	5,2%
BWS	0	0%	3	0,6%	9	2,4%	7	1,6%	14	2,9%
LWS	0	0%	2	0,4%	9	2,4%	13	2,9%	11	2,3%
Thorax	1	1,4%	15	3,1%	14	3,7%	22	4,9%	31	6,4%
Abdomen	0	0%	7	1,4%	16	4,2%	26	5,8%	29	6%

* bezogen auf die Anzahl der jeweiligen Altersgruppe

Tab.33: Begleitverletzungen bezogen auf das Alter (Mehrfachnennungen) (p≤ 0,005)

4.6.2.1.2. Offene und/oder geschlossene Begleitverletzungen

Begleitverletzungen	Anzahl	%*
offene Begleitverletzung	389	20,9%
geschlossene Begleitverletzung	216	11,6%
offene und geschlossene Begleitverletzung	102	5,5%
Gesamt	707	38%

*bezogen auf SHT-Gesamt (1862)

Tab.34: Offene und/oder geschlossene Begleitverletzungen (Mehrfachnennungen)

Es zeigt sich, dass bei 389 Einsätzen (20,9%) neben dem Schädel-Hirn-Trauma noch weitere offene Verletzungen vorlagen. Zusätzlich geschlossene Verletzungen wiesen 216 der schädel-hirn-traumatisierte Kinder (11,6%) auf. Eine Kombination aus geschlossenen und offenen Begleitverletzungen wurde bei 102 Kindern (5,5%) registriert.

4.7. Versorgungsmaßnahmen

Die präklinisch durchgeführten Versorgungsmaßnahmen des Notarztes umfassten Maßnahmen in Bezug auf das Herz/Kreislaufsystem, auf die Atmung und sonstige weitere Maßnahmen. Unter die Versorgungsmaßnahmen fielen auch das Monitoring sowie die medikamentöse Therapie.

4.7.1. Versorgungsmaßnahme bei Herz/Kreislauf-Störungen

Bei 763 (41%) von 1862 traumatisierten Kindern mit SHT wurden Versorgungsmaßnahmen im Bereich des "Herz-Kreislauf-Systems" eingeleitet. Hiervon wiesen 404 Patienten (52,9%) zusätzliche Begleitverletzungen auf und in 359 der Fälle (47,1%) lag ein isoliertes SHT vor. Keine Therapie mit Herz-Kreislauf-Maßnahmen wurde in 1099 Fällen (59%) durchgeführt.

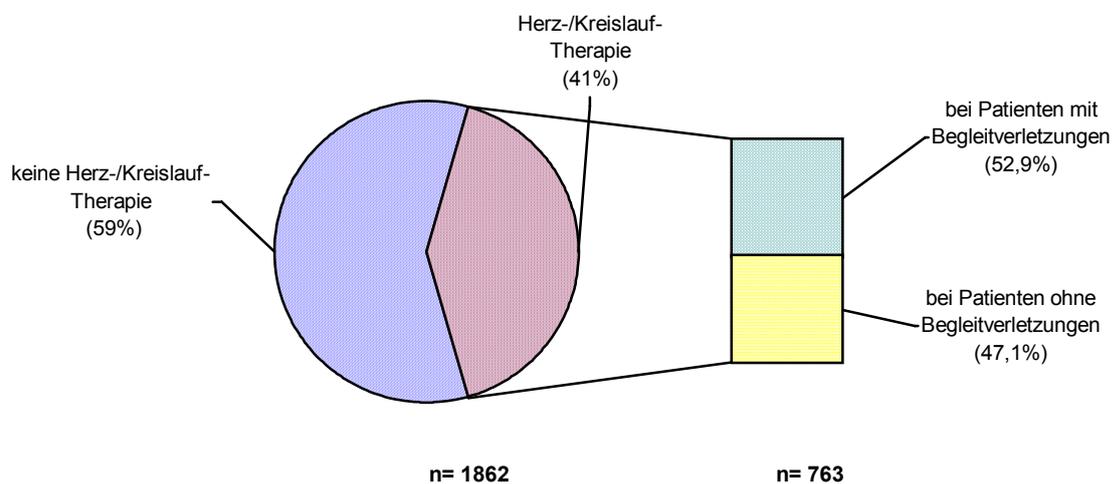


Abb.48: Therapie bei Herz/Kreislauf-Störungen

Die folgende Tabelle zeigt, wie häufig welche Therapie im Bereich des Herz-Kreislauf-Systems durchgeführt wurde. Wie bereits oben erwähnt, wurden bei 763 (41%) schädel-hirn-traumatisierten Kindern spezielle Maßnahmen in diesem Bereich ergriffen. Da jedoch Mehrfachnennungen möglich waren, betrug die Zahl der insgesamt vollzogenen Maßnahmen im Bereich des kardio-zirkulatorische Systems 789 (42,4%).

Maßnahmen „Herz/Kreislauf“	Anzahl	%*	Anzahl bei Patienten mit isolierten SHT	%*	Anzahl bei SHT- Patienten mit Begleitverletzungen	%*
Herzdruckmassage (HDM)	18	1%	6	0,3%	12	0,6%
Defibrillation (Defi)	4	0,2%	1	0,05%	3	0,2
Schrittmacher (extern) (SM)	1	0,05%	1	0,05%	0	0
peripher venöser Zugang	739	39,7%	344	18,5%	395	21,2%
zentral venöser Zugang (ZVK)	23	1,2%	7	0,5%	16	0,9%
Einsatz einer Spritzenpumpe	4	0,2%	1	0,05%	3	0,2%
Gesamt	763	41%	359	19,3%	404	21,7%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.35: Versorgungsmaßnahmen „Herz-/Kreislauf“ ($p \leq 0,02$)

Von 763 Kindern, bei denen eine kardio-zirkulatorische Therapie durchgeführt wurde, erhielten 739 einen peripher venösen Zugang, d.h. bei fast 40% aller Einsätze wurde eine Infusion gelegt, von welchen die Mehrzahl der Patienten (425 Kinder) keine zusätzliche Verletzung aufwiesen. Einen zentralen Venenkatheter erhielten dagegen nur 23 schädel-hirn-traumatisierte Kinder (1,2%). Diese Maßnahme erfolgte eher beim nicht isolierten SHT (16 Kinder). Reanimationen mussten nur in 18 Fällen, das ist 1% der gesamten Kinder mit

SHT, durchgeführt werden. Dies betraf 12 Schädel-Hirn-Traumatisierte mit Begleitverletzungen.

4.7.1.1. Anlage eines peripher venösen Zugangs bei Kindern in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl peripher venöser Zugänge	%
<1 Jahr	11	0,6%
1-3 Jahre	96	5,1%
4-6 Jahre	134	7,2%
7-10 Jahre	218	11,7%
11-14 Jahre	280	15%
kein Zugang	1123	60,3%
Gesamt	1862	100%

Tab.36: Anlage von peripher venösen Zugängen bei Kindern mit SHT bezogen auf das Alter (p= 0,002)

Es zeigt sich deutlich, dass das Legen eines peripher venösen Zugangs vom Alter der Kinder abhängig ist. Je älter das betroffene Kind, desto häufiger wurde einer Infusion angelegt. Von insgesamt 70 Säuglingen mit SHT erhielten nur 11 (15,7%) einen Zugang. Bei jedem fünften Kleinkind (96 Kinder - 20%) und bei fast jedem zweitem Kind zwischen 11 und 14 Jahren (280 Kinder - 58,2%) wurde eine Infusion gelegt.

4.7.2. Versorgungsmaßnahmen bei Atemstörungen

Therapeutische Maßnahmen in Bereich des Atmungssystems erhielten 19,7% der schädel-hirn-verletzten Kinder (366 Kinder). Auch hier waren Mehrfachnennungen möglich, so dass die Gesamtzahl der durchgeführten Maßnahmen im Bereich der Atmung 832 betrug, wobei dies bei mehr als die Hälfte der Patienten (213 Kinder - 58,2%) mit zusätzliche Begleitverletzungen und nur bei 153 (42%) mit isoliertem SHT erfolgte. Bei der Mehrzahl der

Patienten (1496 Kinder - 80,3%) wurden auf spezielle Versorgungsmaßnahmen im Bereich der Atmung verzichtet.

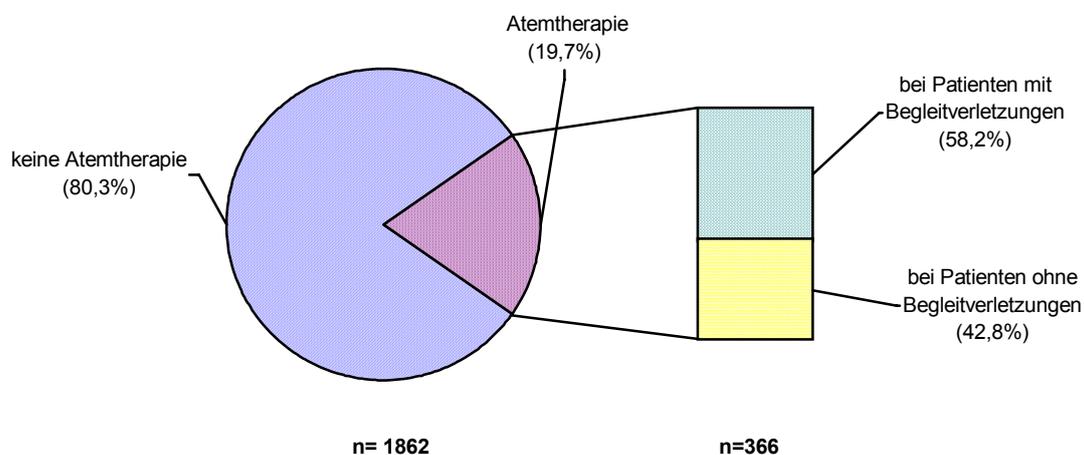


Abb.49: Therapie bei Atemstörungen

Maßnahmen „Atmung“	Anzahl	%*	Anzahl bei isolierten SHT	%°	Anzahl bei kombinierten SHT	%~
Sauerstoffgabe (O ₂)	282	15,1%	132	7,1%	150	8,1%
Freimachen der Atemwege	53	2,8%	26	1,4%	27	1,4%
Absaugen	58	3,1%	25	1,3%	33	1,8%
Intubation gesamt	104	5,6%	49	2,6%	54	2,9%
> Intubation oral	96	5,2%	48	2,6%	54	2,9%
> Intubation nasal	1	0,05%	1	0,05%	0	0%
Beatmung gesamt	100	5,4%	41	2,2%	59	3,2%
> Beatmung manuell	52	2,8%	20	1,1%	32	1,7%
> Beatmung maschinell	66	3,5%	29	1,6%	37	2%
> mit PEEP	20	1,1%	8	0,4%	12	0,6%
Gesamt	366	19,6%	379	20,3%	404	21,7%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1826)

Tab.37: Versorgungsmaßnahme „Atmung“ (p= 0,01)

Eine Sauerstoffgabe erfolgte bei 282 Kindern. Von diesen wiesen knapp mehr als die Hälfte (150 Kinder - 53,2%) zusätzliche Verletzungen auf. Eine Intubation mit anschließender Beatmung wurde bei 104 der traumatisierten Patienten durchgeführt. Auch hier zeigt sich wieder, dass Patienten mit Begeleitverletzungen nur gering häufiger (54 Kinder - 51,9%) intubiert werden mussten. Eine maschinelle Beatmung erfolgte bei 66 Kindern (3,5%). Die orale Intubation fand den Vorzug (96 Kinder) vor der nasalen Intubation, welche nur bei einem Patienten (1 Kind) angewandt wurde. In 7 Fällen erfolgte keine Angabe zu der Intubationsart.

4.7.2.1. Sauerstoffapplikation in Abhängigkeit vom Alter des Kindes

Auch hier zeigt sich wieder eine Abhängigkeit der Sauerstoffgabe vom Alter. Je älter das Kind, desto wahrscheinlicher erfolgte eine Inhalation mit Sauerstoff. Nur jeder fünfte Säugling (13 Kinder - 18,6%) wurde mit Sauerstoff versorgt. Dagegen erhielten 49,7% aller Patienten (196 Kinder) zwischen 7 und 10 Jahren und knapp die Hälfte aller Sekundarschulkinder (239 Kinder - 49,7%) Sauerstoff.

Alter	Anzahl der Sauerstoffapplikationen	%
<1 Jahr	13	0,7%
1-3 Jahre	105	5,6%
4-6 Jahre	146	7,8%
7-10 Jahre	196	10,5%
11-14 Jahre	239	12,8%
keine Sauerstoffgabe	1163	62,5%
Gesamt	1862	100%

Tab.38: Sauerstoffapplikationen bezogen auf das Alter (p= 0,003)

4.7.2.2. Intubation in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl der Intubationen	%
<1 Jahr	1	0,05%
1-3 Jahre	14	0,7%
4-6 Jahre	27	1,4%
7-10 Jahre	22	1,2%
11-14 Jahre	32	1,7%
Gesamt	104	5,6%

Tab.39: Intubation bezogen auf das Alter (p= 0,003)

Eine Intubation wurde bei 104 traumatisierten Kindern (5,6%), im Gegensatz zu 1758 Kindern (94,4%) bei denen diese Intervention nicht nötig war, durchgeführt. In der Altersgruppe von 1-3 Jahren erfolgte eine Intubation bei 14 Kindern, in der Altersgruppe von 4-6 Jahren bei 27 Kindern und in der Altersgruppe von 7-10 Jahren bei 22 Kindern. Bei den Elf- bis Vierzehnjährigen musste in 32 Fällen intubiert werden. Nur bei einem Säugling erfolgte die Durchführung einer Intubation.

4.7.2.3. Intubation in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale mit und ohne Begleitverletzung

Eine Bewertung der Bewusstseinslage der Kinder nach der Glasgow-Coma-Scale wurde insgesamt 1639 mal (88%) angegeben.

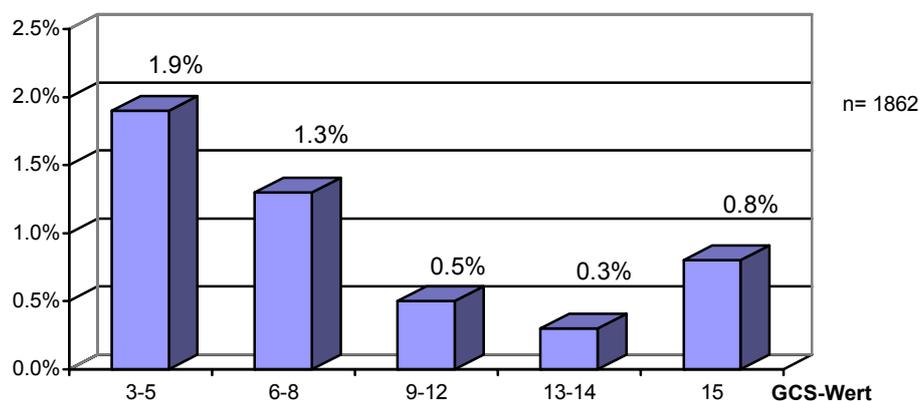


Abb.50: Intubation in Abhängigkeit vom GCS (p= 0,003)

Liegt der Punktwert der Glasgow-Coma-Scale unter 15, so kann in Abhängigkeit vom GCS die Notwendigkeit einer Intubation bestehen. Je niedriger der Wert, desto notwendiger ist eine Intubation. 15 schädel-hirn-traumatisierte Kinder (0,8%) mussten, trotz Fehlen von neurologischen Auffälligkeiten, intubiert werden. Die Indikationsursache zur Intubation lag mehr an den Folgen der Begleitverletzungen und nicht vordergründig an dem neurologischen Zustand des Kindes, da von den 15 Kindern 13 (86,7%) zusätzliche schwere Verletzungen aufwiesen. Nur bei 3,9% der Einsätze (74 Kinder), bei denen der Patient eine wie auch immer geartete neurologische Auffälligkeit zeigte (GCS <15) musste eine Intubation durchgeführt werden. 35 Patienten (1,9%) mit einem SHT 3° (GCS 3-5) wurden intubiert. Hiervon hatten sich nur 18 Kinder (52,9%) weitere Verletzungen zugezogen. Lag ein Glasgow-Coma-Scale-Wert von 6 bis 8 vor, erfolgte eine Intubation bei 1,3% der Kinder (25 Kinder). 11 von ihnen (44%)

litten unter einem isolierten SHT und 14 (46%) waren zusätzlich noch anderweitig verletzt. Im Falle eines GCS-Werts von 9-12 musste bei 9 verletzten Kindern (0,5%) (6 Kinder mit Begleitverletzungen (66,6%), 3 ohne Begleitverletzungen (33,3%)) und bei einem GCS-Wert von 13-14 bei 5 verletzten Kindern (0,3%), (4 Kinder mit Begleitverletzungen (80%), 1 ohne Begleitverletzungen (20%)) intubiert werden. Hier wird deutlich, dass bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern mit nur geringeren neurologischen Störungen, der Grund für die Intubations eher an den zusätzlichen Verletzungen der Kinder lag. Bei 15 Intubationen wurde keine Angabe zum GCS-Wert gemacht.

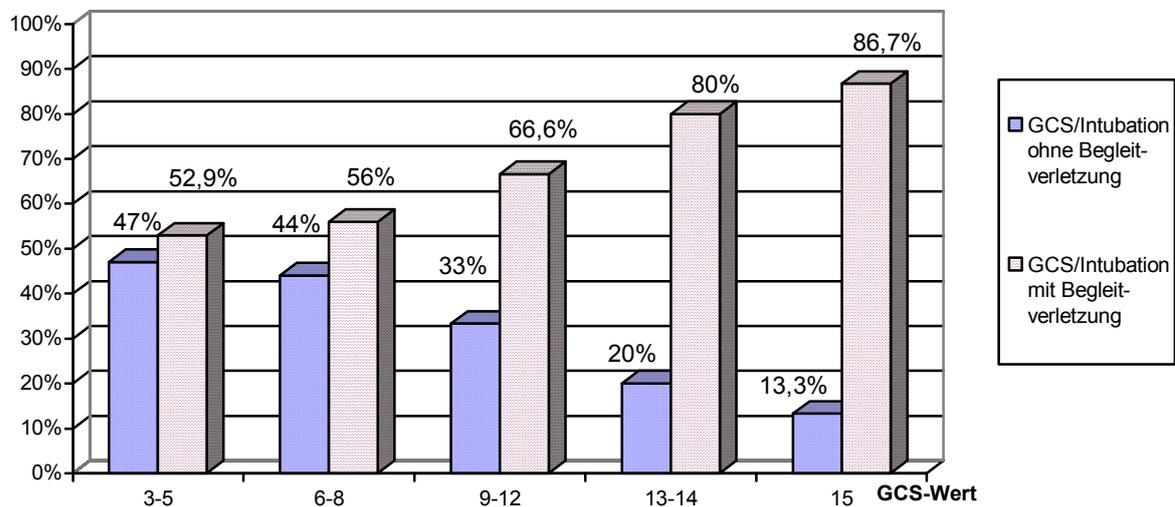


Abb.51: Intubation in Abhängigkeit vom GCS mit und ohne Begleitverletzungen ($p = 0,05$)

4.7.2.4. Intubation in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale und Alter

Die Angabe des Alters und des Glasgow-Coma-Scales-Wertes war bei 1714 von 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen (92%) vorhanden. Mit Ausnahme der Kinder unter einem Jahr erfolgte die Mehrzahl der Intubationen bei einem Glasgow-Coma-Scale unter 15, aber auch bei GCS-Werten von 15. Dies zeigt, dass schädel-hirn-traumatisierte Kinder trotz unauffälliger Neurologie oder einer

leichten neurologischen Störung einen Anlass zur Intubation boten. Damit wird die schon gezogene Schlussfolgerung, dass die Indikation zur Intubation nicht nur von der Bewusstseinslage abhängig gemacht wird, bestätigt.

Alter	Anzahl der Intubationen	%*	GCS-Wert 3-5	GCS-Wert 6-8	GCS-Wert 9-12	GCS-Wert 13-14	GCS-Wert 15
GCS/Alter	1714	92%					
keine Angaben	148	7,9%					
Gesamt	1862	100%					
<1 Jahr	1	0,05%	1	0	0	0	0
1-3 Jahre	7	0,4%	1	3	1		1
4-6 Jahre	20	1,1%	9	7	2	1	1
7-10 Jahre	24	1,3%	14	5	2	1	1
11-14 Jahre	27	1,5%	8	10	4	3	2

- die eingetragenen Zahlen bei den GCS-Werten sagen aus wie häufig eine Intubation bei dem entsprechenden GCS-Wert erfolgte

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.40: Intubation in Abhängigkeit vom Alter und GCS (p≤ 0,02)

4.7.2.5. Intubation in Abhängigkeit von der Sauerstoffsättigung

Erfolgte eine Intubation, so wurde nur bei 62 (59,6%) von insgesamt 104 Intubationen vorher eine Sauerstoffsättigung dokumentiert. Es lässt sich somit keine Abhängigkeit zwischen der festgestellten Sättigung und der Durchführung einer Intubation erkennen. Daraus lässt sich indirekt schließen, dass zur Entscheidung einer Intubation vor allem der GCS-Wert herangezogen wurde und weniger die Sauerstoffsättigung. Dies wird auch belegt durch die Tatsache, dass sofern eine Messung der Sauerstoffsättigung erfolgte, am häufigsten (22 Kinder - 34,5%) bei einer Sättigung zwischen 97% und 100% intubiert wurde. Bei schweren und schwersten therapiebedürftigen Störungen der Sauerstoffsättigung intubierten die Notärzte bei jeweils sechs der verunfallten Kinder (9,7%).

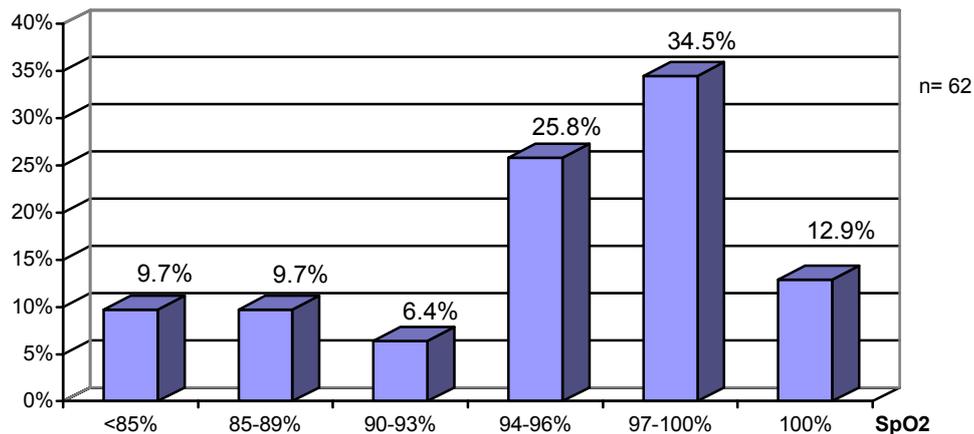


Abb.52: Intubation in Abhängigkeit der Sauerstoffsättigung (p= 0,006)

4.7.3. Sonstige Maßnahmen

Unter „sonstige Maßnahmen“, die im Rahmen der Versorgung durchgeführt wurden, fallen: die Einleitung einer Narkose, die Blutstillung, das Legen einer Magensonde, das Anlegen eines Verbandes, eine Reposition, spezielle Lagerungsarten des Patienten, das Anlegen einer Thoraxdrainage sowie weitere therapeutische Maßnahmen, was besonders in Zusammenhang mit den Begleitverletzungen zu sehen ist. 716 schädel-hirn-verletzte Kinder (38,5%) erhielten zusätzliche Therapiemaßnahmen. Von diesen 716 Patienten wiesen 303 (42,7%) ein isoliertes SHT auf und in 407 (57,3%) Fällen lagen kombinierte Verletzungen vor.

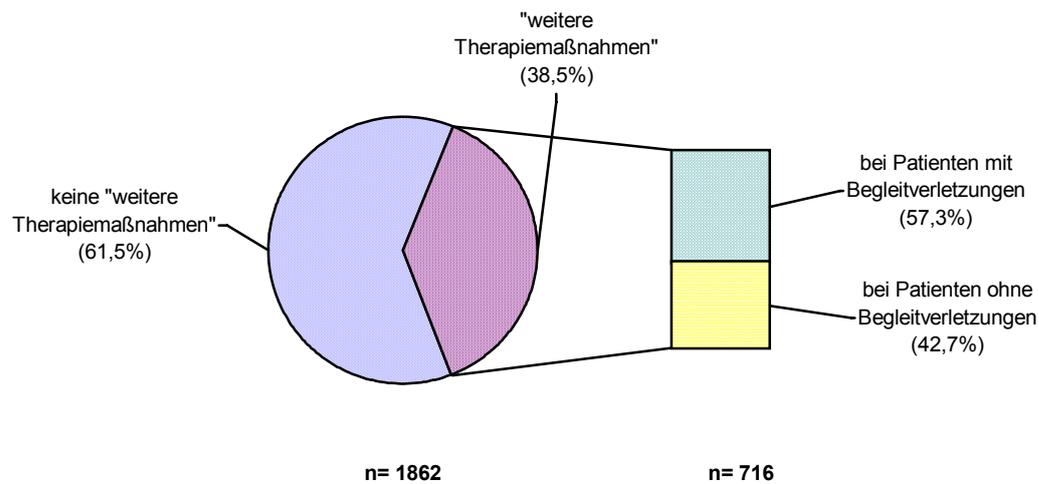


Abb.53: " Weitere Therapiemaßnahmen"

Die folgende Tabelle zeigt, wie häufig welche Art von Therapiemaßnahmen ergriffen wurden. Mehrfachnennungen waren möglich.

Therapiemaßnahmen	Anzahl	%*	Anzahl bei isoliertem SHT	%*	Anzahl bei SHT mit Begleitverletzung	%*
Anästhesie	60	3,2%	16	0,9%	44	2,4%
Blutstillung	68	3,6%	19	1%	49	2,6%
Magensonde	13	0,7%	5	0,3%	9	0,5%
Verband	195	10,5%	57	3,1%	138	7,4%
Reposition	186	10%	0	0%	186	10%
besondere Lagerung	159	8,5%	69	3,7%	90	4,8%
Thoraxdrainage	111	6%	0	0%	111	6%
sonstige Maßnahmen	184	9,9%	56	3%	128	6,9%
Gesamt	710	38,1%	271	14,6%	439	23,6%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.41: Weitere Therapiemaßnahmen bei Kindern mit SHT (Mehrfachnennungen) ($p \leq 0,007$)

Bei 60 schädel-hirn-traumatisierten Kindern (3,2%) wurde eine Narkose eingeleitet. Als Indikation kamen hier zum einen die Diagnose Polytrauma und zum anderen die Schaffung der Voraussetzungen zur Oxygenation durch die Intubation in Frage. Eine Blutstillung wurde bei 68 Patienten (3,6%), bei 26 mit isolierten STH (38,2%), durchgeführt. Das Anlegen eines Verbandes erfolgte bei jedem zehnten Kind (195 Kinder – 10,5%). In 26% der Fälle von kindlichen Schädel-Hirn-Traumen mit Frakturen und Luxationen (186 Kinder) wurde am Unfallort reponiert. Bei 8,5% der Traumapatienten (159 Kinder) wurde mit den Möglichkeiten des Rettungsdienstes eine spezielle Lagerung vorgenommen. Eine Magensonde erhielten 13 der verunfallten Kinder (0,7%). Weitere im Bereich der präklinischen Möglichkeiten liegende Maßnahmen (sonstige Maßnahmen) wurden in 244 der Fälle (13,1%) durchgeführt. Insgesamt waren Therapiemaßnahmen bei Kindern mit SHT und zusätzlichen Begleitverletzungen häufiger.

4.7.3.1. Anästhesie in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen	Anzahl der Narkosen	%*	%°
<1 Jahr	0	0%	0%
1-3 Jahre	6	1,2%	0,3%
4-6 Jahre	12	3,1%	0,6%
7-10 Jahre	20	4,4%	1,1%
11-14 Jahre	22	4,6%	1,2%
Gesamt	60	3,2%	3,2%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.42: Anästhesie in Abhängigkeit vom Alter (p< 0,005)

Bei den kindlichen Schädel-Hirn-Traumen zeigte sich, dass das Einleiten einer Narkose unter anderem vom Alter des Patienten abhängig gemacht wurde. Bei Kindern zwischen 11 und 14 Jahren wurde in 22 Fällen eine Narkose eingeleitet, d.h. 4,6% von insgesamt 481 Patienten dieser Altersgruppe wurden anästhesiert.

Bei fast derselben Anzahl der Sieben- bis Zehnjährigen (20 Kinder - 4,4%) wurde diese Maßnahme ergriffen. Eine Anästhesie erfolgte bei einem Fünftel aller Vorschulkinder (20%), dies trifft auf 12 von 381 Patienten zwischen 4 und 6 Jahren zu. Jedes zehnte Kind im Alter von einem bis drei Jahren (10%), d.h. von 480 wurden 26 Kleinkinder narkotisiert. Bei keinem Säugling wurde eine Narkose im Berichtszeitraum durchgeführt.

4.7.3.2. Anästhesie in Abhängigkeit der Glasgow-Coma-Scale mit und ohne Begleitverletzungen

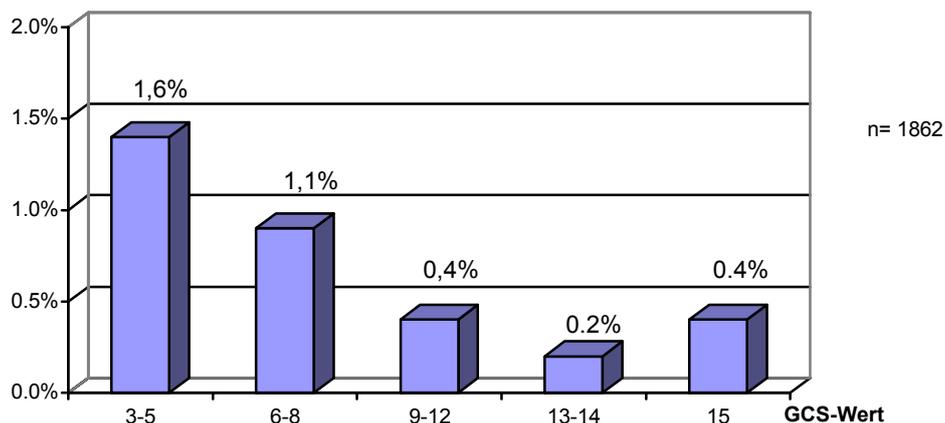


Abb.54: Anästhesie in Abhängigkeit vom GCS ($p=0,005$)

Es zeigt sich, dass die Mehrzahl der Kinder (26 Kinder - 1,4%) welche anästhesiert werden mussten, eine schwere neurologische Störung aufwies. Von diesen 26 Patienten hatten 14 eine Begleitverletzung (53,8%) und bei 12 der Verletzten wurde ein isoliertes SHT festgestellt. Bei einem GCS-Wert von 6 bis 8 erhielten 18 schädel-hirn-traumatisierte Kinder (0,9%) eine Narkose und bei einem GCS-Wert von 9 bis 12 7 (0,4%). In den Fällen mit nur geringgradiger neurologischer Störung oder unauffälliger Neurologie erfolgten Narkose häufiger bei schädel-hirn-traumatisierten Patienten (66,7% bzw. 83,3%) welche noch zusätzliche Traumen neben dem SHT erlitten haben. Somit kann die Aussage

getroffen werden, dass die Indikation zur Narkoseeinleitung bei Kindern mit einem GCS zwischen 13 und 15 in der Begleitverletzung gesehen werden muss.

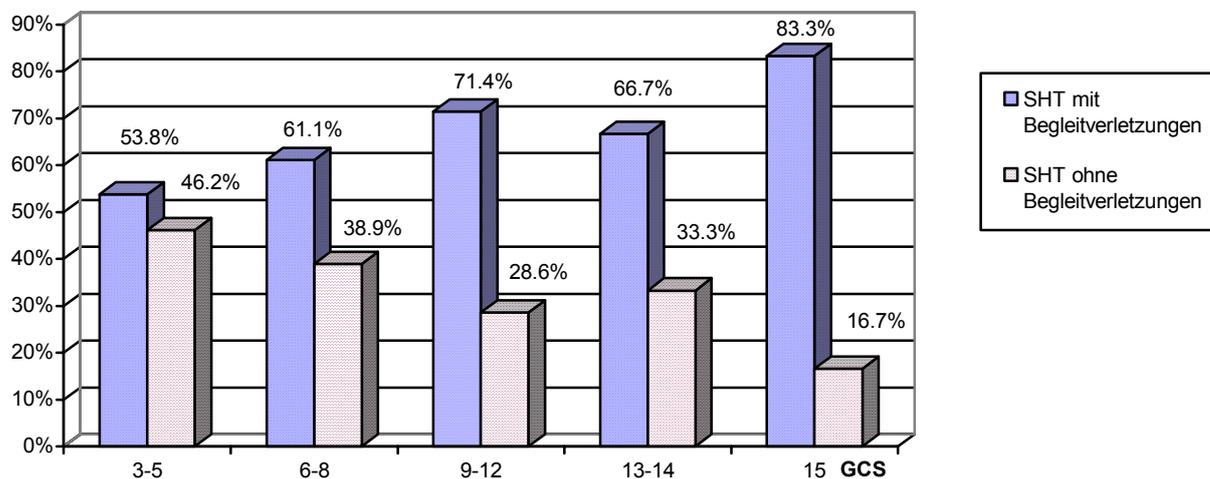


Abb.55: Häufigkeit der Anästhesie in Abhängigkeit vom GCS und Begleitverletzungen (p=0,01)

4.7.4. Monitoring

Zur Überwachung des Notfallpatienten stehen dem Rettungsdienst mehrere Verfahren zur Verfügung. Das EKG mit drei Ableitungen, das Pulsoximeter und die manuelle Blutdruckmessung sind standardisierte Verfahren und obligat in der präklinischen Versorgung impliziert. In Ausnahmefällen wurden auch ein 12-Kanal-EKG, eine Kapnometrie, eine Temperatur- und oszillometrische Blutdruckmessung angewandt. Hierbei handelt es sich um fakultative Ausstattungen des Rettungsdienstes, die nicht vorgeschrieben und damit nicht flächendeckend vorhanden sind.

Der Einsatz eines Monitorings erfolgte in 993 Fällen (53,3%). In 869 Fällen (46,7%) wurden die schädel-hirn-verletzten Kinder nicht mittels eines Monitorings überwacht oder es erfolgte keine Dokumentation darüber, da

diese Maßnahme als selbstverständlich angesehen wurde. Aus diesem Grund sind die fehlenden Aussagen der Protokolle nicht definitiv zu verwerfen.

Die Hälfte der schädel-hirn-traumatisierten Kinder mit Begleitverletzung (543 Kinder, 54,7%) wurden anhand eines Monitorings überwacht. Bei einem isolierten Schädel-Hirn-Trauma erfolgte das Monitoring in 450 Fälle (45,3%).

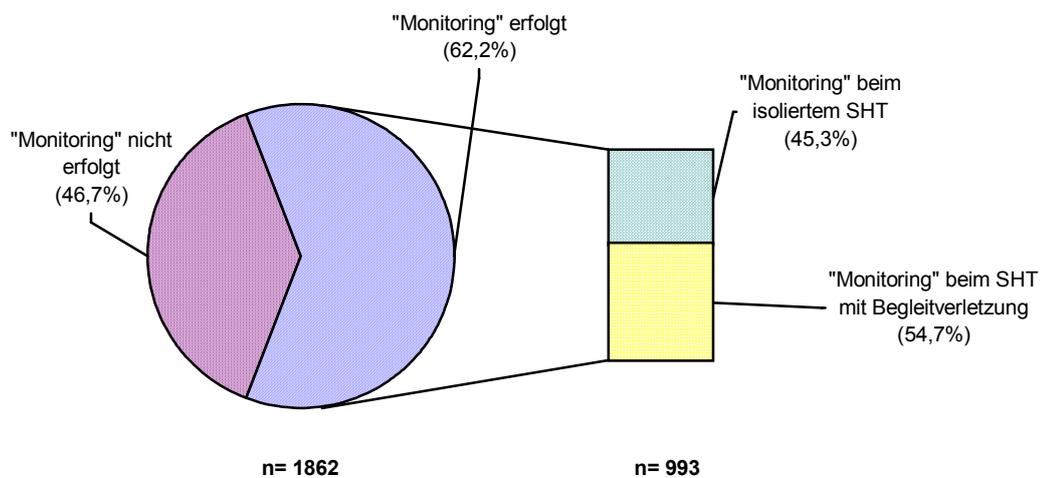


Abb.56: "Monitoring"

Folgende Abbildung stellt dar, wie häufig die einzelnen Monitoringverfahren Anwendung fanden. Mehrfachnennungen waren möglich.

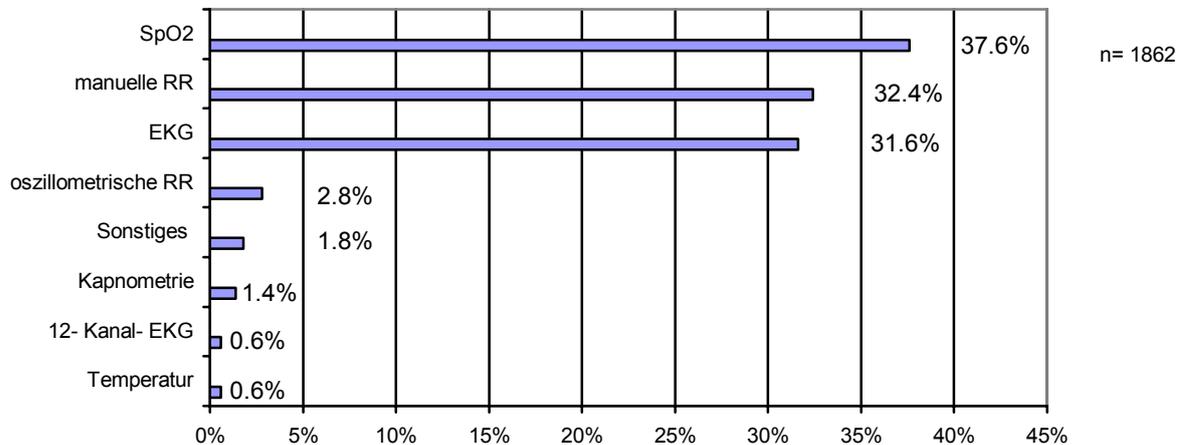


Abb.57: Häufigkeit der durchgeführten Monitoringverfahren

Die Anzahl eines durchgeführten Monitorings lag annähernd bei 40%. Bei 37,6% der Unfallopfer (701) wurde die Sauerstoffsättigung im Blut gemessen, bei 32,4% der Patienten (603) erfolgte eine manuelle Blutdruckmessung und bei 31,6% (589) wurde ein EKG geschrieben. Sonstige Verfahren fanden nur in seltenen Fällen (im Durchschnitt 2%) Verwendung.

4.7.4.1. Monitoring in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl	%*	%°
<1 Jahr	57	81,4%	3,1%
1-3 Jahre	393	81,9%	21,1%
4-6 Jahre	334	87,6%	17,9%
7-10 Jahre	387	86,2%	20,8%
11-14 Jahre	426	88,6%	22,9%
Gesamt	1597	85,8%	85,8%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.43: Monitoring in Abhängigkeit vom Alter (p= 0,006)

Bei den traumatisierten Kindern mit SHT unter einem Jahr erfolgte ein Monitoring etwas seltener (57 Kinder - 3,1%) als bei Kindern zwischen einem und drei Jahren (393 Kinder – 21,1%). Ab dem vierten Lebensjahr nahm der Einsatz eines Monitorings mit steigendem Alter zu. Ein Monitoring wurde im Alter zwischen 4 und 6 Jahren bei 334 Kindern (17,9%) und zwischen 7 und 10 Jahren bei 387 Traumapatienten (20,8%) durchgeführt. Mit einer Häufigkeit von 22,9% erhielten die Sekundarschulkinder (426 Kinder) am häufigsten ein oder mehrere Überwachungsverfahren.

4.7.4.2. EKG in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl der geschriebenen EKGs	%*	%°
<1 Jahr	16	22,8%	0,8%
1-3 Jahre	88	18,3%	4,7%
4-6 Jahre	110	28,9%	5,9%
7-10 Jahre	175	39%	9,4%
11-14 Jahre	200	41,6%	10,7%
Gesamt	589	31,7%	31,6%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.44: EKG in Abhängigkeit vom Alter (p≤ 0,004)

Wie schon bei den anderen im präklinischen Bereich eingeleiteten Maßnahmen ist auch bei der EKG-Ableitung eine Abhängigkeit vom Alter zu erkennen, d.h. je älter das traumatisierte Kind, desto eher wurde ein EKG angelegt. Bei den 589 angelegten EKGs war der Patient nur in 13 Fällen (0,8%) jünger als ein Jahr, in 88 Fällen (4,7%) zwischen einem und drei Jahren, in 110 Fällen (5,9%) älter als drei Jahre, in 175 Fällen (9,4%) älter als sechs Jahre und bei 200 EKGs (10,7%) lag das Alter zwischen 11 und 14 Jahren. Bei ca. jedem fünften Säugling (22,8%) und Kleinkind (18,3%) und bei ca. jedem dritten Patienten zwischen 4 und 10 Jahren wurde ein EKG angelegt.

4.7.4.3. Bestimmung der Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit vom Alter

Auch beim Monitoring der Sauerstoffsättigung ergibt sich ein ähnliches Bild. Die Häufigkeit des Monitorings der Sauerstoffsättigung nimmt mit zunehmendem Alter zu.

Alter	Häufigkeit des SpO ₂ - Messung	%*	%°
<1 Jahr	13	18,6%	0,7%
1-3 Jahre	113	23,5%	6%
4-6 Jahre	148	38,8%	7,9%
7-10 Jahre	199	44,3%	10,7%
11-14 Jahre	228	47,4%	12,2%
Gesamt	701	37,6%	37,6%

*bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

°bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.45: Messung der Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit vom Alter (p= 0,003)

4.7.4.4. Manuelle Blutdruckmessung in Abhängigkeit vom Alter

Auch die manuelle Blutdruckmessung wurde mit Zunahme des Alters häufiger im Rettungsdienst durchgeführt.

Alter	Anzahl der Blutdruckmessungen	%*	%°
<1 Jahr	11	15,7%	0,6%
1-3 Jahre	84	17,5%	4,5%
4-6 Jahre	113	29,6%	6%
7-10 Jahre	169	37,6%	9%
11-14 Jahre	226	47,5%	12,1%
Gesamt	603	32,4%	32,4%

* bezogen auf die Altersgruppen

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.46: Manuelle Blutdruckmessung in Abhängigkeit vom Alter (p= 0,004)

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Abhängigkeit des Monitorings (EKG, SpO₂, manuelle Blutdruckmessung) vom Alter des zu behandelnden Kindes. Hier wird noch einmal verdeutlicht, dass mit zunehmendem Alter der Kinder die Maßnahmen des Monitorings häufiger durchgeführt werden.

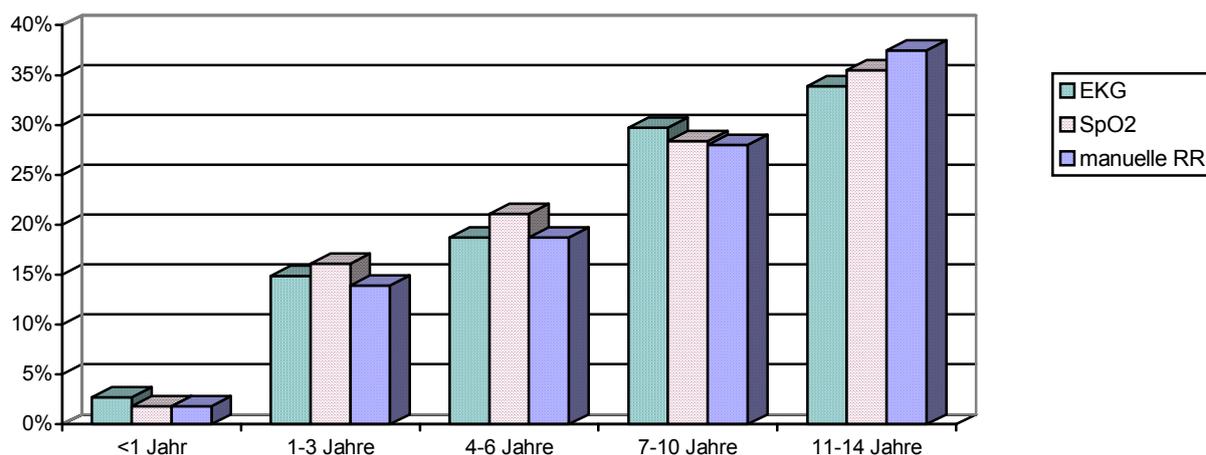


Abb.58: Monitoring mittels EKG-, SpO₂- und manuelle RR-Messung in Abhängigkeit vom Alter (p= 0,005)

4.7.5. Medikamentengabe

Eine präklinische Medikation im Rettungsdienst wurde bei knapp über der Hälfte schädel-hirn-verletzter Kinder (826 Kinder - 44,4%) durchgeführt. 1036 Patienten (55,6%) benötigten oder erhielten keine medikamentöse Therapie.

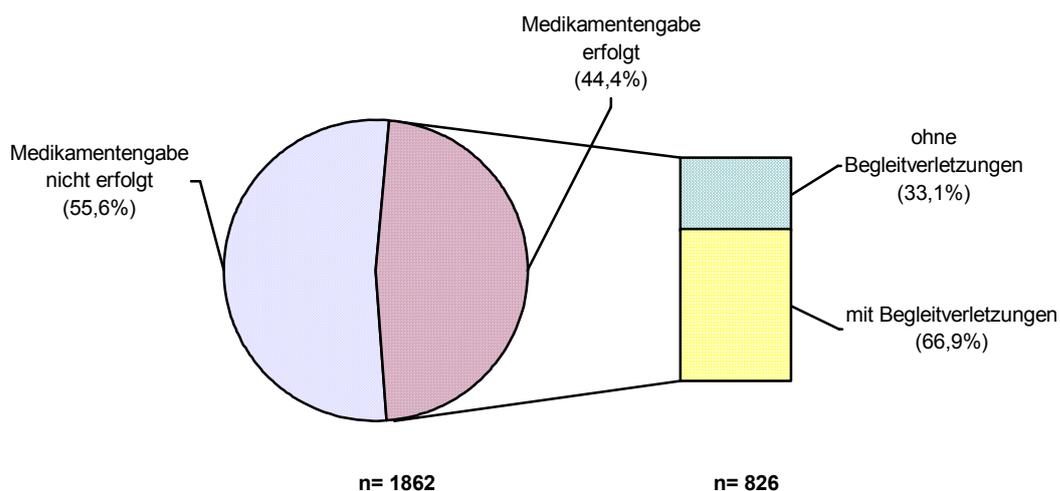


Abb.59: Medikamentengabe bei Kindern mit SHT

Die Häufigkeitsverteilung der verabreichten Medikamente wird in der folgenden Tabelle dargestellt. Mehrfachnennungen waren möglich.

Medikamentengruppe	Anzahl	%*	Anzahl bei isoliertem SHT	%*	Anzahl bei SHT mit Begleitverletzung	%*
Kristalloide (Infusion)	672	36,1%	259	13,9%	413	22,2%
Kolloide (Infusion)	61	3,3%	15	0,8%	46	2,5%
Analgetika	232	12,4%	174	9,4%	158	8,5%
Sedativa	165	9%	50	2,7%	115	6,2%
Antiemetika	103	5,5%	69	3,7%	34	1,8%
Narkotika	60	3,2%	18	1%	42	2,3%
Sonstige	48	2,6%	12	0,6%	36	2%
Kortikosteroide	34	1,8%	15	0,8%	19	1%
Muskelrelaxantien	31	1,7%	7	0,4%	24	1,3%
Sonstige	21	1,1%	3	0,2%	36	2%
Katecholamine	15	0,8%	2	0,1%	13	0,7%
Antiarrhythmika	14	0,7%	4	0,2%	10	0,5%
Glucose	10	0,5%	4	0,2%	6	0,3%
Vasodilantien	7	0,4%	0	0%	7	0,4%
Pufferlösung	5	0,3%	0	0%	5	0,3%
Antihypertensiva	3	0,2%	2	0,1%	1	0,05%
Bronchodilatoren	1	0,05%	0	0%	1	0,05%
Antidota	1	0,05%	0	0%	1	0,05%
Antiepileptika	1	0,05%	1	0,05%	0	0%
Diuretika	1	0,05%	0	0%	1	0,05%
keine Medikamentengabe erfolgt	1036	55,6%	928	49,9%	108	5,8%
Gesamt	826	44,4%	271	14,6%	555	29,8%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.47: Häufigkeitsverteilung der Medikamentengabe (Mehrfachnennungen) (p≤ 0,02)

Die häufigste am Unfallort verabreichte Medikation war die Gabe von kristalloiden Infusionen (672 Kinder - 36,1%). 12,4% der schädel-hirn-traumatisierten Kinder (232 Kinder) erhielt ein Schmerzmittel, 8,9% (165 Kinder) wurden sediert und 3,2% (60 Kinder) narkotisiert. Bei 103 Einsätzen (5,5%)

erfolgte die Gabe eines Antiemetikums. Bei der Betrachtung der Medikamentengabe in Bezug auf Begleitverletzung zeigt sich, dass Flüssigkeitsinfusionen hier häufiger (459 Kinder - 24,6%) gegeben wurden als bei einem isolierten SHT (274 Kinder - 14,7%). Dies gilt auch für die Gabe von Sedativa und Narkotika. Eine Analgesie wurde jedoch interessanter Weise bei einem isolierten SHT öfters (174 Kinder - 14,5%) durchgeführt als bei einem SHT mit bestehenden Begleitverletzungen (158 Kinder - 8,5%). Insgesamt aber benötigten Kinder, welche neben dem SHT noch weitere Verletzungen aufwiesen, wesentlich häufiger eine medikamentöse Versorgung.

4.7.5.1. Medikamentengabe in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl	%*	%°
<1 Jahr	56	20%	3%
1-3 Jahre	420	29,6%	22,6%
4-6 Jahre	319	39,1%	17,1%
7-10 Jahre	373	50,3%	20%
11-14 Jahre	417	61,3%	22,4%
Gesamt	1585	85,1%	85,1%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.48: Medikamentengabe in Abhängigkeit vom Alter (p≤ 0,006)

Anhand dieser Tabelle zeigt sich deutlich die Zurückhaltung des Notarztes in der medikamentösen Therapie bei Säuglingen (56 Kinder - 3%), was Rückschlüsse auf eine mangelnde Erfahrung mit Säuglingen schließen lässt. Zwischen dem ersten bis 14ten Lebensjahr zeigen sich keine größeren Varianzen in Hinblick auf die Anzahl der Medikamentengabe.

4.7.5.2. Medikamentengabe in Abhängigkeit vom NACA-Score

801 der Protokolle (43%) enthielten eine gemeinsame Dokumentation des NACA-Scores und der Medikamentengabe. Bei den restlichen 1061 Protokollen (57%) fehlten diese gemeinsamen Angaben.

NACA-Score	keine Medikamentengabe	%*	Medikamentengabe	%*
1	0	0%	5	0,3%
2	54	2,9%	7	0,4%
3	14	0,7%	398	21,4%
4	11	0,6%	231	12,4%
5	2	0,1%	59	3,2%
6	0	0%	10	0,5%
7	0	0%	10	0,5%
Gesamt	81	4,3%	720	38,7%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.49: Medikamentengabe in Abhängigkeit vom NACA-Score (p≤ 0,005)

In den meisten Fällen (720 Kinder - 38,7%), in welchen der NACA-Score angegeben wurde, erfolgte die Gabe von Medikamenten.

Alle fünf schädel-hirn-traumatisierte Kinder, mit einer nur geringfügigen Störung (NACA 1), erhielten ein Medikament. Diese Verteilung zeigt sich ebenfalls bei einem NACA-Score von 6 und 7. Jedes Kind, welches reanimiert werden musste, erhielt eine Medikation. Nachdem auch bei Kindern mit Todesfeststellung eine Medikamentengabe festgehalten war, muss unterstellt werden, dass auch eine Reanimation erfolgte, ohne dass sie als solche dokumentiert wurde. Patienten, welche ambulant abklärungsbedürftig waren, erhielten meist keine Medikamente (54 Kinder - 2,9%). Kinder welche stationär aufgenommen werden mussten, wurden in der Mehrzahl der Fälle (398 Kinder - 21,4%) mit Medikamenten versorgt. In 254 Einsätzen, bei welchen eine akute Lebensgefahr nicht ausgeschlossen werden konnte, erhielten 231 der verletzten Kinder (12,4%) Medikamente.

4.7.5.3. Infusionen in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl der Infusionsgaben	%*	%°
<1 Jahr	10	14,3%	0,5%
1-3 Jahre	87	18,1%	4,7%
4-6 Jahre	136	35,7%	7,3%
7-10 Jahre	216	48,1%	11,6%
11-14 Jahre	287	59,7%	15,4%
Gesamt	733		39,4%

* bezogen auf die jeweilig Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.50: Kristalloide und kolloidale Infusionen in Abhängigkeit vom Alter (p≤ 0,004)

Eine Altersabhängigkeit zeigt sich auch bei der Gabe von Infusionen, welche die Notärzte umso häufiger gaben, je älter das verunfallte Kind war.

Mit Ausnahme der Grundschul Kinder wurden vorzugsweise kristalline Infusionen verabreicht.

4.7.5.4. Analgetika und Sedativa in Abhängigkeit vom Alter

Alter	Anzahl der Analgetikagaben	%*	%°
<1 Jahr	4	5,7%	0,2%
1-3 Jahre	29	6%	1,6%
4-6 Jahre	36	9,4%	1,9%
7-10 Jahre	67	14,9%	3,6%
11-14 Jahre	96	19,9%	5,2%
Gesamt	232		12,5%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.51a: Analgetika in Abhängigkeit vom Alter (p≤ 0,004)

Alter	Anzahl der Sedativgaben	%*	%°
<1 Jahr	0	0%	0%
1-3 Jahre	33	6,9%	1,8%
4-6 Jahre	31	8,1%	1,7%
7-10 Jahre	45	10%	2,4%
11-14 Jahre	56	11,6%	3%
Gesamt	165	8,9%	8,9%

* bezogen auf die jeweilige Altersgruppe

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.51b: Sedativa in Abhängigkeit vom Alter (p≤ 0,004)

Mit Ausnahme der Sedativa, welche im Alter zwischen einem und drei Jahren (33 Kinder - 1,8%) häufiger verabreicht wurden als bei Vier- bis Sechsjährigen, ist in deutlich zu erkennen, dass mit zunehmenden Alter schädel-hirn-traumatisierte Kinder in ansteigender Häufigkeit Analgetika und Sedativa erhielten.

4.8. Übergabe

Der Unterpunkt „Übergabe“ beinhaltet die Dokumentation des Zustandes des Notfallpatienten bei der Übergabe des Rettungsdienstes an die klinische Behandlungseinrichtung.

4.8.1. Zustand

Von den 1862 Einsätzen mit kindlichem Schädel-Hirn-Trauma erfolgte die Beurteilung des Zustandes des Kindes nach der Primärversorgung bei der Übergabe in 1388 Fällen (74,5%). In 474 Fällen (25,5%) fehlte sie. Eine Verbesserung des Befindens der traumatisierten Kinder konnte bei 29,1% der Einsätze (543 Kinder) festgestellt werden. Der Zustand war bei 44,6% Kindern

(830 Kinder) unverändert und bei 0,8% (15 Kinder) kam es zu einer Verschlechterung.

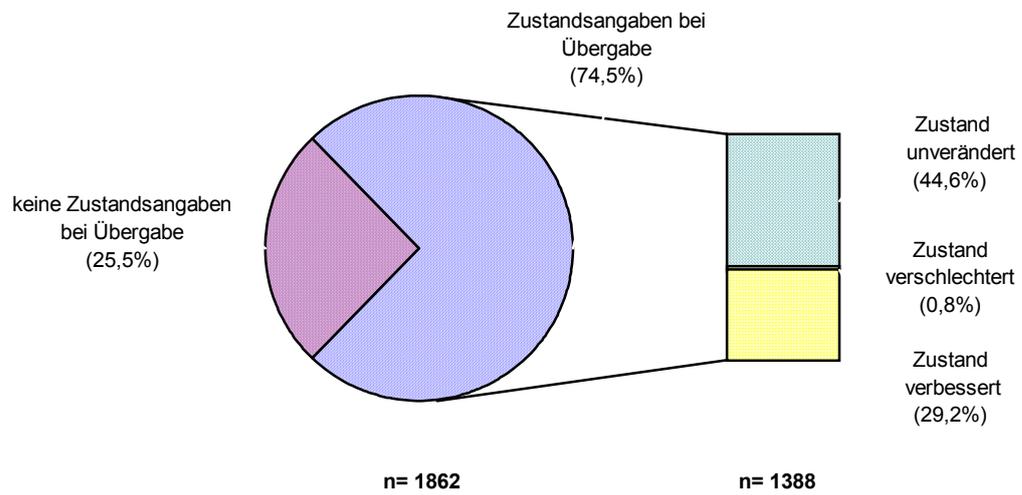


Abb.60: Zustand des Kindes bei der Übergabe

4.8.2. Glasgow-Coma-Scale bei der Übergabe

Nur bei jedem fünften kindlichen Schädel-Hirn-Trauma (403 Kinder - 21,6%) beurteilten die Notärzte den neurologischen Status (Glasgow-Coma-Scale) im Anschluss an die präklinische Versorgung bei der Übergabe.

GCS bei Übergabe	Anzahl	%*	%°
15	287	71,2%	15,4%
<15	116	28,8%	6,2%
Gesamt	403	100%	21,6%
3-5	23	5,7%	1,2%
6-8	13	3,2%	0,7%
9-12	26	6,4%	1,4%
13-14	54	13,4%	2,9%
Gesamt	116	28,8%	6,2%

*bezogen auf GCS-Übergabe-Gesamt (n=403)

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.52: GCS bei der Übergabe (p= 0,003)

Von den dokumentierten Fällen wiesen 71,2 % der Kinder (287 Kinder) keine neurologische Auffälligkeit bei der Übergabe auf. In 28,8% der Fälle (116 Kinder) lag der Glasgow-Coma-Scale unter 15, wobei die meisten traumatisierten Kindern (54 Kinder - 13,4%) eine leichte neurologische Störung zeigten.

4.8.3. GCS-Wert bei der Übergabe im Vergleich zum GCS-Erstbefund

In 96,1% der Fälle (1790 Kinder) zeigte sich bei der Übergabe keine Veränderung des Zustandes des schädel-hirn-traumatisierten Kindes nach der notärztlichen Therapie, wobei 233 der traumatisierten Kinder (13%) sowohl bei der Erstuntersuchung als auch bei der Übergabe einen GCS-Wert von 15 aufwiesen. Eine Verbesserung der Befunde wurde in 2,9% der Einsätze (55 Kinder) registriert; 29 Kinder (1,6%) wiesen am Ende des Einsatzes keine

neurologischen Störungen mehr auf, d.h. der GCS-Wert war auf 15 gestiegen. Bei 0,9% Kindern (17 Kinder) stellten die Notärzte eine Verschlechterung des neurologischen Zustandes fest. In 9 Fällen (0,5%) fiel von anfangs 15 Punkten der GCS-Wert ab.

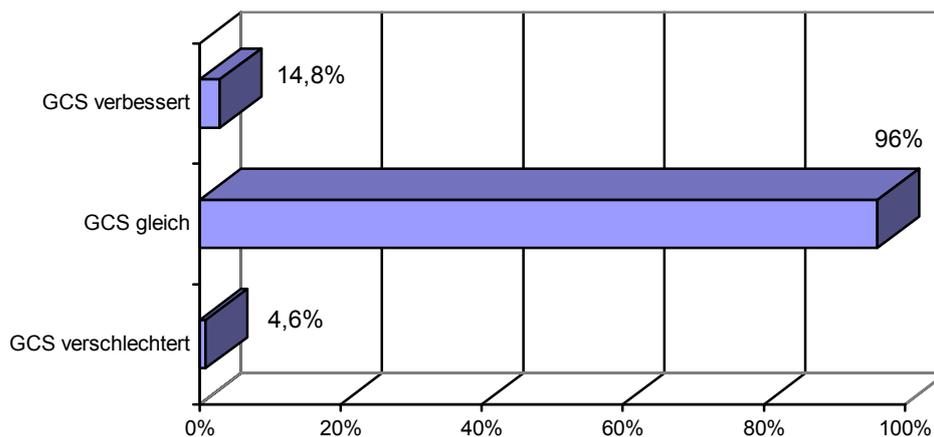


Abb.61: GCS-Erstbefund im Vergleich zum GCS-Übergabe (p= 0,001)

Diese Beurteilung ist allerdings nicht absolut verwertbar, da z.B. durch eine Narkose, Analgesie oder Sedierung eine Veränderung der Bewusstseinslage des Patienten, gerade bei Patienten mit SHT, möglich ist, was sich dann in einer scheinbaren Verschlechterung des GCS-Wertes niederschlägt.

4.9. Ergebnis

Das Ergebnisfeld beinhaltet die Dokumentation der Einsatzbeschreibung, der Ersthelfermaßnahmen, der Notfallkategorie sowie des NACA-Scores.

90,8% der DIVI-Protokolle (1691 Kinder) enthielten eine und 9,2% (171 Kinder) enthielten keine Protokollierung in diesem Abschnitt.

4.9.1. Einsatzbeschreibung

Einsatzbeschreibung*	Anzahl*	%
Transport ins Krankenhaus	1434	77%
Sekundäreinsatz	29	1,6%
Fehleinsatz	6	0,3%
Patient lehnt Transport ab	7	0,4%
Nur Untersuchung/Behandlung	115	6,2%
Übergabe an anderes Rettungsmittel	74	4%
Übernahme von arztbesetztem Rettungsmittel	55	2,9%
Reanimation primär erfolgreich	8	0,4%
Reanimation primär erfolglos	9	0,5%
Tod auf dem Transport	2	0,1%
Todesfeststellung	8	0,4%
keine Angaben	115	6,2%
Gesamt	1862	100%

Tab.53: Einsatzbeschreibung

Es zeigte sich, dass die meisten Kinder mit Schädel-Hirn-Trauma (1434 Kinder - 77%) in ein Krankenhaus eingeliefert wurden. Bei 4% der Einsätze (74 Kinder) erfolgte die Übergabe des traumatisierten Kindes an ein anderes höherwertiges Rettungsmittel (z.B. RTH), in 2,9% (55 Kinder) an ein arztbesetztes Rettungsmittel (z.B. NAW) und bei 1,6% der Fälle (29 Kinder) handelte es sich um einen Sekundärtransport. Lediglich eine Untersuchung und evtl. eine Behandlung am Unfallort ohne Einweisung in die Klinik wurde bei 115 Kindern (6,2%) durchgeführt. In 7 Fällen (0,4%) wurde ein Transport (von den Eltern) in das Krankenhaus abgelehnt und bei 6 Einsätzen (0,3%) handelte es sich um einen echten Fehleinsatz.

In 0,4% der Einsätze musste reanimiert werden. 47% davon waren primär erfolgreich und 53% primär erfolglos.

0,1% der Kinder (2 Kinder) verstarben auf dem Weg ins Krankenhaus und bei 0,4% der Kinder (8 Kinder) musste der Tod am Unfallort festgestellt werden.

4.9.2. Ersthelfermaßnahmen

Eine Beurteilung der Ersthelfermaßnahmen durch den Notarzt erfolgte bei 71,5% der 1862 Einsätze (1331 Kinder). Davon wurden 61,5% der Maßnahmen (818 Kinder) als suffizient angesehen, 4% (53 Kinder) als insuffizient und bei 34,5% (460 Kinder) protokollierten die Ärzte, dass keine Ersthelfermaßnahmen durchgeführt wurden. Angaben fehlten bei 28,5% Protokollen (531 Kinder), wobei unterstellt werden darf, dass in diesen Fällen auch keine Ersthilfe geleistet wurde.

4.9.2.1. Ersthelfermaßnahmen in Abhängigkeit vom NACA-Score

Ersthelfermaßnahmen und der NACA-Score wurden in 1230 (66%) Einsatzprotokollen festgehalten.

Ersthelfer- Maßnahmen	NACA 1 bis 3	%*	%°	NACA 4 bis 7	%~	%°
suffizient	558	59,1%	30%	189	65,8%	10,1%
keine	359	38%	19,3%	24	25,8%	1,3%
insuffizient	26	2,7%	1,4%	74	8,4%	4%
durchgeführt (suffizient + insuffizient)	584		31,4%	263		14,1%
Gesamt	943	100%	50,6%	287	100%	15,4%

* bezogen auf NACA 1 bis 3-Gesamt

° bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

~ bezogen auf NACA 4 bis 7-Gesamt

Tab.54: Ersthelfermaßnahmen in Abhängigkeit vom NACA-Score ($p \leq 0,01$)

Es zeigt sich, dass bei geringfügigeren Störungen häufiger Ersthelfermaßnahmen ergriffen wurden (584 Kinder - 31,4%), als dies bei einem NACA zwischen 4 und 7 geschah (263 Kinder - 14,1%). Bei schweren

Verletzungen erwies sich die Ersthilfe häufiger als insuffizient (10,1%) als bei leichteren Verletzungen (30%).

4.9.3. NACA-Score

Mit Hilfe des NACA-Scores erfolgt eine Einteilung der Schädigung hinsichtlich seines Schweregrades. In 82,7% (1540 Kinder) konnte dem kindlichen Schädel-Hirn-Trauma ein NACA-Wert zugeordnet werden.

	NACA-Score	Anzahl	%*
1	geringfügige Störung	114	6,1%
2	ambulante Abklärung	399	21,4%
3	Stationäre Behandlung	675	36,3%
4	akute Lebensgefahr nicht auszuschließen	254	13,6%
5	akute Lebensgefahr	67	3,6%
6	Reanimation	18	1%
7	Tod	13	0,7%
	NACA 1-3	1188	63,8%
	NACA 4-5	321	17,2%
	NACA 6-7	31	1,7%
	NACA unbekannt	330	17,7%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.55: NACA-Score

Das kindliche Schädel-Hirn-Trauma wurde nur in 114 Fällen (6,1%) als eine geringfügige Störung angesehen. Bei fast jedem dritten Kind (399 Kinder - 21,4%) hielt der Notarzt eine ambulante Abklärung, aufgrund einer leichteren Schädigung, für ausreichend und bei fast jedem zweiten Kind (675 Kinder - 36,3%) war eine stationäre Behandlung erforderlich. Nach Einschätzungen war jedes fünfte Kind (344 Kinder - 18,5%) mit Schädel-Hirn-Trauma schwerstverletzt (NACA 4-7). Bei 18 (1%) Patienten musste reanimiert werden und bei 13 (0,7%) Kindern wurde der Tod festgestellt.

4.9.4. Zwischenfälle/Ereignisse/Komplikationen (ZEK)

In diesem Abschnitt des Notarzteinsatzprotokolls ist es möglich, die Art sowie Relevanz und Zeitpunkt eventuell vorgefallener Zwischenfälle, bestimmter Ereignisse und Komplikationen anzugeben.

Bei 98,4% Kindern mit SHT (1834 Kinder) kam es während der präklinischen Versorgung zu keinem Zwischenfall, einem besonderem Ereignis oder zu einer Komplikation.

Art	Relevanz	Zeitpunkt	Häufigkeit
Nicht vorhergesehene schwierige Intubation	Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Versorgung	1
Laryngospasmus	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Übergabe	1
Hypoventilation/Hypoxämie	Klinisch bedeutsam mit Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Versorgung	1
Hypoventilation/Hypoxämie	Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Versorgung	1
Bradykardie	Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Versorgung	1
Kreislaufstillstand	Klinisch bedeutsam mit Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Versorgung	1
Kreislaufstillstand	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	1
Venenzugang nicht möglich	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Anfahrt	1
Venenzugang nicht möglich	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	1
Fehl-/Mehrfachpunktion Gefäße	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	6
Läsion Zähne	Klinisch bedeutsam mit Einfluss	Versorgung	1

	auf den weiteren Krankheitsverlauf		
Übergabeprobleme im aufnehmenden Krankenhaus	Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Übergabe	1
Fehlerhafte Einsatzmeldung	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Anfahrt	3
Fehlerhafte Einsatzmeldung	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	1
Nächstgelegenes, geeignetes Rettungsmittel nicht verfügbar	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	1
Nächstgelegenes, geeignetes Rettungsmittel nicht verfügbar	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Transport	2
Nächstgelegenes, geeignetes Rettungsmittel nicht verfügbar	Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Anfahrt	2
Sonstiges	Klinisch bedeutsam mit Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	Transport	1
Sonstiges	Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	Versorgung	1

Tab.56: Dokumentation der einzelnen Zwischenfälle/Ereignisse/Komplikationen

Insgesamt ereignete sich bei 1862 kindlichen Schädel-Hirn-Traumen in 28 Fällen (1,5%) ein ZEK. Hiervon wurden bei einem Einsatz zwei Komplikationen registriert und bei drei Notfällen ereigneten sich jeweils drei Zwischenfälle. Die Relevanz wurde von den meisten Notärzten (1%) auf „Ohne Auswirkungen auf den klinischen Zustand“ eingestuft. Meistens (0,9%) ereignete sich der Zwischenfall während der Versorgung.

Art der Relevanz	Anzahl	%*
Ohne Auswirkung auf den klinischen Zustand	18	1%
Klinisch bedeutsam, aber ohne Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	7	0,4%
Klinisch bedeutsam mit Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf	3	0,2%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.57: Relevanz

Zeitpunkt	Anzahl	%*
Anfahrt	7	0,2%
Versorgung	17	0,9%
Transport	2	0,1%
Übergabe	2	0,1%

* bezogen auf SHT-Gesamt (n=1862)

Tab.58: Zeitpunkt

5. Diskussion

Nach der Sterbefallstatistik des statistischen Bundesamtes sterben in der Bundesrepublik Deutschland pro Jahr knapp 1000 Kinder an den Folgen von Verletzungen. Schädelverletzungen machen mehr als ein Drittel aller tödlichen Verletzungen im Kindesalter aus. So wurden z.B. 1996 in Deutschland 239344 Kinder unter 15 Jahren auf Grund eines Traumas im Krankenhaus behandelt, davon 83492 (34%) mit einer Schädelverletzung (16,104). Aus der vorliegenden Arbeit ergab sich, dass allein in Bayern von 1995 bis 1998 bei 11101 pädiatrischen Notfällen im Rettungsdienst die Anzahl der Schädel-Hirn-Traumen (SHT) bei 16,8% lag. Als Folge der Gewalteinwirkung auf den Kopf resultiert in 80% der Fälle eine Commotio (SHT 1°). Etwa 20% der Kinder erleiden schwere intrakranielle Verletzungen (SHT 2° und 3°), mit einer hohen Letalität von ca. 50% und einer Invalidisierung von 25% (16,104,121).

Aufgrund dieser Zahlen sind in der Vergangenheit zahlreiche Bemühungen zur Verbesserung von Diagnose und Therapie von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma unternommen worden. Neben experimenteller Grundlagenforschung wurden nationale wie internationale Studien (5,14,16,17,20,24,47,52,58,88,103) durchgeführt, die die praktische Umsetzung bereits bestehender Versorgungsstandards im Sinne von Qualitätssicherungsstudien untersucht haben.

Vor allem im stationären Bereich wurden vermeidbare Fehler in der Traumaversorgung aufgezeigt (z.B. Vitalbedrohungen ersten Grades wurden oft verkannt oder unterschätzt) (5,63). Da die Behandlung eines traumatisierten Patienten jedoch bereits an der Unfallstelle beginnt, ist in zunehmendem Maße mit der Installierung eines flächendeckenden Rettungswesens die Bedeutung der Akutversorgung in das Zentrum des Interesses gerückt. Erste Arbeiten zur Qualitätskontrolle der notärztlichen Versorgung im deutschen Rettungswesen zeigten in diesem Zusammenhang deutliche Möglichkeiten der Qualitätssteigerung auf (5,14,16,17,63,88,103), welche in folgende Arbeiten bereits umgesetzt wurden bzw. umgesetzt werden konnten (5,14,16,20,24,47,52,58,88,103). Eine der wichtigsten Maßnahmen zur

Steigerung der Qualität beinhaltet und beinhaltet immer noch, die Optimierung des Ausbildungsstandards des Notarztes (5) z.B. mit Hilfe von Pre-Hospital Trauma Life Support- und Advanced Trauma Life Support-Kursen. Zusätzlich konnten neu entwickelte technische Möglichkeiten und neue Erkenntnisse in der Notfallmedizin ihren Beitrag leisten. Weiterhin ist es wichtig, Studien durchzuführen, welche die bereits vollzogenen Erneuerungen überprüfen. Hierdurch können entsprechende Fehler korrigiert und neue Ansätze zur Optimierung der präklinischen Versorgung des Notfallpatienten gewonnen werden. Andererseits kann aber auch dargelegt werden, in welchen Bereichen dies nicht mehr nötig ist, was Ziel dieser Analyse war.

Es sollte ein Status quo der notfallmedizinischen Versorgung in Bayern im Bereich des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas erhoben werden.

Die Auswertung der 1862 pädiatrischen Schädel-Hirn-Traumen beschränkt sich auf die Erhebung präklinischer Daten, wobei eine Einbeziehung des Outcomes anhand des DIVI-Notarztprotokolls nicht möglich war. Für die Aussage der Effektivität eines konkreten Versorgungskonzeptes ist jedoch gerade das Outcome als Orientierungspunkt von entscheidender Bedeutung. Dazu müssen präklinische Daten verknüpft werden, was bedingt durch die anonymisierte Form der ausgewerteten Notarzteinsatzprotokolle nicht durchführbar ist, was die Aussagekraft der Ergebnisse in Hinblick auf die Effizienz der präklinischen Versorgung einschränkt.

Nach einer Aussage von Bambrink (15) machen Kinder als Notfallpatienten rund fünf bis zehn Prozent aller Patienten im Rettungsdienst aus, davon erleiden 34 Prozent ein Schädel-Hirn-Trauma. Dieser Prozentuale Anteil wurde in Bayern nicht erzielt. Es handelte sich zwar, in Übereinstimmung mit Bambrink (15), bei 6,5 Prozent aller ermittelten Einsätze um pädiatrische Notfälle, ein SHT lag jedoch nur bei 16,4 Prozent vor. Somit muss bei ca. jedem sechsten pädiatrischen Notarzteinsatz in Bayern mit einem Schädel-Hirn-Trauma gerechnet werden. Folgt man dem statistischen Bundesamt und weiteren Publikationen (71,77,81) steigt die Häufigkeit einer Schädel-Hirn-Verletzung mit zunehmendem Alter linear. Einen solchen linearen Verlauf ergibt sich in

vorliegender Arbeit nicht. Die einzige Ausnahme stellt die Säuglingsgruppe da. Hier stimmt die Prozentzahl der Häufigkeit einer Schädelverletzung (3,8%) mit denen der Literatur (71,77,81) überein.

Die Ursache der Verletzung konnte in drei Kategorien (Verkehrsunfall, Arbeitsunfall oder sonstiger Unfall) eingeteilt werden. In der Mehrzahl der Fälle lag ein Verkehrsunfall oder ein Unfall unbekannter Ursache vor. Genauere Aussagen konnten nicht getroffen werden, da im Notarztprotokoll der Unfallhergang geschwärzt war. Es können möglichen Umstände, welche in den verschiedenen Altersgruppen zu einem Schädel-Hirn-Trauma führen, folgendermaßen erklärt werden:

Bei Säuglingen sind in das Unfallgeschehen meist Eltern bzw. Erwachsene involviert. Hier muss an Kindsmisshandlung, an Sturzunfälle von der Wickelkommode oder an die Verwahrung der Kinder im „Gehfrei“, was sehr häufig zu Treppenstürzen führt, gedacht werden (108).

Kinder im Alter von einem bis drei Jahren sind besonders gefährdet, da sie in diesem Alter mit Krabbeln und Laufen beginnen. Ebenso fehlt das Gefahrenbewusstsein, die Kinder neigen zum Übertreten von Verboten und es besteht eine gesteigerte Ablenkbarkeit (108). Eine weitere Problematik ist die verzögerte Reaktionszeit und die sich nur langsam entwickelnde Trennung der Koordination von Sehen und Laufen.

Zu beachten ist auch, dass der Körperschwerpunkt bei Kindern durch das relativ größere Gewicht des Kopfes im Verhältnis zum Rumpf höher als beim Erwachsenen liegt und dadurch die Balance leichter verloren geht (108,100).

Nach dem zwölften Lebensjahr gleichen logisches Denken, Wahrnehmung, Konzentration und vorausschauendes Gefahrenbewusstsein dem der Erwachsenen. Jetzt kann bekanntes richtiges Sicherheitsverhalten durchbrochen werden, und zwar entgegen des Bewusstseins der Gefährlichkeit mancher Situation durch Imponiergehabe vor der Gruppe, mit risikoreicherem Verhalten (108).

Die Gefahr bei den älteren Kindern liegt in der gesteigerten Mobilität und beginnenden Selbstständigkeit. Das spiegelt sich auch in der zunehmenden Anzahl von Schädel-Hirn-Traumen in den Sommermonaten, sowie in den

Nachmittags- und Abendstunden wieder. Als Unfallursachen stehen hier insbesondere Stürze bei sportlicher Aktivität bzw. beim Spielen sowie Fahrrad- und Mofaunfälle im Vordergrund (17,37,100,108). Die mangelnde Eigenverantwortung im Straßenverkehr und der Reiz der Geschwindigkeit muss ebenso in Betracht gezogen werden.

Betrachtet man die Ergebnisse des Unfallgeschehens, welche zu einer Schädel-Hirn-Verletzung führen, ergibt sich ein einheitliches Bild (15,17,35,63,65,100,108). An oberster Stelle standen Verkehrsunfälle und Unfälle im Bereich des Haushaltes. Über eine Dominanz der beiden Ursachen konnte in der Literatur keine eindeutige Aussage getroffen werden. In dieser Arbeit überwogen die Verkehrsunfälle. In den Notarzteinsatzprotokollen wurden, über die Art der Verkehrsbeteiligung der Kinder, keine Angaben gemacht. Das statistische Bundesamt (121) fand heraus, dass fast drei Viertel (73%) der 6 bis 14 jährigen Fahrradfahrern von April bis Oktober verunglückten, so dass in dieser Altersgruppe der Fahrradunfall den ausschlaggebenden Faktor darstellt.

Ein „Arbeitsunfall“, im eigentlichen Sinne, spielte bei Kindern eine untergeordnete Rolle. Primärerkrankungen wie Epilepsie, Erstmanifestation eines Diabetes mellitus oder eine Vergiftung führte in wenigen Fällen zu einer Schädelverletzung.

In Bezug auf die Hauptursache des Schädel-Hirn-Traumas bei Kindern, kann gesagt werden, dass Jungen im Straßenverkehr stärker gefährdet sind als Mädchen. Nach den Angaben von Schmittbecher (106), Scheingraber (104), Brandt (17) und dem statistischen Bundesamt (121) waren im Durchschnitt 60 Prozent der verunglückten Kinder Knaben. Insgesamt ergab sich ab dem dritten Lebensjahr ein Geschlechterverhältnis von 3:2 (Jungen:Mädchen). Am deutlichsten war diese Differenz (m:w – 67,3%:22,7%) in der Altersgruppe der 7 bis 10jährigen ausgeprägt, in Übereinstimmung mit der Arbeit von Brandt (17).

Da die körperliche Konstitution der Jungen nicht verletzungsanfälliger ist, muss neben einem genetischen Faktor, das erzieherische, mutigere sowie bewegungsintensivere Rollenverhalten des männlichen Geschlechtes (108) in Betracht gezogen werden. Dies ist auch ein möglicher Erklärungsansatz dafür,

dass beim männlichen Geschlecht eher mit einem schwereren Schädel-Hirn-Traumen gerechnet werden muss.

Nach Ansicht von Fritz und Bauer kann sich die präklinische Diagnostik auf Erkenntnisse beschränken, aus denen sich unmittelbare therapeutische und organisatorische Konsequenzen ableiten lassen (37). Unter Berücksichtigung dieser Ansicht, welche inhaltlich mit den therapeutischen Richtlinien für das Schädel-Hirn-Trauma der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGN) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) (57,65) übereinstimmt, steht die Diagnosestellung neben der Erstuntersuchung, einer grob neurologischen Diagnostik und die Suche nach Begleitverletzungen im Vordergrund.

Die grob neurologische Beurteilung bezieht sich primär auf die Einschätzung der Bewusstseinslage an Hand der Glasgow-Coma-Scale. Sie beinhaltet nicht eine detaillierte Zustandsbeschreibung des gesamten Patienten, speziell ersetzt sie nicht die Beurteilung der einzelnen neurologischen Funktionen, sondern dient lediglich zur Verschaffung eines raschen Überblicks über das Vorliegen eines neurologisches Defizits und somit der groben Einteilung in ein leichtes, mittelschweres und schweres Schädel-Hirn-Trauma.

Dies beeinflusst nicht nur die weitere therapeutische präklinische Konsequenz, sondern lässt auch eine Prognosevorhersage zu. In einer retrospektiven Studie mit 133 schädel-hirn-traumatisierten Kindern deckt sich das Outcome mit den präklinisch erhobenen GCS-Werten. So war die Letalität und Morbidität in der Gruppe der Kinder mit weniger als 9 Punkten besonders hoch, während bei Werten darüber das Outcome des Patienten in allen Fällen als gut bezeichnet wurde (34). Auch andere Autoren (56,93) bestätigten den Zusammenhang zwischen dem Wert der GCS und dem Outcome der Patienten.

Andererseits zeigte sich, dass der Wert der GCS nicht allein prognoseweisend in Bezug auf den Verlauf des SHT ist. So wurde in einer Untersuchung von Wilkins (131) festgestellt, dass 50% der nach einem SHT verstorbenen Kinder bei der Klinikaufnahme nicht bewusstlos waren. Bei der Obduktion dieser Kinder konnte

in der Hälfte der Fälle eine diffuse Hirnschwellung und multiple Kontusionsherde nachgewiesen werden, die zum Zeitpunkt der Aufnahme bereits existent waren. Problematisch am Scoring an Hand der GCS ist die für Kleinkinder nur eingeschränkt verwertbare Graduierung (34,56,93). Verschiedene Modifizierungen der GCS (31,57,93) haben sich bis heute nicht durchgesetzt, so dass der Notarzt mit der international anerkannten GCS für Erwachsene auskommen muss. Zur schnellen und meist richtigen Orientierung genügt die Feststellung, ob der Wert der GCS über oder unter 7 liegt. Ein Kind, das auf Ansprache nicht reagiert oder die Augen öffnet und auf Schmerz nur ungezielt reagiert, weist meist ein Scorewert von höchstens 7 auf und bedarf einer sofortigen Therapie (31,57,93).

In Übereinstimmung mit verschiedenen Publikationen aus Deutschland (17,107), der Schweiz (12), Südafrika (88), Australien (53) und Argentinien (86) umfasst das Kollektiv im Notarztdienst in Bayern bevorzugt Kinder mit leichten (durchschnittlich 70%) bis mittelschwerem (durchschnittlich 20%) Schädel-Hirn-Trauma. Im Gegensatz dazu traten in der Studie von Kortüm und Krechlok (65) die schweren Schädel-Hirn-Traumen am zweithäufigsten (24%) auf und die mittelschweren lagen an dritter Stelle (6%). Zusammenfassend ergaben die Zahlen aller Publikationen (12,17,53,65,86,88,107) ein Überwiegen des leichten Schädel-Hirn-Traumas mit durchschnittlich 70 Prozent, was in Einklang mit den eigenen Ergebnissen (78,7%) stand.

Die Schweregradeinteilung in den unterschiedlichen Altersgruppen (Abb. 34-38) zeigte weitgehend eine gleichmäßige Verteilung.

Eine Ausnahme gab es lediglich bei den schweren Schädel-Hirn-Traumen. Mit ihnen muss, insbesondere im Säuglingsalter, im Alter zwischen 1-3 und 7-10 gerechnet werden. Nach der Untersuchung von Brandt (17) müssen auch Kinder im Alter zwischen 4-6 erwähnt werden, da sie laut seinem Ergebnis an zweiter Stelle liegen.

Die Altersverteilung der schwersten Schädel-Hirn-Traumen mag mit den bereits oben erwähnten Ursachen und den dabei entstehenden Kräften zusammenhängen. Der zunehmende Anstieg der leichten Traumen mit den Lebensjahren kann dadurch erklärt werden, dass die Kinder, je jünger sie sind,

schwerer zu beurteilen sind, was sich bei der Erhebung der Glasgow-Coma-Scale auf die einzelnen Altersgruppen widerspiegelt, da sich die Anzahl der leichten und mittelschweren Schädel-Hirn-Traumen mit abnehmendem Alter angleicht. Dies bestätigten auch die Zahlen des statistischen Bundesamtes (121), nach denen zwar die Zahl der verunglückten Kinder mit zunehmendem Alter steigt, es sich aber vornehmlich um leichtere Verletzungen handelt.

Einen weiteren interessanten Gesichtspunkt ergab die Dokumentationsdiskrepanz zwischen der Beurteilung der Bewusstseinslage und der Neurologie. Es wurden 159 traumatisierte Kinder mit einem Glasgow-Coma-Scale-Wert zwischen neun und 14 als „bewusstseinsgetrückt“ eingestuft. Bei einem Zehntel aller kindlichen Schädel-Hirn-Traumen wiesen Glasgow-Coma-Scale-Werte von sechs bis acht auf eine Bewusstlosigkeit hin, während der Notarzt lediglich eine getrübte Bewusstseinslage dokumentierte.

Aus diesem Ergebnis lässt sich einerseits auf die Schwierigkeit der Beurteilung des Zustandes des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas, andererseits auf die fehlende notärztliche Routine bei der Beurteilung der Kinder schließen, da Scorewerte unter neun definitionsgemäß mit einer tiefen Bewusstlosigkeit vergesellschaftet sind (65,107). Hieraus kann eine Fortbildungsnotwendigkeit für den pädiatrischen Notfall abgeleitet werden.

Von besonderer diagnostischer und prognostischer Bedeutung ist die Beurteilung von Pupillenreaktion und Pupillenweite, aus der Rückschlüsse auf intracranielle Raumforderungen gezogen werden können (15). Allerdings stellt sich die Frage, in wieweit sie einen Einfluss auf eine akute therapeutische Konsequenz im Rettungsdienst hat. Wichtig ist die Beurteilung der Pupillen in kurzen Zeitintervallen zum Erzielen eines neurologischen Gesamtbildes und zur Erkennung einer möglichen beginnenden cerebralen Einklemmung. So ist die Pupillendiagnostik für die klinische Therapie und die regelmäßige neurologische Stuserhebung/Überwachung ein wichtiger Parameter. Im Notarztwesen spielt sie insofern eine untergeordnete Rolle, da sich die präklinische Strategie meist an den Vitalparametern, dem Glasgow-Coma-Scale-Wert und der jeweiligen einzelnen Situation orientiert. Dies spiegelt sich auch in den erhobenen Daten wieder, da nur bei der Hälfte aller schädel-hirn-traumatisierten Kinder eine

Dokumentation der Pupillenreaktion erfolgte. Gleiche Ergebnisse erhielt man in den Studien von Kortüm (65) und Schöchel (107).

Als therapeutische Konsequenz einer Pupillendifferenz im notfallmedizinischen Bereich erfolgt die Hochlagerung des Oberkörpers auf ca. 15-30° und die Fixierung des Kopfes in Mittelstellung (57). Durch diese Lagerung wird der venöse Blutfluss aus dem Gehirn unterstützt. Voraussetzung ist ein kreislaufstabiler Zustand (mittelarterieller Druck über 80 mmHg bei Kindern). Bei Kreislaufinstabilität muss der Patient flach gelagert werden, um den cerebralen Perfusionsdruck nicht weiter zu beeinflussen (57). Die geringe Anzahl der Dokumentation einer besonderen Lagerung könnte darauf schließen lassen, dass auf Grund dieser Selbstverständlichkeit einer entsprechenden Lagerung, diese erst gar nicht dokumentiert wurde.

Eine große Rolle spielen in Hinblick auf die Invasivität der therapeutischen Maßnahmen die Begleitverletzungen im Rahmen eines Schädel-Hirn-Traumas. In der Literatur (26,28,51,77) ist man sich weitgehend einig, dass die Mortalität kindlicher Schädel-Hirn-Traumen mit Begleitverletzungen gegenüber isolierten Schädel-Hirn-Traumen noch einmal signifikant ansteigt. Helm (51) spricht von einer dreifach erhöhten Mortalität bei Vorliegen eines Polytraumas. Ursache hierfür ist unter anderem das Übersehen eines Schädel-Hirn-Traumas auf Grund vordergründigerer schwerwiegender Begleitverletzungen. Dies kann zu einer Fehlinterpretation beziehungsweise zu einer Unterlassung entsprechender notfallmedizinischer SHT-spezifischer Maßnahmen führen. Die Behandlung ändert sich in dem Sinne, dass Patienten bei der Kombination Schädel-Hirn-Trauma und Begleitverletzungen frühzeitig intubiert werden sollten, da eine rasche Verschlechterung der Spontanatmung und somit eine Begünstigung der sekundären Hirnläsionen zu befürchten ist (37,81). Des Weiteren muss unter Umständen die Therapie des Schädel-Hirn-Traumas in der Klinik hinter der Versorgung anderer akut vitalbedrohlichen Verletzungen zurück stehen. Auch können Veränderungen der Vitalfunktionen, bedingt durch die Begleitverletzungen, die sekundären Hirnläsionen verstärken (77,93).

Bei der Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten mit isoliertem SHT (82%) und Polytraumatisierten mit SHT (72%) ergab sich in der Analyse von Feikert (31) kein signifikant statistischer Unterschied.

Diagnostisch richtungweisend auf ein Schädel-Hirn-Trauma mit Begleitverletzungen sind häufig äußere charakteristische Verletzungszeichen, wie z.B. Prellmarken, Hämatome, Platz- oder Schnittwunden. Wichtig zu wissen ist, dass die Schwere des Schädel-Hirn-Traumas nicht mit dem Ausmaß der äußeren Verletzungen korreliert. Weiter können Blutungen aus Mund, Nase oder Ohren bestehen, was, unter Beimengung von Liquor, für ein offenes Schädel-Hirn-Trauma spricht. In der Mehrzahl der Fälle (52,4%) kann, laut den erzielten Ergebnissen und in Übereinstimmung mit der Studie von Brandt (17), von einem geschlossenen Schädel-Hirn-Trauma ausgegangen werden. Diese Feststellung hat keine Auswirkung, da sich keine therapeutische Konsequenz im präklinischen Bereich ergibt.

Die in dieser Arbeit am häufigst erkannte Begleitverletzung (25,6%), welche die Verletzung der oberen und unteren Extremität entspricht, deckt sich mit den Zahlen der Literatur (28,77,90) nicht. Dort lag eine Mitbeteiligung der Halswirbelsäule mit 27 Prozent an erster Position, während sie in der vorliegenden Auswertung erst an dritter Stelle (5,9%) kam. Diese Differenz dürfte nach den Richtlinien der DGN und DGAI (57,65) nicht bestehen, da bei einem SHT, bis zum radiologischen Ausschluss unterstellt wird, dass die Halswirbelsäule mitbeteiligt ist. Das heißt, es sollte nach primärer Sicherung der Vitalfunktionen grundsätzlich eine Stabilisierung der Halswirbelsäule durch die Anlage einer Halskrause erfolgen. Wenn möglich sollte die Fixation der Halswirbelsäule bereits vor der Intubation durchgeführt werden, um eine Hyperflexion zu vermeiden. Dies bezüglich wäre die Anzahl der Stifneck-Anlagen interessant gewesen. Auf Grund des Fehlens einer gesonderten Spalte im DIVI-Notarztprotokoll (Version 2.1) war dies nicht möglich.

Extremitätenverletzungen lagen in der Literatur (28,77,90) mit einem Anteil von 15% an zweiter Stelle. Eine Übereinstimmung lag bei den Zahlen der Schädel-Hirn-Traumen gleich häufig in der Kombination mit Thoraxtraumen (4,5%) und

Bauchtraumen (4,2%) vor (7,28,58,90,107). Bei Vorliegen einer thorakalen und/oder abdominellen Beteiligung muss von einer hohen Verletzungsschwere im Rahmen eines Polytraumas und schlechter Prognose ausgegangen werden. Thoraxverletzungen können zusätzlich zu Oxygenierungs- und Ventilationsproblemen führen, welche pathophysiologische Vorgänge auslösen, die ihrerseits zu einer Hirndrucksteigerung führen. Abdominelle Verletzungen hingegen führen in erster Linie zu hohen Blutverlusten, welche eine Kreislaufinstabilität hervorrufen und dadurch die Gewährleistung der cerebralen Durchblutung gefährden (37,77).

In der Literatur (31,37,51,77,104,107) herrscht darüber Einigkeit, dass bei Knaben häufiger Begleitverletzungen vorliegen als bei Mädchen und dass die Anzahl von Kombinationsverletzungen mit zunehmendem Alter steigt. Dies wiederum bedingt eine Zunahme der Verletzungsschwere des Patienten (37,78,107). Die Ursache dieser zwei Faktoren kann wie dargelegt zum einem in der bereits erwähnten erhöhten Risikobereitschaft der Jungen gesehen werden und zum anderen mit der gesteigerten Mobilität mit zunehmenden Alter.

Herz-Kreislaufprobleme ergaben sich übereinstimmend mit der Publikation von Kortüm (65) insbesondere dann, wenn Begleitverletzung (75%) vorlagen. Bei Kortüm wiesen von 36 kreislaufinstabilen Kindern 27 Kinder Begleitverletzungen auf. Dies entspricht ebenfalls einer Prozentzahl von 75%. Somit darf unterstellt werden, dass bei Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas mit Begleitverletzung ein besonderes Augenmerk auf das Herz-Kreislaufsystem zu richten ist.

Im Rahmen eines SHT sind dokumentierte Krampfanfälle von Bedeutung, welche durch die Hirnkontusion, ein Hirnödem oder/und ein cerebrales Hämatom ausgelöst werden können. Sie sind aber nicht immer Hinweis auf ein schweres Schädel-Hirn-Trauma und lassen keine Aussage über das Outcome des traumatisierten Kindes zu (14). In der Studie von Schöchel et al. (107) wurden auch nach leichten SHT in 5% Krampfanfälle beobachtet. Dieser hohe Anteil an Krampfanfällen deckt sich nicht mit der Zahl dieser Analyse, in der nur bei 0,7% der Fälle ein Krampfanfall dokumentiert wurde.

In der Diagnostik der Vitalparameter, welche neben dem neurologischen Status das präklinische therapeutische Vorgehen bestimmen, hat der arterielle Mitteldruck gerade in Hinblick auf das Schädel-Hirn-Trauma einen besonderen Stellenwert. Zur Vermeidung eines sekundären Hirnschadens muss der arterielle Mitteldruck zur Verhinderung einer Störung der Autoregulation des cerebralen Blutflusses und zu dessen Aufrechterhaltung gewahrt werden (31,87,90,105).

Bei den 1862 schädel-hirn-traumatisierten Kindern erfolgte aber nur bei 61,7% eine Blutdruckmessung und bei einer isolierten Schädelverletzung nur bei 13,2%. Diese Zahlen sind in Hinblick auf die oben erwähnte Tatsache zu bemängeln und erfordern die Schulung des Rettungspersonals mit explizitem Hinweis der Wichtigkeit der Überprüfung der Vitalparameter bei Kindern. Eine Hypotonie wurde bei einer geringen Anzahl der Kinder (22,6%) gemessen und betraf hauptsächlich Schädel-Hirn-Traumatisierte mit Begleitverletzungen, was wiederum die Bestätigung der Prognoseverschlechterung bei einem kombinierten Schädel-Hirn-Trauma unterstützt. Auch hier fanden sich die Ergebnisse in Übereinstimmung mit denen in der Literatur erwähnten (31,87,90,105), in welcher durchschnittlich bei 20 Prozent der Kinder eine hypotone Kreislaufsituation vorlag.

Es muss beachtet werden, dass bei Kindern das Herzzeitvolumen besonders von der Herzfrequenz abhängt und gleichzeitig eine eingeschränkte Reservekapazität auf Grund der schon unter normalen Bedingungen hohen Ruhefrequenz besteht. Eine Kreislaufzentralisation bei Kindern ist ein typischer Kompensationsmechanismus im Stadium des manifesten Schocks. Auf diese Weise können ohne erkennbaren Blutdruckabfall bis zu 25 Prozent Volumenverlust vorübergehend kompensiert werden (16,87). Da dieser Kompensationsmechanismus gleichzeitig eine ausgeprägte Tachykardie (in der vorliegenden Arbeit je nach Altersgruppe zwischen 4,3% bis 30,2%) hervorruft, ist dies häufig ein Indiz auf eine bestehende Hypovolämie.

Hypertone Blutdruckwerte wurden durchschnittlich in 50% der Fälle gemessen. Sie können auf das Vorliegen einer Schmerzsymptomatik hindeuten. Schmerzhaft Manipulationen wie Intubation oder Rettung aus dem Unfallfahrzeug, aber auch Polytraumen führen auch bei tief bewusstlosen

Patienten zu einer Aktivierung des Sympatikus und zu einem erheblichen Anstieg des intrakraniellen Drucks (15).

Eine Bradykardie (in der vorliegenden Arbeit je nach Altersgruppe zwischen 0,7% bis 2,5%) ist stets ein Alarmzeichen einer Hypoxie und eines unmittelbar bevorstehenden Kreislaufstillstandes. Mögliche Ursachen sind schwerste Hypovolämie, Hypoxie oder cerebrale Einklemmung.

HerzKreislaufstillstände mussten bei den schädel-hirn-traumatisierten Kindern (0,1%), übereinstimmend mit den Literaturergebnissen (zwischen 0,1% bis 2,5%) (37,90,104) nur in Ausnahmefällen festgestellt werden. Die Zahl der HerzKreislaufstillstände deckt sich nicht mit der Häufigkeit der durchgeführten Herzdruckmassagen (0,9%), was darauf zurück zu führen ist, dass Reanimationen oft vor Anlage eines EKGs begonnen wurden.

Über den Erfolg der Reanimationsversuche lässt sich bis auf die Gleichhäufigkeit der erfolgreichen und erfolglosen Reanimationen keine weitere Aussage machen. Zumal diese auch stark von der einzelnen Situation abhängig ist, in die auf Grund der geschwärzten Felder für Notfallgeschehen und Verlaufsbeschreibung im DIVI-Protokoll kein Einblick möglich war.

Zu beanstanden ist auch in diesem Zusammenhang die Diskrepanz im Bereich der Dokumentation. Im Feld des NACA-Scores wurden in 0,5 Prozent der Fälle Reanimationsmaßnahmen aufgeführt. Im Feld der Einsatzbeschreibung wurde hingegen die doppelte Zahl (1%) von Reanimationen dokumentiert. Daraus muss geschlossen werden, dass anstelle von zehn Kindern 17 Kinder reanimationsbedürftig waren. Dies entsprach einer geringeren Anzahl als in der Studie von Kortüm (65). Hier waren sechs von 188 schädel-hirn-traumatisierten Kindern (3,2%) reanimationsbedürftig. Eine Begründung dieser Diskrepanz ist wegen, der bereits oben erwähnten fehlenden Verlaufsbeschreibung, nicht möglich.

Nach den Leitlinien der DGN und der DGAI zur Primärversorgung des Schädel-Hirn-Traumas (57,65) müssen alle bewusstlosen Patienten (GCS<9) endotracheal intubiert und beatmet werden (57,65), so rasch dies ohne zusätzliche Gefährdung des Patienten möglich ist. Tatsächlich wurden aber nur 45 der 63 (65,2%) schwerst schädel-hirn-traumatisierten Kinder mit einem

GCS<9 intubiert. Dies deutet auf eine doch eher zurückhaltende Indikationsstellung zur Intubation bei Kindern hin. Weitere 7 Kinder wurden bei GCS-Werten zwischen 9 und 14 und 5 Kinder bei einem GCS-Wert von 15 intubiert. Hier ist davon auszugehen, dass Begleitverletzungen der Grund für eine Narkoseeinleitung mit nachfolgender Intubation war. Diese Vermutung wird auch durch die Tatsache gestützt, dass 38 Kinder therapiebedürftige Sauerstoffsättigungen mit Werten unter 94 Prozent und 68 Kinder eine auffällige Atmung aufwiesen oder bereits am Unfallort vor Eintreffen des Notarztes beatmet wurden. Im Vergleich mit weiteren Studien (31,74,75) erhielt durchschnittlich jedes fünfte Kind eine Sauerstoffinhalation, was jedoch im Hinblick auf den Stellenwert des Sauerstoffs als nicht ausreichend angesehen werden kann. Untersuchungen ergaben, dass die Hypoxie in der Prähospitalphase die Mortalität und Morbidität von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma maßgeblich negativ beeinflusst und sie eine wichtige Rolle der sekundären Hirnschädigung spielt (91). Somit sollte auch der Entschluss einer Intubation zur aggressiven Hypoxie-Therapie großzügig gefasst werden. Die Daten von Thomas und Ishii (60,111) untermauern die oben getroffenen Aussagen an Hand von Zahlen. In der Studie von Thomas erlitten 30 schädel-hirn-traumatisierte Patienten eine Hypoxie. 53 Prozent von ihnen waren hinterher behindert, 27 Prozent wiesen ein leichtes neurologisches Defizit auf und bei nur 20 Prozent konnte ein gutes Outcome erzielt werden. Im Vergleich dazu wurden 40 Patienten ohne Hypoxie untersucht. 65 Prozent von ihnen waren nach Erholung völlig gesund, nur 10 Prozent litten an neurologischen Defiziten und 25 Prozent waren behindert. In der Arbeit von Ishii lagen gleiche Ergebnisse vor. Eine spezifische Medikation erfolgte bei 44,4 Prozent der schädel-hirn-traumatisierten Kinder und war abhängig von der Schwere der Verletzung und dem Vorhandensein von Begleitverletzungen. Die Verteilung der medikamentösen Therapie mit und ohne Begleitverletzung lag bei 2:1 (66,9%:33,1%).

Grundvoraussetzung für eine adäquate medikamentöse Therapie sowie Forderung der Leitlinie der DGAI und DGN ist die Anlage eines venösen Zuganges. Die Leitlinie besagt, dass bei einem schweren und mittelschweren

Schädel-Hirn-Trauma zwei, bei einem leichten Schädel-Hirn-Trauma ein großlumiger Zugang gelegt werden soll (57,65).

In der vorliegenden Arbeit wurde nur in 39,7 Prozent die Anlage eines peripheren venösen Zugangs dokumentiert. Beachtet man jedoch die Tatsache, dass 44,4 Prozent der Kinder eine medikamentöse Therapie erhielten, muss man unter der Voraussetzung, dass diese bevorzugt intravenös erfolgte, davon ausgehen, dass wesentlich mehr Patienten einen venösen Zugang erhielten. Hieraus zeigt sich eine noch deutlich zu verbessernde Dokumentationsqualität, um eine Steigerung der Aussagekräftigkeit zu erzielen.

Die vorrangige therapeutische Konsequenz (39,4%) war, folgend der therapeutischen Leitlinie für das Schädel-Hirn-Trauma (57,65), die Flüssigkeitssubstitution zur Stabilisierung des Kreislaufes. Zieht man die Auswertung der Blutdruckwerte in Betracht zeigt sich, dass wesentlich mehr Kinder eine Infusion in Form einer kristalloiden Lösung (36,1%) erhielten, als dass eine hypotone Kreislaufsituation (je nach Altersgruppe zwischen 0% und 6,3%) vorlag. Hier muss davon ausgegangen werden, dass die Infusion lediglich als Trägerlösung bzw. als Mittel zum „Offenhalten“ des venösen Zugangs und nicht zur Kreislaufstabilisierung eingesetzt wurde. Kolloidale Lösungen wurden nur in 3,3% angehängt, was bei der geringen Anzahl an Hypotonien im Sinne einer Therapie eines Schockzustandes verständlich erscheint.

Eine Analgosedierung ist nach heutiger Sicht ein essentieller Bestandteil der Therapie des Schädel-Hirn-Traumas (31,57,65). Das Ziel hierbei ist, die zerebrale Stoffwechselrate zu senken. Hierdurch sinkt der intrakranielle Druck und das zerebrale Blutvolumen (28,31,57,65). Gleichzeitig kann in minderperfundierten Arealen durch Reduktion der Sauerstoffaufnahme der Ausbildung eines ischämischen Schadens vorgebeugt werden (28). Zusätzlich dienen Analgesie und Sedierung der Bekämpfung von Schmerzreaktionen, motorischen Unruhezuständen und Krampfanfällen, die den zerebralen Sauerstoffbedarf erhöhen können (28).

In der Praxis zeigte sich allerdings eine zurückhaltende Gabe von Analgetika (12,4%) und Sedativa (9%) bei schädel-hirn-traumatisierten Kindern, auch bei Vorliegen von Begleitverletzungen (Analgosedierung isoliertes SHT 12%, SHT

mit Begleitverletzung 14,7%). Diese Zurückhaltung bei notärztlichen invasiven Maßnahmen, welche auch in der Literatur (65,107) zu finden ist, lässt Unsicherheiten der Notärzte bei der Behandlung von pädiatrischen Notfallpatienten vermuten.

Eine sinnvolle Erweiterung der medikamentösen Therapie ist die Gabe eines Muskelrelaxans, um unnötige Hirndrucksteigerungen während des Intubationsvorgangs zu vermeiden (63). Primär sollte aber bei unklaren Intubationsbedingungen darauf verzichtet werden, damit keine zusätzliche Gefährdung des Patienten durch den relaxansinduzierten Atemstillstand bei unmöglicher Intubation entsteht (63). In Hinblick auf dieses Risiko zeigte sich auch in der Praxis eine sehr zurückhaltende Gabe (1,7%) dieser Medikamentengruppe. Allerdings finden sie in den therapeutischen Leitlinien keine Erwähnung (57,65).

Als weitere Therapeutika spielen die Osmodiuretika beim Schädel-Hirn-Trauma eine Rolle. Diese sind jedoch in der Notfallmedizin sehr umstritten und finden allenfalls als kurzfristige wirksame Notfallmaßnahme bei drohender cerebraler Einklemmung Anwendung (57,64). Gefahr besteht besonders bei Kindern in der Hypovolämie und Hypotonie. Die Aussage spiegelt sich in der Tatsache wieder, dass nur bei einem Kind Osmodiuretika verabreicht wurden.

Die Medikamentengruppe der Antiemetika war die einzige, welche bei einem isolierten Schädel-Hirn-Trauma bei der relativen Zurückhaltung häufiger (3,7%) zum Einsatz kam als bei einem Schädel-Hirn-Trauma mit Begleitverletzung (1,8%). Das kann damit zusammenhängen, dass cerebrale Schäden durch Beeinflussung des emetischen Zentrums häufiger zu Übelkeit und Erbrechen führten.

Zusammenfassend und in Übereinstimmung mit den literarischen Angaben (17,28,65,104,105,107), lässt sich sagen, dass die medikamentöse Therapie bei Kindern mit steigendem Alter, mit zunehmender Schwere des Schädel-Hirn-Traumas und mit Vorliegen von Begleitverletzungen zunimmt.

Ein tieferer Einblick der medikamentösen Therapie des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas in Bezug auf die Einzelsubstanzen der verwendeten

Notfallmedikamente konnte nicht erfolgen, da diese bei der Datenverarbeitung nicht berücksichtigt wurden.

Im Hinblick auf die Effektivität der präklinischen Therapiemaßnahmen erfolgte ein Vergleich zwischen dem primär erhobenen Glasgow-Coma-Scale-Wert mit dem Glasgow-Coma-Scale-Wert bei der Übergabe. In der Mehrzahl der Fälle veränderte sich der neurologische Zustand des schädel-hirn-traumatisierten Kindes nicht. Ein Abfall des Scorewertes wurde nur in wenigen Fällen (4,6%) dokumentiert. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine Verbesserung des Zustandes auf Grund des manifesten Primärschadens mittels der Primärtherapie schwer zu erreichen ist, was aber die Notwendigkeit der präklinischen Therapie in Hinblick auf eine Vermeidung eines Sekundärschadens nicht mindert. Der Literatur (11,23,60,66,107,132) zu Folge ist, eine konsequente präklinische Therapie die Grundlage zur Vermeidung eines sekundären Hirnschadens, welcher wiederum das Outcome des Patienten entscheidend beeinflusst.

Eine Aussage über die Auswirkungen der Primärversorgung auf den sekundären Hirnschaden und dem Outcome kann auf der Basis dieser Daten nicht getroffen werden, da die Patientendaten mit der Übergabe an die Klinik enden. Aber wie bereits weiter vorne an Hand der Literatur (59,92,111,117) erörtert, hat die präklinische Versorgung einen erheblichen Einfluss auf das Outcome. Aber nicht nur die Vermeidung der Hypoxie sondern auch die Aufrechterhaltung eines adäquaten Blutdrucks und somit die Verhinderung eines Schocks spielen eine erhebliche Rolle. Ishii konnte an Hand seiner Daten erläutern, dass die Entwicklung eines Kreislaufschocks mit einem deutlich schlechteren Outcome in Verbindung steht (59,108). Kontrovers steht man sich hinsichtlich der Traumaschwere (definiert durch die Glasgow-Coma-Scale) und des Outcomes gegenüber. Einige Studien bewerten die Glasgow-Coma-Scale als einen zuverlässigen prädiktiven Parameter hinsichtlich des Outcomes (31,79) andere Arbeiten hingegen wurde als wenig aussagekräftig bezeichnet (16,31,63). Dies Meinungsverschiedenheit veranschaulicht wie wichtig es ist jedes Schädel-Hirn-Trauma unabhängig von der Schwere und des GCS ernst zu nehmen und eher frühzeitig zu interventionieren als zu spät.

Bezüglich der Beurteilung des traumatisierten Kindes bei der Übergabe ergab sich eine Diskrepanz zwischen der allgemeinen Beurteilung des Traumapatienten und des zuletzt dokumentierten Scorewerts. Bei 29,2% der Kinder wurde eine Verbesserung des Gesamtzustandes dokumentiert. Der Glasgow-Coma-Scale-Score stieg im Gegensatz dazu nur bei 2,9%.

Übereinstimmung zeigten dagegen die Zahlen der Zustandsverschlechterung und die Abnahme des Glasgow-Coma-Scale-Wertes.

Allgemein muss jedoch der Scorewert bei der Übergabe wegen einer Veränderung der Bewusstseinslage durch eine medikamentöse Therapie (Narkotika, Sedativa, Analgetika), insbesondere bei einem Schädel-Hirn-Trauma, als ein relativer Wert angesehen werden. Somit lässt sich die Aussage zur Effektivität der Therapiemaßnahmen in Bezug auf den Übergabe-Scorewert nur mit Vorbehalt beurteilen. Aber die oben beschriebene Differenz lässt auch Rückschlüsse auf die Notwendigkeit einer Qualitätssteigerung der Notärzte im pädiatrischen Bereich zu.

Eine weitere Aussage bezüglich der Effizienz der präklinischen Therapiemaßnahmen kann an Hand des NACA-Scores gemacht werden. Hier zeigte sich, dass beim Vorliegen einer akuten Lebensgefahr notärztliche Maßnahmen, im Gegensatz zum NACA-Score eins bis drei, seltener ergriffen wurden und eher als insuffizient angesehen wurden. Dem zu Grunde liegt, dass der Notarzt beim Vorliegen eines schweren Schädel-Hirn-Traumas mit und ohne Begleitverletzung an die Grenzen des möglich Machbaren stößt. Hieraus erklärt sich die folgende Aussage der Leitlinie der DGAI und DGN (57,65): „Nach Erzielung der Transportfähigkeit des Patienten sollte dieser auf dem schnellsten und schonendsten Wege in die nächste geeignete Klinik transportiert werden.“

In Bezug auf den Transport und die Auswahl des entsprechenden Krankenhauses besteht in der Literatur (34,37,106) weitgehend Einigkeit, dass die Wahl der weiterversorgenden Einrichtung nicht allein von der räumlichen Entfernung und Erreichbarkeit abhängen. Gerade bei Kindern mit Schädel-Hirn-Trauma sind die jeweiligen Versorgungsmöglichkeiten des Krankenhauses (CT, Kinder- und/ oder Neurochirurgie) und die Anforderungen seitens Verletzungsmusters entscheidend. Bei Kindern mit stabiler Kreislaufsituation

sollte das Anfahren einer spezialisierten Einrichtung in Erwägung gezogen werden, um zusätzliche Manipulationen durch Umlagerung und Transporte zu vermeiden. Hierdurch kann die Ausbildung eines sekundären Hirnschaden verringert werden. Die in der Leitlinie erhobene Forderung des schnellst möglichen Transportes (57,65) darf diesbezüglich aber nicht in Vergessenheit geraten. Bei instabiler klinischer Situation stellt sich die Frage nach der Zielklinik nicht. Es sollte die klinische Primärversorgung und Kreislaufstabilisierung in dem nächstgelegenen Krankenhaus erfolgen. Eine Weiterverlegung kann nach deren Abschluss in Betracht gezogen werden.

In Bezug auf die Dauer des zeitlichen Erreichens des Notfallortes wurde die vorgeschriebene Hilfsfrist des Bayerischen Rettungsdienstes (Bay RDG, Art. 19, Abs. 3) (137) für ländliche Bezirke von durchschnittlich 15 Minuten mit 9,7 Minuten eingehalten. Die prähospitalen Behandlungszeit betrug im Durchschnitt 17,9 Minuten und zusammen mit einer durchschnittlichen Transportzeit von 16,5 Minuten ergab sich eine Gesamteinsatzdauer von 44,5 Minuten. Diese Zeitspanne wird einer vorgeschriebenen Gesamteinsatzdauer von maximal 60 Minuten gerecht (57,65). Bemerkenswert ist, dass in anderen Publikationen (27,65,104,105,106) der Einsatz länger dauerte (im Durchschnitt zwischen 60 und 70 Minuten). Die Ursache dieser Differenz ist fraglich, zumal sich die durchschnittliche Gesamteinsatzdauer aller vorliegenden Studien (27,65,104,105,106) auf sowohl ländliche Rettungsbereiche mit geringerer Dichte von Rettungswachen als auch auf städtische Rettungsdienstbereiche mit höherer Rettungswachendichte bezieht. Boden- und luftgebundene Rettungsmittel sind jeweils mit einbezogen worden.

Nur wenige Kinder mit Verdacht auf Schädel-Hirn-Trauma wurden am Unfallort untersucht bzw. behandelt ohne anschließenden Transport in ein Krankenhaus. Eine Aufklärung der Eltern, sollte das Kind über Kopfschmerzen klagen, sich erbrechen und/oder leicht benommen wirken, sofort einen Arzt aufzusuchen, ist vom Notarzt in solch einem Fall unabdingbar. Insgesamt kann dieses Ergebnis als positiv verzeichnet werden, da in Bezug auf das Wissen um die

Ernsthaftigkeit einer Schädel-Hirn-Verletzung mit dieser nicht leichtfertig umgegangen wird.

Die publizierten Daten bezüglich der Letalität von Kindern mit Schädel-Hirn-Trauma lagen zwischen 25 und 45 Prozent (7,26,107). Hier wurden allerdings auch Kinder miteinbezogen, welche im Krankenhaus verstarben. Da jedoch die Anzahl der verstorbenen Kinder in dieser Studie (0,7%), in der von Kortüm et al (8%) (65), von Brandt (1%) (17) und Schmittbecher (6,2%) (106) deutlich unter 25 Prozent lag, muss davon ausgegangen werden, dass es später im klinischen Bereich häufiger zu Komplikationen kam, welche zum Tode führten. Bedacht müssen aber auch die Kinder werden, die mit einer instabilen Kreislaufsituation der Zielklinik übergeben wurden.

Die gewonnenen Daten aus den DIVI-Notarzteinsatzprotokollen über die derzeit praktizierten diagnostischen und therapeutischen Handlungsabläufe wurden analysiert und in ihrer Qualität anhand des Vergleiches mit den zur Zeit geltenden Standards für die Notfallversorgung bewertet. Als Grundlage dieser Analyse bei der Fragestellung nach der Umsetzung der Leitlinien als wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen in der Praxis des Rettungsdienstes diente eine umfangreiche Literaturanalyse, welche von verschiedenen Fachgesellschaften anerkannt und von der WHO empfohlen wird. Hiernach werden gerade für das Outcome, welches bei einem Schädel-Hirn-Trauma nicht nur bei Kindern eine extrem wichtige Rolle spielt, folgende Faktoren als besonders wichtig erachtet: Die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen, insbesondere die Vermeidung einer posttraumatischen arteriellen Hypotension zur Gewährleistung eines adäquaten zerebralen Perfusionsdrucks. Dieser sollte 70 mmHg nicht unterschreiten. Des Weiteren soll eine Hypoxämie wegen der Gefahr eines Hirndruckanstiegs vermieden werden.

In der eigenen Auswertung zeigte sich, dass der Blutdruck nur selten unter zehn Prozent oder mehr unter der altersentsprechenden Norm lag und mit steigendem Alter zu einem häufigeren Problem wurde, was sich auch darin widerspiegelt, dass mit zunehmendem Alter häufiger eine Flüssigkeitszufuhr erfolgte. Hier muss

jedoch daraufhin gewiesen werden, dass gerade auch bei Kleinkindern und Säuglingen spezifische manuelle (schwierige venöse Punktion, Intubation) Probleme eine Flüssigkeitssubstitution verhinderten. Nochmals hingewiesen sei auch auf die bei nur 50 Prozent der Kinder angegebenen Sauerstoffsättigung, trotz des Wissens um die Wichtigkeit der Vermeidung einer Hypoxämie in Hinblick auf das Outcome. Zumal von diesen 50 Prozent 35,3 Prozent Auffälligkeiten der Oxygenierung zeigten. Hiermit wird ein sehr wichtiger Verbesserungspunkt offenbar.

Als weitere wichtige Säule der präklinischen Therapiemaßnahmen und Bestandteil der Leitlinien der DGAI und DGN (57,65) stehen die primäre Schweregradeinstufung der Schädigung des Kindes sowie die Einschätzung der Bewusstseinslage anhand der Glasgow-Coma-Scale. Diese Festlegung ist sowohl Grundlage für die Primärmaßnahmen am Unfallort als auch für den Transport in die weiterversorgende Einrichtung. Nicht ganz einfach gestaltet sich dies wegen der möglichen rasch wechselnden Zustände der Patienten. Die häufig unklaren Aussagen der Augenzeugen über den Unfallhergang sowie die noch unbekannt Situation erschweren die Einschätzung der Schwere der Verletzung. Somit muss sich die rasche klinische Diagnostik auf Erkenntnisse beschränken, aus denen sich unmittelbar therapeutische Konsequenzen ableiten lassen (15). Ein schonender und schneller Transport in ein Krankenhaus, dem ein organisiertes Traumateam mit Spezialisten aus den Bereichen der Notfallmedizin, der (Kinder)Traumachirurgie, der (Kinder)Neurochirurgie und Anästhesie, der Intensivmedizin und der Pädiatrie sowie eine adäquate technische Ausstattung zur Verfügung steht, ist in einem weiteren Punkt der Leitlinien enthalten. Jedoch sollte ein solches medizinisches Zentrum nur bei kreislaufstabiler Situation oder bei Lage in unmittelbarer Nähe angesteuert werden.

Allgemein sollte noch zu den Leitlinien gesagt werden, dass diese Handlungsempfehlungen und Hilfestellungen für den handelnden Arzt darstellen, jedoch soweit unverbindlich sind und den Arzt nicht von seiner Verantwortung im Einzelfall entbinden. Dies besagt, dass sie weder haftungsbefreiend bei Befolgen noch haftungsbegründend bei Nichtbefolgen sind. Sie empfehlen Handlungen,

welche sich in rationalen Grenzen bewegen und der Mehrzahl der Patienten eine sichere Versorgungsqualität gewährleisten. Die Effektivität und Effizienz der einzelnen Leitlinien ist stark abhängig von deren Akzeptanz, deren Bekanntheit und auch der Praxiserfahrung der Anwender. Gerade in der Notfallmedizin ist es wegen der hohen Variabilität der einzelnen Fälle schwierig, die wissenschaftlich begründeten Leitlinien umzusetzen. Ein Notfall läuft nicht nach einer klar definierten Kausalkette ab. Es spielen zahlreiche, auch nichtmedizinische Faktoren und Rahmenbedingungen eine große Rolle, welche das notärztliche Handeln beeinflusst. Daher müssen sie durch persönliche Erfahrung und Praxisroutine ergänzt werden (57,65).

Die festgestellten Defizite in der Umsetzung der empfohlenen Handlungsstrategien bezüglich Diagnostik, interventioneller Maßnahmen und medikamentöser Versorgung lassen sich auf eine Reihe von Ursachen zurückführen. So ist die Berücksichtigung situationsbedingter Abweichungen von den empfohlenen Handlungsabläufen häufig nicht aus dem Einsatzprotokoll zu entnehmen, obgleich in diesen Fällen die Ausserachtlassung der bestehenden präklinischen Empfehlungen vorteilhaft sein kann. Auch die eingeschränkte Dokumentationsmoral seitens der Notärzte täuscht Mängel in der Qualität der Diagnostik und Versorgung der Traumapatienten vor, die eventuell gar nicht bestehen.

Es spielt aber auch die fehlende Erfahrung im Umgang mit Kindern und das Nichtwissen um aktuelle Therapiestrategien für die Versorgung des schädel-hirn-traumatisierten Kindes eine Rolle. Z.B. erhielt nur eine geringe Anzahl der Kinder ein Analgetikum, obgleich hierdurch ein intracranieller Druckanstieg durch Schmerz- und Stressminderung reduziert werden kann. Daher bietet ein regelmäßiger Besuch von Fortbildungen, welche Notärzte auf den aktuellen Wissenstand halten sollen, gerade in der Notfallmedizin Möglichkeiten zur Qualitätssteigerung der präklinischen Versorgung. Allgemein sollten Fortbildungen für jeden praktizierenden Arzt mehr als eine berufliche Verpflichtung darstellen.

Des Weiteren können Leitlinien durch Algorithmen ergänzt werden. Sie definieren einen strukturierten Lösungsweg, der von einer bestimmten

Ausgangssituation zu einem angestrebten Therapieziel führt. Hierdurch können Handlungsabläufe konkretisiert werden, welche zu einer reibungslosen Teamarbeit zwischen Notarzt und Rettungspersonal und Notärzten führen.

Die Dokumentation im DIVI-Notarzteinsatzprotokoll in der vorliegenden Fassung ist generell kritisch zu betrachten. Bei dessen Entwicklung und der Selektion der vorhandenen Datenfelder stand neben der notfallmedizinischen Relevanz und der sicheren Merkmalerkennung vor allem der interdisziplinäre Anspruch in Vordergrund. Es sollte dem Notarzt möglich sein, alle Einsätze vom Verkehrsunfall über akute Erkrankung bis hin zu Vergiftungen zu dokumentieren. Der Umfang der Datenerhebung wird so durch die Form des Einsatzprotokolls auf eine Regeldokumentation begrenzt. Dabei handelt es sich meist um eine Summendokumentation, aus der einzelne Handlungsabläufe nicht ersichtlich sind. Da das Einsatzprotokoll jedoch die Basis des Qualitätsmanagements im präklinischen Bereich darstellen soll, ist dies zu bemängeln. Interessante Informationen zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen entgehen somit einer Vielzahl von Studien. Die Verwendung spezieller Bögen, wie beispielsweise ein speziell für den pädiatrischen Notfall entwickeltes Einsatzprotokoll, könnte sowohl wichtige Erkenntnisse hinsichtlich des derzeitigen qualitativen Stands der präklinischen Versorgung bringen, als auch insbesondere für den pädiatrischen Notfall Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie als Unterstützung an die Hand geben. Eine weitere Möglichkeit wäre die Einarbeitung von Plausibilitäten in die Gestaltung des Einsatzprotokolls, um eine Verbesserung der Auswertung im Sinne eines Qualitätsmanagement zu erreichen. Beispielsweise treten bei der Dokumentation des neurologischen Status im derzeitigen DIVI-Protokoll Probleme auf. So waren 91,1 Prozent der Kinder laut dem Feld „Neurologie“ neurologisch unauffällig, jedoch dokumentierten die Notärzte in dem Abschnitt Glasgow-Coma-Scale nur bei 63,9 Prozent einen Scorewert von 15. Diese Unregelmäßigkeiten der Dokumentation könnten durch Verbesserung der Protokollgestaltung vermindert werden.

Ogleich die im Rettungsdienst vorgegebene Hilfsfrist in Bayern eingehalten wird, liegt das wesentliche Ziel zur weiteren Verbesserung des Outcomes der schädel-hirn-traumatisierten Kinder in der Vermeidung unnötiger Zeitvergeudung.

Je früher mit der präklinischen und einer adäquaten klinischen Therapie begonnen wird, desto wahrscheinlicher ist die Vermeidung oder Minderung eines sekundären Hirnschadens.

Das größte Potential zur Verbesserung der gegenwärtigen Versorgung dürfte vor allem in der Vermeidung organisatorischer Defizite liegen, welche oft zu erheblichen Verzögerungen führen. So gilt es, im Bereich der Leitstellen, als Schnittpunkt zwischen Laien und professioneller Hilfe, Organisation, Aufgabenfelder sowie das Personal zu optimieren. Ansätze dazu sind derzeit in Bayern mit dem Projekt „Integrierte Leitstelle“ in Planung. Die Schaffung personeller Voraussetzungen ist notwendig, um die Prozessqualität der Leitstellenleistung wie strukturierte Notrufabfrage, sachgerechte Einsatz- und Dispositionsentscheidungen oder qualifizierte Unterstützung der Ersthelfer vor Ort zu verbessern. Dabei ist neben der Grundausbildung auf die praxisnahe Fortbildung des Leitstellenpersonals als wesentlicher Baustein zur Qualitätssicherung zu achten (5,28,30).

Auch in den Bereichen der Technik, Ausstattung und Infrastrukturanbindung lassen sich Verbesserungen erreichen. Die Entwicklung telemetrischer Verfahren zur Übermittlung erster Untersuchungsergebnisse und Diagnosen aus dem Rettungsmittel in die Ambulanz des angefahrenen Krankenhauses stellt unter anderem eine gute Möglichkeit dar, um die „door-to-needle-time“ zu verkürzen, dem Patienten somit einer schnelleren adäquaten Versorgung zuführen zu können.

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Qualität der notfallmedizinischen Versorgung im Wesentlichen von der medizinischen Leistung aller Beteiligten sowie von der Ausstattung und Organisation abhängt.

Eine weitere Säule der Verbesserung des Notfallmanagements bei Kindern stellt das Wissen um die Besonderheiten der Anatomie und Medikamentendosierungen dar. Es tauchen immer wieder manuelle (z.B. schwierige venöse Punktion) und logistische (z.B. Menge der zu applizierenden Medikamentendosis, Einsatz welcher Tubusgröße) Probleme auf. Hinzu kommt eine hohe psychische Belastung, ausgelöst durch oft dramatische Situationen mit schreiendem Kind und fassungslosen Eltern. Was sich zu einer komplizierten

Dreiecksbeziehung zwischen Kind, Eltern und Arzt entwickeln kann. Hier zeigt sich erneut, wie wichtig nicht nur Richtlinien sondern auch Fortbildungen und insbesondere praktische Erfahrungen sind. Diese lassen sich nicht nur im Ernstfall üben, sondern können auch durch ein regelmäßiges Training z.B. an Simulatoren und durch Strukturierung und Standardisierung der notfallmedizinischen Handlungsabläufe gewonnen werden.

Abschließend ist aufgrund der getroffenen Aussagen und Ergebnisse festzustellen, dass das Wissen um den kindlichen Notfallpatient, eine rasche therapeutische Intervention, ein koordinierter Handlungsablauf und praktische Erfahrung den Schlüssel zum Erfolg der Therapie des schädel-hirn-traumatisierten Kindes darstellt. Hierdurch kann der sekundäre Hirnschaden gemindert und somit eine Verbesserung des Outcomes erreicht werden. Zeitverluste auf ein Minimum zu beschränken, um so einen erheblichen Beitrag zur Qualitätssicherung zu leisten, ist auch das Ziel der breiten Laienaufklärung über Symptomkonstellationen und der Schulung in Reanimationsmaßnahmen, da die Information der Öffentlichkeit über notwendige und allgemein übliche ärztliche Maßnahmen bei speziellen Gesundheitsrisiken und Gesundheitsstörungen zum schnellen und richtigen Handeln in Notfallsituationen beiträgt. Des Weiteren muss und kann die Fortbildung für Notärzte speziell für kindliche Belange optimiert werden.

6. Zusammenfassung

In einer retrospektiven Analyse wurden 200221 DIVI-Notarztprotokolle ausgewertet. Bei den 11101 pädiatrischen Notarzteinsätzen (5,5%) lag in 1862 Fällen (1%) ein Schädel-Hirn-Trauma vor. Somit muss bei ca. jedem sechstem pädiatrischem Notfall mit dem Vorliegen eines Schädel-Hirn-Trauma gerechnet werden. Die zeitliche Inzidenz ergab eine Steigerung zu den Sommermonaten, sowie tageszeitlich gesehen in den Mittags- und Nachmittagsstunden. Die Prävalenz des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas ist mit einer Geschlechterverteilung bei Jungen (61,1% Knaben : 37,9% Mädchen) deutlich höher. Die Verteilung der Altersgruppen zeigte, mit einem jeweiligen Prozentanteil zwischen 20 und 25 Prozent keine wesentlichen Schwankungen.

Die medizinische Qualität und das zeitliche Management des Notarzteinsatzes ist für die Prognose des Kindes und somit dessen Outcome von entscheidender Bedeutung, da bereits in der Präklinik der Sekundärschaden positiv beeinflusst werden kann. Dies bedeutet, dass die intensivmedizinische Therapie des schädel-hirn-verletzten Kindes in die präklinische und frühe klinische Phase vorverlagert werden muss.

Da mit dem Handlungskonzept der Leitlinien für die Versorgung des Schädel-Hirn-Traumas in den letzten Jahren eine deutliche Senkung der Letalität von erwachsenen Traumpatienten erreicht werden konnte (16,104), ist auch beim traumatisierten Kind präklinisch eine zügige Diagnostik und Therapie notwendig. Die Problematik des Handelns stellt sich durch die gegenüber Erwachsenen nur eingeschränkt verwertbaren Leitsymptome bei Kindern dar. Was wiederum in vielen Fällen zu einer Fehleinschätzung der Situation führt und eine intensivere Fortbildung im Bereich des pädiatrischen Traumpatienten notwendig erscheinen lässt.

Das Ziel ist eine unverzügliche präklinische Stabilisierung der Vitalparameter durch einen qualifizierten Notarzt und der Transport in ein für die Behandlung von schädel-hirn-traumatisierten Kindern geeignetes Zentrum innerhalb von maximal 60 Minuten nach dem erfolgten Trauma (95). In der vorliegenden Arbeit

betrug die Zeitspanne von der Alarmierung bis hin zur Übergabe im Krankenhaus durchschnittlich 44,2 Minuten und 95% alle Kinder hatten nach 80 Minuten eine entsprechende Klinik erreicht.

Vergleicht man die Versorgungs- und Therapiekonzepte der Leitlinien (57,65) mit den Ergebnissen der notärztlichen Versorgung in Bayern, so lassen sich in verschiedenen Bereichen Differenzen erkennen.

Deutlich zeigt sich, dass therapeutische und diagnostische Maßnahmen, gerade bei Kleinkindern, sehr zurückhaltend durchgeführt wurden. Bei einem Drittel aller schädel-hirn-traumatisierten Kinder wurde kein Monitoring durchgeführt und nur bei jedem zweiten Kind erfolgte eine Messung der Oxygenierung. Einen intravenösen Zugang erhielt nur jedes zweite Kind, was einerseits durch die hohe Anzahl leichter Schädel-Hirn-Traumen (78,7%) gerechtfertigt werden kann, andererseits wurden hauptsächlich ältere Kinder mit einem intravenösen Zugang versorgt (67,4%).

Diese Zurückhaltung bei Kleinkindern zeigt sich auch bei der Sauerstoffgabe (5,6%), der Intubation (0,7%), der speziellen Lagerung, der Reposition und der Medikation (22,6%) insbesondere im Bereich der Schmerztherapie (1,6%).

Im Rahmen der notärztlichen Versorgung wurden nur 40,1 Prozent der Ersthelfermaßnahmen als suffizient angesehen. Eine Verbesserung des Zustandes des traumatisierten Kindes bei der Klinikübergabe wurde nur in 14,8 Prozent erreicht.

Schlussfolgernd ist eine suffiziente notärztliche Versorgung eine zwingende Voraussetzung für die Verbesserung des Outcomes beim kindlichen Schädel-Hirn-Trauma, welche durch gezielte Maßnahmen, wie zum Beispiel entsprechende Weiter- und Fortbildungen speziell für den pädiatrischen Traumapatienten und das pädiatrische Schädel-Hirn-Trauma optimiert werden können und müssen.

7. Literatur

1. Adamek L., B. Lenkewitz , G.H. Engelhardt - Spezifische Erstmaßnahmen beim Schädel-Hirn-, HWS-, Bauch- und Extremitätentrauma. Der Notarzt 3 (1987); 161-166
2. Ahnefeld F. W. - Pädiatrische Notfallmedizin. Notfallmedizin 19 (1993); 174-175
3. Altemeyer K.-H. - Diagnostik und Therapie des Schmerzes im Säuglings- und Kleinkindesalter. Der Notarzt 10 (1994) Sonderheft; 7-8
4. Andrews P.J.D. - Sekundäre Schädigung beim Transport vermeiden. Notfallmedizin 16 (1990); 832
5. Arbeitsgemeinschaft Intensivmed. und Neurotraumatologie - Leitlinien zur Primärversorgung von Patienten mit SHT. Der Notarzt 13 (1997); 89-93
6. Atkinson J. L.D., R.E. Anderson, M.J. Murray - The early critical phase of severe head injury. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 5 (1998); 941-945
7. Bardenheuer M., U. Obertacke - Epidemiologie des Schwerverletzten. Notfall & Rettungsmedizin 3 (2000), 309-317
8. Barlow K.M., Minns R.A. - The relation between intracranial pressure and outcome. Developmental Medicine & Child Neurology 41 (1999); 220-225
9. Beattie T.F. - Minor head injury. Archives of Disease in Childhood (1997); 82-85
10. Beneker J. - Das polytraumatisierte Kind. Pädiatrische Notfälle im Rettungsdienst, Sefrin P. (Hrsg), Zuckschwerdt Verlag, München Bern Wien New York (1997); 34-45
11. Beneker J. - Polytrauma im Kindesalter. Der Notarzt 12 (1990) Sonderheft; 46-48
12. Berney J., J. Favier - Paediatric head trauma: influence of age and sex. Child's Nerv. Syst. 10 (1994), 509-516
13. Bouillon B., M. Krämer, A. Lechleuthner, T. Tilling - Polytrauma - präklinische Erfordernisse, Rettungsmittel, Rettungszeiten. Unfallchirurgie 18 (1992), 85-90

14. Bowen J.M., E. Clark, E.D. Bigler, M. Gardner, D. Nilson, J. Gooch, J. Pompa - Childhood traumatic brain injury. *Developmental Medicine & Child Neurology* 39 (1997); 17-25
15. Brambrink A.M. - Die Primärversorgung des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas aus der Sicht des Notarztes. *Notfall & Rettungsmedizin* (2002), 332-334
16. Brambrink A.M. - Neue Hinweise für die Behandlung. *Notfall und Rettungsdienst* 5 (1999); 235-240
17. Brandt M., P. Seifrin - Die Bedeutung des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen mit schädel-hirn-traumatisierten Kindern. Bericht der Bundesanstalt für Strassenwesen. *Mensch und Sicherheit* 141 (2002); 3-47
18. Breucking B. - Volumentherapie bei Säuglingen und Kleinkindern. *Aktuelles Wissen für Anästhesisten*, Springer Heidelberg 19 (1993), 136-143
19. Brüssel Th. - Osmotherapie bei traumatischer Hirnverletzung. *Anaesthesist* 8 (1997); 58-59
20. Bullock R., R. Chesnut, G. Clifton - Guidelines for the management of severe head injury. *J. Neurosurg.* 13 (1996); 639-734
21. Chesnut R.M., Th. Gautille, B.A. Blunt, M.R. Klauber, L.F. Marshall - Neurogenic hypotension in patients with severe head injuries. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 3 (1995); 366-375
22. Clifton G., W. McCormick, R. Ghroosman - Neuropathologie of early and late deaths after head injury. *Neurosurgery* 8 (1981); 309-314
23. Coln D. - Trauma in children In.: *Essential of pediatric intensive care*. Quality Medical Publishing (1990) St. Louis; 670-676
24. Cunitz G. - Die Erstversorgung des Schädel-Hirn-Trauma-Patienten. *Anaesthesist* 44 (1995); 369-391
25. Dick W.F., P. Lemburg, F.W. Schildberg, H.-P. Schuster - Lebensrettende Sofortmaßnahmen bei Kindern. *Notfall & Rettungsmedizin* 1 (1998); 261-267

26. Dietz H.G. - Trauma im Kindesalter - Das NAW-Buch, Madler C., Jauch K.W., Werdan K. (Hrsg.), Urban & Schwarzenberg (1994) München; 652-657
27. Diring M.N., D.F. Edwards - Does Modification of the Innsbruck and the Glasgow-Coma-Scales improve their ability to predict functional outcome. Arch Neurol. 54 (1997); 606-610
28. Dorsch A. - Abhängigkeit der Qualität notärztlicher Versorgung von der Fachzugehörigkeit des Notarztes. Dissertation Technische Universität München (1987)
29. Dorsch A. - Pädiatrische Notfallsituationen (1992), MMV-Verlag München
30. Enzmann V. - Notfälle im Kindesalter. Rettungsdienst 9 (1998); 69-71
31. Feickert H.J., S. Drommer, R. Heyer - Schweres SHT bei Kindern, Monatsschrift Kinderheilkunde 8 (1999); 725-732
32. Feldman M., B. Gurevitch, A.A. Artru, Y. Shapira, E. Reichenthal - Neurologic outcome with hemorrhagic hypotension after closed head trauma in rats., The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 4 (1997); 667-672
33. Feldmann M. - Erfahrung aus dem Rettungsdienst, Notfall & Rettungsmedizin 5 (2002), 360-362
34. Fiebacher J.B., A. Seitz - Das Schädel-Hirn-Trauma des Kindes, Radiologie 39 (2002), 463-466
35. Fitzal S. - Ketamin und Neuroprotektion, Anaesthesist 3 (1997); 65-69
36. Fösel Th., B. Larsen, R. Larsen - Schmerztherapie bei Kindern, Notfallmedizin 18 (1992); 540-545
37. Fritz H., R. Bauer - präklinische Versorgung des schweren kindlichen Schädel-Hirn-Trauma. Notfall & Rettungsmedizin 5 (2002), 335-340
38. Garner C., R. Dax, K. Einhäupl - Situation der neurologischen Intensivmedizin in Deutschland, Nervenarzt 65 (1994), 361-369
39. Genoni M. - Helikoptereinsatz zur Vermeidung zerebraler Sekundärschäden bei schweren Schädel-Hirn-Traumata, Z. f. Unfallchirurgie, Vers. Med. Berufskr., 82 (1997) 163-167

40. Gentleman D., G. Teasdale, S. Galbraith - Cause of severed head injury and risk of complications. Brit. Med. Journal 292 (1986), 449-451
41. Gobiet W. - Intensivtherapie nach Schädel-Hirn-Trauma, Berlin-Heidelberg-New York. Springer-Verlag (1979), 40-74
42. Gortner L. - Anatomische und physiologische Besonderheiten im Kindesalter. Notfall & Rettungsmedizin 6 (1998); 354-362
43. Gosse F., V. Hubrich, P. Rohmann, G. Peters - Präklinische Lagerung des Schädel-Hirn-Verletzten mit einem neuen Lagerungskissen. Rettungsdienst 15 (1992); 382-384
44. Green S., R. Nakamura, N. Johnson - Ketamine sedation for pediatric procedures. Part. 1, a prospective series, Ann. Emerg. Med. 19 (1990), 1024-1032
45. Green S., R. Nakamura, N. Johnson - Ketamine sedation for pediatric procedures, Part. 2, Review and implications. Ann. Emerg. Med. 19 (1990), 1033-1046
46. Gremmelt A., U. Braun - Analgosedierung des Patienten mit SHT. Anästhesist 44 (1995); 559-565
47. Gruskin K.D., S.A. Schutzman - Head trauma in children younger than 2 years. Arch Pediatr Adolesc Medicin 1 (1999); 15-20
48. Hagemann H. - Volumenersatzmittel bei Kindern - Plasmaeiweiß oder künstliche Plasmaersatzmittel. Anästhesist 44 (1993) Suppl. 1; 1-5
49. Hall S. C. - Pediatric trauma in the 90's. Pediatric Trauma Anesthesia. Int. Anesth. Clin. 32 (1994); 1-9
50. Harms L., Ch. Garner, K.M. Einhäupl - Situation der neurologischen Intensivmedizin. Nervenarzt 69 (1996); 1123-1133
51. Helm M., J. Hauke, W. Frey, L. Lampl - Der pädiatrische Traumapatient. Notfall & Rettungsdienst 3 (1999); 150-157
52. Hennes H.-J. - Der Notfallpatient mit Schädel-Hirn-Trauma. Notfallmedizin 18 (1992); 422-427
53. Hillier S.L., J.E. Hiller - Epidemiologie of traumatic brain injury in South Australia. Brain Injury 11 (1997), 649-659

54. Hofman U., B. Hinrichs, D. Hofman, K. Mantel - Eine Hilfe zur Erstversorgung. Notfallmedizin 16 (1990); 238-241
55. Hofmann V. - Kap: Polytrauma, in: Das verletzte Kind, Sauer H. (Hrsg.), Thieme Verlag Stuttgart (1984), 102-113
56. Hsiang J.N., Yeung T. - High-risk mild head injurie. J. Neurosurgeon 87 (1997), 234-238
57. Jantzen J.-P., J. Piek - Leitlinien zur Primärversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Anästhesiologie und Intensivmedizin 38 (1997); 89-93
58. Jennett B. - Epidemiologie of head injury. The Journal of the Royal College of Peadiatrics and Child Health 76 (1997); 393-397
59. Jshii B. – Intracranial Pressure. Springer Verlag 3 (1983); 549-553
60. Kaups K.L., S.N. Parks, Ch.L. Morris - Intercranial Pressure Monitoring, The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 5 (1998); 884-886
61. Klein W. - Intensivmedizin bei Schädel-Hirn-Trauma und neurochirurgischen Eingriffen (III) - Intensivbehandlung. Anästhesiologie und Intensivmedizin 5 (1999); 239-276
62. Klick R. - Atemnot im Kindesalter - eine häufige Indikation im Rettungsdienst, Rettungsdienst 20 (1997); 45-47
63. Koelfen W., B. Schmidt, D. Dinter, H. Rohr - Langfristige Prognose von Kinder nach einem Schädel-Hirn-Trauma mit guter Erholung nach der Glasgow-Outcome-Skala, Monatsschrift Kinderheilkunde 145 (1997); 489-495
64. Kontokollias J.S., H. Kollenda - Komplikationen nach Sturz! Desolates Rettungswesen, Schicksal oder ärztliches Fehlverhalten?, Rettungsdienst 20 (1997); 34-39
65. Kortüm S., Th. Krechlok - Schädel-Hirn-Verletzungen bei Polytraumatisierten, Rettungsdienst 21 (1998); 6-18
66. Kraus G. - Anästhesie bei Notfällen von Kindern, Kinderanästhesie 3, Aufl., Dick W., Ahnefeld F.W., Altemeyer K-H. (Hrsg.), Springer Verlag (1987) Heidelberg; S.205-217

67. Kretz F., Th. Beushausen - Das Kindernotfall-Intensivbuch, Urban-Schwarzenberg Verlag (1992), München
68. Kretz F.J. - Gefäßzugänge und Flüssigkeitstherapie im Kindesalter. Aktuelles Wissen für Anästhesisten Bd. 21, Springer Verlag (1995) Heidelberg 1995
69. Kretz F.J. - Schädel-Hirn-Trauma. Notarzt 12 (1996), Sonderheft 1; 42-43
70. Kühne C.A., M. Homann - Der Schockraumpatient. Unfallchirurg 106 (2003); 308-386
71. Küster-Kaufmann M., B. J. Ebeling, H. Clusmann, R. Schultheiß - Akzidentelle schwere Hypothermie und Schädel-Hirn-Trauma: Reanimation, anästhesiologisches Management und neurochirurgische Inertvention, Neuroprotektion durch Hypothermie?. Anästhesiologie und Intensivmedizin 11 (1996); 565-572
72. Ladner E., Ch. Hörmann, J. Bonatti, J. Berger, G. Kroesen - Prähospitale Kinderreanimation. Der Notarzt 10 (1994); 142-148
73. Lampl L., M. Helm - Grundlagen der präklinischen Versorgung des pädiatrischen Traumapatienten. Pädiatrische Notfälle im Rettungsdienst II., Sefrin P. (Hrsg), Zuckschwerdt Verlag, München Bern Wien New York, (1997); 2-9
74. Langwieder K. - Verletzungsrisiko von Kindern im PKW. Notarzt 10 (1994); 97-102
75. Lavelle J.M., K.N. Shaw - Evaluation of head injury in a pediatric emergency department. Arch. Pediatr. Adolesc. Medicine 12 (1998); 1220-1223
76. Lemburg P. - Die geschichtliche Entwicklung der Intensivmedizin in Deutschland. Anaesthesist 5 (1999); 325-336
77. Lemburg P. - Notfälle im Kindesalter. Notfall & Rettungsdienst 9 (1998); 361-366
78. Luerssen T., M. Klauber, L. Marshall - Outcome from head injury related to patients age. A longitudinal prospective study of adult and pediatric head injury. J. Neurosurg. 68 (1988); 409-416

79. Luna G., R. Maier, E. Pavlin - Incidence and effect of hypothermia in seriously injury patients. *J. Trauma* 27 (1987); 1014-1019
80. Maier-Hauff K. - Das kindlich Schädel-Hirn-Trauma. *Unfallchirurgie* 96 (1993); 604-608
81. Marion D., L. Penrod, S. Kelsey - Treatment if traumatic brain injury with moderate hypothermia. *New E. J. Med.* 33 (1997); 540-542
82. McKee M.D., E.H. Schemitsch, L. O`Sullivan Vincent, I. Sullivan, D. Yoo - The effekt of a femoral fracture. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 6 (1997); 1041-1045
83. Messeter K., Ch. Nordstrom, G. Sundbarg - Cerebral hemodynamics in patients with akute severe head trauma. *J. Neurosurg.* 64 (1986); 231-233
84. Metz C., M. Holzschuh, T. Bein - Moderate hypothermia in patients with severe head injury: cerebral and extracerebral effects. *J. Neurosurg.* 85 (1996); 61-67
85. Miller J.D., D. Becker, J. Ward - Significance of intracranial hypertension in severe head injury. *J. Neurosurg.* 47 (1977); 503-516
86. Murgio A., J. Fernandez Mila - minor head injurieat paediatric age in Argentina. *J. Neurosurgeon Sci.* 43 (1999); 15-23
87. Murr R. - Zerebrales Monitoring bei Schädel-Hirn-Trauma. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 10 (1994); 299-309
88. Nell V., S. Brown - Epidemiology of traumtric brain injury in Johannesburg: : Morbidity, mortality and etiologie. *Soc. Sci. Medicin* 33; 289-296
89. Nicolai T. - Airwaymanagement bei Kindern in Notfallsituationen. *Notfall & Rettungsdienst* 2 (1999); 212-215
90. Piek J. - Schädel-Hirn-Trauma. *Notfall & Rettungsmedizin* 5 (2002), 383-393
91. Piek J., R.M. Chesnut, L.F. Marshall - Extracranial complications of severe head injury. *Journal of Neurosurg.* 77 (1992); 901-907
92. Pigula F., S. Wald, S. Sackford - The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J. Pediatr. Surg.* 28 (1993), 310-316

93. Price D.J. - Factors restricting the use of coma scales. *Neurochirurg* 36 (1986); 106-111
94. Rapp H.-J., Th. Luiz, S. Kuner, K.F. Waschke - Anästhesiologisches Management des kindlichen Polytraumas. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 38 (1997); 191-296
95. Rapp S. - Schädel-Hirn-Trauma im Kindesalter. *Notfall und Rettungsdienst* 6 (1998); 367-370
96. Rasmussen G.E. - Blood, fluids and electrolytes in the pediatric trauma patient. *Pediatric Trauma Anesthesia Int. Anesth. Clin.* 32 (1994); 79-101
97. Resnick D.K., D.W. Marion, P. Carlier - Outcome analysis of patients with severe head injuries. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 6 (1997); 1108-1111
98. Rohkamm R. - Taschenatlas der Neurologie. G. Thieme Verlag (2000) Stuttgart New York; 266-271
99. Rossi R. - Strategien zur Bewältigung von Notfällen im Kindesalter. *Notfall und Rettungsmedizin* 1 (1999); 31-34
100. Rothoerl D., Ch. Woertgen, M. Holzschuh, Ch. Metz, A. Brawanski - Serum levels after minor and major head injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 4 (1998); 765-767
101. Ruchholtz S., D.Nast-Kolb - Schädel-Hirn-Trauma. *Nervenarzt* 74 (2003); 179-194
102. Schäfer M.K. - Die Weiterversorgung des kindlichen Schädel-Hirn-Traumas aus der Sicht des Anästhesisten. *Notfall & Rettungsmedizin* 5 (2002); 349-352
103. Schaller B. - Das Schädel-Hirn-Trauma – neue pathophysiologische und therapeutische Gesichtspunkte. *Swiss Surgery* 8 (2002); 145-158
104. Scheingraber S., H. J. Reulen - Praxis präklinischer Versorgung Schädel-Hirn-Traumatisierter. *Notfall und Rettungsmedizin* 2 (1999); 84-91
105. Schlechtriemen T. - Präklinische Versorgung von Traumapatienten in der Luftrettung. *Unfallchirurgie* 105 (2002); 974-985

106. Schmittbecher P.P. - Epidemiologie stationär behandelter Schädel-Hirn-Traumen im Kindesalter in einem ländlichen Bezirk der BRD. *Intensivmedizin* 38 (2001); 484-489
107. Schöch H., B. Ziegler, N. Hofman - Das schädel-hirn-traumatisierte Kind im Rettungsdienst, *Rettungsdienst* 20 (1997); 30-33
108. Schriever J. - Kinder-Unfälle und alters-spezifisches Gefahrenbewusstsein, *Rettungsdienst* 20 (1997); 56-68
109. Schüttler J., B. Schmitz, A.C. Bartsch, M. Fischer – Untersuchungen zur Effizienz der notärztlichen Therapie bei Patienten mit Schädel-Hirn- bzw. Polytrauma. Ein Beitrag zur Qualitätssicherung in der Notfallmedizin. *Anästhesist* 12 (1995); 850-858
110. Seefelder C., Ahnefelder H.W. - Die Stellung der intraossären Injektion und Infusionen bei pädiatrischen Notfällen. *Notarzt* 8 (1992); 175-183
111. Sefrin P. - Erstversorgung von Polytraumatisierten mit Schädel-Hirn-Trauma am Unfallort-Transport. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 26 (1985); 193-198
112. Sefrin P. - Schädel-Hirn-Trauma. Praxis der Notfälle, Höchst Aktiengesellschaft (1993); 100-101
113. Servadei F., M.Th. Nasi, A.M. Cremonini, G. Giuliani, P. Cenni, A. Nanni - Importance of a reliable Admission GCS-Score. *The Journal of Trauma, Injury, Infection, and Critical Care* 44 (1998); 868-872
114. Shackford S.R. - Effect of Small-Volume Resuscitation. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 42 (1997); 48-52
115. Shackford S.R., P.R. Bourguignon, S.L. Wald u.a. - Hypertonic saline resuscitation of patients with head injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 44 (1998); 50-56
116. Shannon M., C. Berde - Pharmacological management of pain in children and adolescents. *Ped. Clinics of North America* 36 (1989); 855-871
117. Simard J., M. Bellefleur - Systemic arterial hypertension in head trauma. *Am. J. Cardiol.* 63 (1989); 32C-35C

- 118.Singbartl G. - Die Akutversorgung von neurotraumatisierten Patienten durch den Notarzt, *Der Notarzt* 3 (1987); 112-119
- 119.Singbartl G. - Die Bedeutung der präklinischen Notfallversorgung für die Prognose von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma. *Anaesthesist* 20 (1985); 251-260
- 120.Spain D.A., H.L. Mellvoy, S.E. Fix, E.H. Carrillo u.a. - Effect of a clinical pathway for severe traumatic brain injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 1 (1998); 101-104
- 121.Statistisches Bundesamt Wiesbaden - Kinderunfälle im Straßenverkehr. Auszug aus Fachserie 8, Reihe 7, Metzler Poeschel, Stuttgart (1994)
- 122.Stein S., S. Ross - Moderate head injury: A guide to initial management. *J. Neurosurg.* 77 (1992); 762-764
- 123.Stopfkuchen H., C. Wollremann, W. Krämer - Außerklinische Notfallsituationen (Notfälle/Akutfälle) im Kindesalter. *Dtsch. med. Wschr.* 129 (1999); 749-754
- 124.Tasker R.C., B.S. Carson, J.K. Deshpande - Head trauma. *The handbook of advanced pediatric life support* 2 (1996); 21 Nicholas D.G., Yaster M., Lappe D.G., Haller A. (Hrsg.); 7-238
- 125.Teasdale G., B. Jenett - Assesment of Coma and impaired consciousness, a practical scale. *Lancet* 2 (1974); 81
- 126.Tryba M., V. Echtermeyer - Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen im Notarztrettungssystemen. *Notfallmedizin* 6 (1980); 725-727
- 127.Unterberg A. W., K.L. Kiening, R. Härtl, T. Bardt, A.S. Sarrafzadeh, W.R. Lanksch - Multimodal monitoring in patients with head injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infektion and Critical Care* 5 (1997); 32-36
- 128.Wachter C. - Das Schädel-Hirn-Trauma. *Rettungsdienst* 15 (1992);386-389
- 129.Weinzierl M.R., B.O. Hütter - Frühe Prognosefaktoren der Lebensqualität nach Schädel-Hirn-Trama. *Notfall & Rettungsmedizin* 5 (2002); 341-344
- 130.Wiedemann K. - Hirnprotektion am Unfallort. *Notfallmedizin* 12 (1986); 100-104

131. Wilkins B. - Archives of disease in childhood. The Journal of the Royal College of Paediatrics and Child Health (1997); 393-397
132. Winchell R.J., D.B. Hoyt - Analysis of heart-rate variability. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 6 (1997); 927-933
133. Windorfer A., H. Truckenbordt - Kinderärztliche Notfälle, 10. Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart (1981)
134. Zeisel U. - Schädel-Hirn-Trauma? Notarzt 9 (1993); 154-156
135. Zink P., M. Samii - Die Diagnostik und operative Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas im Rahmen der Polytraumaversorgung. Unfallchirurg 94 (1991); 122-128
136. Zuzan O. - Klinische Frühversorgung beim Schädel-Hirn-Trauma. Anästhesiologie und Intensivmedizin 40 (1999); 273
137. Zweite Verordnung zur Ausführung des Bayerischen Gesetzes über den Rettungsdienst (2.AVBayRDG). Stand August 1991. In Präsidium des Bayerischen Roten Kreuzes: Dienstanweisungen für den Rettungsdienst (1991)

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. P. Sefrin für die Bereitstellung der Arbeit.

Grosser Dank gebührt meinem Freund Gervasoni Wladimir und meinen Eltern für Ihre fortwährende Aufmunterung, Unterstützung und Hilfe, was zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen hat.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Pia Sperb
Geburtsdatum: 04.05.1975
Geburtsort: Regensburg
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Hochschulausbildung

04/1995 – 04/2002 Studium der Humanmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
03/1998 Ärztliche Vorprüfung
03/1999 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
03/2001 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
04/2002 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Medizinische Famulaturen

08/1998 Urologie, Charitas-Krankenhaus St. Josef, Regensburg
10/1999 Pädiatrie, Praxisfamulatur (Dr. Med. H. Trinczek-Gärtner),
München
03/2000 Innere Medizin, A.ö. Krankenhaus Zell am See, Österreich
09/2000 Allgemeinmedizin, Praxisfamulatur (Dr. med. T. Langer),
Regensburg

Praktisches Jahr

04/2001 – 08/2001 Pädiatrie, Krankenhaus St. Hedwig, Regensburg
08/2001 – 11/2001 Innere Medizin, Universitätsklinik Regensburg
12/2001 – 01/2002 Chirurgie, Kantonsspital St. Gallen, Schweiz
02/2002 – 02/2002 Chirurgie, Universitätsklinik Regensburg

Berufliche Tätigkeit

06/2002 – 05/2003 Innere Medizin; Schwerpunkt Kardiologie
Klinikum St. Elisabeth Straubing
(Chefarzt Prof. Dr. med. Jehle), Straubing
05/2003 – 11/2003 Innere Medizin; Schwerpunkt Gastroenterologie

Klinikum St. Elisabeth Straubing
(Chefarzt Prof. Dr. med. N. Weigert), Straubing
01/2004 – 12/2004 Chirurgie, Kantonales Spital Walenstadt
(Chefarzt Dr. med. J. Gresser), Walenstadt, Schweiz
seit 02/2005 Innere Medizin, Kantonsspital Chur
(Chefarzt Prof. Dr. med. W. Reinhart), Chur, Schweiz

Walenstadt, den, 01.06.2006

Pia Sperb