

**Diplomarbeit**

**Radiologische Untersuchungen bei Polytrauma im  
Kindesalter**

eingereicht von

**Tina Bizjak**

Mat.Nr.: 0433621

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Kinderchirurgie Graz**

unter der Anleitung von

**Prof. Dr. Annelie-Martina Weinberg**

**Sen. Scientist Dr. med. Univ. Eberl Robert**

Ort, Datum .....

(Unterschrift)

### *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am .....*

*Unterschrift*

## DANKSAGUNGEN

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all denen bedanken, die mich bei meinem Studium und der Anfertigung meiner Diplomarbeit unterstützt haben. Ganz gleich wie, ohne Euch hätte ich das niemals geschafft.

Ganz besonders möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, besonders meinen Eltern, die mir mein Studium überhaupt erst ermöglicht haben und die immer an mich geglaubt haben. Auch bedanke ich mich bei meinen drei wunderbaren Großeltern die mir immer gezeigt haben wie stolz sie auf mich sind.

Besonderen Dank schulde ich Prof. Dr. Annelie-Martina Weinberg für die Betreuung der Erarbeitung der vorliegenden Diplomarbeit und den Sen. Scientist Dr. med. Univ. Eberl Robert, der mir die erste Schritte der Datenanalyse ermöglicht hat.

Vielen Dank auch an meine Freunde, besonders Özge, die mir bei Problemen immer zur Seite stand und meine Studiumzeit beleuchtet hat.

# ZUSAMMENFASSUNG

EINLEITUNG: In einer Klinik stellen die polytraumatisierten Kinder meist eine Herausforderung dar, da solche komplexe und kombinierte Verletzungen selten vorkommen. Nach Einlieferung des Polytraumas werden die wichtigsten Untersuchungen durchgeführt und die Verletzungen erfasst. Trotz der primären standardisierten Untersuchungen übersieht man bei Kindern möglicherweise bestimmte Verletzungen.

METHODEN: Aus der Datenbank der Universitätsklinik für Kinderchirurgie Graz wurden für den Zeitraum von 1999 bis 2009 Daten von Patienten die ein Polytrauma erlitten haben, erhoben. Insgesamt wurden 96 Patienten in die Analyse eingeschlossen. Bei der Analyse wird einerseits berücksichtigt, welche Untersuchungen und welche Diagnosen der Verletzungen in den ersten 24 Stunden erfolgten und welche verspätet diagnostiziert werden; andererseits werden die verspäteten Diagnosen bei Kindern unter 10 Jahren und über 10 Jahren betrachtet.

ERGEBNISSE: In den ersten 24 Stunden hat man bei 37.5% der Patienten ein CT Schädel und bei 29.2% ein CT Polytrauma durchgeführt. Auch das CT Thorax war relativ häufig und zwar in 15.6% der Fälle. Die häufigsten röntgenologischen Untersuchungen waren Röntgen Thorax in 59.5% der Fälle und Röntgen Schädel in 44.8% der Fälle. Im Unterschied zur Erstuntersuchungen wurde die CT Untersuchungen des Beckens (8.3%) und des Abdomens (7.3%) häufig sekundär notwendig.

Man hat bei 20.8% der Kinder Verletzungen festgestellt, die übersehen wurden, am häufigsten Frakturen. Es hat sich gezeigt, dass diese Kinder einen niedrigeren Mittelwert und Median des Alters hatten. Der Mittelwert der Intensivtage und Tage insgesamt war höher. Mädchen mit später diagnostizierten Verletzungen waren älter als Mädchen bei denen keine Verletzungen übersehen wurden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN: Wie schon in anderen Studien gezeigt wurde sind übersehenen Verletzungen bei Kindern mit Polytrauma häufig [1], 2. Die Analyse hat gezeigt, dass die Verletzungen trotz Häufigkeit und Signifikanz nicht zum Anstieg

der Mortalität führen. Trotzdem besteht besonders bei männlichen Kindern mit zahlreichen Verletzungen aber auch bei älteren Mädchen eine erhöhte Möglichkeit Verletzungen zu übersehen, die zu einer längeren Dauer des Krankenhausaufenthalts und dadurch zu höheren Kosten führen. Aufgrund der geringen Mortalität sollte man insbesondere die Eltern über mögliche übersehene Verletzungen initial aufklären. Die Daten zeigen aber auch, dass man nicht mehr Polytrauma CT durchführen sollte, sondern – auch um die radiologische Exposition zu minimieren – standardisiert erneute klinische Untersuchungen durchführen und gegebenenfalls entsprechend auffällige Regionen nach röntgen.

## **ABSTRACT**

INTRODUCTION: In a clinic pediatric polytrauma patients are usually a challenge, since such complex and combined injuries are rare. After the hospitalization of a multiple trauma patient the most important examinations are made and injuries verified. Despite the primary standardized examinations, certain injuries can still be overlooked.

METHODS: This study was a retrospective analysis using data of pediatric Polytrauma patients from the database of the Department of Pediatric and Adolescent Surgery at the Medical University of Graz, Austria from 1999 to 2009. The analysis included 96 patients. On the one hand it considers which examinations and diagnosis of the injuries were verified in the first 24 hours and which were diagnosed later. On the other hand the delayed diagnosis of injury in children under and over 10 years of age were considered.

RESULTS: In the first 24 hours 37.5% patients had a skull CT and 29.2% a full-body CT. The thorax CT was frequently used as well (15.6%). X-rays were most commonly made of the thorax (59.5%) and skull (44.8%). In contrast to the primary examinations CT-scans of the pelvis (8.3%) and abdomen (7.3%) were mostly necessary in secondary examinations.

In 20.8% of the patients injuries were detected that had been overlooked in the primary exam, in most cases fractures. As it turned out, patients with delayed diagnosis of injuries had a lower mean value and median of age. The mean of intensive care and the overall length of stay was higher. The girls with delayed diagnoses of injury were older.

CONCLUSIONS: Delayed diagnoses of injury are common as showed in several other studies. The analysis shows that despite their frequency and significance these injuries do not increase the mortality rate. Nevertheless there is a possibility to overlook injuries particularly in boys and older girls, which leads to longer hospitalization and thereby higher expenses. Due to a lower mortality rate parents

should initially be informed that there is a possibility of delayed diagnoses of injuries. The analysis also shows that the full-body CT should not be used more often (to minimize the exposure to x-rays), instead there should be standardized repeated clinical examinations and if necessary repeated x-rays of conspicuous regions.

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	1
1.1	Häufigkeit .....	1
1.2	Verletzungsmuster .....	2
1.3	Mortalität und Morbidität.....	3
1.4	Pathophysiologie.....	4
1.5	Erstmaßnahmen.....	6
1.5.1	Einschätzung der Verletzungsschwere.....	8
1.6	Schockraummanagement .....	11
1.6.1	Schock in kindlichem Trauma.....	12
1.7	Notfalldiagnostik.....	14
1.7.1	Schädel-Hirn-Trauma .....	14
1.7.2	Thoraxtrauma .....	20
1.7.3	Abdominaltrauma .....	23
1.7.4	Wirbelsäulenverletzungen .....	26
1.7.5	Beckenfrakturen .....	28
1.7.6	Extremitätenverletzungen.....	30
2	SPEZIELLER TEIL .....	33
2.1	Fragestellungen .....	33
2.2	Patienten und Methoden .....	33
2.2.1	Studiendesign.....	33
2.3	Statistik .....	35
2.4	Studienergebnisse .....	36
2.4.1	Vergleich der Geschlechter hinsichtlich der Anamnese.....	36
2.4.2	Stationärer Aufenthalt.....	37
2.4.3	Radiologische Untersuchungen der ersten 24 Stunden .....	38
2.4.4	Radiologische Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden.....	39
2.4.5	Übersehene Verletzungen .....	41
2.4.6	Vergleich der Daten für Kinder <10 Jahre und Kinder >10 Jahre .....	49
2.5	Diskussion.....	51
3	LITERATURVERZEICHNIS .....	54

## ABKÜRZUNGEN UND DEREN ERKLÄRUNG

SHT 1	Schädel-Hirn-Trauma 1. Grades (Commotio cerebri)
SHT 2	Schädel-Hirn-Trauma 2. Grades (Contusio cerebri)
SHT 3	Schädel-Hirn-Trauma 3. Grades (Compressio cerebri)
SAB	Subarachnoidalblutung
FFP	Fresh frozen plasma
EK	Erythrozytenkonzentrat
ZVK	Zentralvenenkatheter
m	männlich
w	weiblich
CT	Computertomographie
Rö	Röntgen
HWS	Halswirbelsäule
WS	Wirbelsäule
LWS	Lendenwirbelsäule
BWS	Brustwirbelsäule
OA	Oberarm
UA	Unterarm
OS	Oberschenkel
US	Unterschenkel
V>24	Verletzungen nach den ersten 24 Stunden
U<24	Untersuchungen in den ersten 24 Stunden

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

**Abbildung 1:** Schädel-CT einer Epiduralblutung

**Abbildung 2:** Abgeschätztes Lebenszeitrisiko eines Schädel-CT

**Abbildung 3:** Röntgenaufnahme eines Pneumothorax der linken Lunge

**Abbildung 4:** CT-Thorax eines Pneumothorax der linken Lunge

**Abbildung 5:** CT-Abdomen - Schwere Leberverletzung, freie Flüssigkeit um die Leber

**Abbildung 6:** CT-Abdomen – explosive Leberruptur, Blut um die V.cava

**Abbildung 7:** CT-Halswirbelsäule - C7-Fraktur

**Abbildung 8:** Röntgenaufnahme einer Femurfraktur beim Kind

**Abbildung 9:** Schematische Darstellung des Studiendesigns

**Abbildung 10:** Vergleich der Geschlechter hinsichtlich Anamnese

**Abbildung 11:** Anamnese bei gefundenen Verletzungen nach den ersten 24 Stunden

**Abbildung 12:** Alter bei übersehener Verletzung und bei nicht übersehener Verletzung

**Abbildung 13:** Alter bei übersehener Verletzung und bei nicht übersehener Verletzung hinsichtlich Geschlecht

**Abbildung 14:** Zahl der Knaben und der Mädchen mit/ohne übersehenen Verletzungen

**Abbildung 15:** Anamnese bezogen auf Altersgruppe unter/gleich 10 Jahre und über 10 Jahre

# TABELLENVERZEICHNIS

**Tabelle 1:** Berechnung des ISS

**Tabelle 2:** Berechnung des RTS

**Tabelle 3:** Berechnung des PTS

**Tabelle 4:** Glasgow Coma Scale

**Tabelle 5:** Statistische Daten der Patienten

**Tabelle 5:** Anamnesenhäufigkeit

**Tabelle 6:** Stationärer Aufenthalt

**Tabelle 7:** CT Untersuchungen in den ersten 24 Stunden

**Tabelle 8:** Röntgen Untersuchungen in den ersten 24 Stunden

**Tabelle 9:** CT Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden

**Tabelle 10:** Röntgen Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden

**Tabelle 11:** Übersehene Verletzungen

**Tabelle 12:** Statistische Parameter der Patienten mit und ohne später diagnostizierten Verletzungen

**Tabelle 13:** Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden im Bezug zu später diagnostizierten Verletzungen

**Tabelle 14:** Verletzungen gefunden nach den ersten 24 Stunden im Bezug zu vorher gefundenen Verletzungen

**Tabelle 15:** Anzahl der Kinder mit/ohne später diagnostizierten Verletzungen bezogen auf die Altersgruppe

# 1 EINLEITUNG

Heute ist das Trauma die häufigste Ursache für Morbidität und Mortalität bei Kindern über 1 Jahr [3], [4]. Polytrauma ist definiert als gleichzeitig entstandene Verletzung zweier oder mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei entweder eine Einzelverletzung oder die Kombination der erlittenen Verletzungen eine Bedrohung des Lebens bedingen [5]. In der Regel wird als Polytrauma eine Verletzung mit einem Schweregrad nach Injury Severity Score (ISS) von mindestens 16 Punkten definiert. Die durch das griechische Wort poly- angezeigte Mehrfachverletzung wird unterschieden von der isolierten Verletzung einer einzelnen Körperregion, die ebenso lebensbedrohlich sein kann, z. B. isoliertes Schädel-Hirn-Trauma bei Kopfschuss. In gleichen Maße sind Kinder durch die Auswirkungen von Hypovolämie, Hypotonie, Hypothermie, Ischämie, Gewebeschaden, Reperfusionssyndrom, SIRS („systemic inflammatory response syndrom“ = Ganzkörperentzündungssyndrom), MODS („multiple organ dysfunction syndrom“) und Sepsis bedroht.

In der Unfallchirurgie kann man Verletzungen übersehen. Beim erwachsenen Trauma liegen die übersehenen Verletzungen zwischen 9 und 28 Prozent, einige davon sind sogar lebensgefährlich oder gehen mit dauerhaften Beeinträchtigungen einher [6].

In der vorliegenden Arbeit werden jene übersehenen Verletzungen vorgestellt, auf die man im Fall eines kindlichen Polytraumas aufmerksam sein sollte.

## 1.1 Häufigkeit

Nahezu die Hälfte von Todesfällen im Kindesalter ist das Resultat eines großen Traumas verglichen mit 1 auf 10 Todesfällen in der Totalbevölkerung, das sich ungefähr gleichmäßig überall auf der Welt verteilt [7]. Kinder sind von Unfallverletzungen vor allem zwischen dem 4. und 8. Lebensjahr betroffen. Die Gesamtverteilung weist 2 Gipfel im 7. und 12. Lebensjahr auf, Jungen sind häufiger als Mädchen betroffen. Es lässt sich eine Kombination der Schulanfangsjahre mit

erhöhter Risikobereitschaft bei noch mangelnder Gefahreinschätzung beobachten. Etwa die Hälfte der verunglückten Kinder befindet sich zum Unfallzeitpunkt in der Begleitung Erwachsener. Bei den Unfallarten steht der Verletzungsunfall mit 80-90% an erster Stelle, wobei Kinder <6 Jahren hier deutlich häufiger Fußgänger als PKW-Insassen oder Zweiradfahrer sind; danach folgen Stürze aus der Höhe. Mit steigendem Alter nehmen Unfälle als PKW-Insasse und Zweiradfahrer an Häufigkeit zu. Trotz verstärkter Bemühungen um Sicherheitsmaßnahmen in den letzten Jahren versterben Kinder als PKW-Insassen deutlich öfter als Erwachsene [5].

## 1.2 Verletzungsmuster

Häufiger als bei Erwachsenen treten bei Kindern schwere Schädel-Hirn-Verletzungen (50-70%) sowie Kombinationen von Schädel-Hirn- mit Thoraxtraumata (Lungenkontusion und der Pneumo- oder Hämatothorax) und Abdominaltraumata auf. Verantwortlich hierfür sind ähnliche Höhen des kindlichen Rumpfes und Kopfes sowie die PKW-Front und das proportional höhere Kopfgewicht. Neben dem Schädel-Hirn-Trauma (SHT) treten am häufigsten Extremitätenverletzungen auf mit Frakturen des Oberschenkels und Oberarms, gefolgt von Unterschenkel und Unterarm. Intraabdominelle Verletzungen betreffen vorwiegend die Milz und Leber, jedoch wie bei Erwachsenen auch die übrigen intraabdominellen Organsysteme [5], [8].

Der physiologische kindliche Zwerchfelltieftand und die schwächere Bauchwandmuskulatur bedingen, dass die Oberbauchorgane geringer als beim Erwachsenen durch die untere Thorax- und Bauchwand geschützt sind [5].

Im Rahmen des Thoraxtrauma sind intrathorakale Verletzungen wie Lungenkontusion, Hämato- und Pneumothorax ohne begleitende Thoraxwandverletzungen öfter anzutreffen als bei Erwachsenen. Die wesentlich größere Elastizität der kindlichen Brustwand ermöglicht gravierende intrathorakale Verletzungen ohne die bei Erwachsenen typischen Warnhinweise vorliegender Rippenserienfraktur. Rippenfrakturen bei Kindern sind somit die Folge erheblicher

Gewalteinwirkung, sie erhöhen die Sterblichkeit mit der Zahl frakturierter Rippen und enden in Kombination mit Schädelverletzungen fast immer tödlich [5].

Verletzungen der Wirbelsäule (Inzidenz 5-10%) und des Beckens (Inzidenz etwa 10-20%) finden sich bei mehrfachverletzten Kindern aufgrund der höheren ossären und ligamentären Elastizität deutlich seltener als im Erwachsenenalter [5].

### **1.3 Mortalität und Morbidität**

Die Gesamtmortalität bei Polytraumapatienten liegt derzeit bei 5 – 20% [5], [8]. Nach Altersgruppen differenziert trifft dieses auf die vornehmlich betroffene Gruppe von 6- bis 12-Jährigen mit 13% zu, während Ein- bis 5-Jährige (29%) und 13- bis 17-Jährige (28%) eine tendenziell höhere Sterblichkeit als 18- bis 40- Jährige (23%) aufweisen [5].

Pneumonien und Multiorganversagen (MOV) sind seltener als bei Erwachsenen als tödliche Komplikationen im Behandlungsverlauf anzutreffen. Als häufigste zum Tode führende kindliche Verletzung ist das Schädel-Hirn-Trauma mit einer Letalität von etwa 10% anzuführen. Unter den verstorbenen Kindern ist das Schädel-Hirn-Trauma in 50-90% verantwortlich, danach folgen Blutungsschock und Hirnstammläsionen.

Kinder sterben häufiger als Erwachsene bei Verletzungen nur einer Körperhöhle; Extremitätenverletzungen spielen im Hinblick auf die Letalität nur eine untergeordnete Rolle. Auch nach Einführung von Schutzhelmen und Kindersitzen haben sich diese erschreckenden Zahlen leider nicht wesentlich verändert. Die Überlebenschancen schwer verletzter Kinder ist höher als die von Erwachsenen, was durch eine insgesamt geringere Rate schwerwiegender Komplikationen im Behandlungsverlauf erklärbar ist [5].

Dauerhafte Unfallfolgen bei Polytraumapatienten sind funktionelle Defizite nach einem Jahr in ca. 50% der Fälle, Beeinträchtigungen bei ca. 25%, nach 10 Jahren bei ca. 12% und persistierende Behinderungen müssen bei 6% der überlebenden Patienten beobachtet werden. Ein wesentlicher Faktor ist auch, dass ca. 60% der Patienten und deren Familien im Verlauf soziale und finanzielle Probleme kalkulieren müssen [8].

## 1.4 Pathophysiologie

Die Aussage „Kinder sind keine kleinen Erwachsenen“ besitzt gerade bei der Behandlung schwer verletzter Kinder – insbesondere im intensivmedizinischen Bereich – eminente Bedeutung. Unterschiede zur Reaktionsweise des erwachsenen Organismus müssen bekannt sein und berücksichtigt werden, will man folgenschwere, möglicherweise iatrogene Komplikationen vermeiden [5]. Aufgrund der unterschiedlichen Anatomie und Pathophysiologie eines Erwachsenen im Vergleich zu einem polytraumatisierten Patienten im Kindesalter, ist es wichtig die Gruppe der bis zu 14 Jahre alten Patienten besonders zu betrachten. Die Unterschiede sind umso größer, je jünger das Kind ist [9]. Es ist wichtig zu wissen, dass der kindliche Kopfumfang im Verhältnis zur Körpergröße größer ist und dass sie weniger Fettmaße, Muskelmaße und Körpermaße haben [5].

Bei Säuglingen liegt ein deutlich geringeres Blutvolumen vor, so dass bereits kleine Blutverluste zu einem schweren hypovolämischen Schock führen können [9]. Ein Blutverlust von 500 ml bedeutet für den Erwachsenen ein Defizit von etwa 10%, für ein 4-jähriges Kind den Verlust von etwa 40% und für ein 10 Jahre altes Kind immerhin noch etwa 20% des zirkulierenden Blutvolumens [5]. Gefährlich sind in diesem Zusammenhang auch die Blutungen in die großen Körperhöhlen, in die Weichteile und in den noch weichen und daher dehnbaren Schädel [9].

Aufgrund der bei Kindern altersabhängig höheren Herzfrequenz bei jedoch niedrigeren Werten für den systolischen wie auch den arteriellen Mitteldruck ist der gebräuchliche Schockindex (systolischer Blutdruck/Herzfrequenz) nicht von Erwachsenen auf Kinder übertragbar [5]. Ein spezieller Aspekt ist auch eine späte Dekompensation des Herz-Kreislauf-Systems beim Polytrauma bei Kindern [9].

Bei der Anlage einer Thoraxdrainage ist gerade bei kleinen Kindern der Diaphragma-Hochstand und somit die Gefahr der Verletzung parenchymatöser Bauchorgane zu beachten [8].

Der kindliche Organismus ist anfälliger für Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen. Die Niere besitzt im Kindesalter eine gegenüber Erwachsenen geringere Konzentrationsfähigkeit. Der Gesamtstoffwechsel bewegt sich wachstumsbedingt auf einem höheren Niveau als der eines Erwachsenen.

Kinder reagieren aufgrund geringerer Reserven der Puffersysteme bei Störungen der Homöostase mit einer ausgeprägten Neigung zur metabolischen Azidose [5].

Die Toleranz des kindlichen Gehirns gegenüber Hypoxie und Hyperkapnie liegt deutlich unterhalb der von Erwachsenen; die Ödemneigung ist wesentlich ausgeprägter [5]. Das kindliche Gehirn hat ein hohes Flüssigkeitsvolumen, aber weniger Fett. Der Vermeidung und Behebung von Störungen der Oxygenierung wie auch der zerebralen Perfusion kommt deshalb eine entscheidende Bedeutung zu [8].

Die gegenüber Erwachsenen proportional zum Körpergewicht größere Körperoberfläche macht Kinder anfälliger für eine Hypothermie und ist bei der Einschätzung von Verletzungen der Körperoberfläche entsprechend zu berücksichtigen [5].

Das knöcherne Skelett, das beim Kind noch relativ weich und formbar ist, kann größere Gewaltanwendungen ausreichend kompensieren. Die Deformierbarkeit und Scherkräfte wirken dann auf die inneren Organe ein. Aus diesem Grunde muss einerseits von einer erheblichen Gewalteinwirkung ausgegangen werden, wenn Rippenfrakturen beim verletzten Kind vorliegen, andererseits darf nicht übersehen werden, dass es auch bei einer leicht verletzten Thoraxwand zu schwersten intrathorakalen Verletzungen gekommen sein kann. Da die Rippen beim Kind meist in Form einer Grünholzfraktur brechen, sind Pneumothoraces bzw. Hämatoraces selten [9].

Jede schwere Körperverletzung ist durch stereotypische Reaktion charakterisiert. Mit der Wiederherstellung der Blutzirkulation kommt es zum anabolischen Umbau; dass äußert sich mit erhöhter Ausscheidung des Harnnitrogens, was in einem schnellen Verlust von Körperproteinen resultiert. Der Bedarf an Sauerstoff steigt und die Oxydation läuft durch die Verwendung von Körperfett. Die Blutglukose-Werte steigen durch die beschleunigte hepatische Glukoneogenese, die unerlässlich für die Reparation und Entzündung des Gewebes ist und die Körperabwehr und Wundreparatur optimiert [10].

Diese posttraumatischen Antworten sind assoziiert mit späteren Veränderungen in der Sekretion von verschiedenen Hormonen und Produktion von Zytokinen, Produkten von Körperzellen[10].

Die Behandlung polytraumatisierter Kinder stellt in den meisten Kliniken eher eine Ausnahme dar. Gerade deshalb muss man sich selbstverständliche Unterschiede wie eine deutlich niedrigere Stundenurinmenge im Rahmen des Monitoring immer

wieder vergegenwärtigen, um fehlerhafte Konsequenzen des eigenen Handelns zu vermeiden [5].

## 1.5 Erstmaßnahmen

Die Prognose des polytraumatisierten Kindes ist hauptsächlich von der Schwere des SHT abhängig. Das Management wird in verschiedene Phasen eingeteilt:

- Akut-/Reanimationsphase (1.-3.h): Stabilisierung der Vitalfunktionen, Notfalloperation, Primärdiagnostik
- Primärphase (3.-72.h): dringliche Operationsindikation, organerhaltende Operation
- Sekundärphase (3.-10. Tag): funktionserhaltende oder wiederherstellende Operation
- Tertiärphase (>10.Tag): Rehabilitation [8]

Dabei sind Sekundärschäden zu vermeiden und auf Wärmeerhalt zu achten. Maßnahmen zur Blutstillung sind neben direktem Druck noch Druckverband, Hochlagerung der Extremitäten, Beckenschlinge und im Extremfall auch das Torniquet. Neben der intraossären Punktion stehen in der Klinik das Liegeneines Sheldon-Katheters und in Extremfällen die Vena sectio zu Verfügung [8].

Obgleich sich die Grundprinzipien der notfallmedizinischen Versorgung nicht von denen bei Erwachsenen unterscheiden, müssen bei Kindern nachfolgende Besonderheiten berücksichtigt werden, um Komplikationen in der häufig entscheidenden Erstbehandlung zu vermeiden. Erstdiagnostik am Unfallort, Frakturimmobilisierung, Rettung und Lagerung erfolgen nach den für Erwachsene geltenden Regeln [5].

Diesbezüglich sollte die Applikation eines transurethralen Blasenkatheters mit Möglichkeit zur Körpertemperaturmessung und Ausschluss einer Makrohämaturie im Schockraum erfolgen. Vorsicht ist bei Beckentrauma und Verletzung der Urethra geboten. Bei Hochenergietraumata sollte unter Berücksichtigung der Strahlenhygiene eine CT-Untersuchung durchgeführt werden. Nach der Erstversorgung wird das Kind auf der Intensivstation stabilisiert. Erst nach

Wiederherstellung der Organfunktionen sollten Interventionen der Sekundärphase durchgeführt werden [8].

Geringes Blutvolumen und eine sehr schmale Grenze zwischen kompensierter Hypovolämie und schwer zu behebender Kreislaufdekompensation erfordern erhöhte Aufmerksamkeit und Erfahrung bei der Beurteilung der Kreislaufdekompensation. Insbesondere äußerlich nicht erkennbare Volumenverluste durch intrathorakale oder intraabdominelle Blutungen können bei nicht aussagekräftigem Schockindex unter Umständen das Einleiten einer adäquaten Schockbehandlung durch Volumensubstitution verzögern [5].

Erst Blutverluste von >30% führen aufgrund der spezifischen Reaktion des kindlichen Gefäßsystems zum Blutdruckabfall [5].

Mehr als der Blutdruck ist die Pulsfrequenz geeignet, einen Volumenmangel anzuzeigen, da die Steigerung der Herzfrequenz im Gegensatz zur Tonuserhöhung des peripheren Gefäßsystems einfacher zu objektivieren ist. Die Volumensubstitution erfolgt in der Regel über peripher-venöse Zugänge; nur bei nicht ausreichender Venenfüllung werden zentralvenöse Katheter eingesetzt. Beide Zugangswege sind technisch anspruchsvoller als bei Erwachsenen und setzen ein entsprechendes Training voraus. Bei Kleinkindern stellt die intraossäre Volumengabe oder Medikamentenapplikation über den Markraum der von medial punktierter proximaler Tibia eine Alternative dar, setzt jedoch die Verfügbarkeit entsprechender Kanülen voraus [5].

Quantitativ orientiert sich die Volumensubstitution am erkennbaren oder vermuteten Blutverlust, den Kreislaufparametern sowie am Alter oder Körpergewicht des Kindes. Wegen der geringeren Toleranz gegenüber Flüssigkeitsverschiebungen sollten unangemessen große Volumina vermieden werden [5].

Auch die Intubation von Kindern setzt entsprechende praktische Erfahrung voraus [5].

Die präklinische Beatmung sollte manuell mittels Kinderbeatmungsbeutel und Sauerstoffzufuhr von erfahrenem Personal durchgeführt werden, um ein Volu- oder Barotrauma zu verhindern. Physiologische Atemfrequenz und Atemvolumina müssen altersabhängig berücksichtigt werden [5].

Die Häufigkeit von Notfalloperationen und dringlichen Eingriffen liegt bei Kindern über der von Erwachsenen. Insbesondere vermeintlich „leichter“ Verletzte bedürfen im Kindesalter häufiger solche Eingriffe. Die phasengerechte Differenzierung

erforderlicher Operationen nach Dringlichkeit und das Erstellen eines individuellen Behandlungsplanes geschehen analog zum Vorgehen bei Erwachsenen.

### **1.5.1 Einschätzung der Verletzungsschwere**

Bereits in der Akutphase muss die Verletzungsschwere des Kindes anhand der

- ISS (Injury Severity Score)
- RTS (Revised Trauma Score) und
- PTS (Pediatric Trauma Score)

abgeschätzt und unter Berücksichtigung dessen das „damage control“-oder das „early total care“-Therapieprinzip angewendet werden. In der Notfallmedizin stehen für den Traumapatienten über 50 verschiedene Score-Systeme zur Verfügung. Wesentlich für die Beurteilung der vitalen Gefährdung des Kindes sind der Verlauf von Laktat, BE (Basenüberschuss), GCS (Glasgow Coma Scale), Rekapillarierungszeit, Stundendiurese und das Ansprechen auf Volumentherapie [8].

#### ***Injury Severity Score (ISS)***

Die Anwendung des Injury Severity Score ist erst nach der klinischen Diagnose korrekt möglich und ist eine Traumaklassifikation nach anatomisch-morphologischen Variablen. Man verwendet es auch für Kinder, es wurde aber hauptsächlich für Erwachsene gemacht.

Die Ausrechnung des ISS erfolgt durch der Beurteilung der Verletzungen in den einzelnen Körperregionen (jeweils mit Punktwerten von 0 bis 6) nach Schweregraden. Zur Durchführung werden die drei am schwersten betroffenen Körperregionen ausgewählt, deren Punktwerte jeweils quadriert und dann aufsummiert werden.

Die sechs ISS-Körperregionen sind:

1: [Head or Neck] - Der Bereich ‚Kopf und Nacken‘ schließt neben den knöchernen Verletzungen des Schädels (ohne Gesichtsschädel) und der Halswirbelsäule auch

Verletzungen des Groß- und Kleinhirns sowie des Halsmarkes (Medulla oblongata, Cervikalmark) mit ein. Auch Ersticken (Asphyxie) wird in dieser Rubrik codiert.

2: [Face] - Gesichtsverletzungen einschließlich Mund, Nase, Augen, Ohren und Gesichtsknochen.

3: [Chest] - Brustkorbverletzungen einschließlich Verletzungen der Brustwirbelsäule, der Rippen und der inneren Organe im Brustbereich, einschließlich des Zwerchfells (Diaphragma). Ertrinken wird als Brustkorbverletzung codiert.

4: [Abdomen or Pelvis Contents] - Verletzungen im Bauchraum (ohne Zwerchfell), im großen und kleinen Becken sowie an der Lendenwirbelsäule.

5: [Extremities or Pelvic Girdle] - Verletzungen incl. Überdehnung, Fraktur, Luxation (Auskugeln) und Amputation der Extremitäten, einschließlich Verletzungen des Beckens.

6: [External] - Schürfungen, auch mit Defektstellen, Einschnitte, Prellungen und Verbrennungen der Haut und des Unterhautfettgewebes unabhängig von der Lokalisation sowie Unterkühlung (Hypothermie) und Verletzungen durch Strom [9], [11], [12].

<b>Punktwert</b>	<b>Schwere der Verletzung im untersuchten Bereich</b>
0	Keine
1	leichte
2	Mäßige
3	Ernste
4	Schwere
5	Lebensbedrohliche
6	tödliche Verletzungen

**Tabelle 1: Berechnung des ISS**

**Revised Trauma Score (RTS)**

Das Revised Trauma Score ist eine physiologische Auswertung basierend auf der Glasgow Coma Scale (GCS), dem systolischen Blutdruck und der respiratorischen Rate, ist aber primär von Daten für Erwachsene abgeleitet [9], [13], [14].

RTS-Punktwert	GCS	RR systolisch	Atemfrequenz
4	13-15	>89	10-29
3	9-12	76-89	>29
2	6-8	50-75	6-9
1	4-5	1-49	1-5
0	3	0	0

**Tabelle 2: Berechnung des RTS****Pediatric Trauma Score (PTS)**

Das PTS ist aus sechs Parametern zusammengesetzt, die übliche Determinanten des klinischen Zustandes eines verletzten Kindes sind. Die Gesamtzahl der Ergebnisse erstreckt sich von +12 bis -6 mit einer kritischen Grenze 8-9; unter 8-9 muss der kleine Patient in ein pädiatrisches Traumazentrum eingewiesen werden[7], [13], [14].

Wertungszahl	+2	+1	-1
Körpergewicht	>20 kg	10-20 kg	<10 kg
Atmung/Atemwege	Normal	Grenzwertig	Intubiert
RR systolisch	>90 mmHg	90-50 mmHg	<50 mmHg
Bewusstseinslage	Wach	Eingetrübt	Komatös
Weichteilverletzungen	Keine	Minimal	Erheblich
Frakturen	Keine	Geschlossen	Offen/multipel

**Tabelle 3: Berechnung des PTS**

## 1.6 Schockraummanagement

Idealerweise sollten beim Traumaereinsatz mehrere Fachbereiche des Krankenhauses zusammenarbeiten, damit man das verunglückte Kind optimal behandeln kann. Diese Fachabteilungen beinhalten die Fachabteilung für Chirurgie (Kinderchirurgie), Kinderorthopädie, pädiatrische Neurochirurgie, plastische Chirurgie für Kinder, pädiatrische Urologie, Kinderunfallchirurgie, pädiatrische Anästhesie, Operationsraum, Labor, Pflegedienst, sozialer Dienst und Rehabilitationsmedizin [10].

Unter Beachtung der beschriebenen Besonderheiten unterscheiden sich das diagnostische und therapeutische Vorgehen im Rahmen der klinischen Erstversorgung nicht von Algorithmen der Erwachsenenbehandlung, sodass entsprechende Checklisten herangezogen werden können. Die Evaluierung der Verletzungsschwere ist vordringlich und ist der Schlüssel zu einem funktionierenden Traumateam. Man sollte den Unfallmechanismus, die Vitalparameter und das Verletzungsmuster erfassen [5], [10].

Der klinischen Erstdiagnostik durch körperliche Untersuchung, Registrierung von Vitalparametern wie Blutdruck, Herzfrequenz, EKG, Sauerstoffsättigung über Pulsoxymetrie, Körpertemperatur, Urinproduktion folgt neben der Blutentnahme (Notfalllabor und Blutgasanalyse) die Sonographie des Thorax und des Abdomens um freie Flüssigkeit, evtl. erkennbarer Läsionen parenchymatöser Organe sowie ein Perikardergusses auszuschließen oder nachzuweisen. Bei pulmonalen Kontusionsherden oder anderen Belüftungsstörungen kann die Sonographie bereits erste Hinweise durch eine Abschwächung der luftbedingten Wiederholungsechos, bei bestehendem, nicht entlastetem Pneumothorax durch Verbreiterung des sonst sehr schmalen, echoreichen Reflexbandes am Übergang Thoraxwand-Lungenparenchym liefern [5].

Bei Extremitätenverletzungen ist die periphere Durchblutung zwingend dopplersonographisch zu überprüfen. Ist eine Intubation/Analgesiedierung erforderlich, sollte diese nach grob-orientierender Erhebung des neurologischen Status vorgenommen werden. Die Anlage erforderlicher Zugänge und Katheter (zentraler Venenkatheter, Thoraxdrainage, arterielle Kanüle, Blasenkatheeter, Magensonde) schließt sich an. Bei ausreichender Kreislaufstabilität folgt die

Röntgenuntersuchung mit obligatorischer Erfassung von Schädel, Thorax, Becken, Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule und weiteren Aufnahmen in Abhängigkeit von den klinisch erhobenen (Verdachs-) Diagnosen [5].

Bei Mehrfachverletzungen des Rumpfes und Schädels, dem Verdacht auf Hirn- oder Rückenmarkschädigung ist die Durchführung einer (Ganzkörper-) Spiral-CT zu erwägen. Im Hinblick auf die Strahlenbelastung ist die Implementierung einer (Ganzkörper-) MRT in die Primärdiagnostik wünschenswert [5].

Eine auf adäquate Volumensubstitution nichtreagierende hämodynamische Instabilität erfordert beim Nachweis freier intraabdomineller oder intrathorakaler Flüssigkeit die Notfalllaparotomie/-thorakotomie aus vitaler Indikation [5].

Auf die Bedeutung repetitiver Ultraschallkontrollen von Thorax und Abdomen sei nochmals hingewiesen. Bei klinischen oder aus der Unfallkinematik resultierenden Hinweisen auf ein Schädel-Hirn-Trauma sollte insbesondere bei sedierenden und beatmeten Kindern, falls keine dringlicheren Maßnahmen erforderlich sind, eine Schädel-CT sowie ggf. eine Thorax- und Abdomen-CT durchgeführt werden [5].

Aufgrund der durch die Spiral-CT kurzen Untersuchungsdauer ist es zur Vermeidung wiederholter Transporte von Vorteil, im Zweifelsfall die CT- oder auch MRT-Diagnostik primär auf Schädel, Thorax und Abdomen auszudehnen.

Nach Sicherung oder Wiederherstellung der Vitalfunktionen und Abschluss der Akutdiagnostik schließen sich Eingriffe mit vitaler/dringlicher Operationsindikation oder die weitere intensivmedizinische Überwachung und Behandlung an [5].

### **1.6.1 Schock in kindlichem Trauma**

Schock bei Säuglingen ist ähnlich wie bei Erwachsenen, aber es gibt auch viele wichtige Unterschiede im Verlauf und der Behandlung.

Bei Säuglingen gibt es viele spezifische Risikofaktoren für Schock die man bei Erwachsenen nicht beobachtet. Diese inkludieren die Probleme die mit der Geburt assoziiert sind, bestimmte hämatologische Abnormalitäten, kongenitale anatomische Defekte, Fehlernährung, immunologische Unreife und Temperaturinstabilität. Wegen der kleinen Größe sind Säuglinge und Kleinkinder weniger tolerant auf therapeutische Fehler als Erwachsene. Andererseits sind bestimmte Risikofaktoren,

die häufig mit dem Alter assoziiert sind sehr selten bei Kindern, sowie koronare Krankheit, Myokardinfarkt und Pulmonalarterienembolie. Weil die pädiatrischen Patienten aufgrund ihres Alters noch keinen „selbsterstörerischen Lebensstil“ entwickelt haben, reagieren sie meist schneller auf die antischock Maßnahmen und mit einer optimalen Behandlung haben sie meist auch eine bessere Prognose [10].

### Klassifikation

Ätiologisch unterscheidet man hypovolämischen, kardiogenen, septischen, hypersensitiven, neurogenen, vaskulären Schock.

Hypovolämischer Schock ist die häufigste Form von Schock im Kindesalter und wird meist durch Dehydration aufgrund von Durchfall und Erbrechen verursacht. Es ist auch die häufigste Form von Schock bei pädiatrischen Traumapatienten und ist die Konsequenz von Blutungen. Bei Säuglingen ist der hypovolämische Schock häufiger als der septische Schock.

Der kardiogene Schock ist uncharakteristisch bei pädiatrischen Patienten aber es kann bei Kindern mit akuten Arrhythmien oder kongenitalen Herzfehler vorkommen, oder bei chirurgischen Patienten nach einer offenen Herzoperation. Nicht häufig kommt es bei Kindern nach stumpfem Trauma des Thorax vor.

Hypersensitiver Schock ist die Extremform von Allergie und ist häufig assoziiert mit „asthma-ähnlichen“ Symptomen und schwerer bronchialer Konstriktion.

Neurogener Schock ist das Resultat von massiver Beeinträchtigung des zentralen Nervensystem (ZNS) verursacht durch Trauma oder die Wirkung von bestimmten ZNS-blockierenden Medikamenten [10], [15].

### Phasen des Schocks

Üblicherweise schreitet der Schock in 3 klinische Phasen fort: die Zentralisation, hypodynamisches Schockgeschehen und Versagen der Endstrombahn mit Organschädigung – irreversible Phase. In der ersten Phase erhalten die Kompensationsmechanismen noch einen adäquaten Blutdruck, aber es sind bereits drohende Verschiebungen in der Gewebsperfusion sichtbar. Klinische Manifestationen in diese Phase sind Blässe, feuchtkalte Haut und kalte Extremitäten, Angst und Tachykardie; alle Symptome sind das Resultat erhöhter Sympathikus Aktivität. Wenn die Schädigung anhält oder wenn die Kompensationsmechanismen versagen setzt die zweite Phase ein. In der zweiten Phase kann der Körper den

Sauerstoff nicht mehr ausgleichen. Es wird Blut auf Kosten der nicht lebenswichtigen Organe zu den Vitalorganen umgeleitet. Das führt zur regionalen Ischämie, anaerobem Metabolismus, Azidose und zum Zelluntergang. Der Patient zeigt einen verminderten Hautturgor und trockene Schleimhäute aufgrund von Flüssigkeitsverlust, Oligurie zeigt sich aufgrund verminderter Nierenperfusion. Durch die Mangel durchblutung des Gehirns kommt es zur Bewusstlosigkeit. Dazu können Ikterus, Petechien und periphere oder lokale Ödeme auftreten. Obwohl hier schon viele wichtige Organe mit betroffen sind, spricht der Zustand noch immer relativ gut auf Therapie an. Wenn diese Phase nicht behandelt wird, kommt es zu einer kontinuierlichen Dekompensation und zur irreversiblen Phase, der letzten Phase des Schocks. Es kommt zur irreversiblen Gewebsschädigung und Tod trotz Therapie die vorübergehend die kardiovaskulären Messungen zu normalen Werten bringen kann [10].

## **1.7 Notfalldiagnostik**

Die Dauer der Notfalldiagnostik muss weniger als 30 min betragen und Information über sämtliche Verletzungen geben, wobei das Ganzkörper-CT (auch Polytrauma-CT genannt) hier zunehmend im Vordergrund steht. Folgeschwere Probleme können durch primär übersehene periphere Verletzungen entstehen [9].

### **1.7.1 Schädel-Hirn-Trauma**

Bei Kindern ist das Schädel-Hirn-Trauma die häufigste Todesursache und es führt zu bedeutsamer Morbidität unter den Überlebenden. Die häufigsten Traumaursachen bei Kindern älter als ein Jahr sind Stürze, Motorradunfälle und Sport-verbundene Verletzungen. Bei Kindern jünger als ein Jahr sind Kopfverletzungen die wichtigste Todesursache und eine signifikante Quelle der hohen Morbidität [16].

Die noch offenen Schädelnähte bedingen eine höhere Elastizität des knöchernen Schädels; intrakranielle Verletzungen finden sich deshalb häufiger als bei

Erwachsenen auch ohne begleitende Frakturen. Aus dem gleichem Grund können sich Hirndrucksteigerungen unter Umständen erst verspätet klinisch manifestieren. Begleitende Duraeinrisse können in den ersten Lebensjahren zum Auftreten einer revisionsbedürftigen „wachsenden Fraktur“ führen. Die klinische Einteilung folgt den 3 bekannten Schweregraden anhand klinischer und morphologischer Veränderungen [5].

Glasgow Coma Scale (GCS) ist eine weltweit anerkannte Methode zur initialen Evaluierung und Charakterisierung der Traumapatienten mit Schädelverletzungen. Die GCS ist aus visuellen, motorischen und verbalen Komponenten zusammengestellt mit niedrigerer Punktzahl für schwerwiegende Verletzungen. Die Punkte werden für jede Rubrik einzeln vergeben und anschließend addiert. Die maximale Punktzahl ist 15 (bei vollem Bewusstsein), die minimale 3 Punkte (Tod oder tiefes Koma). Bei 8 oder weniger Punkten ist von einer sehr schweren Funktionsstörung des Gehirns auszugehen [16].

Punkte	Augen öffnen	Verbale Kommunikation	Motorische Reaktion
6 Punkte	-	-	befolgt Aufforderungen
5 Punkte	-	konversationsfähig, orientiert	gezielte Schmerzabwehr
4 Punkte	Spontan	konversationsfähig, desorientiert	ungezielte Schmerzabwehr
3 Punkte	auf Aufforderung	unzusammenhängende Worte	auf Schmerzreiz Beugeabwehr (abnormale Beugung)
2 Punkte	auf Schmerzreiz	unverständliche Laute	auf Schmerzreiz Strecksynergismen
1 Punkt	keine Reaktion	keine verbale Reaktion	keine Reaktion auf Schmerzreiz

**Tabelle 4: Glasgow Coma Scale**

Das Schädel-Hirn-Trauma unterteilt man in 3 Schweregrade:

- **SHT 1. Grades** (*Commotio cerebri* oder *Gehirnerschütterung*): leichte, gedeckte Hirnverletzung mit akuter, vorübergehender Funktionsstörung des Gehirns, die mit sofortiger kurzfristiger Bewusstseinsstörung von wenigen Minuten bis zu maximal einer Stunde einhergeht. Weitere typische Symptome

sind anterograde Amnesie (Gedächtnislücke für das Unfallereignis und einen kurzen Zeitraum danach), Übelkeit und Erbrechen. Eine retrograde Amnesie (Gedächtnisverlust für die Zeit vor dem Unfallgeschehen) tritt selten auf und ist in der Regel Zeichen einer höhergradigen Hirnschädigung. Neurologische Ausfälle treten nach Abklingen der Bewusstlosigkeit nicht auf. Beschwerden, wie z.B. Apathie, Leistungsminderung, Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit können im Rahmen eines sogenannten *postkommotionellen Syndroms* mehrere Wochen fortbestehen.

- **SHT 2. Grades** (*Contusio cerebri* oder *Gehirnprellung*): Bewusstlosigkeit länger als 30 Minuten. Spätfolgen sind von der Lokalisation der Hirnschädigung abhängig. Keine Perforation der Dura.
- **SHT 3. Grades** (*Compressio cerebri* oder *Gehirnquetschung*): Bewusstlosigkeit länger als 60 Minuten, verursacht durch Einklemmung des Gehirns durch Blutungen, Ödeme oder ähnliche Vorgänge. Hierbei sollte man bedenken, dass das Gehirn das einzige große Körperteil des Menschen ist, das fast vollständig von Knochen umgeben ist. Dieser besondere Schutz kann jedoch bei solchen raumfordernden Prozessen gleichzeitig zur Gefahr werden, da das gesamte Gehirn unter dem Druckanstieg und der folgenden Einklemmung leiden kann. Die Folge ist oftmals ein lang andauerndes Koma (das oft künstlich verlängert wird), ein komaähnlicher Zustand, oder gar der Tod. Zur Druckentlastung kann eine temporäre Entfernung eines Teils der Schädeldecke (einige Monate) angewandt werden. Dauerhafte Schäden sind zu erwarten, aber nicht zwangsläufig.

Zusammengefasst erfolgt die Einteilung jedoch über die Glasgow Coma Scale:

- Leichtes SHT: GCS 13-15
- Mittelschweres SHT: GCS 9-12
- Schweres SHT: GCS 3-8

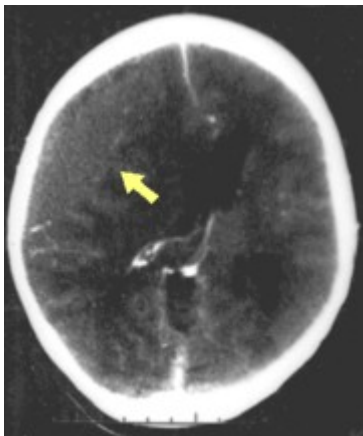
An erster Stelle der intrakraniellen Verletzungen steht das Hirnödem (48%), es folgen subarachnoidale (19%) und intrazerebrale (14%) Blutungen. Epi- und subdurale Hämatome sind mit jeweils etwa 5% seltener. Epidurale Blutungen treten aufgrund der Duraanheftung im Bereich der Nähte nicht selten atypisch lokalisiert frontal oder okzipital auf. Unter den verstorbenen Kindern finden sich nach Häufigkeit:

Kontusionsblutungen (32%), Hirnödeme (18%), subdurale (15%), subarachnoidale (4%) und epidurale (2%) Hämatome [5].

Mehr noch als bei Erwachsenen ist bei vorliegendem SHT nach Begleitverletzungen der Halswirbelsäule zu suchen.

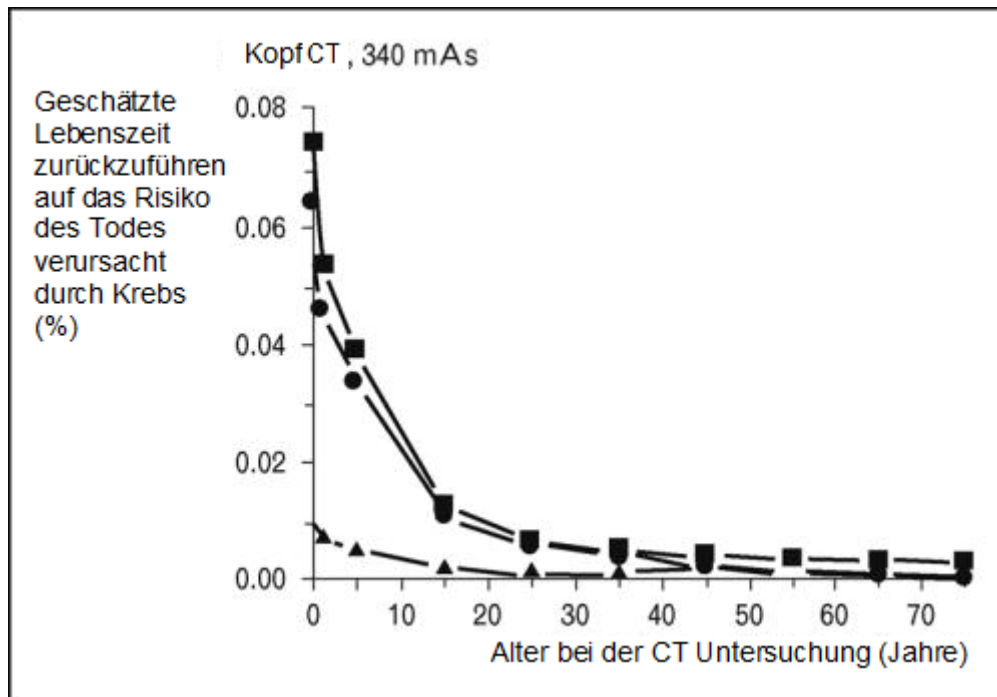
Diagnostik:

Die CT-Diagnostik mit entsprechenden Verlaufskontrollen (erste Kontrolle nach 12-24 Stunden) ist beim SHT unverzichtbar und ist ein essentielles Hilfsmittel beim Management des SHT. Es liefert wichtige Informationen über den Typ, Lokalisation und Schwere der intrakraniellen Verletzungen, Schädelfrakturen und zervikalen Wirbelsäulenverletzungen. In den letzten Jahren ist es zu einem Anstieg der Verwendung des CT im Management des SHT gekommen. Leider bringt die Verwendung der CT-Diagnostik eine erhöhte Strahlungsrate mit sich und erhöhte Kosten und muss deswegen sorgfältig begründet werden [5], [16].



**Abbildung 1: Schädel-CT einer Epiduralblutung**

Kinder sind sensibler für die schädlichen Einwirkungen der Strahlung als Erwachsene. Für die Säuglinge bedeutet ein einziger Schädel-CT eine Erhöhung des Risikos um an einer Krebserkrankung zu sterben um 0,07% [16].



**Abbildung 2: Abgeschätztes Lebenszeitrisko eines Schädel-CT**

Das Strahlungsrisiko assoziiert mit CT-Untersuchungen und die Erhöhung der Kosten sind wichtige Ursachen der Verwendung des Protokolls zur Determination welche Kinder mit SHT ein Schädel-CT bekommen sollen und wie oft man es wiederholen sollte. [17] Willis et al empfiehlt das Schädel-CT nur für Kinder mit einem GCS unter 13 bei der Aufnahme oder 13 bzw. 14 nach 2 Stunden einer adäquaten Reanimation oder mehr als 3 Perioden von Erbrechen nach dem Trauma [16].

Patienten mit schweren Verletzungen mit einem erniedrigten GCS und intrakraniellen Verletzungen im Schädel-CT haben oft ein signifikantes Hirnödem wenn die Verletzung sich weiterentwickelt. Wenn der intrakranielle Druck (ICP) sich erhöht kommt es im Gehirn zu sekundären Schäden und kann letztendlich zum Hirntod führen [16]. Verletzungen der Kopfschwarte sind im Hinblick auf teilweise erhebliche Blutverluste nicht zu unterschätzen. Neben der klinischen und radiologischen (CT, NMR) Diagnostik hat das Monitoring des intrakraniellen Drucks (ICP) mittels epiduraler/subduraler Hirndrucksonde oder über einen Ventrikelkatheter im Rahmen der externen Liquordrainage zur Drucksenkung wesentliche Bedeutung. Zu beachten ist, dass intrakranielle Druckerhöhungen bei Kindern noch mit einer Latenz von einigen Tagen auftreten können [5].

Therapie:

Zur Prophylaxe und Therapie des Hirnödems wird die Oberkörperhochlagerung (20-30%) unter Beachtung des ICP und des mittleren arteriellen Blutdruckes (MAP) durchgeführt [5].

Es sollte – zumindest für die ersten 48 Stunden nach Trauma – eine Hyperventilation mit PaCO<sub>2</sub>-Werten von 28-30 mmHg angestrebt werden sowie die induzierte Hypothermie (32-35 °C) [5], [16].

Weitere adjuvante Maßnahmen sind die Gabe hyperosmolarer Lösungen (z.B. Mannitol 20%, Sorbit 40%) und Anwendung von Barbituraten (Thiopental = Trapanal), wobei eine EEG-Überwachung durchgeführt werden sollte. Diuretika können bei stabiler Hämodynamik und ausgeschlossenen, intravasalem Volumendefizit unter kontinuierlicher Blutdruck- und ICP-Überwachung gegeben werden. Der Einsatz von Steroiden wird noch immer diskutiert; bei Kindern wird eher davon abgeraten. ICP-Werte von >10 mmHg rechtfertigen nach Ausschluss einer ursächlichen Blutung die medikamentöse Therapie, bei Werten von >30-35 mmHg ist die Entlastungstrepanation erforderlich.

Iatrogene Volumenüberladungen durch inadäquate Infusionsmengen sind bei bestehendem SHT unbedingt zu vermeiden. SHT-assoziierte Elektrolytentgleisung (Natrium, Kalium, Chlorid) sind nicht selten und erfordern ein entsprechendes Labormonitoring und therapeutisches Einschreiten [5].

Bei etwa 30% der schweren SHT muss mit dem Auftreten von Krampfanfällen innerhalb der ersten 24 Stunden gerechnet werden. Das Phänomen „The child who talks and dies“ beschreibt die akute Zustandsverschlechterung verletzter Kinder aufgrund der ausgeprägten Neigung zum Hirnödem mit der resultierenden Gefahr der häufig letalen Einklemmung.

Die Versorgung des offenen SHT folgt den bei Erwachsenen geltenden Regeln. Frakturen mit Impression von mehr als Kalottenbreite erfordern die operative Intervention zur Hebung und Druckentlastung sowie Durarevision. Akute, raumfordernde Blutungen werden schnellstens der operativen osteoplastischen Entlastung zugeführt. Der möglichst raschen Druckentlastung durch Kraniektomie kommt nach aktuellen Untersuchungen prognostische Bedeutung zu. Seltene intraventrikuläre Blutungen können bei Liquorabflussstörungen über eine externe Drainage abgeleitet werden. Bei intrazerebralen Blutungen richtet sich das Vorgehen nach klinischem Zustand, Ausmaß der Blutung und Hirndruckverlauf. Das Auftreten

eines posttraumatischen Hydrozephalus kann eine entlastende Shuntanlage erforderlich machen [5].

Psychopathologische Verhaltensmuster und geistige Leistungsschwäche sind bei etwa 50% der hirnverletzten Kinder zu befürchten; eine entsprechend intensive Rehabilitation solcher Kinder ist zwingend notwendig. Ein häufiges Ergebnis bei einem posttraumatisierten Kind ist eine beeinträchtigte kognitive Funktion einschließlich eines beeinträchtigten Gedächtnisses, inadäquater Fähigkeiten eine Aufgabe durchzuführen die Konzentration erfordert, mangelhafte Aufmerksamkeit und Schwierigkeiten beim Planen [5], [16].

### **1.7.2 Thoraxtrauma**

Thoraxtraumata sind im Kindesalter zum einen durch mechanische Ursachen hervorgerufen, zum anderen liegen aber in 50% der Fälle Verbrennungen, Verbrühungen, Verätzungen und Fremdkörperingestitionen vor. Bei den mechanischen Ursachen sind es in 25% knöcherne Verletzungen, in 25% sind die Organe verletzt. In Mitteleuropa überwiegen die stumpfen Thoraxtraumen, nur in 1% kommt es zu penetrierenden Verletzungen [9]. Kinder mit stumpfem Trauma benötigen eher einen längeren Krankenhausaufwand verglichen mit Kindern mit penetrierenden Verletzungen [18]. Das isolierte Thoraxtrauma ist relativ selten und nur bei 1% der Unfälle im Kindesalter betrifft es den Thorax. Bei Polytraumapatienten sind in 50% der Fälle auch Thoraxverletzungen vorhanden [9]. Es hat sich gezeigt das thorakale Verletzungen bei Kindern die Mortalität um 5-25% steigern, abhängig vom Alter des Kindes sind[18].

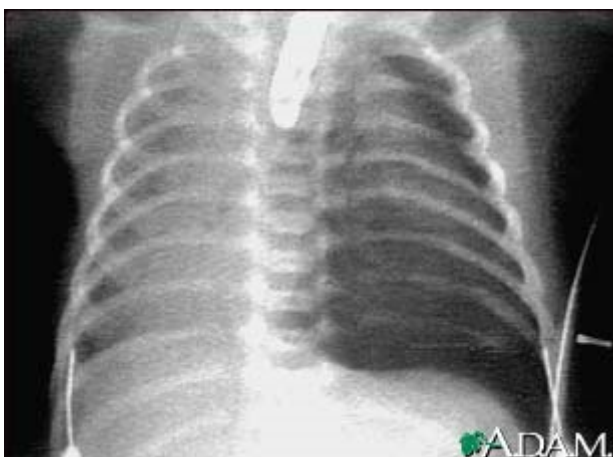
Bei der Behandlung und Diagnose der Thoraxtrauma bei Kindern ist es wichtig die Arbeit mit einer minimalen Strahlenbelastung zu optimieren. Wegen der Plastizität des kindlichen Rippenkorbs, sind die Rippenbrüche nur vereinzelt zu beobachten. Es sind aber häufig schwere Parenchymverletzungen bei Fehlen der Rippenbrüche zu sehen [19].

Der kindliche Brustkorb ist durch die gegenüber Erwachsenen deutlich größere Elastizität der Thoraxwand, insbesondere der Rippen charakterisiert. Knöcherne Verletzungen wie Rippenfrakturen treten deshalb relativ selten auf. Demgegenüber sind intrathorakale Verletzungen wie Lungenkontusionen, Hämato- oder

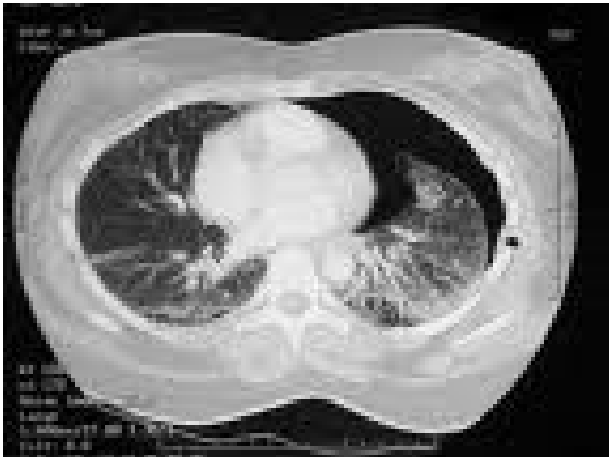
Pneumothorax aufgrund des fehlenden Schutzes der Brustkorbwand sowie der proportional größeren Gewalteinwirkung etwa 2-mal häufiger [5].

#### Diagnostik:

Nach der Inspektion, der Palpation und der Auskultation erfolgt die Röntgenuntersuchung des Thorax in 2 Ebenen sowie die CT-Untersuchung. Die Röntgenuntersuchung zeigt die Skelettverletzungen sowie Pneumothoraces und Hämatothoraces und Flüssigkeitsansammlungen. Problematisch ist beim Röntgenbild die Darstellung der Summation der Unterschiedlichen Gewebeschichten [9]. Gegenüber der konventionellen Röntgenaufnahme des Thorax besitzt die CT eine deutlich höhere Aussagekraft. Kontusionsherde lassen sich früher und spezifischer erkennen, unklare Verschattungen in der Übersichtsaufnahme können Kontusionen, Atelektasen, pneumonischen Infiltraten und intra- oder extrapulmonalen Flüssigkeitsansammlungen zugeordnet werden [5]. Ein weiterer Vorteil der CT-Untersuchung ist auch, dass mediastinale Verletzungen, die im Röntgenbild oft maskiert sind, hier gut dargestellt werden können. Die Tendenz, thorakale Verletzungen zu unterschätzen, führt zu einer absoluten Notwendigkeit, frühzeitig ein CT durchzuführen. Eine Labordiagnostik mit Blutuntersuchung, Blutgasanalyse und dem Oxygenierungsindex sind von herausragender Bedeutung, da der Oxygenierungsindex vor allem für die Prognose mit herangezogen werden kann [9]. Bei jedem thorakalem Trauma sollte auch an diaphragmale Verletzungen gedacht werden; es sollten hier Röntgenaufnahmen in Serien aufgenommen werden, vor allem im Fall einer rechtseitigen Verletzung [18].



**Abbildung 3: Röntgenaufnahme eines Pneumothorax der linken Lunge**



**Abbildung 4: CT-Thorax eines Pneumothorax der linken Lunge**

Therapie:

Bestehende Rippenfrakturen sind wichtiges Anzeichen einer erheblichen Traumatisierung und müssen auch beim primären Fehlen radiologischer Kriterien der Lungenkontusion im weiteren Vorgehen berücksichtigt werden.

Funktionell steht die thorakale wesentlich hinter der Zwerchfellatmung zurück, pulmonale Reserven und Hypoxietoleranz von Kindern sind geringer als die von Erwachsenen. Beim Thoraxtrauma kommt deshalb der möglichst frühzeitigen und schonenden Beatmung und der Entlastung eines Hämato- oder Pneumothorax eminente Bedeutung zu [5].

Thoraxdrainagen werden grundsätzlich über eine Minithorakotomie in der „Kulissentechnik“ eingebracht. Eine Zwerchfellruptur mit thorakalem Eingeweideprolaps ist zuvor radiologisch und/oder sonographisch auszuschließen. Ein atypischer Verlauf der Magensonde im Thoraxröntgen kann den ersten Hinweis auf eine solche Verletzung geben. Die Größe der Drainagen und Einbringtiefe sind der Weite der Interkostalräume und der Größe des Kindes anzupassen.

Die Bronchoskopie kann zur Abklärung eines möglichen begleitenden Inhalationstraumas sowie einer zentralen Bronchusverletzung angebracht sein. Ähnlich wie bei Erwachsenen treten Pneumonien und ARDS („adult respiratory distress syndrom“) in bis zu 50% der Patienten als häufigste Komplikationen auf [5].

Operationspflichtige intrathorakale Verletzungen sind wie bei Erwachsenen eher selten anzutreffen. Die Operationsfrequenz liegt bei Kindern <2%. Meist handelt es sich um anhaltende Blutungen aus Parenchymeinrissen oder Interkostalgefäßen.

Verletzungen von Trachea, Ösophagus, Herz und großen Gefäßen des Mediastinums sind selten. Die Indikation zur Thorakotomie bei Blutungen ergibt sich aus anhaltenden, substitutionspflichtigen Blutverlusten über die Thoraxdrainage. Aufgrund ihrer Einflussnahme auf die Gesamtprognose des mehrfachverletzten Kindes kommt der Diagnostik und Therapie des Thoraxtraumas eine erhebliche Bedeutung zu [5].

### 1.7.3 Abdominaltrauma

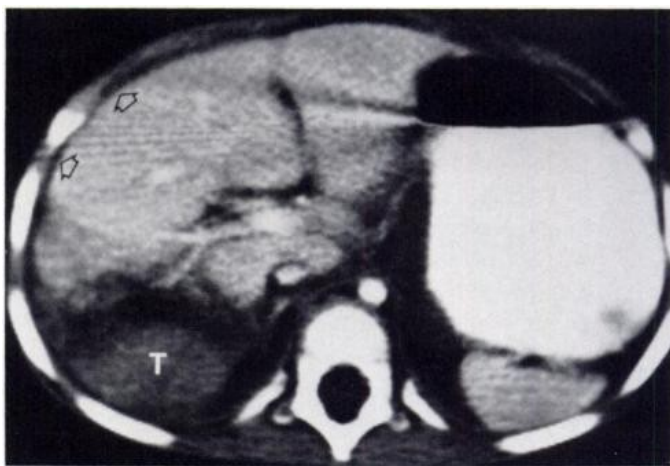
Die meisten Verletzungen des Abdomen werden durch stumpfe und nicht durch penetrierende Traumata verursacht [20]. Die Bauchdecke und die abdominelle Muskulatur ist im Kindesalter dünner als bei einem Erwachsenen, die intraabdominellen Organe sind größer, bezogen auf die Gesamtkörpergröße, und es besteht ein physiologischer Tiefstand des Zwerchfells. Das bedeutet zum einen, dass die Distanz der Organe zur Körperoberfläche geringer ist, zum anderen aber, dass die großen parenchymatösen Organe des Bauches, wie die Leber und die Milz, aus dem schützenden Rippenbereich verdrängt werden [9]. Verletzungen von Milz und Leber sind deshalb häufig, gefolgt von Hohlorganrupturen, Nieren-, Blasen- und Mesenterialverletzungen. Die Anamnese kann bereits Hinweise auf mögliche Organbeteiligung geben (z.B. Duodenal- und Pankreasverletzungen beim Fahrradsturz durch Aufprall auf den Lenker) [5].

Die Hauptgefährdung bei solchen Verletzungen besteht im äußerlich nicht erkennbaren Blutverlust mit drohendem Eintreten des hypovolämischen Kreislaufschocks [5].

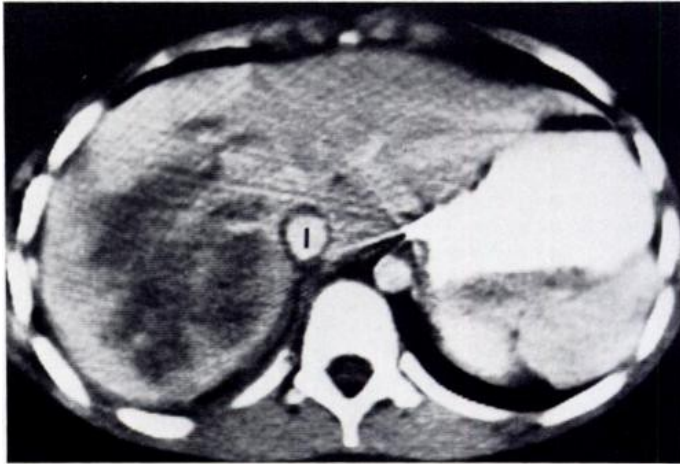
Diagnostik:

Initial hat eine Inspektion auf Prellmarken zu erfolgen, da damit bereits erste Hinweise für Organverletzungen gesehen werden können. Die erste orientierende Untersuchung ist die Ultraschalluntersuchung, die bereits im Schockraum Hinweise auf parenchymatöse Verletzungen gibt [9]. Nach einem stumpfen Trauma werden die Kinder häufig einem Kontrastmittel – CT des Abdomens und Pelvis unterzogen. Weil bis zu 80 % der CT-Untersuchungen normale Befunde ergeben, hat man das

Screening mittels einer Sonographie des Abdomens als eine schnelle Alternative vorgeschlagen, die kostengünstig und ohne radiologische Nebeneffekte ist. Dennoch glauben andere, dass die Computertomographie die erste Wahl bei einem stumpfen Trauma bleiben sollte, aufgrund der hohen Sensitivität der Detektion intraabdomineller Verletzungen [20]. Die Dünn- und Dickdarmperforationen sowie Pankreasverletzungen können allerdings im „toten Winkel“ der Sonographie liegen. Bei klinisch suspekten Abdominalbefunden ist deshalb – falls durch die CT-Diagnostik keine eindeutigen Befunde erhoben werden können – die Durchführung einer Peritoneallavage indiziert. Diese sollte zur Vermeidung iatrogenen Verletzungen über eine Minilaparatomie erfolgen. Die gewonnene Spülflüssigkeit wird auf Amylase, Lipase, Bilirubin, Leukozyten und Dünndarmfasern untersucht. Entsprechende Blutuntersuchungen komplettieren die laborchemische Diagnostik. Die sonographische Verlaufskontrolle hinsichtlich freier Flüssigkeit ist nach Durchführung einer Lavage nicht mehr verwertbar; daher sollte diese erst nach Ausschluss einer evtl. zunehmenden Menge an freier Flüssigkeit im Abdomen vorgenommen werden [5]. Von zunehmender Bedeutung ist die CT-Untersuchung auch im Schockraum, z.B. die Multislice-CT-Untersuchung, die die Ruptur der parenchymatösen Organe zeigt, aber auch Hämatome nachweisen kann. Bei Verdacht auf Perforationen von Hohlorganen ist eine Röntgenuntersuchung sinnvoll, die dann in der Linksseitenlage die freie Luft zeigt. Im Wesentlichen führt aber die Computertomographie zur Klassifizierung und dann zur Verlaufsbeobachtung [9].



**Abbildung 5: CT-Abdomen - Schwere Leberverletzung, freie Flüssigkeit um die Leber**



**Abbildung 6: CT-Abdomen – explosive Leberruptur, Blut um die V.cava**

Therapie:

Nicht der Nachweis freier Flüssigkeit, sondern die anhaltende hämodynamische Instabilität des Kindes bedingt die Operationsindikation. Solange die Kreislaufverhältnisse stabil sind, kann unter engmaschigen sonographischen Kontrollen und hämodynamischen Monitoring zugewartet werden [5].

Die Laparoskopie hat sich in der Primärdiagnostik bislang nicht durchgesetzt. Die Indikation zur Laparotomie ist bei Kindern mehr als bei Erwachsenen zurückhaltend zu stellen. Auch bei den seltenen Verletzungen des Gastrointestinaltrakts (Häufigkeit <1%) wird eine Indikation zur Laparotomie teilweise zurückhaltend gestellt. Im Hinblick auf die besondere Gefährdung von Kindern durch die „overwhelming postsplenectomie sepsis“ ist milzerhaltenden Operationstechniken der Vorzug gegenüber der Splenektomie einzuräumen. Hier stehen Parenchymnaht, Einsatz von Fibrinkleber und hämostyptischem Kollagenfließ, Infrarotkoagulation, Splenorraphie oder „mesh-wrapping“ mit Kunststoffnetz, „packing“ (Tamponade mittels Bauchtüchern) mit „second-look“ und die Teil-/Polresektion zur Verfügung. Auch bei Leber- und Nierenverletzungen sollte, wenn möglich, der Organerhalt angestrebt werden [5].

Eine Zwerchfellruptur ist bei 2-5% der polytraumatisierten Kinder mit Thorax- oder Abdominaltrauma zu erwarten. Die Versorgung erfolgt hier wie auch bei den übrigen intraabdominellen Verletzungen analog dem Vorgehen bei Erwachsenen.

Zwingende Operationsindikation beim stumpfen Bauchtrauma:

- Anhaltende oder erneute hämodynamische Instabilität trotz Volumensubstitution

- Nachweis freier intraabdomineller Luft
- Klinische Zeichen der Peritonitis
- Nachgewiesene Ruptur eines Hohlorgans [5].

#### 1.7.4 Wirbelsäulenverletzungen

Verletzungen der Wirbelsäule treten bei Kindern selten auf, sie werden aber mit signifikanter Mortalität und Behinderung assoziiert. Ihre Inzidenz wird in der Literatur mit etwa 3% (1-5%) angegeben. Grund hierfür ist die gegenüber Erwachsenen hohe Elastizität des Wirbelsäulengefüges, die Rückenmarkverletzungen bei Kindern auch ohne begleitende knöcherne Läsionen möglich macht. Die klinische Manifestation kann mit einer Latenz von einigen Tagen auftreten. Zusätzlich werden Wirbelsäulenverletzungen gerade bei Kindern nicht selten übersehen, können aber mit einer Häufigkeit von bis zu 75% bei polytraumatisierten Kindern auftreten. Eine Wirbelsäulenverletzung ist deshalb im präklinischen und Schockraummanagement stets solange anzunehmen, bis sie durch geeignete Mittel (Nativröntgen, CT, MRT) ausgeschlossen ist [5], [21].

Im Gegensatz zu Erwachsenen finden sich Wirbelsäulenverletzungen bei Kindern bevorzugt im Rahmen von Mehrfachverletzungen und besitzen eine höhere Letalität. 60 bis 80% aller pediatriischen Wirbelsäulenverletzungen kommen in der Halswirbelsäule vor. Vor allem bei jungen Kindern ist aufgrund des proportional hohen Gewichts des Kopfes bevorzugt die obere Halswirbelsäule (HWS), bei Jugendlichen – wie bei Erwachsenen- häufiger der untere HWS-Abschnitt betroffen [5], [22].

Kindliche Wirbelsäulenfrakturen weisen häufiger eine Rückenmarkbeteiligung auf.

Diagnostik:

Die Richtlinien der Diagnostik sagen, dass bei Kindern die ein Trauma erlitten haben und bei Bewusstsein und kommunikativ sind, keine neurologische Defizite und keine Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule haben, keine sichtbare schmerzvolle Verletzung aufweisen und nicht berauscht sind, keine radiologischen

Untersuchungen erforderlich sind um eine Wirbelsäulenverletzung auszuschließen [23].

Bei einem Verdacht auf Wirbelsäulenverletzungen macht man ein anteroposteriores und laterales Röntgen-Bild der Wirbelsäule. Eine Computertomographie mit besonderem Augenmerk auf den verdächtigten Bereich der neurologischen Verletzung wird empfohlen um okkulte Frakturen auszuschließen oder um die Bereiche die man im Röntgen nicht ausreichend sieht zu evaluieren. Flexions-/Extensionsröntgenbilder der Halswirbelsäule oder Fluoroskopie können in Betracht gezogen werden um große ligamentäre Instabilitäten auszuschließen wenn nach einer Röntgenaufnahme noch immer der Verdacht auf eine Instabilität der Halswirbelsäule besteht. Auf die Keilform der Wirbelkörper, die sich mit zunehmendem Alter des Kindes der Blockform des Erwachsenen angleicht, sei hingewiesen. Die physiologische Hypermobilität der Segmente C2/C3 und C3/C4 ist mit einer Inzidenz von bis zu 20% bei den unter 8-Jährigen im Rahmen der Diagnostik zu berücksichtigen. Ein „Versatz“ um 3-4 mm zwischen diesen Wirbelkörpern in Nativ- oder Funktionsaufnahmen kann durchaus physiologisch bestehen [5], [23].

Eine Magnetresonanz kann in Betracht gezogen werden um eine Rückenmarks- oder Nervenwurzelkompression auszuschließen, ligamentäre Integrität zu evaluieren oder um Informationen über neurologische Prognose zu liefern [23].



**Abbildung 7: CT-Halswirbelsäule - C7-Fraktur**

Therapie:

Die stabilen Verletzungen der HWS überwiegen und können konservativ behandelt werden. Auf eine Thorax elevation oder die Kombination von HALO-Ring und Carbon-Stangen mit einem Gipsmieder, um damit die Flexion des Halses und Kopfes zu vermeiden, kann bei Kindern unter 8 Jahren zurückgreifen werden. Die Überlegung einer primär operativen Versorgung für isolierte ligamentäre Verletzungen der Halswirbelsäule mit assoziierter Deformität wird empfohlen [5], [23].

Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule sind überwiegend stabile Verletzungen; diese können konservativ-funktionell behandelt werden. Auch das spontane „remodeling“ primär höhengeminderter Wirbelkörper im weiteren Wachstumsverlauf spricht für eine zurückhaltende Einstellung gegenüber nicht zwingend erforderlichen operativen Eingriffen. Die Beteiligung der Wachstumsfugen ist aufgrund des möglichen vorzeitigen Fugenschlusses mit konsekutivem Fehlwachstum als prognostisch ungünstig anzusehen.

Höhergradig instabile (Typ-B/C-Frakturen), erheblich dislozierte und Frakturen mit neurologischen Ausfallsymptomen erfordern die Einrichtung, Dekompression und Stabilisierung [5].

Mit zunehmendem Alter der verletzten Kinder (>10-14 Jahre) ist individuell zwischen „kindlichen“ und „Erwachsenenstrategien“ in der Behandlung von Wirbelfrakturen zu entscheiden. Aufgrund der Seltenheit dieser Verletzungen und der daraus resultierenden diagnostischen sowie therapeutischen „Unsicherheiten“ sollte im Zweifelsfall ein mit diesen Verletzungen erfahrenes Zentrum konsultiert werden [5].

### **1.7.5 Beckenfrakturen**

Beckenverletzungen bei Kindern sind mit einer Häufigkeit von etwa 10% (6-20%), beim Polytrauma jedoch bis zu >80% vertreten. Die Beckenverletzungen bei Kindern haben eine signifikante Morbidität und Mortalität und sind häufig assoziiert mit Blutungen im Becken und Verletzungen die operative Interventionen und intensive Pflege benötigen [5], [24].

Diese Verletzungen erfordern, bedingt durch die elastische Verformbarkeit des kindlichen Beckenrings, eine hohe Gewalteinwirkung. Der Anteil komplexer

Beckenfrakturen mit assoziierten pelvinen Begleitverletzungen ist deutlich höher als bei Erwachsenen. Die Häufigkeit intraabdomineller und urogenitaler Läsionen wird bei kindlichen Beckenfrakturen mit bis zu 80% angegeben. Intraabdominelle und retroperitoneale Blutungskomplikationen können prognosebestimmend sein, sodass gerade primär radiologisch als „harmlos“ angesehene Frakturen besonderer Aufmerksamkeit im Hinblick auf potenzielle Begleitverletzungen bedürfen. Häufigkeit und Schwere der Begleitverletzungen sowie Transfusionsbedarf steigen in der Regel mit der Schwere der Beckenverletzung.

Beckenringfrakturen mit hämodynamisch wirksamer Blutung aus den spongiösen Frakturflächen oder den präsakralen Venenplexus erfordern die notfallmäßige Reposition und Anlage einer externen Fixation mittels ventralem Beckenfixateur oder Beckenzwinge unter Umständen noch im Schockraum. Als Unfallmechanismus liegt bei diesen Frakturen nicht selten ein Überrolltrauma zugrunde. Hier ist an mögliche Urogenitalverletzungen wie auch begleitende Rektumverletzungen bereits im Rahmen der Primärdiagnostik zu denken. Auch geringfügige Blutungen aus Rektum oder Urethra dürfen als wegweisende Warnzeichen keinesfalls übersehen werden. Die digital-rektale Untersuchung ist obligat, im Zweifel klärt eine retrograde Urethrozystographie den Verdacht einer Harnröhrenverletzung.

Der dem Überrolltrauma assoziierte oft massive Weichteilschaden kann zur Ausbildung eines Kompartmentsyndroms der Glutealmuskulatur, das Décollement zur ausgedehnten Weichteilschädigung mit konsekutiver Weichteilnekrose führen.

#### Diagnostik:

Zur Klassifikation und Stabilitätsbeurteilung ist neben Röntgenaufnahme (Beckenübersicht, Ala- und Obturatoraufnahme, Inlet- und Outlet-Aufnahme) in der Regel die CT, evtl. ergänzend eine MRT erforderlich. In der Mehrheit der Fälle ist eine Röntgenaufnahme des Beckens ausreichend um den Typ der Verletzung festzulegen. Wegen der Komplexität der Beckenfrakturen und der Frakturen des Acetabulums sind aber Röntgenaufnahmen oft nicht ausreichend und in vielen Fällen sind die Frakturen nicht sichtbar. Die Computertomographie gibt Informationen bezüglich des Ausmaßes der Fraktur und ist ergänzend zum Röntgen [5], [25].

Man sollte auf die bei kleinen Kindern bis zu 12 mm weite Symphysenfuge, die eine „Open-book-Verletzung“ vortäuschen kann, aufpassen [5].

Therapie:

Der Großteil kindlicher Beckenfrakturen ist stabil und kann konservativ-funktionell therapiert werden. Die gute Heilungstendenz des kindlichen Knochens sowie die Möglichkeit der Spontankorrektur während des Wachstums unterstützen eine generell restriktive Einstellung zur operativen Behandlung [5].

Hochgradig instabile Frakturen des vorderen und hinteren Beckenrings (entsprechend den Typ-C-Frakturen), erheblich dislozierte Frakturen mit zu befürchtenden funktionellen Spätfolgen (persistierende Fehlstellung, Beinverkürzung) sowie urogenitale oder abdominelle Begleitverletzungen bei dislozierten Frakturen des vorderen Beckenrings erfordern jedoch eine operative Behandlung [5].

Die Beteiligung des Acetabulums mit der Y-förmigen Wachstumszone ist selten, kann jedoch zu funktionell bedeutsamen Entwicklungsstörungen der Hüftpfanne führen. Die operative Behandlung der Dislokationen >2 mm wird deshalb empfohlen [5].

### **1.7.6 Extremitätenverletzungen**

Liegen Einzelverletzungen vor, sind die Extremitäten am häufigsten betroffen. Frakturen des Ober- und Unterschenkelchafts machen etwa 45%, Frakturen des Ober- und Unterarmes rund 30% aller Extremitätenfrakturen aus. Für die Prognose hinsichtlich des Überlebens des mehrfachverletzten Kindes sind die Extremitätenverletzungen von nachgeordneter Bedeutung. Sie haben jedoch deutlichen Einfluss auf Spätmorbidity.

Diagnostik:

Auch bei der Aufnahme des Schwerverletzten mit Extremitätenverletzungen im Schockraum gilt es in erster Linie, lebensbedrohliche Störungen der Vitalfunktionen zu erkennen und rasch zu beheben. Nach dem weltweit am meisten verbreiteten Schockraummanagement, dem sog. „advanced trauma life support“ sind in dieser ersten Phase in der Reihenfolge Störungen der respiratorischen Funktion, Kreislauffunktion und des zentralen Neurostatus auszuschließen. Bezüglich der Extremitätenverletzungen ist in dieser ersten Phase nur die spritzende Blutung zu nennen, welche durch direkte Kompression beherrscht wird.

Der Check-up im Bereich der Extremitäten beinhaltet die genaue Inspektion und manuelle Untersuchung der Extremitäten auf *unsichere* (Schwellung, Schmerz, Hämatom), sowie *sichere Frakturzeichen* (Fehlstellung, Crepitatio). Ebenso erfolgt auch die Klassifizierung des geschlossenen oder offenen Weichteilschadens. Die systematische Untersuchung der Extremitäten lässt bereits klinisch Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen abgrenzen. Soweit durchführbar, ist auch die Stabilitätsprüfung der großen und kleinen Gelenke vorzunehmen. Inhalt der Erstuntersuchung ist ebenfalls die Abgrenzung einer Störung der Durchblutung, Motorik und Sensibilität. Ein mögliches Kompartmentsyndrom ist auszuschließen [26].



**Abbildung 8: Röntgenaufnahme einer Femurfraktur beim Kind**

Die Diagnostik umfasst also die klinische Untersuchung, die dopplersonographische Kontrolle der peripheren Durchblutung verletzter Extremitäten und die Röntgenaufnahme. Blutverluste bei offenen Frakturen sowie Becken- und Femurfrakturen sind im Hinblick auf die Schockgefährdung nicht zu unterschätzen. Obgleich die Versorgung prinzipiell den Regeln der kindlichen Frakturbehandlung entspricht, sind beim polytraumatisierten Kind andere Prioritäten gegeben [5].

Therapie:

Dringlich zu versorgen sind Frakturen mit Gefäß- oder Nervenbeteiligung, offene Extremitätenfrakturen, Luxationen großer Gelenke und intraartikuläre Frakturen sowie mediale Schenkelhalsfrakturen. Bei Schafffrakturen des Ober- und Unterschenkels, die als Monoverletzung konservativ behandelbar wären, empfiehlt sich im Rahmen der Mehrfachverletzung die Stabilisierung mittels Fixateur extern oder mit intramedullären Marknägeln. Ebenso wie bei Erwachsenen reduziert eine frühzeitige Frakturstabilisierung die Belastung des Organismus beim Polytrauma, die Wahrscheinlichkeit potenzieller Komplikationen und erleichtert die Intensivpflege. Aufgrund des ausgezeichneten Heilungspotenzials des kindlichen Knochens ist hierbei ein Wechsel auf ein anderes Osteosyntheseverfahren deutlich seltener notwendig als bei Erwachsenen. Gerade die rasch durchzuführende Fixateuranlage erlaubt bei Kindern fast immer eine sofortige Vollbelastung der unteren Extremitäten im Rahmen der Rehabilitation. Auch bei der Immobilisierung osteosynthetisch versorgter Gelenkfrakturen ist die Anwendung des Fixateurs externe gegenüber der Gipsruhigstellung nicht nur für die Intensivbehandlung von Vorteil.

Bei der Versorgung offener Frakturen gelten die gleichen Regeln wie bei Erwachsenen. Debridement und Fasziotomie sind ebenso kompromisslos vorzunehmen [5].

Die Verwendung unaufgebohrter Marknägeln mit der damit verbundenen Einschwemmung von Blut- und Knochenmarkbestandteilen ist der Versorgung von Femur- und Tibiafrakturen Jugendlicher mit bereits verschlossenen Wachstumsfugen vorbehalten.

Impliziert die radiologische Diagnose isolierter Wachstumsfugenverletzungen bereits die eben genannten Probleme, so muss insbesondere bei polytraumatisierten Kindern auch beim Vorliegen wesentlich augenfälligerer und primär bedrohlicherer Schädigungen gezielt nach solchen Verletzungen gesucht werden [5].

Nichterkannte Epiphysenfrakturen manifestieren sich tragischer Weise häufig erst spät-sekundär mit der Folge schwer zu beeinflussender Wachstumsstörungen [5].

## 2 SPEZIELLER TEIL

### 2.1 Fragestellungen

- Welche Diagnosen übersieht man häufig bei kindlichem Polytrauma in den ersten 24 Stunden der Behandlung? Gibt es Unterschiede bei den zweizeitigen Diagnosen bei Kindern unter 10 Jahren im Verhältnis zu Kindern über 10 Jahren im Outcome?
- Wie oft verwendet man das Polytrauma-CT und wie oft andere radiologische Teiluntersuchungen (CT-Schädel, CT-Abdomen, Röntgen-Thorax...)?

### 2.2 Patienten und Methoden

#### 2.2.1 Studiendesign

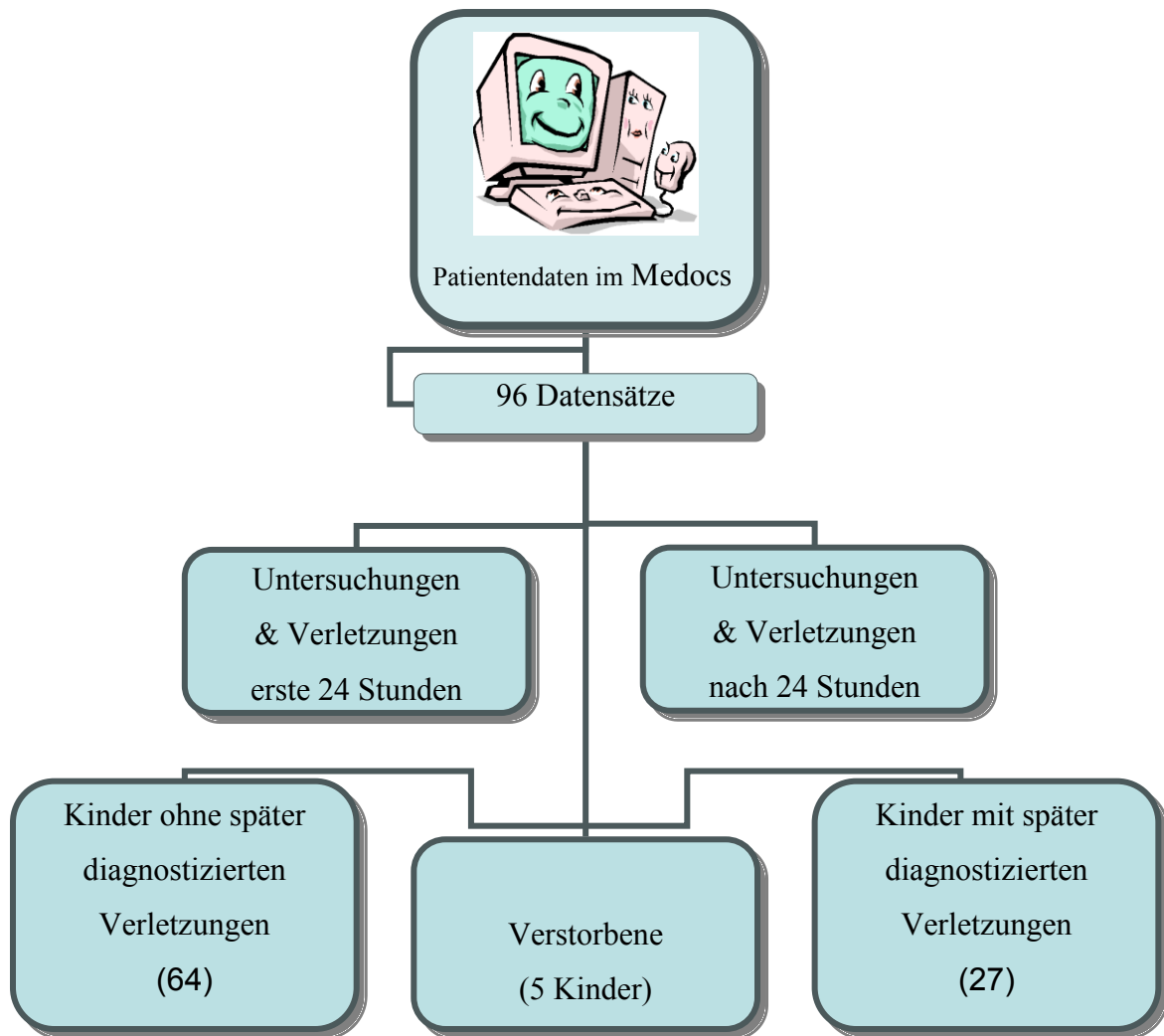
Es wurde eine retrospektive Analyse der schwerstverletzten Patienten <18Jahre über einen Zeitraum von 10 Jahren zwischen 1999 und 2009 an der Universitätsklinik für Jugend- und Kinderchirurgie durchgeführt. Eine Gesamtheit von 96 Patienten mit Polytrauma, 66 Knaben (Durchschnittsalter 12.7 Jahre) und 30 Mädchen (Durchschnittsalter 10.8 Jahre) haben die Kriterien erfüllt. Die Patienten waren zwischen 1 und 17 Jahre alt, unabhängig vom Geschlecht (Tabelle 5). Das durchschnittliche Alter der Patienten liegt bei 12.1 Jahren. Die Unfallursachen waren Motorradunfall, Autounfall, Überrolltrauma, Busunfall, Fußgänger, Höhenstürze und andere, in diese sechs Kategorien nicht zugeteilte Unfälle.

	Alle Kinder	Knaben	Mädchen
Mittelwert	12,1	12,7	10,8
Minimum	1	1	1
Maximum	17	17	17
Range	16	16	16
Median	14.5	15	11
Standardabweichung	4.8	4.5	5.2

**Tabelle 5: Statistische Daten der Patienten**

Neben den demographischen Daten wie Alter und Geschlecht wurden folgende Parameter dokumentiert: das Geburtsdatum, das Unfalldatum, die Unfallanamnese, ob der/die PatientIn intubiert wurde (am Unfallort/im Schockraum), Glasgow Coma Scale (GCS), das Labor, die Sonografie-Ergebnisse, die Volumensubstitution, die MR-Untersuchungen, die Anzahl der Tage auf der Intensivstation, die Anzahl der Tage stationär insgesamt, die Tage der Beatmung, der Blutersatz (FFP, EK), die Akutinterventionen (ZVK, Thoraxdrainage, Reanimation), die operative Interventionen in den ersten 24 Stunden, die Folgeoperationen, ob der/die PatientIn die Hirndrucksonde bekommen hat, der Verlauf der Krankengeschichte, das Outcome, die radiologische Untersuchungen in den ersten 24 Stunden, die radiologischen Untersuchungen nach 24 Stunden, die Verletzungen die man in den ersten 24 Stunden diagnostiziert hat, die Verletzungen die man nach den ersten 24 Stunden diagnostiziert hat. Das Outcome dieser Analyse wird in einer anderen Diplomarbeit von meiner Studienkollegin Özge Göksel vorgestellt und diskutiert.

Die Daten für die retrospektive Analyse wurden von der Klinik aus den Patientendaten im Medocs (Arztbriefe, Untersuchungsbefunde, Operationsberichte, Pflegeberichte, Entlassbriefe, bildgebende diagnostische Befunde und Ambulanzkarten) entnommen.



**Abbildung 9: Schematische Darstellung des Studiendesigns**

## 2.3 Statistik

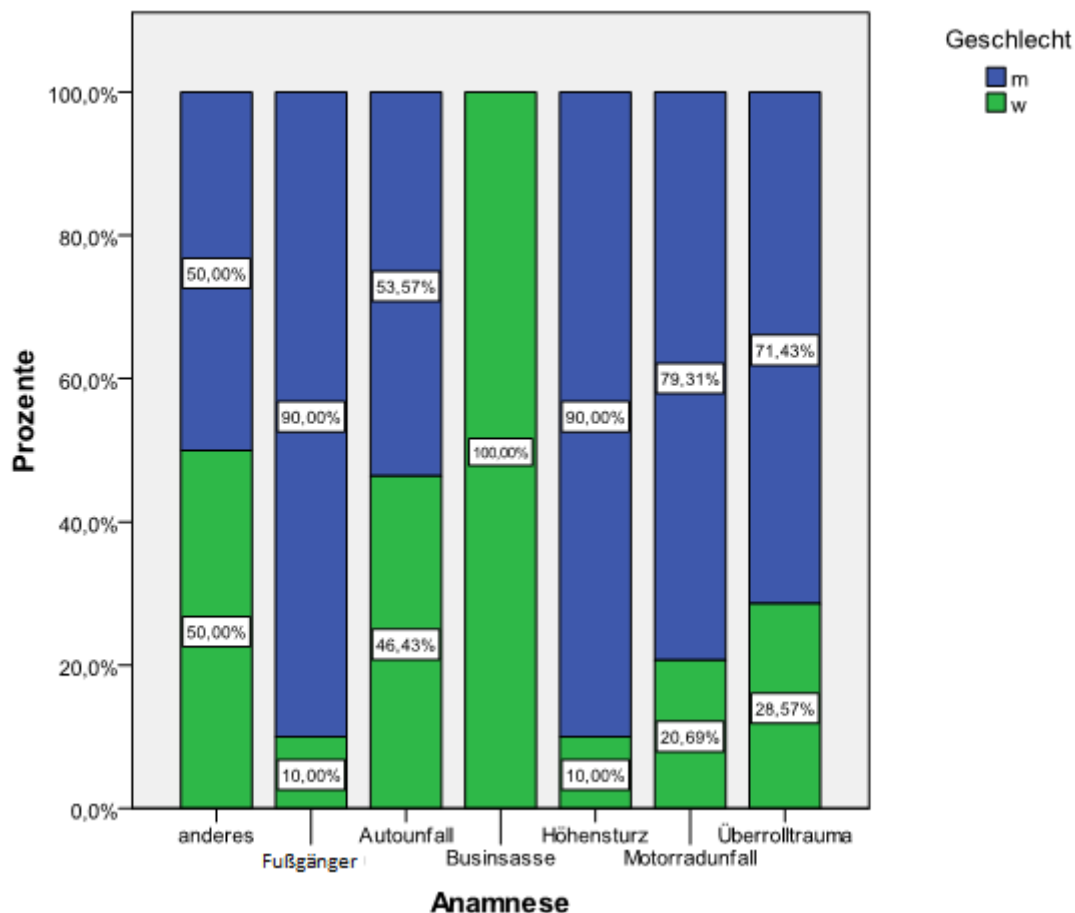
Alle Parameter wurden mit SPSS 17.0 für Windows (englische Version) deskriptiv untersucht.

Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Microsoft Office Excel 2003 und SPSS 17.0 für Windows.

## 2.4 Studienergebnisse

### 2.4.1 Vergleich der Geschlechter hinsichtlich der Anamnese

Die Geschlechter unterscheiden sich in der Anamnese die zum Unfall geführt hat wesentlich. Die Anamnese haben wir in 7 Kategorien unterteilt: Autounfall, Businsasse, Fußgänger, Höhensturz, Motorradunfall, Überrolltrauma und anderes (Abbildung 10).



**Abbildung 10: Vergleich der Geschlechter hinsichtlich Anamnese**

Knaben hatten im Vergleich zu Mädchen viel häufiger Höhensturze (90%) und sind als Fußgänger angefahren worden (90%), hatten schwere Motorradunfälle (79.3%) oder wurden überrollt (71.4%). Nur die Businsassen waren häufiger Mädchen, bei allen anderen Anamnesen waren Knaben wesentlich häufiger beteiligt.

Im Vergleich der Anamnesehäufigkeit zeigte sich, dass die häufigsten Ursachen der polytraumatisierten Kinder Autounfälle und Motorradunfälle waren, während nur 2% der Kinder Businsassen waren (Tabelle 6).

	Häufigkeit	Prozent
Gültig		
Anderes	10	10,4
Fußgänger	10	10,4
Autounfall	28	29,2
Businsasse	2	2,1
Höhensturz	10	10,4
Motorradunfall	29	30,2
Überrolltrauma	7	7,3
Gesamt	96	100,0

**Tabelle 6: Anamnesenhäufigkeit**

### 2.4.2 Stationärer Aufenthalt

Tabelle 6 zeigt den Vergleich der wichtigsten statistischen Parameter für das Alter und den stationären Aufenthalt der Kinder. Die längste Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation war 36 Tage mit einem Mittelwert von 7 (Standardabweichung  $\pm 8$ ). Der Mittelwert und Median für die Intensivtage unterscheiden sich nicht wesentlich, wobei es aber eine sichtbare Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Median für die Tage insgesamt gibt.

	Mittelwert	Gültige N	Standardabweichung	Median	Perzentil 75	Maximum	Minimum
Alter	12	96	5	15	16	17	1
Intensivtage	7	90	8	5	9	36	0
Tage gesamt	20	94	18	12	27	96	1

**Tabelle 7: Stationärer Aufenthalt**

### 2.4.3 Radiologische Untersuchungen der ersten 24 Stunden

Jedes polytraumatisiertes Kind wurde zuerst in den Schockraum gebracht und dort untersucht und behandelt. Die Untersuchungen im Schockraum waren radiologische Untersuchungen (CT und Röntgen) und Sonografie.

Unter den CT Untersuchungen, die man in den ersten 24 Stunden gemacht hat waren die häufigsten das CT des Schädels bei 36 Patienten (37.5%) und das CT Polytrauma bei 28 Patienten (29.2%). Bei 15 Kindern (15.6%) machte man ein CT Thorax, bei 9 Kindern (9.4%) das CT Abdomen und bei 7 Kindern (7.3%) das CT der HWS (Tabelle 8).

Untersuchung <24St	Zahl der Patienten	Prozentzahl (%)
CT Polytrauma	28	29,2
CT Schädel	36	37,5
CT Nasennebenhöhlen	1	1
CT HWS	7	7,3
CT WS	2	2
CT LWS	1	1
CT Thorax	15	15,6
CT Abdomen	9	9,4
CT Becken	3	3,1
CT Oberarm	0	0
CT Unterarm	0	0
CT Hand	0	0
CT Oberschenkel	0	0
CT Knie	1	1
CT Unterschenkel	0	0
CT Sprunggelenk	0	0
CT Fuß	2	2,1

**Tabelle 8: CT Untersuchungen in den ersten 24 Stunden**

Die am häufigsten verwendeten röntgenologischen Untersuchungen in den ersten 24 Stunden waren Röntgen Thorax bei 57 Kindern (59.5%) und Röntgen Schädel bei 43 Kindern (44.8%). Auch Röntgen der HWS, des Beckens, des Oberschenkels und des

Unterschenkels wurden häufig angewandt, wobei bestimmte Bereiche nur selten mit Röntgen untersucht wurden, zum Beispiel die Nasennebenhöhlen nur bei einem Kind (1%), die gesamte Wirbelsäule bei 2 Kindern (2.1%) oder die Schulter bzw. Ellbogen bei 6 Kindern (6.3%).

Untersuchung <24St      Zahl der Patienten      Prozentzahl (%)

Rö Schädel	43	44,8
Rö Nasennebenhöhlen	1	1
Rö HWS	27	28,1
Rö BWS	8	8,3
Rö LWS	10	10,1
Rö WS	2	2,1
Rö Thorax	57	59,4
Rö Schulter	6	6,3
Rö OA	7	7,3
Rö Ellbogen	6	6,3
Rö UA	14	14,6
Rö Hand	9	9,4
Rö Becken	26	27,1
Rö Abdomen leer	9	9,4
Rö OS	19	19,8
Rö Knie	6	6,3
Rö US	21	21,9
Rö Sprunggelenk	2	2,1
Rö Fuß	9	9,4
Rö Fuß	9	9,4

**Tabelle 9: Röntgen Untersuchungen in den ersten 24 Stunden**

#### **2.4.4 Radiologische Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden**

Nach dem Schockraum wurden die meisten Kinder gleich auf die Intensivstation gebracht und dort weiterbehandelt, einige schwer verletzte Kinder wurden auf die Normalstation verlegt. Man hat die schon diagnostizierten Verletzungen weiter beobachtet und untersucht und war aufmerksam auf noch übersehene Verletzungen. Auch hier hat man als Untersuchungsmethoden die radiologische Untersuchungen (CT und Röntgen) und Sonografie verwendet, bei bestimmten Fällen auch das MRT.

Nach den ersten 24 Stunden hat man weniger CT Untersuchungen gemacht, am häufigsten waren CT Becken bei 8 Kindern (8.3%), CT Abdomen bei 7 Kindern (7.3%) und CT Schädel bei 5 Kindern (5.2%). Das CT Polytrauma hat man hier nicht verwendet. Auch die CT Untersuchungen der Nasennebenhöhlen, der Wirbelsäule, des Oberarms und des Oberschenkels hat man bei keinem Patienten angewandt.

Untersuchung	Zahl der Patienten	Prozentzahl (%)
CT Polytrauma	0	0
CT Schädel	5	5,2
CT Nasennebenhöhlen	0	0
CT HWS	2	2,1
CT WS	0	0
CT LWS	4	4,2
CT Thorax	1	1
CT Abdomen	7	7,3
CT Becken	8	8,3
CT Oberarm	0	0
CT Unterarm	1	1
CT Hand	3	3,1
CT Oberschenkel	0	0
CT Knie	3	3,1
CT Unterschenkel	1	1
CT Sprunggelenk	4	4,2
CT Fuß	3	3,1

**Tabelle 10: CT Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden**

Es wurde bei 8 Kindern (8.3%) ein Thorax Röntgen durchgeführt Schädelröntgen hat man bei 2 Patienten (2.1%) verwendet. Röntgen Oberschenkel und Röntgen Becken hat man relativ häufig sekundär gefordert und zwar bei 8 Patienten (8.3%) bzw. bei 12 Patienten (12.5%). (Tabelle11).

Untersuchung	Zahl der Patienten	Prozentzahl (%)
Rö Schädel	2	2,1
Rö Nasennebenhöhlen	0	0
Rö HWS	3	3,1
Rö BWS	2	2,1
Rö LWS	4	4,2
Rö WS	0	0
Rö Thorax	8	8,3
Rö Schulter	7	7,3
Rö OA	8	8,3
Rö Ellbogen	2	9,4
Rö UA	6	6,3
Rö Hand	2	2,1
Rö Becken	12	12,5
Rö Abdomen leer	16	16,7
Rö OS	9	9,4
Rö Knie	5	5,2
Rö US	6	6,3
Rö Sprunggelenk	8	8,3
Rö Fuß	7	7,3

**Tabelle 11: Röntgen Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden**

### 2.4.5 Übersehene Verletzungen

Die meisten Verletzungen wurden gleich im Schockraum oder im Laufe der ersten diagnostischen Untersuchungen festgestellt. Während des gesamten stationären Aufenthalts hat man die schon diagnostizierten Verletzungen beobachtet, man war aber auf noch übersehene Verletzungen aufmerksam. Verletzungen die zusätzlich nach den ersten 24 Stunden gefunden und ebenso durch die Polytrauma verursacht wurden werden hier vorgestellt.

In der Auswertung wurden von 96 Einträgen 5 nicht berücksichtigt, da diese 5 Kinder (5.2%) während der ersten Tage ihres Klinikaufenthaltes verstorben sind, davon 3 Mädchen und 2 Knaben. Alle verstorbenen Kinder haben Schädelverletzungen erlitten, wobei alle ein Hirnödem hatten, 2 wiesen zusätzlich eine SAB auf und 2 weitere Kinder ein SHT Grad 2. Keines der 5 gestorbenen Kinder hatte eine nach

dem ersten Tag diagnostizierte Verletzung. Vier (80%) der Todesfälle geschahen in den ersten 4 Tagen des Klinikaufenthaltes (Median 3).

In den diagnostischen Untersuchungen hat man nach dem ersten Tag post Polytrauma bei 20 Patienten (20.8%) zusätzliche Verletzungen erfasst, bei 5 Kindern mehr als eine. Den später diagnostizierten Verletzungen wurde keine erhöhte Mortalität zugeschrieben (Tabelle 12).

Die Frakturen ergaben 57.7% (15 von 26) der übersehenen Verletzungen und beinhalteten 7 Verletzungen der Extremitäten, 2 Schädelfrakturen, 2 Wirbelfrakturen, 1 Rippenfraktur und 3 Beckenfrakturen. Die restlichen übersehenen Diagnosen resultierten aus unterschiedlichen Verletzungsmustern.

3 Kinder mit Thoraxverletzungen wurden erst später diagnostiziert; 3 Kinder hatten Lungenkontusionen, zwei haben dazu aspiriert.

Verspätete Diagnosen der intraabdominellen Verletzungen kamen bei 3 Kindern vor. Ein Kind hat eine Pankreaskontusion mit Pankreasödem erlitten und das zweite eine Milzruptur. Bei einem Kind hat man eine Aortenaneurysma diagnostiziert. Die übersehenen Kopfverletzungen waren eine SHT vom Typ 1 und eine traumatische Läsion der ACI. Man hat eine HWS Distorsion übersehen.

	Zahl	Prozent [%]
<b>Frakturen</b>	15	57.7
Extremitäten	7	
Kopf	2	
WS	2	
Rippen	1	
Becken	3	
<b>Thoraxverletzungen</b>	5	19.2
<b>Intraabdominelle Verletzungen</b>	3	11.5
<b>Kopfverletzungen</b>	3	11.52.1
<b>Gesamt</b>	26	100

**Tabelle 12: Übersehene Verletzungen**

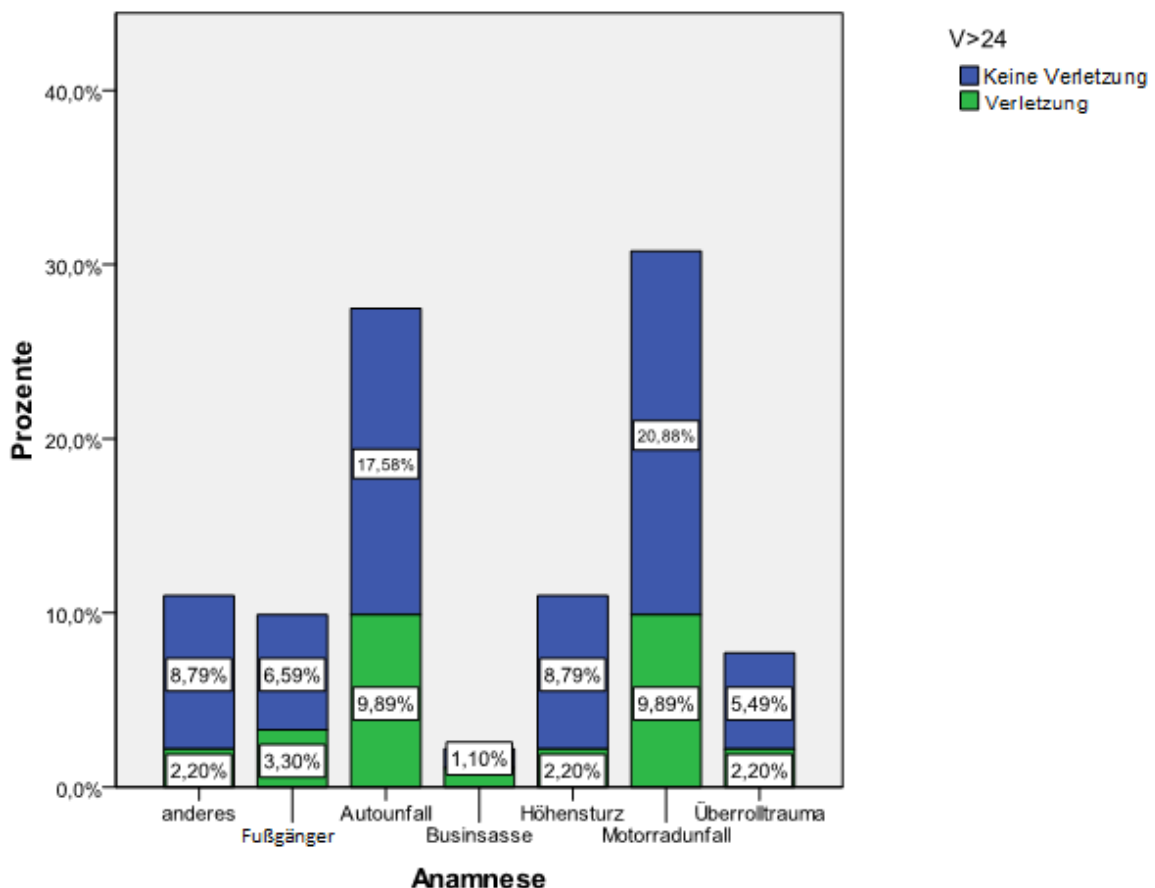
Die Tabelle 13 zeigt die wichtigsten statistischen Parameter der beiden Gruppen, also der Gruppe ohne später diagnostizierten Verletzungen und der Gruppe mit später diagnostizierten Verletzungen (die 5 verstorbenen Kinder wurden ausgeschlossen).

		V>24	
		Keine V.	Verletzungen
Alter	Mittelwert	13	11
	Gültige N	72	19
	Standardabweichung	4	5
	Median	15	11
	Perzentil 75	16	16
	Maximum	17	17
	Minimum	1	1
Intensivtage	Mittelwert	6	11
	Gültige N	72	19
	Standardabweichung	6	12
	Median	5	5
	Perzentil 75	9	12
	Maximum	29	36
	Minimum	0	0
Tage gesamt	Mittelwert	19	27
	Gültige N	72	19
	Standardabweichung	14	29
	Median	13	11
	Perzentil 75	27	27
	Maximum	71	96
	Minimum	2	5

**Tabelle 13: Statistische Parameter der Patienten mit und ohne später diagnostizierten Verletzungen**

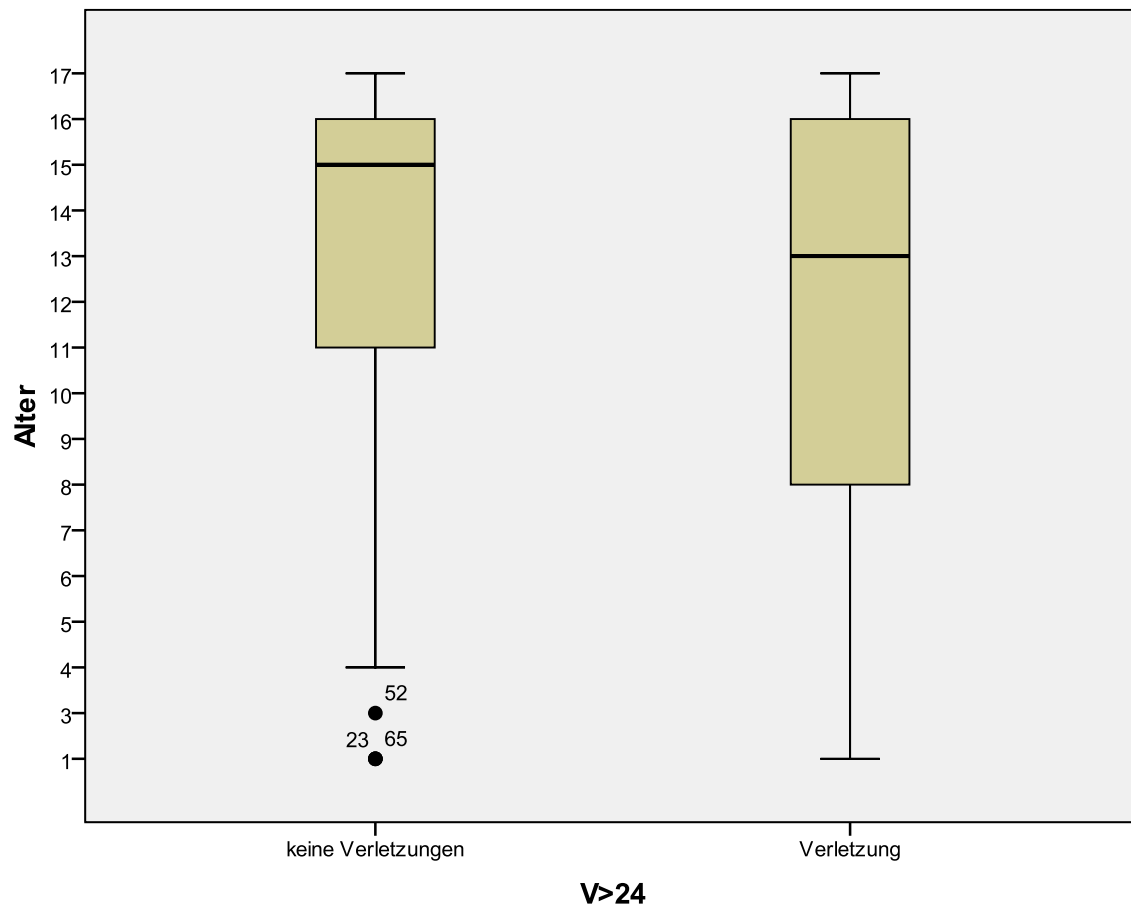
Interessanterweise zeigt die Gruppe mit später gefundenen Verletzungen einen niedrigeren Mittelwert und Median des Alters als die Gruppe ohne übersehene Verletzungen. Andererseits ist der Mittelwert der Intensivtage der Gruppe mit übersehenen Verletzungen wie zu erwartet höher als der Mittelwert der Gruppe ohne zusätzliche Verletzungen, obwohl der Median gleich ist. Ebenso zeigen auch die Tage gesamt einen höheren Mittelwert der Gruppe mit übersehenen Verletzungen.

Die Kinder mit der am häufigsten vorgekommenen Anamneseursachen (Autounfall und Motorradunfall) waren am meisten betroffen von den Verletzungen, die man erst nach dem ersten Tag des Unfalls bzw. des Krankenhausaufenthaltes diagnostiziert hat. In beiden Fällen waren das 9.9%. Die dritthäufigste Anamnese, die zu einer übersehenen Verletzung geführt hat war die Anamnese „angefahren“ mit 3.3% (Abbildung 11).



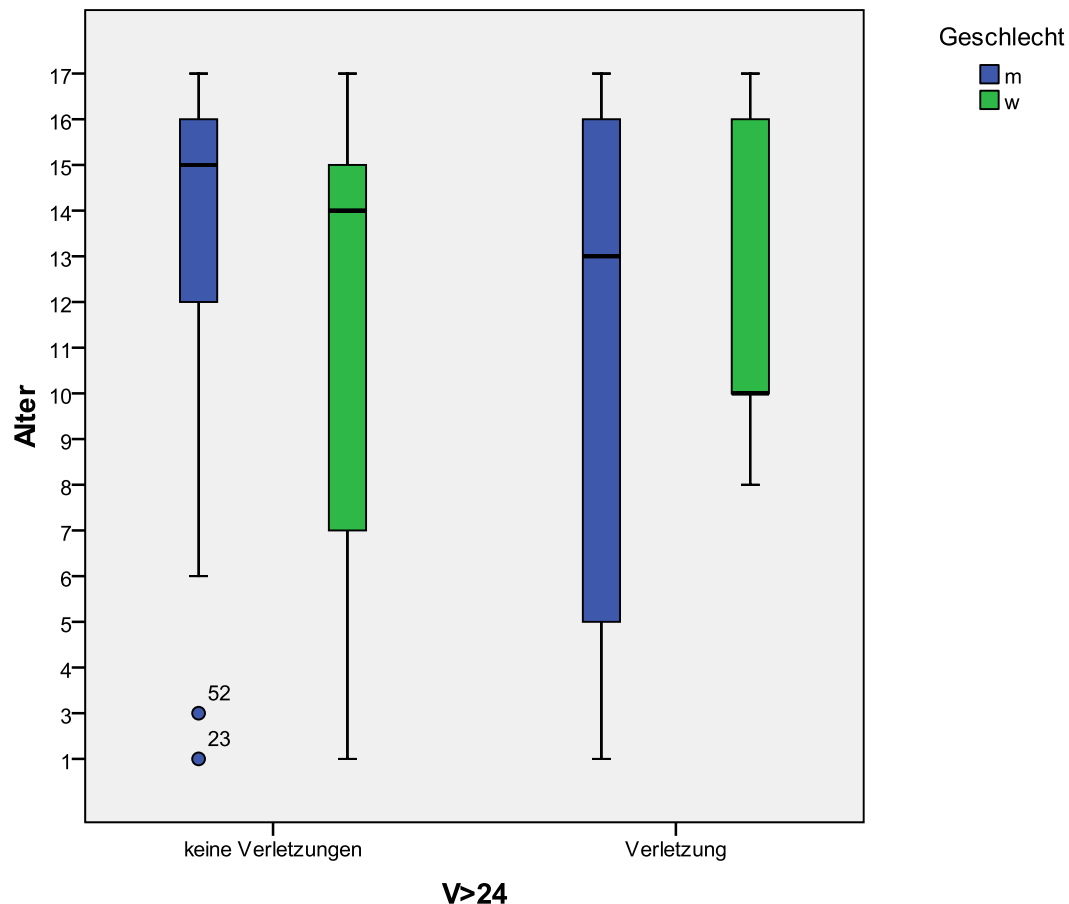
**Abbildung 11: Anamnese bei gefundenen Verletzungen nach den ersten 24 Stunden**

Bezüglich des Alters unterscheiden sich die beiden Gruppen (Gruppe mit und Gruppe ohne später diagnostizierten Verletzungen) nicht wesentlich (Abbildung 12).



**Abbildung 12: Alter bei übersehener Verletzung und bei nicht übersehener Verletzung**

Wenn man aber die beiden Gruppen innerhalb der Geschlechter vergleicht sieht man einen Unterschied vor allem in der Gruppe mit später diagnostizierten Verletzungen (Abbildung 13).

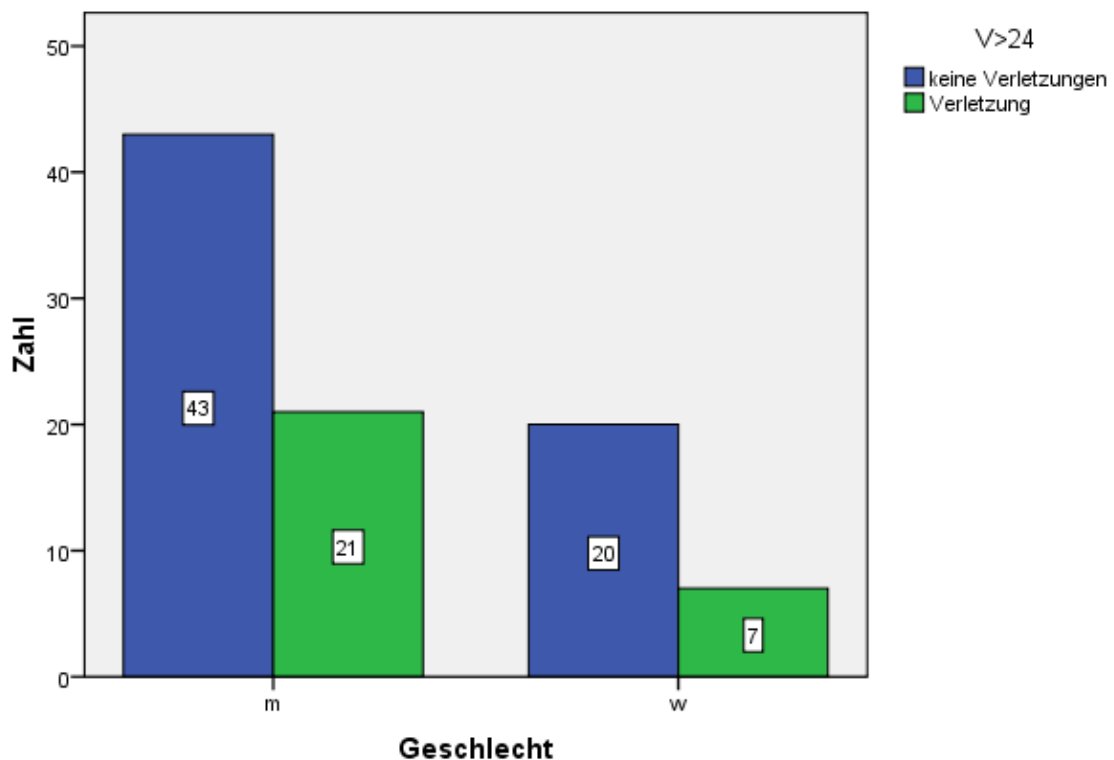


**Abbildung 13: Alter bei übersehener Verletzung und bei nicht übersehener Verletzung hinsichtlich Geschlecht**

Der Median der Knaben in der Gruppe der später diagnostizierten Verletzungen ist deutlich höher (13) als der Median der Mädchen (10). Dazu unterscheiden sich die Verhältnisse zwischen der Fläche oberhalb und der Fläche unterhalb des Medians wesentlich.

Während die Knaben der beiden Gruppen (mit und ohne übersehenen Verletzungen) mehr oder weniger jede Alterserscheinung hatten gibt es einen Unterschied bei den Mädchen; die Mädchen mit später diagnostizierten Verletzungen waren älter als die Mädchen der Gruppe ohne übersehene Verletzungen, obwohl die Gruppe einen niedrigeren Median zeigt.

Es ist zu erwähnen, dass es in beiden Gruppen deutlich weniger Mädchen gibt. Der Unterschied ist in der Gruppe der übersehenen Verletzungen noch bedeutsamer, da es fast 3-mal so viele Knaben als Mädchen gibt (Abbildung 14).



**Abbildung 14: Zahl der Knaben und der Mädchen mit/ohne übersehenen Verletzungen**

In der Tabelle 14 ist zu sehen, dass man bei Kindern mit später diagnostizierten Verletzungen immer auch noch zusätzliche Untersuchungen bestellt hat. In mehr als der Hälfte der Fälle waren es die Röntgenuntersuchungen. Im Vergleich dazu benutzte man in der Gruppe ohne zusätzliche Verletzungen ebenso am häufigsten das Röntgen. Bei 31.9% der Kinder ohne übersehene Verletzungen hat man nach den ersten 24 Stunden keine radiologischen Untersuchungen mehr bestellt.

		V>24	
		keine Verletzungen	Verletzung
U>24	Keine	23(31,9%)	2 (10,5%)
	CT	6 (8,3%)	0 (0%)
	Rö	29 (40,3%)	13 (68,4%)
	CT+Rö	14 (19,4%)	4 (21,1%)
	Total	72 (100%)	19 (100%)

**Tabelle 14: Untersuchungen nach den ersten 24 Stunden im Bezug zu später diagnostizierten Verletzungen**

Am häufigsten hat man Verletzungen nach den ersten 24 Stunden bei Kindern mit Schädelverletzungen bzw. mit Extremitätenverletzungen diagnostiziert, wie in Tabelle 15 vorgestellt. Wichtig ist zu sagen, dass die übersehenen Verletzungen häufiger waren, wenn bereits eine diagnostizierte Teilverletzung vorhanden war.

Verletzungen <24		V>24	
		keine Verletzungen	Verletzung
Schädel	Nein	27	7
	Ja	45	12
Thorax	Nein	30	9
	Ja	42	10
Abdomen+Becken	Nein	35	9
	Ja	37	10
Extremitäten	Nein	25	7
	Ja	47	12

**Tabelle 15: Verletzungen gefunden nach den ersten 24 Stunden im Bezug zu vorher gefundenen Verletzungen**

## 2.4.6 Vergleich der Daten für Kinder <10 Jahre und Kinder >10 Jahre

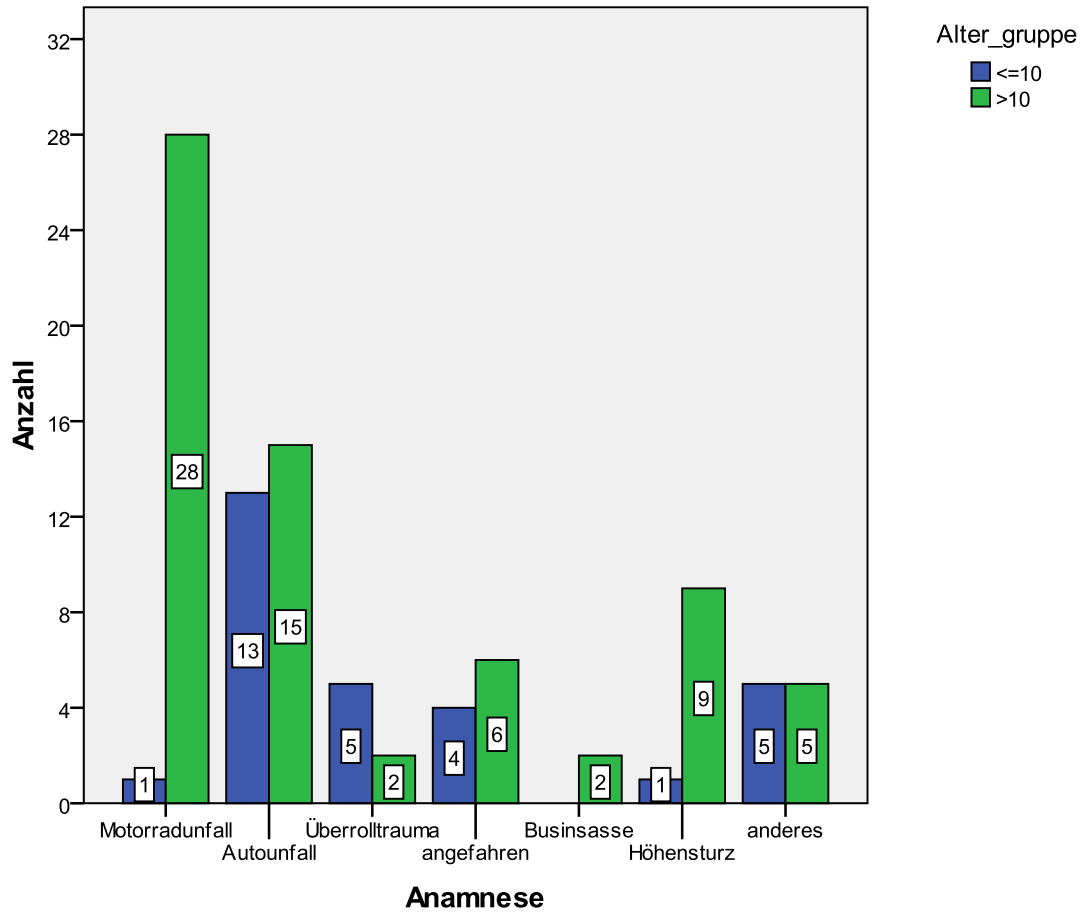
Tabelle 16 zeigt die Anzahl der später diagnostizierten Verletzungen bei Kindern im Alter von 10 Jahren oder jünger und bei Kindern die älter als 10 Jahre waren.

		Altersgruppe	
		<=10 Jahre	>10 Jahre
		Anzahl	Anzahl
V>24	keine Verletzungen	15	45
	Verletzung	11	13

**Tabelle 16: Anzahl der Kinder mit/ohne später diagnostizierten Verletzungen bezogen auf die Altersgruppe**

Bei den Kindern im Alter von 10 Jahren oder jünger hat man sehr häufig Verletzungen übersehen; nur 15 Kinder waren ohne Verletzungen, 11 Kinder hatten später diagnostizierte Verletzungen.

Wie in der Abbildung 15 dargestellt ist, ist die häufigste Anamnese der Altersgruppe über 10 Jahre Motorradunfall bei 28 Kindern und Autounfall bei 15 Kindern. Die Altersgruppe von Kindern im Alter von 10 Jahren oder jünger hatte am häufigsten einen Autounfall (15 Kinder) oder einen Höhensturz (9 Kinder).



**Abbildung 15: Anamnese bezogen auf Altersgruppe unter/gleich 10 Jahre und über 10 Jahre**

## 2.5 Diskussion

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit den Verletzungen der Kinder, die ein Polytrauma erlitten haben und auf der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie im LKH Graz behandelt wurden.

Die Studienpopulation war vorwiegend männlich, am häufigsten mit Verletzungen aufgrund eines Auto- oder Motorradunfalls. Bei jeder Anamnese außer Businsassen, waren häufiger Knaben betroffen. Schädelverletzungen waren die häufigste Todesursache, da alle 5 verstorbenen Kinder Schädelverletzungen aufwiesen.

In den ersten 24 Stunden hat man am häufigsten das CT des Schädels durchgeführt. Der Grund dafür kann einerseits die Vielzahl der Verletzungen, die ein Kind hatte sein, andererseits verschlechtern sich Kinder klinisch oft erst nach Stunden und zum anderen erschwert die Behandlung die Untersuchung der Bewusstseinslage. Auch das CT Polytrauma wurde in den ersten 24 Stunden sehr häufig angewandt und zwar bei 28 Patienten (Tabelle 8). Mit dieser diagnostischen Untersuchung kann man sehr schnelle und zufriedenstellende Ergebnisse bekommen. Von den röntgenologischen Untersuchungen hat man am häufigsten ein Röntgen des Thorax und des Schädels gemacht (Tabelle 9).

Im Vergleich zu den ersten 24 Stunden hat man danach wesentlich weniger CT Untersuchungen gemacht. Am häufigsten das CT Becken und das CT Abdomen verwendet, das CT Polytrauma wurde nicht angewandt. Das Röntgen des Abdomens war die am häufigsten angewandte röntgenologische Untersuchung.

Im Zentrum der Betrachtung lagen die übersehenen Verletzungen, die man nach den ersten 24 Stunden bei den Kindern gefunden hat. Es wurden bei 20 (20.8%) Patienten zusätzliche Verletzungen erfasst, ihnen wurde aber keine erhöhte Mortalität zugeschrieben (kein Kind mit zusätzlichen Verletzungen ist gestorben). Die häufigsten übersehenen Verletzungen waren Frakturen, und zwar Frakturen der Extremitäten.

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass das durchschnittliche Alter (der Mittelwert) bei Kindern mit übersehenen Verletzungen niedriger ist als bei Kindern ohne zusätzliche Verletzungen. Andererseits ist der Mittelwert der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation wie auch die Anzahl der Tage insgesamt bei den Kindern mit übersehenen Verletzungen eindeutig höher, obwohl der Median annähernd gleich ist.

Der Grund dafür könnte einerseits die größere Anzahl der Verletzungen bei den Kindern mit übersehenen Verletzungen und damit die verlängerte Therapiedauer sein, andererseits erscheint es sinnvoll, dass man sekundär Diagnostik nachholt als initial unnötige Strahlenbelastung zu produzieren.

Wie zu erwarten, waren die wichtigsten und häufigsten Anamnesen der Auto- und der Motorradunfall, das waren auch die häufigsten Anamnesen bei den Verletzungen unter 24 Stunden. Bezüglich des Alters gab es in der Analyse keine wesentlichen Unterschiede in den beiden Gruppen mit Verletzungen die vor und nach den 24 Stunden diagnostiziert wurden. Genauer betrachtet, sieht man in der Abbildung 13 jedoch einen deutlichen Unterschied in der Gruppe der Verletzungen nach den 24 Stunden und im Vergleich der Mädchen in den beiden Gruppen. Der Median der Knaben in der Gruppe der später diagnostizierten Verletzungen ist höher als der Median der Mädchen der gleichen Gruppe. Wie zu vermuten ist, waren in beiden Gruppen die Mädchen seltener von den Verletzungen betroffen (Abbildung 14), sie waren beim Unfall auch meistens älter als die Knaben.

Bei den Kindern mit später diagnostizierten Verletzungen wurden wie bei Kindern ohne zusätzliche Verletzungen häufiger nur Röntgen Untersuchungen bestellt

Die übersehenen Verletzungen in der pädiatrischen Polytraumapopulation stellen in dieser Analyse 20.8% da, sie führten aber zu keinem Mortalitätsanstieg. Mehr Aufmerksamkeit sollte den Patienten, die einen Motorradunfall hatten geschenkt werden, weil sie mit einer viel höheren Rate von übersehenen Verletzungen assoziiert sind.

## 2.6 Schlussfolgerungen

Die Verletzungen die man übersehen hatte, zeigten keine erhöhte Mortalität. Dies sollte man bedenken und nicht die Anzahl der zu fordernder Diagnostik aufgrund der primär übersehenen Verletzungen erhöhen, sondern die Eltern darüber aufklären, dass man sekundäres Röntgen -entsprechend der Klinik- durchführt und es durchaus zu zweizeitigen Diagnosen kommen kann, die in der Regel nur selten die Dauer des stationären Aufenthaltes verlängern oder einer besonderen Therapie bedürfen. Ein standisierter zweiter Check up jedes polytraumatisierten Kindes im Verlauf sollte zum Klinikalltag gehören.

## LITERATURVERZEICHNIS

---

- [1] Furnival RA, Woodward GA, Schunk JE. Delayed Diagnosis of Injury in Pediatric Trauma. *Pediatrics*. 1996;98:56-62
- [2] Beaty JS, Chendrasekhar A, Hopkins J et al. Missed Injuries in Pediatric Trauma Patients
- [3] Van der Sluis CK, Kingma J, Eisma WH, et al. Pediatric polytrauma: Short-term and long-term outcomes. *J Pediatr Surg*. 1997;33:799.
- [4] Vladka S, Poenaru D, Dueck A. Long-term disability after trauma in children. *J Pediatr Surg*. 2000;35:684-7.
- [5] Walz M, Kälicke T, Muhr G. Das polytraumatisierte Kind. In: Weinberg AM, Tscherne H, eds. *Unfallchirurgie im Kindesalter: 2 Untere Extremität Körperhöhlen Besonderheiten des kindlichen Skelettes*. Heidelberg: Springer; 2006. p. 919-33.
- [6] Peery CL, Chendrasekhar A, Paradise NF et al. Missed injuries in pediatric trauma. *Am Surg* 1999;65:1067–9.
- [7] Touloukian RJ, eds. *Pediatric trauma*. New York: Wiley; 1978.
- [8] Degenhardt P, Klebe C, Bail HJ. Kindernotfälle Traumatologische Notfälle (Teil II): Frakturen im Wachstumsalter und das kindliche Polytrauma. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2009;44:445-53.
- [9] Von Schweinitz D, Ure B. *Kinderchirurgie: Viszerale und allgemeine Chirurgie des Kindesalters*. Heidelberg: Springer; 2009. p.
- [10] Coran AG, Harris BH. *Pediatric Trauma: Proceeding of the Third National Conference*. Philadelphia: J. B. Lippincott Company; 1990.
- [11] Wikipedia
- [12] Williams BG, Hlaing T, Aaland MO. Ten-year retrospective study of delayed diagnosis of injury in pediatric trauma patients at a level II trauma center. *Pediatr Emerg Care*. 2009;25:489-93.
- [13] Hannan EL, Farrell LS, Meaker PS, Cooper A. Predicting Inpatient Mortality for Pediatric Trauma Patients With Blunt Injuries: A Better Alternative. *J Pediatr Surg*. 2000;35:155-9.
- [14] Potoka DA, Schall LC, Ford HR. Development of a Novel Age-Specific Pediatric Trauma Score. *J Pediatr Surg* 2001;36:106-112.

- 
- [15] Russel JA. The current management of septic shock. *Minerva Med.* 2008;99:431-58.
- [16] Martin C, Falcone RA Jr. Pediatric traumatic brain injury: an update of research to understand and improve outcomes. *Curr Opin Pediatr.* 2008;20:294-9.
- [17] Willis AP, Latif SA, Chandratre S, et al. Not a NICE CT protocol for the acutely head injured child. *Clin Radiol* 2008;63:165–9.
- [18] Balci AE, Kazez A, Eren S, Ayan E, Ozalp K, Eren MN. Blunt thoracic trauma in children: review of 137 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26:387-392.
- [19] Chaumoître K, Merrot T, Petit P, Panuel M. Thoracic and abdominal trauma in children. *J Radiol.* 2008;89:1871-88.
- [20] Benya EC, Lim-Dunham JE, Landrum O, Statter M. Abdominal Sonography in Examination of Children with Blunt Abdominal Trauma. *AJR* 2000;174:1613-1616.
- [21] Brown RL, Brunn MA, Garcia VF. Cervical spine injuries in children: a review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg.* 2001;36:1107-14.
- [22] Platzer P, Jaendl M, Thalhammer G, et al. Cervical spine injuries in pediatric patients. *J Trauma.* 2007;62:389-96.
- [23] [No authors listed]. Management of pediatric cervical spine and spinal cord injuries. *Neurosurgery.* 2002;50:S85-99.
- [24] Momiy JP, Clayton JL, Villalba H, et al. Pelvic fractures in children. *Am Surg.* 2006;72:962-5.
- [25] Falchi M, Rollandi GA. CT of pelvic fractures. *Eur J Radiol.* 2004 Apr;50(1):96-105.
- [26] Regel G, Bayeff FM. Diagnosis and immediate therapeutic management of limb injuries. A systematic review of the literature. *Unfallchirurg.* 2004;107:919-26.

---

# LEBENS LAUF

## Persönliche Daten

Vor- und Familienname	Tina Bizjak
Geburtsdatum	09.01.1985
Geburtsort	Ljubljana, Slowenien
Derzeitiger Wohnort	Ragnitzstraße 11, 8010 Graz

## Schulbildung

September 1990 – Juni 2000	Volksschule in Maribor, Slowenien
September 2000 – Juni 2004	II. Gymnasium Maribor, Slowenien

## Studium

seit 2004 bis voraussichtlich 2011	Medizinstudium an der Medizinischen Universität Graz
------------------------------------	---

## Famulaturen

1.2. – 28.2.2009	Hospital das Clinicas of the University of São Paulo, Digestive Surgery Division – Department of Gastroenterology
6.4. – 17.4.2009	University Clinical Centre Maribor (Slowenien), Fachabteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe
31.8. – 25.9.2009	University Clinical Centre Maribor (Slowenien), Kinderklinik
12.4. – 30.4.2010	University Clinical Centre Maribor (Slowenien), Fachabteilung für Kardiochirurgie

---

### **Wissenschaftliche Arbeiten:**

Schuljahr 2002/03	Vergleichen des Kromosomenbildes eines gesunden Menschen und eines Menschen mit Leukämie, Universitätskrankenhaus Maribor, Genetik, Slowenien
Monat Juli 2007	Study Effect of acute Exposure to Cadmium on estrogenic Responses in Rat Uterus, University of Chile Medical School, Chile
04/2009 – 10/2010	Interleukin-6 Studie im LKH Graz, Fachabteilung für Thoraxchirurgie, Österreich

### **Publizierte Artikel:**

August 2009	Praktikum in Brasilien
Oktober 2010	Chagas Erkrankung

### **Besuchte Kongresse:**

Oktober 2008	Notfallmedizin, Hotel Habakuk Maribor
Oktober 2009	Mitarbeiterin bei Grazer Fortbildungstagen, Kongress Graz
März 2010	Die Medizin und das Zivilrecht, Universität Maribor

### **Zertifikate:**

- Modern Methods for Measuring Body Composition
- Erste Hilfe in der Pädiatrie

---

### **Vertiefte Ausbildung:**

Dezember 2006	Modernste Methoden zur Messung der Body Composition
Januar 2006	Klinisch topografische Anatomie der Extremitäten
Januar 2007	Klinisch topographische Anatomie der Eingeweide
Dezember 2008	Case based learning in Klinik und Praxis
Januar 2010	Notfallmedizin

### **Besondere Kenntnisse:**

Englisch	fließend
Spanisch	fließend
Slowenisch	fließend
Kroatisch	fließend
Französisch	Grundkenntnisse
Italienisch	Grundkenntnisse