

Diplomarbeit

**Retrospektive Evaluierung von schwer verletzten
Kindern und Jugendlichen nach Versorgung im
Schockraum von 2017 bis 2022**

eingereicht von

Viktoria Wildbacher

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde
(Drⁱⁿ. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendchirurgie

unter der Anleitung von

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. med. univ. Georg Singer

Univ. FÄ Drⁱⁿ. med. univ. Christina Flucher

Graz, 20.06.2025

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.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 20.06.2025

Viktoria Wildbacher eh.

Zusammenfassung in Deutsch

Einleitung:

Unfälle im Kindes- und Jugendalter sind keine Seltenheit. Verletzungen können sich hierbei in jeglichen Lebensbereichen wie im Straßenverkehr oder bei Freizeitaktivitäten ereignen. Bei besonders schwerwiegenden Traumata ist eine Versorgung im Schockraum erforderlich. Diese Diplomarbeit analysiert die häufigsten Unfallursachen und die daraus resultierenden Verletzungsmuster von Kindern und Jugendlichen, die im Schockraum behandelt wurden,

Material und Methoden:

In dieser Diplomarbeit wurden retrospektiv alle Schockraumpatient*innen, die im Zeitraum von 2017 bis 2022 an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz versorgt wurden, analysiert. Die Notarztprotokolle dienten zur präklinischen und die Patientenakten zur innerklinischen Datenermittlung. Zur Beurteilung der Verletzungsschwere wurde der Injury Severity Score herangezogen. Neben den Unfallursachen und den verletzten Körperregionen wurden auch durchgeführte Operationen, die stationäre und intensivmedizinische Aufenthaltsdauer, , weitere notfallmedizinische Parameter sowie das Outcome der Patient*innen analysiert. Unterschiede zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen wurden dabei berücksichtigt. Metrische Daten wurden auf Normalverteilung überprüft, für nominale und ordinale Daten wurden die absoluten und prozentuellen Häufigkeiten errechnet. Gruppenvergleiche wurden je nach Stichprobe mittels Chi-Quadrat-Test, Kruskal-Wallis-Test oder Mann-Whitney-U-Test ermittelt. Korrelationskoeffizienten wurden entweder nach Pearson oder Spearman berechnet.

Ergebnisse:

Insgesamt wurden 194 Personen in diese Studie aufgenommen, 51 Mädchen und 143 Jungen im Alter von null bis 17 Jahren, wobei das durchschnittliche Alter bei $10,78 \pm 5,13$ Jahren lag. Verkehrsunfälle waren mit 47,9 % die häufigste Unfallursache, gefolgt von Sport- und Freizeitunfällen mit 24,7%. Moped- sowie Ski- und Snowboardunfälle dominierten als Subkategorien. Mehr als die Hälfte (54,6%) aller Verletzungen ereignete sich bei Jugendlichen (13. bis 18. Lebensjahr). Im Mittel waren Patienten etwas älter als Patientinnen (M: $10,78 \pm 5,3$ Jahre vs. W: $10,76 \pm 4,7$ Jahre), wobei dies statistisch nicht bestätigt werden konnte. Nach Extremitätenverletzungen (43,3%) kam es am häufigsten zu multiplen Verletzungen (34,5%). 73,2% aller Verletzungen heilten ohne Folgeschäden aus, während

6,7% tödlich endeten. Mädchen (43,1%) waren häufiger polytraumatisiert als Jungen (24,5%). Es bestanden signifikante Zusammenhänge zwischen dem Injury Severity Score und Unfallursachen, notwendigen Operationen sowie Intensivstationsaufenthalten. 78,4% der Hauptdiagnosen und 72,2% aller Diagnosen wurden vom Notarzt/der Notärztin richtig erhoben. Der Transport erfolgte meist per Hubschrauber (62,9%).

Zusammenfassung:

Im Rahmen dieser Arbeit konnten umfassende Erkenntnisse über das Verletzungsgeschehen, die zugrundeliegenden Unfallursachen sowie die prognostischen Verläufe bei schwerverletzten Kindern und Jugendlichen gewonnen werden. Die Ergebnisse wurden im Kontext bestehender nationaler und internationaler Forschungsliteratur diskutiert und interpretiert.

Abstract in English

Introduction:

Accidents during childhood and adolescence are not uncommon. Injuries can occur in all areas of life, such as in road traffic or during leisure activities. In cases of particularly severe trauma, treatment in a trauma center is required. This thesis provides a comprehensive insight into and analyzes the most common causes of accidents and the resulting injury patterns in children and adolescents who were treated in the trauma room.

Material and Methods:

In this diploma thesis, all shock room patients who were treated at the Department of Paediatric and Adolescent Surgery in Graz between 2017 and 2022 were retrospectively analyzed. The emergency physician protocols were used for preclinical data collection and the patient records for in-hospital data collection. The injury severity was assessed applying the Injury Severity Score. Accident causes, injured body regions, surgeries, length of inpatient and intensive care stays other emergency medical parameters, and patient outcomes were assessed. Sex and age group differences were also taken into account. Metric data were tested for normal distribution. Nominal and ordinal data are shown as absolute and relative frequencies. Group comparisons were determined using the Chi-Square test, the Kruskal-Wallis test or the Mann-Whitney-U test, depending on the sample. The correlation coefficient was calculated using Pearson or Spearman.

Results:

A total of 194 patients were included in this study, 51 girls and 143 boys between the age of 0 and 17, with an average age of 10.78 ± 5.13 years. Road traffic accidents were the most common cause of accidents with 47.9%, followed by sports and leisure accidents with 24.7%. Moped accidents as well as skiing and snowboarding accidents dominated as subcategories. More than half (54.6%) of all injuries occurred among adolescents (ages 13 to 18). On average, male patients were older than female patients (M: 10.78 ± 5.3 years vs. W: 10.76 ± 4.7 years), but without a statistically significant difference. After extremity injuries (43.3%), multiple injuries were most common (34.5%). 73.2% of all injuries healed without long-term sequelae, while 6.7% of all injuries ended deadly. Girls (43.1%) suffered polytraumatic injuries more often than boys (24.5%). There were significant correlations between the Injury Severity Score and the causes of accidents, operations and stays at the

intensive care unit. 78.4% of the main diagnoses and 72.2% of all diagnoses were correctly determined by the emergency physician. Transportation was primarily by helicopter (62.9%).

Conclusion:

Comprehensive insights concerning injury patterns, the causes and mechanism of accidents and the prognostic outcomes of severely injured children and adolescents could be gained. The results were discussed and interpreted in context with national and international research literature.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung.....	IX
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines zur Kinder- und Jugendchirurgie Graz.....	1
1.2 Das verletzte Kind	1
1.3 Verletzte Körperregionen	1
1.3.1 Kopf.....	1
1.3.2 Extremitäten.....	2
1.3.3 Thorax.....	2
1.3.4 Abdomen	2
1.3.5 Becken	3
1.3.6 Wirbelsäule.....	3
1.4 Schockraummanagement.....	4
1.4.1 Indikationen	4
1.4.2 Räumliche Anforderungen	4
1.4.3 Personelle Anforderungen	5
1.5 ABCDE-Schema.....	6
1.6 ATLS	7
1.7 ERC	7
1.8 Scoringsysteme.....	8
1.8.1 AIS.....	8
1.8.2 ISS	9
1.8.3 GCS	10
1.8.4 SOFA-Score	11
1.8.5 NACA-Index	12
1.9 Unfallforschung.....	13
1.9.1 Beispiel „Straßenverkehr“	13
1.10 Unfallprävention.....	13
1.10.1 Präventionsansätze.....	14
1.10.2 Elternpflicht	14
1.10.3 Faktor „Sicherheit“	14
1.10.4 Ziele	14
1.11 Unfallverhütung an der Kinder- und Jugendchirurgie Graz.....	14
1.12 Ziel der Diplomarbeit	15
2 Material und Methoden	16
2.1 Patienten*innenkollektiv	16
2.2 Datenerhebung.....	16
2.3 Datenverarbeitung	17
2.4 Unfallursachen und Art des Unfalls	18
2.5 Altersgruppen	18
3 Ergebnisse.....	19
3.1 Übersicht.....	19
3.2 Alter.....	19
3.2.1 Altersverteilung nach Geschlecht.....	20
3.2.2 Altersgruppen	21
3.2.3 Kleinkinder	22

3.2.4	Schulkinder	22
3.2.5	Jugendliche	23
3.3	Unfallursachen.....	23
3.3.1	Art des Unfalls.....	23
3.3.2	Unfallursache nach Geschlecht	24
3.3.3	Unfallursache und Operationen	27
3.3.4	Aufenthalt auf der Intensivstation und Operationen.....	27
3.3.5	Aufenthalt auf der Intensivstation und Unfallursache.....	28
3.4	Outcome	28
3.4.1	Outcome und Geschlecht.....	29
3.4.2	Outcome und verletzte Körperregionen	30
3.4.3	Vollständige Ausheilung	30
3.4.4	Bleibende Schädigung	31
3.4.5	Exitus letalis	31
3.5	Verletzte Körperregionen	32
3.5.1	Geschlechterspezifische Auswertungen	32
3.5.2	Verletzte Körperregionen und zusätzliche Verletzungen.....	34
3.5.3	Kombinationsverletzungen.....	35
3.6	Polytrauma.....	36
3.6.1	Polytrauma und verletzte Körperregionen.....	37
3.6.2	Polytrauma und Anzahl der Verletzungen.....	38
3.7	Injury Severity Score	38
3.7.1	ISS nach Geschlecht	38
3.7.2	ISS und Unfallursache	39
3.7.3	ISS verglichen mit weiteren Parametern	40
3.8	Glasgow Coma Scale.....	42
3.8.1	GCS präklinisch.....	42
3.8.2	GCS im Schockraum	42
3.8.3	GCS-Vergleich	42
3.9	NACA-Score	43
3.9.1	NACA-Score und korrigierte Unfallursache	43
3.9.2	NACA-Score und Operation	44
3.9.3	NACA-Score und Aufenthalt auf der Intensivstation.....	44
3.9.4	NACA-Score und Aufenthaltsdauer stationär	45
3.10	Richtige Hauptdiagnose.....	46
3.11	Übereinstimmung aller Diagnosen	47
3.12	Traumaregister.....	48
3.13	Transportart	48
3.13.1	Transportart und NACA-Score.....	48
3.13.2	Transportart und korrigierte Unfallursache	49
3.13.3	Transportart und verletzte Körperregion	50
4	Diskussion	51
5	Limitation	57
6	Conclusio.....	58
7	Literaturverzeichnis	59

Abkürzungen und deren Erklärung

AIS	Abbreviated Injury Scale
AO-Klassifikation	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen-Klassifikation
ATLS	Advanced Trauma Life Support
CT	Computertomografie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
ERC	European Resuscitation Council
ESA	European Society of Anaesthesiology
ESTES	European Society for Trauma and Emergency Surgery
ETC	European Trauma Course
EuSEM	European Society for Emergency Medicine
GCS	Glasgow Coma Scale
IDB	Injury Database
IQR	Interquartilsabstand
ISS	Injury Severity Score
KAGes	Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft
L17	B-Führerschein mit 17 Jahren
LKH	Landeskrankenhaus
Md	Median
NACA	National Advisory Committee of Aeronautic
NISS	New Injury Severity Score
PKW	Personenkraftwagen
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment
StISS	Styrian Injury Surveillance System
TRISS	Trauma Score and Injury Severity Score
Univ.-Klinik	Universitätsklinik

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Foto: Schockraum der Kinder- und Jugendchirurgie Graz.....	5
Abbildung 2 Geschlechterverteilung	19
Abbildung 3 Altersverteilung	20
Abbildung 4 Altersverteilung nach Geschlecht.....	20
Abbildung 5 Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen	21
Abbildung 6 Art des Unfalls.....	24
Abbildung 7 Unfallursache nach Geschlecht	26
Abbildung 8 Korrigierte Unfallursache nach Geschlecht.....	26
Abbildung 9 Unfallursache und Operation.....	27
Abbildung 10 Unfallursache und Aufenthalt auf der Intensivstation.....	28
Abbildung 11 Häufigkeitsverteilung des Outcomes.....	29
Abbildung 12 Häufigkeiten der verletzten Körperregionen	32
Abbildung 13 Verteilung der verletzten Körperregionen nach Geschlecht	33
Abbildung 14 Anzahl verletzter Körperregionen nach Geschlecht.....	34
Abbildung 15 Häufigkeitsverteilung des Polytraumas	37
Abbildung 16 Häufigkeitsverteilung von Polytrauma und verletzten Körperregionen.....	38
Abbildung 17 Boxplots: ISS und korrigierte Unfallursache	40
Abbildung 18 Boxplots: ISS und verletzte Körperregion	41
Abbildung 19 Boxplots: ISS und Outcome	41
Abbildung 20 NACA-Score und korrigierte Unfallursachen	44
Abbildung 21 NACA-Score und Aufenthalt auf der Intensivstation	45
Abbildung 22 Boxplots: NACA-Score und Aufenthaltstage stationär.....	46
Abbildung 23 Häufigkeitsverteilung der richtigen Hauptdiagnose.....	47
Abbildung 24 Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmung aller Diagnosen.....	47
Abbildung 25 Häufigkeitsverteilung der Transportart	48
Abbildung 26 Transportart und NACA-Score.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Indikationen zur Alarmierung des Schockraumteams.....	4
Tabelle 2 Schweregrad der Verletzungen der AIS	9
Tabelle 3 Vergleich GCS versus Kinder GCS	11
Tabelle 4 SOFA-Bewertungssystem	12
Tabelle 5 NACA-Score	12
Tabelle 6 Übersicht der Altersgruppen in absoluten und relativen Zahlen	22
Tabelle 7 Subkategorien nach Geschlecht.....	25
Tabelle 8 Outcome nach Geschlecht	29
Tabelle 9 Übersicht über Outcome und verletzte Körperregionen.....	30
Tabelle 10 Häufigkeitsverteilung zwischen einzelnen korrigierten Unfallursachen und vollständiger Ausheilung.....	31
Tabelle 11 Häufigkeitsverteilung verletzter Körperregionen.....	35
Tabelle 12 Darstellung der Kombinationsverletzungen mittels Heatmap.....	36
Tabelle 13 GCS-Vergleiche.....	43
Tabelle 14 NACA-Score	43

1 Einleitung

1.1 Allgemeines zur Kinder- und Jugendchirurgie Graz

Die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie der Medizinischen Universität Graz versorgt in der Notfallambulanz jährlich circa 55.000 Kinder und Jugendliche, wobei ungefähr 170 Patient*innen davon schwer verletzt sind und im Schockraum behandelt werden müssen (1). Als überregionales Traumazentrum ist die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz für die maximale Versorgung der Patient*innen aus der gesamten Steiermark und dem südöstlichen Raum Österreichs zuständig (2).

1.2 Das verletzte Kind

Die pädiatrische Traumaversorgung setzt sich speziell mit den anatomischen und pathophysiologischen Besonderheiten von Kindern und Jugendlichen auseinander (3). Verantwortlich für schwere Polytraumata im Kindes- und Jugendalter sind hauptsächlich Unfälle. Während Verkehrsunfälle alle Altersgruppen von Kindern und Jugendlichen betreffen, ist bei Säuglingen und Kleinkindern der Sturz aus einer gewissen Höhe als häufiges Ereignis zu erwähnen. Ab dem Schulkindalter häufen sich Fußgänger- und Radfahrurfälle, da die Kinder nun mehr in den Straßenverkehr eingebunden sind. Ebenso muss an Missbrauch und Suizidversuche gedacht werden (4).

Selbst schwere traumatische Verletzungen können bei Kindern und Jugendlichen im Gegensatz zu älteren Personen oft gut ausheilen. Den wichtigsten Prädiktor dafür stellt allerdings die Schwere des Schädelhirntraumas dar. Zusätzlich spielen für das Outcome der Patient*innen eine intensive Rehabilitation, langfristige Nachsorge und psychologische Aufarbeitung des Traumas eine entscheidende Rolle (5).

1.3 Verletzte Körperregionen

1.3.1 Kopf

Kopfverletzungen im Rahmen von Polytraumata kommen mit 67-78% bei Kindern und Jugendlichen deutlich häufiger vor als bei Erwachsenen (6). Das Schädel-Hirn-Trauma stellt somit nicht nur die häufigste Verletzung bei Kindern dar, sondern ist auch die führende Todesursache. Anatomisch bedingt haben besonders Säuglinge und Kleinkinder ein erhöhtes

Risiko für intrakranielle Verletzungen wie Frakturen oder Blutungen aufgrund kaum ausgeprägter Schutzmechanismen, des im Verhältnis zum restlichen Körper großen und schweren Kopfes sowie der noch nicht vollständig entwickelten Knochen und Muskulatur. Wird die Indikation einer operativen Sanierung von Schädel-Hirn-Verletzungen gestellt, so sind diese bei Kindern von höchster Priorität und die Intervention ist deutlich früher einzuleiten als bei Erwachsenen (4,7).

1.3.2 Extremitäten

Als zweithäufigste polytraumatische Verletzung bei Kindern und Jugendlichen sind Verletzungen der Extremitäten zu nennen. Aufgrund der Elastizität und Beschaffenheit der Knochen im Kindesalter müssen für einen Knochenbruch große Kräfte wirken. Sehr oft kommt es zu diaphysären Frakturen, während offene oder höhergradige Brüche seltener vorkommen. Nach der Erstversorgung ist eine altersgerechte definitive Frakturversorgung einzuleiten (4,8,9).

1.3.3 Thorax

Thoraxtraumata bilden die dritthäufigste Verletzungsform. Da der kindliche Brustkorb elastischer und noch nicht vollständig verknöchert ist, sind Rippenfrakturen seltener als bei Erwachsenen. Als häufigste Thoraxverletzung bei Kindern ist die Lungenkontusion zu nennen. In 20-30% kann aus dieser eine Pneumonie resultieren, weshalb die Einleitung einer Antibiose bei schwerer Lungenquetschung sinnvoll ist. Weitere intrathorakale Verletzungen wie Hämato- oder Pneumothorax können ebenfalls auftreten und werden meist sofort mit der Anlage einer Thoraxdrainage versorgt (3,4,10).

1.3.4 Abdomen

Abdominalverletzungen treten aufgrund der kindlichen Anatomie häufiger im Kindes- und Jugendalter als im Erwachsenenalter auf, da die Bauchorgane weniger gut geschützt sind. Sofern die Patient*innen kreislaufstabil sind, können Leber- und Milzverletzungen unter Ausschluss von Hohlorganverletzungen oder Zwerchfellrupturen mit einer Erfolgsrate von bis zu 95% konservativ therapiert werden. Bei hämodynamischer Instabilität erfolgt in erster Instanz die operative Blutstillung und erst im zweiten Schritt die definitive operative Sanierung. Splenektomien können in gewissen Situationen erforderlich sein, während

umfangreiche Leberresektionen so gut es geht verhindert werden sollen. Verletzungen der Bauchspeicheldrüse sind selten (3,4,11–13).

1.3.5 Becken

Aufgrund der Elastizität und Verformbarkeit des kindlichen Beckens sind Verletzungen in diesem Bereich eher selten. Starke Gewalteinwirkungen können aber durchaus zu Beckenfrakturen und Begleitverletzungen wie abdominellen, retroperitonealen, rektalen Verletzungen oder Blasenrupturen führen. Nach der AO-Klassifikation können Beckenringfrakturen in Typ A, B und C unterteilt werden. Da die Typ-A-Fraktur eine stabile Beckenringfraktur ist, wird diese meist konservativ behandelt. Die Typ-B-Fraktur geht mit einer Rotationsinstabilität einher, weshalb eine operative Sanierung angestrebt wird. Bei der Typ-C-Fraktur kommt es zu einer vertikalen und rotatorischen Instabilität durch den Beckenbruch. Auch diese Verletzung muss zunächst mittels Fixateur externe primär stabilisiert und erst sekundär operativ versorgt werden. Die im Kindesalter selten auftretenden Frakturen des Azetabulums benötigen bei Gelenkstufen ebenfalls einen operativen Eingriff (4,14,15).

1.3.6 Wirbelsäule

Verletzungen und Frakturen der Wirbelsäule im Kindesalter sind einerseits wegen der physiologischen Hypermobilität und Elastizität und andererseits wegen schwerer bis tödlicher Begleitverletzungen relativ selten. Kinder unter zwölf Jahren haben rein anatomisch ein erhöhtes Risiko für Verletzungen der oberen Halswirbelsäule (3,4,16).

Wirbelsäulenfrakturen lassen sich nach der AO-Klassifikation in drei Typen mit jeweiligen Subtypen unterteilen: Kompressionsverletzungen zählen zu den A-Frakturen, Distraktionsverletzungen zu den B-Frakturen und Dislokationsverletzungen zu den C-Frakturen. Sofern es sich um eine C-Fraktur oder instabile A- und B-Frakturen handelt, ist eine operative Behandlung anzustreben. Vor allem B- und C-Frakturen gehen häufig mit thorakalen, abdominellen oder retroperitonealen Begleitverletzungen einher. Sie kommen im Kindesalter aber eher selten vor (3,17–19).

1.4 Schockraummanagement

Um einen optimalen Verlauf in der Behandlung, Diagnostik und Therapie von Schockraumpatient*innen erzielen zu können, ist es wichtig kontinuierlich und kontrolliert nach Qualitätsmanagementsystemen vorzugehen (20,21).

1.4.1 Indikationen

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Indikationen aufgeführt, welche eine Behandlung im Schockraum benötigen. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf Vitalparameter, Verletzungsmuster und Unfallmechanismus gelegt (21).

Tabelle 1 Indikationen zur Alarmierung des Schockraumteams

Quelle: in Anlehnung an (21) Seite 888

Vitalparameter	Verletzungsmuster	Unfallmechanismus
Glasgow Coma Scale <10	Instabiler Thorax	Sturz aus mehr als 5 m Höhe
Systolischer Blutdruck <80 mmHg	Offene Thoraxverletzungen	Explosionsverletzungen
Atemfrequenz <10 und > 29/min	Instabile Beckenfrakturen	Einklemmung oder Verschüttung
Sauerstoffsättigung <90%	Frakturen von >2 Röhrenknochen an der unteren Extremität	Ejektion aus dem Fahrzeug
	Proximale Amputationen von großen Gliedmaßen	Tod des Beifahrers
	Rippenserienfrakturen bei Zusatzverletzungen	Fußgänger oder Radfahrer angefahren
		Motorradunfall oder Autounfall mit höherer Geschwindigkeit

1.4.2 Räumliche Anforderungen

Um eine bestmögliche Behandlung im Schockraum gewährleisten zu können, müssen gewisse räumliche und bauliche Bedingungen erfüllt werden. Für die Nutzung des Schockraums wird eine räumliche Mindestfläche von 25 Quadratmetern empfohlen. Eine Raumgröße von 50 Quadratmetern wäre somit notwendig, um gleichzeitig zwei Patient*innen effizient versorgen zu können (22–24).

Zudem ist es von Vorteil, wenn eine räumliche Nähe zwischen Schockraum, Notarztzufahrt, Radiologie und Operationssälen sowie dem Landeplatz des Hubschraubers besteht. Die Lage des Computertomographen hat ebenso einen wichtigen Stellenwert hinsichtlich der

Sterblichkeit schwerverletzter Patient*innen. Demnach soll vor allem bei Neu- oder Umbauten von Notfallambulanzen auf einen maximalen Abstand von 50 Metern zwischen CT und Schockraum geachtet werden (25,26). Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Schockraum der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz.



Abbildung 1 Foto: Schockraum der Kinder- und Jugendchirurgie Graz

Quelle: Privatfoto Georg Singer, aufgenommen am 28.05.25 um 13:39 Uhr

1.4.3 Personelle Anforderungen

Unter Schockraumteams versteht man geschultes medizinisches Fachpersonal, welches nach strukturierten Vorgaben handelt und spezielle Ausbildungen für die Behandlung schwerer Polytraumata absolviert hat (27–30).

Das interdisziplinäre Team des Schockraums setzt sich zumindest aus zwei Pflegekräften und zwei Ärzt*innen zusammen, wobei diese Fachabteilungen wie der Traumatologie, Anästhesie, Notfallmedizin, Radiologie, Neuro- oder Allgemein Chirurgie angehören. Bei Bedarf muss jederzeit die Möglichkeit bestehen, das aktuelle Team um weiteres speziell benötigtes Personal, abhängig von der Krankenhausversorgungsstufe, zu erweitern. Bei der Schockraumversorgung von polytraumatisierten Kindern und Jugendlichen soll ein pädiatrisch ausgebildeter Ärzt*in, Intensivmediziner*in oder Kinderchirurg*in anwesend sein (9,26,31,32).

Die Versorgung von Kindern und Jugendlichen an der Grazer Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie erfolgt in erster Linie durch ein Schockraumbasisteam, welches sich aus einem Anästhesisten*in, Radiologen*in und Kinderchirurgen*in zusammensetzt. Je nach Bedarf verständigt der Teamleiter weitere Fach- und Konsiliarärzte*innen, um das Basisteam gezielt um die erforderlichen Fachdisziplinen zu erweitern, da das Schockraumteam je nach Einsatz variieren kann (33).

1.5 ABCDE-Schema

Das ABCDE-Schema kann in allen akuten medizinischen Notfallsituationen zur Ersteinschätzung, Beurteilung und weiterfolgenden Behandlung, sowohl präklinisch am Unfallort als auch innerklinisch angewendet werden. Durch dieses Schema sollen lebensbedrohliche Verletzungen und Erkrankungen von Kindern und Erwachsenen schnellstmöglich erkannt werden, um eine passende Behandlung und Therapie nach Priorisierung zu ermöglichen. Zudem können komplexe kritische Situationen durch den Algorithmus besser beurteilt werden. Im bestmöglichen Fall wird das Schema von A bis E von medizinischem Fachpersonal im Team gleichzeitig abgearbeitet mit einer kontinuierlichen Beurteilung des Zustandsbildes der Patient*innen. Anwendung findet dieses Schema vor allem in der Notfall- und Intensivmedizin sowie in der Traumatologie (34–36).

A - Airway: Der Punkt A wird als erstes durchgeführt. Ein freier Atemweg muss sichergestellt werden. Falls eine partielle oder vollständige Verlegung des Atemweges vorliegt, muss diese leitliniengerecht behandelt werden (35,37).

B - Breathing: Im zweiten Schritt erfolgt die Überprüfung einer suffizienten Atmung. Ist diese nicht gegeben, so muss der Patient beatmet werden (35).

C – Circulation: Als nächstes gilt es die Kreislauffunktion zu ermitteln und den*die Patient*instabil zu halten. Parameter wie Rekapillarierungszeit, Herzfrequenz, Blutdruck und Schockzeichen sind zu evaluieren, eine Auskultation ist durchzuführen und ein Elektrokardiogramm sowie ein intravenöser Zugang sind anzulegen (35).

D – Disability: Nach dem Kreislauf wird die Bewusstseinslage der Patient*innen im Rahmen einer neurologischen Untersuchung inklusive Überprüfung der Pupillenreaktion durchgeführt. Weiters wird der Blutzucker gemessen und die Glasgow Coma Scale bestimmt. Vor allem posttraumatisch ist eine ständige Reevaluierung des

Bewusstseinszustandes und des gesamten ABCDE-Schemas des Verunfallten von großer Bedeutung (35,38).

E – Environment/Exposure: Zum Schluss erfolgt die Inspektion des*der entkleideten Patient*in und seiner Umgebung, um Traumata, Wunden und Hautzeichen besser beurteilen zu können. Zusätzlich soll die Körpertemperatur bestimmt werden (35).

1.6 ATLS

Das ATLS-Schema steht für „advanced trauma life support“, ist ein Ausbildungskonzept und wurde in den USA entwickelt, um eine international strukturierte Primärversorgung auf Krankenhausebene für schwerverletzte Patient*innen zu ermöglichen. Die meist noch unerfahrenen Kursteilnehmer*innen lernen dabei die Erstversorgung und Behandlung von lebensbedrohlichen Verletzungen durch die Anwendung logischer Algorithmen, wobei sie meist auf sich allein gestellt sind und mit beschränkten Mitteln arbeiten müssen. Genauer besteht das Konzept aus primary survey inklusive des ABCDE-Schemas, secondary survey sowie der permanenten Reevaluierung des klinischen Zustandsbildes und der anschließenden Therapie der Patient*innen.

Während das ATLS-Konzept hauptsächlich im angloamerikanischen Raum weit verbreitet ist und Anwendung findet, hält man sich in den europäischen Ländern meist an den ETC-Guidelines fest. Hier wird vor allem auf das interdisziplinäre Zusammenspiel und die Teamfähigkeit im Schockraum geachtet, was beim ATLS-Schema etwas vernachlässigt wird. Für das ATLS-Konzept spricht hingegen, dass man durch die Anwendung eines international angesehenen und strukturierten Konzepts im Schockraum eine Verbesserung der Behandlungsergebnisse erzielen kann (38–40).

1.7 ERC

ERC definiert sich als European Resuscitation Council und bildet den europäischen Rat der Wiederbelebung. Mit den ERC-Guidelines wird versucht, eine bestmögliche Versorgung und Behandlung von medizinischen Notfällen wie Herzkreislaufstillständen zu gewähren. Der gesamten europäischen Bevölkerung werden somit die ständig aktualisierten und evidenzbasierten Leitlinien zur Verfügung gestellt. Hierzu zählen Themen wie die Epidemiologie von Herzstillständen in Europa, Erste Hilfe Maßnahmen, „Basic life support“, „Advanced life support – ALS“ für Erwachsene, Kinder sowie Säuglinge und die

Anwendung unter speziellen Umständen, Maßnahmen nach der Reanimation sowie ethisches Handeln und Entscheidungen über das Lebensende (41,42).

Wie beim ATLS bietet auch die ERC gemeinsam mit den europäischen Gesellschaften für Anästhesie (ESA), Trauma und Notfallchirurgie (ESTES) sowie Notfallmedizin (EuSEM) einen praxisbezogenen 2,5-tägigen Kurs (ETC-European trauma course) für Ärzt*innen und medizinisches Fachpersonal an. Vor allem durch ein simulations- und szenarienreiches Programm sollen die Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche im Schockraum für die Akutversorgung von polytraumatisierten Patienten*innen benötigt werden, erlernt und gefestigt werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Teamfähigkeit gelegt (43).

1.8 Scoringssysteme

Um die Verletzungsschwere der Patient*innen beurteilen zu können, wurden in der Vergangenheit mehrere Scoringssysteme entwickelt.

1.8.1 AIS

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) dient hauptsächlich der standardmäßigen Dokumentation von anatomischen Verletzungen (44).

Sie bildet die Basis für die Anwendung weiterer Scores zur Bestimmung der Verletzungsschwere. Hierzu zählen beispielsweise der Injury Severity Score (ISS), der New Injury Severity Score (NISS) oder der Trauma and Injury Severity Score (TRISS) (45–48). Die einzelnen Verletzungen werden den sechs Körperregionen (Kopf/Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen/Becken, Extremitäten und externe Verletzungen) zugeteilt. Die Verletzungsschwere wird anhand einer Skala von null bis sechs Punkten, wie in Tabelle 2 ersichtlich, angegeben (45).

Tabelle 2 Schweregrad der Verletzungen der AIS

Quelle: in Anlehnung an (45) Seite 188

0	keine Verletzung
1	mild
2	moderat
3	schwer, aber nicht lebensbedrohlich
4	schwer und lebensbedrohlich
5	kritisch, überleben ungewiss
6	nicht mit dem Leben vereinbare Verletzung

Zudem wurde ein Katalog angefertigt, in dem man allen codierten Krankheiten und Verletzungen die passende AIS-Punkteanzahl, abhängig von der Körperregion und dem Schweregrad, zuteilen kann (45,49).

1.8.2 ISS

Die Berechnung des Injury Severity Scores basiert auf der AIS und unterliegt einem entsprechenden Algorithmus. Zunächst werden die drei Körperregionen mit den schwersten Verletzungen der Patient*innen erhoben. Die resultierenden AIS-Werte werden quadriert und die Ergebnisse anschließend addiert. Der ISS kann somit Werte von 0 bis 75 annehmen. Sobald der Patient oder die Patientin einen AIS-Wert von sechs hat und die Verletzung daher nicht mit dem Leben vereinbar ist, ergibt sich automatisch ein ISS von 75. Falls der Schweregrad der Verletzung nicht bestimmt werden kann, wird ein AIS-Wert von 9 angegeben, wodurch der ISS 99 beträgt (45,50).

Ist eine Körperregion mehrfach verletzt, so wird insgesamt immer mit dem höchsten AIS-Wert dieser Körperregion weitergerechnet. Bei multiplen Verletzungen korrelieren die ISS-Werte deutlich besser mit der Mortalitätsrate der Patient*innen als die AIS-Werte. Je nach ISS-Wert können Traumapatient*innen in Gruppen eingeteilt und ihre Sterblichkeitsraten verglichen werden. Zudem kann die medizinische Versorgung evaluiert und verbessert werden (45).

1.8.3 GCS

Mithilfe der Glasgow Coma Scale (GCS) kann die Bewusstseinslage der Patient*innen sowie der mentale Status beurteilt werden. Vor allem bei schweren Kopfverletzungen und weiteren Traumata hat die Skala eine große Aussagekraft bezüglich des Schweregrads und der Prognose. Die GCS setzt sich aus folgenden Parametern zusammen: Augenöffnung (1-4 Punkte), verbale Reaktion (1-5 Punkte) und motorische Reaktion (1-6 Punkte), wobei jede Reaktion unterschiedlichen numerischen Werten entspricht, welche dann addiert werden. Im besten Zustand befindet man sich folglich mit einem Wert von 15, bei 3 Punkten sind die Patient*innen komatös (51,52). Eine pädiatrische GCS wurde entwickelt, um die GCS auch bei Patient*innen im präverbalen Alter anwenden zu können. Die klassische GCS wurde altersgerecht modifiziert, um den Entwicklungsstadien der Kinder auf verbaler, motorischer und kognitiver Ebene gerecht zu werden. Nachstehend (siehe Tabelle 3) ist eine GCS mit den zu erhebenden und unterschiedlichen Parametern (Erwachsener/Kind) dargestellt (3,53–56).

Tabelle 3 Vergleich GCS versus Kinder GCS

Quelle: in Anlehnung an (53) Seite 879

	Punkte	Standard GCS	Pädiatrische GCS
Augenöffnen	4	spontan	spontan
	3	auf Stimme	auf Stimme
	2	auf Schmerz	auf Schmerz
	1	kein	kein
Verbale Antwort	5	orientiert	gurren/brabbeln
	4	verwirrt	gereizt/weinen
	3	unangemessene Worte	weint vor Schmerz
	2	unverständliche Laute	stöhnen
	1	keine	keine
Motorische Antwort	6	folgt Kommandos	spontane Bewegungen
	5	lokalisierter Schmerz	zurückziehen durch Berührung
	4	zurückziehen durch Schmerz	zurückziehen durch Schmerz
	3	abnorme Beugehaltung	abnorme Beugehaltung
	2	abnorme Streckhaltung	abnorme Streckhaltung
	1	keine	keine

1.8.4 SOFA-Score

Der SOFA-Score (Sequential Organ Failure Assessment) dient zur Beschreibung von Organfunktionsstörungen und Bestimmung des Schweregrades der Organdysfunktionen (57,58). Er bezieht sich dabei auf folgende sechs Organsysteme: Atmung, Herz-Kreislauf, zentrales Nervensystem, Leber, Gerinnung und Nieren. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, werden die organspezifischen Parameter bestimmt und je nach Ausmaß der Funktionsstörung mit null bis vier bewertet (59). Ein Anstieg des SOFA-Score um mindestens zwei Punkte wird als diagnostisches Kriterium für das Vorliegen einer Sepsis herangezogen (60).

Tabelle 4 SOFA-Bewertungssystem

Quelle: in Anlehnung an (59) Seite 390

Organsysteme	0	1	2	3	4
Atmung PaO ₂ /FIO ₂ (mm Hg) (Sauerstoffpartialdruck/ Inspiratorische Sauerstofffraktion)	>400	≤400	≤300	≤200 mit Beatmung	≤100 mit Beatmung
Herz-Kreislauf (in µg/kg per min)	Keine Hypotension	MAP (mittlerer arterieller Druck) <70 mmHg	Dopamin ≤5 oder Dobutamin (beliebige Dosis)	Dopamin > 5 oder Adrenalin ≤0,1 oder Noradrenalin ≤0,1	Dopamin > 15 oder Adrenalin > 0,1 oder Noradrenalin > 0,1
ZNS (GCS)	15	13-14	10-12	6-9	<6
Leber Bilirubin (mg/dl)	< 1,2	1,2-1,9	2,0-5,9	6,0-11,9	> 12,0
Gerinnung Thrombozyten x 10 ³ /mm ³	> 150	≤150	≤100	≤50	≤20
Nieren Kreatinin (mg/dl) oder Harnausscheidung	< 1,2	1,2-1,9	2,0-3,4	3,5-4,9; < 500 ml/Tag	> 5,0; < 200 ml/Tag

1.8.5 NACA-Index

Der NACA-Index (National Advisory Committee of Aeronautic) wird hauptsächlich präklinisch angewendet. Durch ihn kann bereits am Unfallort die vitale Gefährdung von Patient*innen erkannt werden und eine Aussage hinsichtlich der zu erwartenden Prognose getroffen werden. Er lässt sich in sieben Stufen unterteilen und beschreibt damit die Schweregrade der verletzten Patient*innen, wie in Tabelle 5 ersichtlich ist (61–63).

Tabelle 5 NACA-Score

Quelle: in Anlehnung an (63) Seite 154

1	nicht akut lebensbedrohende Krankheit/ Verletzung
2	keine akute Intervention aber weitere Diagnostik notwendig
3	schwere, aber nicht lebensbedrohende Krankheit/Verletzung -> akute Intervention notwendig
4	Entwicklung von Lebensgefahr möglich
5	akute Lebensgefahr
6	akuter Herz-Kreislauf- oder Atemstillstand
7	Tod

1.9 Unfallforschung

Die Ursachenforschung dient als wissenschaftliche Grundlage, um ein Verständnis für die Verletzungen, den Hergang und die Folgen zu erlangen und um derartige Verletzungen zukünftig verhindern zu können (64).

Das Bewegungsverhalten ist essenziell für den Unfallhergang, da die meisten Unfälle während des Laufens oder Gehens passieren. Zu schweren Verletzungen kommt es folglich hauptsächlich bei Sport- und Freizeitaktivitäten und viel seltener im Straßenverkehr (65).

1.9.1 Beispiel „Straßenverkehr“

Effektive Strategien zur Risikoreduktion und Verhinderung von Verletzungen von Kindern und Jugendlichen im Straßenverkehr werden bereits in vielen Ländern vor allem mit hohem Einkommen umgesetzt, während in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen noch Aufholbedarf besteht. Die effektivsten Punkte werden hier aufgezählt:

- gesetzliches Mindestalter für Alkohol am Steuer
- niedrige Blutalkoholkonzentration für Fahranfänger*innen sowie Nulltoleranz
- Verwendung von Kinderrückhaltesystemen und Sicherheitsgurten
- Tragen von Motorrad- und Fahrradhelmen, Geschwindigkeitsreduzierung in der Nähe von Wohngebieten, Schulen und Spielplätzen
- Trennungen der verschiedenen Arten von Verkehrsteilnehmer*innen
- Tagfahrlicht für Motorräder
- Einführung abgestufter Führerscheinsysteme

(66,67).

1.10 Unfallprävention

Weltweit betrachtet stellen Unfälle die häufigste externe Morbiditäts- und Mortalitätsursache im Kindes- und Jugendalter dar. 60% aller verletzungsbedingten Todesfälle sind auf Verkehrsunfälle, Ertrinken, Verbrennungen und Verbrühungen, Stürze sowie Vergiftungen zurückzuführen (68). In den folgenden Absätzen werden daher einige Ansätze und Interventionsmöglichkeiten zur Unfallverhütung erläutert.

1.10.1 Präventionsansätze

Es gibt verschiedene Modelle zur Prävention von Verletzungen. Primär sollen damit neue Verletzungen verhindert werden. Weiters soll durch die Modelle eine Reduktion in der Verletzungsschwere sowie einer Verringerung der Häufigkeiten und Schweregrade von Behinderungen nach einer Verletzung erzielt werden (68).

1.10.2 Elternpflicht

Da Kinder noch sehr neugierig und entdeckungsfreudig sind, können sie Gefahren meist nicht erkennen und richtig einschätzen (69). Eltern haben eine Vorbildfunktion und spielen daher eine zentrale Rolle in der Unfallprävention. Es ist ihre Aufgabe und Pflicht, ihren Kindern Gefahrensituationen bewusst zu machen und sie davor zu schützen (70).

1.10.3 Faktor „Sicherheit“

Zur Unfallverhütung trägt ebenso der Faktor Sicherheit bei. Dazu zählt zum Beispiel Schutzausrüstung, welche bei sportlichen Aktivitäten getragen werden soll. Zusätzlich ist es besonders wichtig, das Entwicklungsstadium und Verhalten von Kindern und Jugendlichen individuell zu berücksichtigen und mit ihnen verschiedene alltägliche Abläufe zu üben und zu optimieren. Auch in den Schulen soll den Kindern die Unfallvermeidung nähergebracht werden (70). Um auf alltägliche Risiken hinzuweisen und Sicherheitsbotschaften zu vermitteln, können ebenso öffentliche Medien genutzt werden. Beispielsweise können das Anschnallen im Auto oder das Überprüfen der Wassertemperatur vor dem Baden des Kindes im Fernsehen gezeigt werden (71).

1.10.4 Ziele

Funktionierende Maßnahmen zur Verringerung von Verletzungen sollen einerseits umgesetzt werden, um Kinder und Jugendliche zu schützen und die Verletzungsraten zu reduzieren und andererseits, um die Kosten im Gesundheitssystem zu senken (68).

1.11 Unfallverhütung an der Kinder- und Jugendchirurgie Graz

Rund 14.000 Kinder und Jugendliche werden jährlich aufgrund eines Unfalls am Universitätsklinikum Graz medizinisch behandelt. Als Teil des Forschungszentrums für Kinderunfälle und Mitglied des Vereins „Große schützen Kleine“ wird die Unfallprävention an der Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz großgeschrieben (70).

Das „Styrian Injury Surveillance System“ – StISS ist eine Datenbank, welche gegründet wurde, um Unfalldaten aus der gesamten Steiermark zu sammeln und zu analysieren. Die erhobenen Daten werden sowohl an die steirischen KAGes-Krankenhäuser als auch an das Forschungszentrum für Kinderunfälle, welches mit der Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz zusammenarbeitet, für Forschungszwecke weitergegeben. Dies leistete bereits enorme Fortschritte in der Unfallererfassung, wodurch Parameter wie Verletzungsschwere, Versorgungsart oder Altersgruppenverteilung ausgewertet werden konnten. Durch die Analyse der Unfalldaten können individuelle Ansätze zur Unfallprävention generiert werden (65,72).

1.12 Ziel der Diplomarbeit

Ziel dieser Diplomarbeit war eine umfassende Analyse der Epidemiologie, der Unfallmechanismen, der verletzten Körperregionen, der Verletzungsschwere, der notwendigen Operationen, der stationären Aufenthalte sowie der klinischen Prognose von schwer verletzten Kindern und Jugendlichen, die zwischen 2017 und 2022 an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz behandelt wurden.

2 Material und Methoden

2.1 Patienten*innenkollektiv

Im Zeitraum von 2017 bis einschließlich 2022 wurden die Daten von insgesamt 194 Patientinnen und Patienten ermittelt, wovon 51 dem weiblichen und 143 dem männlichen Geschlecht zugehörig waren. Das Alter reichte hierbei vom ersten Lebensmonat bis zum vollendeten 17. Lebensjahr. In die Studie eingeschlossen wurden jene Patient*innen, welche einen ISS-Score größer gleich neun aufwiesen und somit als schwer verletzt definiert wurden. Mit einem ISS-Wert größer gleich 16 wurden die Patient*innen als polytraumatisiert eingestuft (45). Die Verletzungen wurden im Traumanetzwerk der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) aufgezeichnet. Insgesamt konnte ein ausreichend großes und durchmisches Patient*innenkollektiv gewährleistet werden.

2.2 Datenerhebung

Alle relevanten Daten für diese retrospektive Studie wurden nach Genehmigung durch die Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz (28/546 ex 15/16) über openMedocs, dem Klinikinformationssystem des LKH Graz erhoben. In openMedocs wurden die Patient*innen gesucht, um sich mit ihrer Krankengeschichte vertraut zu machen und um innerklinische Daten zu erhalten. Die archivierten Notarztprotokolle dienten zur präklinischen Datenermittlung. So wurde beispielsweise die Glasgow Coma Scale vom Notarzt*in angewendet, um den Bewusstseinszustand der Patientinnen und Patienten präklinisch zu bewerten. Nach dem Einliefern im Krankenhaus wurde im Schockraum von den behandelnden Ärzt*innen wiederum die Glasgow Coma Scale berechnet.

Die gesamten erhobenen Daten wurden in Excel-Tabellen übertragen. Die Bearbeitung und Speicherung erfolgte stets nur auf zugangsgeschützten Computern an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie. Ausschließlich an der Studie mitarbeitende Personen hatten Zugriff auf die Daten. Aus datenschutzrechtlichen Gründen erhielten alle Patient*innen eine fortlaufende Identifikationsnummer.

Erfasste Daten:

persönliche Daten: Alter (Altersgruppen) und Geschlecht

Unfalldaten: Datum, Unfallursache, Unfallhergang, Art des Transportes (Rettungswagen oder Hubschrauber), Atemwegssicherung, Medikamentenverabreichung, Herzdruckmassage, Thoraxdrainage, Beckengurt, Tranexamsäure, Blutprodukte und Kreislaufstabilität

verletzte Körperregionen: Kopf/Hals, Gesicht, Brust, Abdomen, Extremität, andere Verletzungen

Scores: GCS, ISS, NACA und Polytrauma

Diagnose: präklinische Verdachtsdiagnose, klinische Diagnose, Übereinstimmung dieser Diagnosen, Hauptdiagnose

weiterer Verlauf: Krankenhausaufenthaltsdauer, Operationen und operative Sekundäreingriffe, Operationsdauer, Intensivstationsaufenthalt und Dauer sowie Outcome (vollständige Ausheilung, bleibende Schädigung, keine Weiterverfolgung, Exitus letalis).

2.3 Datenverarbeitung

Die Datenerfassung wurde mit Microsoft Excel® durchgeführt und die statistische Auswertung dieser Daten erfolgte mittels SPSS 28.0®. Der Kolmogorov-Smirnov-Test diente bei metrischen Daten zur Überprüfung der Normalverteilung. Sofern eine Normalverteilung der Daten festgestellt werden konnte, wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Bei nichtnormalverteilten Daten wurden entweder die Häufigkeiten bestimmt oder Median und Interquartilenrange (IQR) angegeben. Bei nominalen Daten wurden Häufigkeiten und Prozentsatz errechnet. Der Gruppenvergleich erfolgte durch den Chi-Quadrat-Test.

Ordinale Daten wurden ebenso durch Häufigkeiten, Median und IQR dargestellt.

Um Gruppen zweier Stichproben zu vergleichen, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet und für mehr als zwei Stichproben der Kruskal-Wallis-Test. Bei signifikanten Ergebnissen des Kruskal-Wallis-Tests wurden paarweise Vergleiche mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt, wobei eine Korrektur nach Bonferroni zur Anpassung des Signifikanzniveaus erfolgte. Um die Korrelation zwischen Variablen zu überprüfen, wurde entweder der Korrelationskoeffizient nach Pearson oder Spearman ermittelt.

Eine statistische Signifikanz zeigten p-Werte $< 0,05$.

2.4 Unfallursachen und Art des Unfalls

Die Ursachen für einen Unfall wurden einerseits untergliedert in die „Unfallursachen“, bestehend aus Sport- und Freizeitunfall, Verkehrsunfall, Haushaltsunfall, Sturz aus großer Höhe, Schulunfall, Arbeits- und Landwirtschaftsunfall sowie Schussverletzung. Die zweite Kategorie „Art des Unfalls“ konnte als Subkategorie betrachtet werden, in der auf die einzelnen Unfallursachen näher eingegangen wurde. Verkehrsunfälle wurden in PKW, Moped, Fahrrad und Fußgänger unterteilt und Sport- und Freizeitunfälle in Fußball, Fahrrad, Pferdeunfall, Trampolin, Skifahren/Snowboarden und andere Sportarten.

2.5 Altersgruppen

Um genauere Ergebnisse bei den statistischen Auswertungen zu erhalten, wurde das Alter in Jahren in Altersgruppen unterteilt. Neugeborene und Säuglinge befinden sich demnach in der Altersgruppe 0-1. Kleinkinder gehören zur Gruppe der Ein- bis Sechsjährigen. Ab der Vollendung des sechsten Lebensjahres spricht man von Schulkindern. Für die Pubertät lässt sich keine genaue zeitliche Periode festlegen, da sie individuell stark schwanken kann (73). Aus den obigen Definitionen für die Alterskategorien ergaben sich folgende Altersgruppen:

- Säuglinge: Geburt-vollendetes 1. Lebensjahr (0-12. Lebensmonat)
- Kleinkinder: 2.-6. Lebensjahr (1-5 Jahre)
- Schulkind: 7.-12. Lebensjahr (6-11 Jahre)
- Jugendliche: 13.-18. Lebensjahr (12-17 Jahre)

3 Ergebnisse

3.1 Übersicht

In die Auswertung wurden 194 Patient*innen vom ersten Lebensmonat bis zum vollendeten 17. Lebensjahr eingeschlossen. Die Geschlechterverteilung belief sich auf 143 Buben (73,7%) und 51 (26,3%) Mädchen und ist in Abbildung 2 dargestellt.

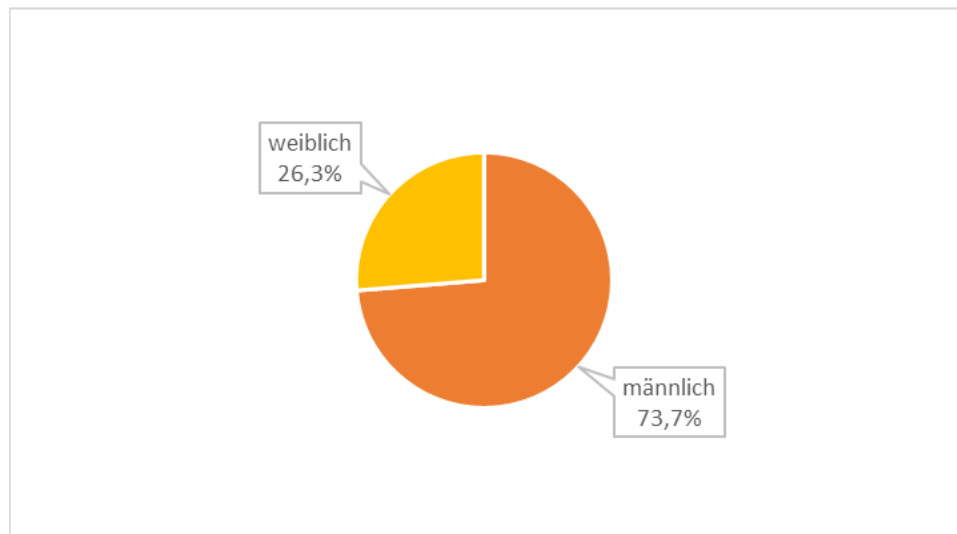


Abbildung 2 Geschlechterverteilung

3.2 Alter

Dem Balkendiagramm (Abbildung 3) kann entnommen werden, dass die häufigsten Unfälle im Alter von fünfzehn (n=30) und sechzehn (n=27) Jahren passierten. Das mittlere Alter der Patient*innen betrug $10,78 \pm 5,13$ Jahre (Md 12; IQR 9).

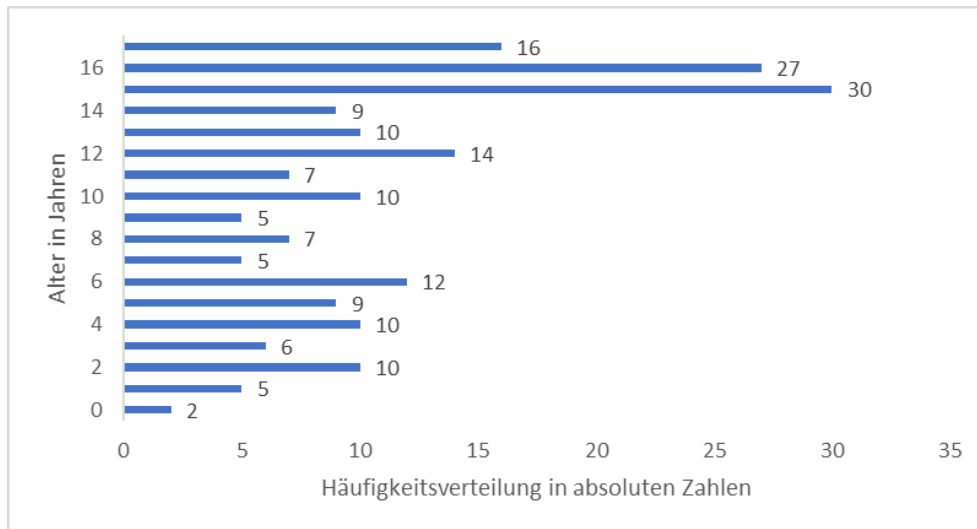


Abbildung 3 Altersverteilung

3.2.1 Altersverteilung nach Geschlecht

In Abbildung 4 ist die Altersverteilung unter den Geschlechtern dargestellt, wobei Jungen im Durchschnitt etwas älter waren als Mädchen (männliches Geschlecht $10,78 \pm 5,3$ Jahre vs. weibliches Geschlecht $10,76 \pm 4,7$ Jahre). Es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Alter der Jungen und Mädchen festgestellt werden ($p = 0,711$; *Mann-Whitney-U-Test*).

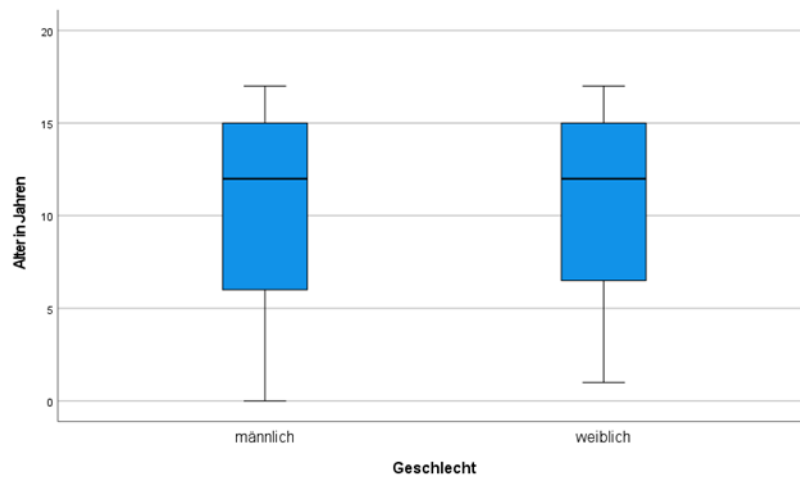


Abbildung 4 Altersverteilung nach Geschlecht

3.2.2 Altersgruppen

Wie bereits in der Methodik erwähnt, wurden Altersgruppen für eine noch effizientere Auswertung der Daten definiert. Die Anzahl und Proportion der einzelnen Altersgruppen sind in Abbildung 5 dargestellt. Mehr als die Hälfte (54,6%) der Verletzungen ereignete sich in der Altersgruppe „Jugendliche“. Weiters wurden diverse Parameter (verletzte Körperregion, Unfallursache, Operation, Aufenthalt auf der Intensivstation, Polytrauma, Outcome) in den Altersgruppen verglichen. Die Kategorie „Säuglinge“ wurde aufgrund zu geringer Fallzahl nicht weiter analysiert. Eine Übersicht dazu wird in Tabelle 6 gezeigt.

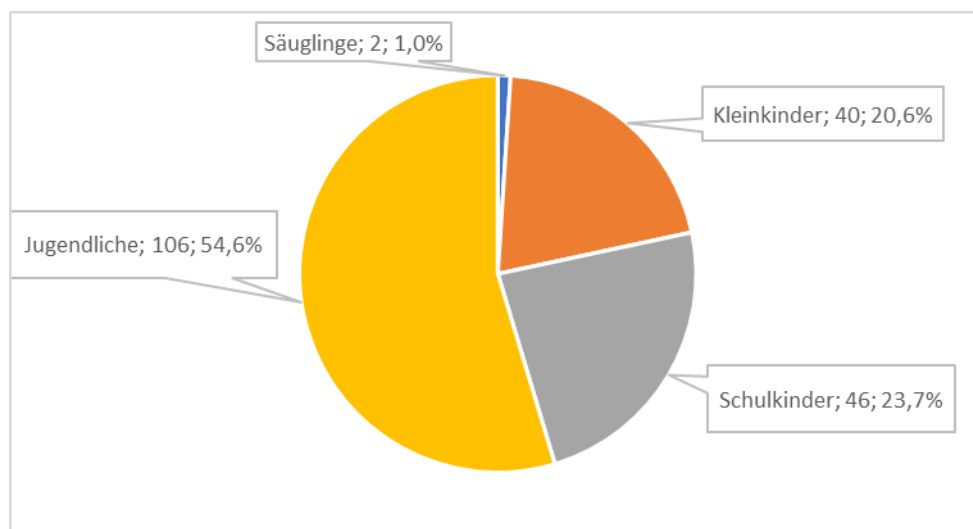


Abbildung 5 Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen

Tabelle 6 Übersicht der Altersgruppen in absoluten und relativen Zahlen

Altersgruppen	Kleinkinder	Schulkinder	Jugendliche
Anzahl	40 (100%)	46 (100%)	106 (100%)
Polytrauma	17 (42,5%)	14 (30,4%)	25 (23,6%)
Operation	23 (57,5%)	35 (76,1%)	89 (84%)
Aufenthalt auf der Intensivstation	21 (52,5%)	20 (43,5%)	61 (57,5%)
Verletzte Körperregion			
Kopf	9 (22,5%)	4 (8,7%)	6 (5,7%)
Gesicht	1 (2,5%)	0 (0%)	3 (2,8%)
Thorax	1 (2,5%)	1 (2,2%)	2 (1,9%)
Abdomen	1 (2,5%)	6 (13%)	7 (6,6%)
Extremität	14 (35%)	24 (52,2%)	46 (43,4%)
multiple Verletzungen	14 (35%)	11 (23,9%)	42 (39,6%)
Korrigierte Unfallursache			
Sport-/Freizeitunfall	7 (17,5%)	24 (52,2%)	17 (16%)
Verkehrsunfall	10 (25%)	11 (23,9%)	72 (67,9%)
andere Verletzungen	16 (40%)	6 (13%)	11 (10,4%)
Sturz aus großer Höhe	7 (17,5%)	5 (10,9%)	6 (5,7%)
Outcome			
bleibende Schädigung	7 (17,5%)	1 (2,2%)	18 (17%)
vollständige Ausheilung	25 (62,5%)	40 (87%)	76 (71,7%)
keine Weiterverfolgung	2 (5%)	2 (4,3%)	9 (8,5%)
Exitus letalis	6 (15%)	3 (6,5%)	3 (2,8%)

3.2.3 Kleinkinder

Insgesamt zogen sich 40 Kleinkinder eine schwere Verletzung zu, wobei mit jeweils 35% (n=14) multiple Verletzungen und Extremitätenverletzungen am öftesten diagnostiziert wurden. Kopfverletzungen ereigneten sich bei 22,5% (n=9) der Patient*innen. Die häufigste Unfallursache mit 40% (n=16) entfiel auf die Kategorie „andere Verletzungen“ (dazu zählen Schulunfälle, Schussverletzungen, Haushaltsunfälle und Arbeits-/Landwirtschaftsunfälle), gefolgt von Verkehrsunfällen mit 25% (n=10). 23 Verunfallte (57,5%) mussten sich einer Operation unterziehen und 21 Kleinkinder (52,5%) wurden auf der Intensivstation betreut. Bei 42,5% (n=17) der Kleinkinder wurde ein Polytrauma diagnostiziert. 25 Verletzungen (62,5%) heilten vollständig aus, sieben Patient*innen (17,5%) erlitten bleibende Schäden und sechs Personen (15%) verstarben.

3.2.4 Schulkinder

46 Patient*innen befanden sich im Schulkindalter. Zu der häufigsten verletzten Körperregion in dieser Altersgruppe zählten die Extremitätenverletzungen mit 52,2% (n=24), gefolgt von multiplen Verletzungen mit 23,9% (n=11). Sport- und Freizeitunfälle ereigneten sich bei den Schulkindern am öftesten mit ebenfalls 52,2% (n=24). 35 (76,1%)

der Schulkinder mussten operativ versorgt werden und 20 (43,5%) wurden auf der Intensivstation behandelt. 14 Personen (30,4%) erlitten ein Polytrauma. 40 der verletzten Schulkinder (87%) konnten wieder vollständig genesen, während eines (2,2%) bleibende Schäden davontrug und drei Kinder (6,5%) ihren Verletzungen erlagen.

3.2.5 Jugendliche

Die Altersgruppe „Jugendliche“ machte den größten Anteil aller Altersgruppen mit 106 Personen aus. Bei den verletzten Körperregionen dominierte die Rubrik „Extremitäten“ mit 46 Verletzten (43,4%) vor der Rubrik „multiple Verletzungen“ mit 42 Verletzten (39,6%). Mit 67,9% (n=72) belegten die Verkehrsunfälle den ersten Platz bezogen auf die Unfallursache. Sport- und Freizeitunfälle passierten mit 16% (n=17) und somit einem deutlichen Abstand am zweithäufigsten. 89 Jugendliche (84%) mussten operiert werden und 61 (57,5%) waren intensivpflichtig. Ein Polytrauma erlitten 25 Personen (23,6%). Die Auswertung des Outcomes ergab, dass 76 Verletzungen (71,7%) vollständig ausheilten, während 18 Personen (17%) bleibende Schäden erlitten, neun (8,5%) nicht weiterverfolgt werden konnten und drei Jugendliche (2,8%) verstarben.

3.3 Unfallursachen

3.3.1 Art des Unfalls

Für die Subkategorie der Unfallursachen „Art des Unfalls“ waren zu wenige Datensätze vorhanden, sodass nur ein Überblick für die Auswertung sinnvoll erschien. Da hierbei nur die Subkategorien der Hauptunfallursachen angegeben wurden, fehlen 54 Datensätze von insgesamt 194 Personen. In Abbildung 6 werden somit nur die Daten von 98 Jungen und 42 Mädchen dargestellt (45 männlich fehlend, 9 weiblich fehlend). Aufgrund dessen wurde keine detaillierte Analyse durchgeführt.

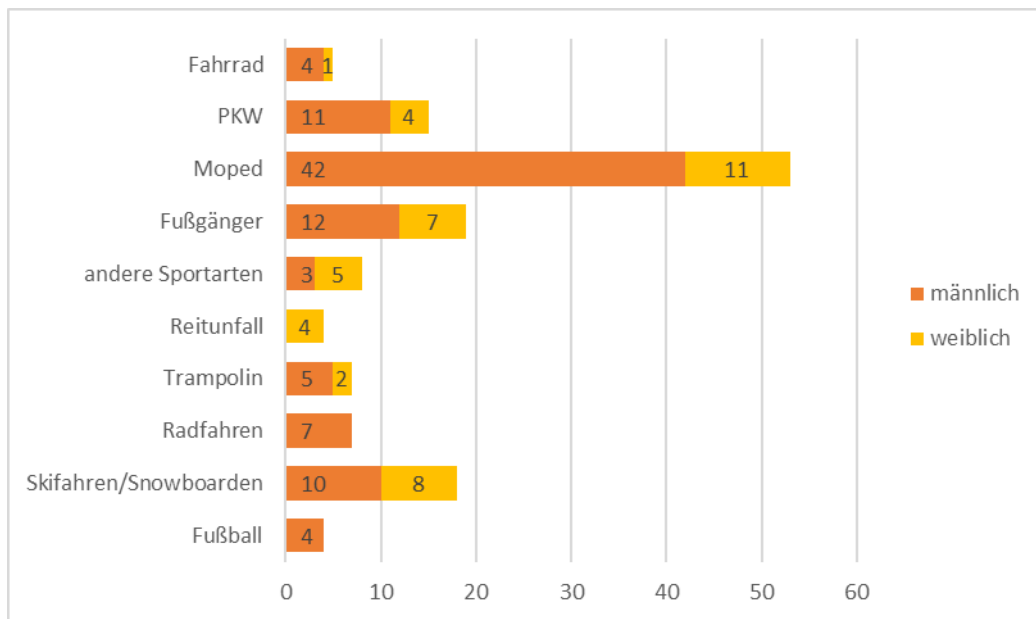


Abbildung 6 Art des Unfalls

3.3.2 Unfallursache nach Geschlecht

Verkehrsunfälle stellten die Hauptursache für Unfälle dar ($n=93$; 47,9%), wobei 70 Verkehrsunfälle (75,3%) auf das männliche und 23 (24,7%) auf das weibliche Geschlecht zurückzuführen sind. Bezogen auf die Gesamtzahl der Geschlechter waren mit 49% ($n=70$) mehr Jungen in einen Verkehrsunfall verwickelt als Mädchen mit 45,1% ($n=23$). Wie in Tabelle 7 angeführt, passierten die meisten Verkehrsunfälle in der Subkategorie Moped. Bezogen auf die insgesamt 143 Jungen und 51 Mädchen ereigneten sich beim männlichen Geschlecht 42 Mopedunfälle (29,4%) und beim weiblichen Geschlecht 11 Mopedunfälle (21,6%). Sport- und Freizeitunfälle passierten insgesamt am zweithäufigsten mit 24,7% ($n=48$), wobei sich 19 Mädchen (39,6%) und 29 Jungen (60,4%) verletzten. Vergleicht man die Geschlechtergruppen, so fällt auf, dass es bei Mädchen mit 37,3% ($n=19$) häufiger zu Sport- und Freizeitunfällen gekommen ist als bei Jungen mit 20,3% ($n=29$). Zudem haben Ski- und Snowboardunfälle als Subkategorie bei beiden Geschlechtern dominiert. Bei den Mädchen ist es zu acht (15,7%) und bei den Jungen zu zehn Verletzungen (7%) gekommen. Weiters erlitten von den insgesamt 143 Jungen 12 (8,4%) einen Haushaltsunfall, 14 (9,8%) einen Sturz aus großer Höhe und 3 (2,1%) einen Schulunfall, während sich von den insgesamt 51 Mädchen 3 (5,9%) im Haushalt verletzten, 5 (9,8%) aus großer Höhe gestürzt sind und nur ein Mädchen (2%) in der Schule verunfallte. Während beim weiblichen Geschlecht weder Arbeits- und Landwirtschaftsunfälle noch Schussverletzungen passierten, waren es beim männlichen Geschlecht 12 (8,4%) beziehungsweise 3 (2,1%). Dies wird in

Abbildung 7 veranschaulicht. Es wurde auch ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt, wobei aufgrund der zu geringen Datenmengen in bestimmten Unfallkategorien keine Auswertung durchgeführt werden konnte. Daraufhin erfolgte eine Datenaggregation folgender Unfallursachen: Schulunfälle, Schussverletzungen, Haushaltsunfälle und Arbeits-/Landwirtschaftsunfälle wurden zu „andere Verletzungen“ (n=30 männlich; n=4 weiblich) zusammengefügt. In Abbildung 8 sind die korrigierten Unfallursachen dargestellt. Es konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der korrigierten Unfallursache und dem Geschlecht festgestellt werden ($p=0,042$; *Chi-Quadrat-Test*).

Tabelle 7 Subkategorien nach Geschlecht

	Männlich gesamt (N=143) In Subkategorie fehlend (N=45)	Weiblich gesamt (N=51) In Subkategorie fehlend (N=9)
Verkehrsunfall (N=93)		
Fußgänger	12	7
Moped	42	11
PKW	11	4
Fahrrad	4	1
Sport- und Freizeitunfall (N=48)		
Reitunfall	0	4
Fußball	4	0
Skifahren/Snowboarden	10	8
Fahrrad	7	0
Trampolin	5	2
Andere Sportarten	3	5

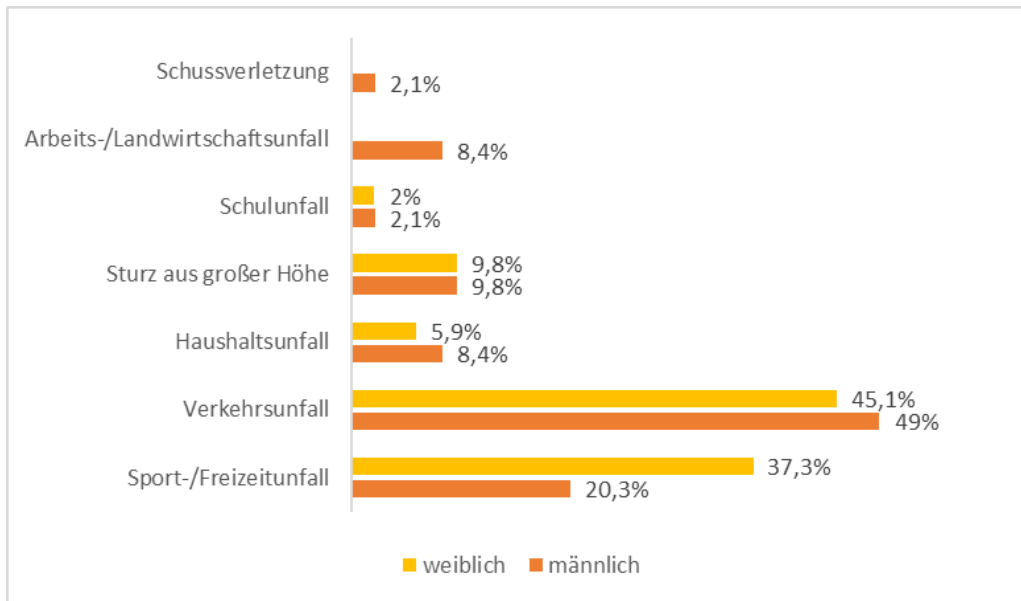


Abbildung 7 Unfallursache nach Geschlecht

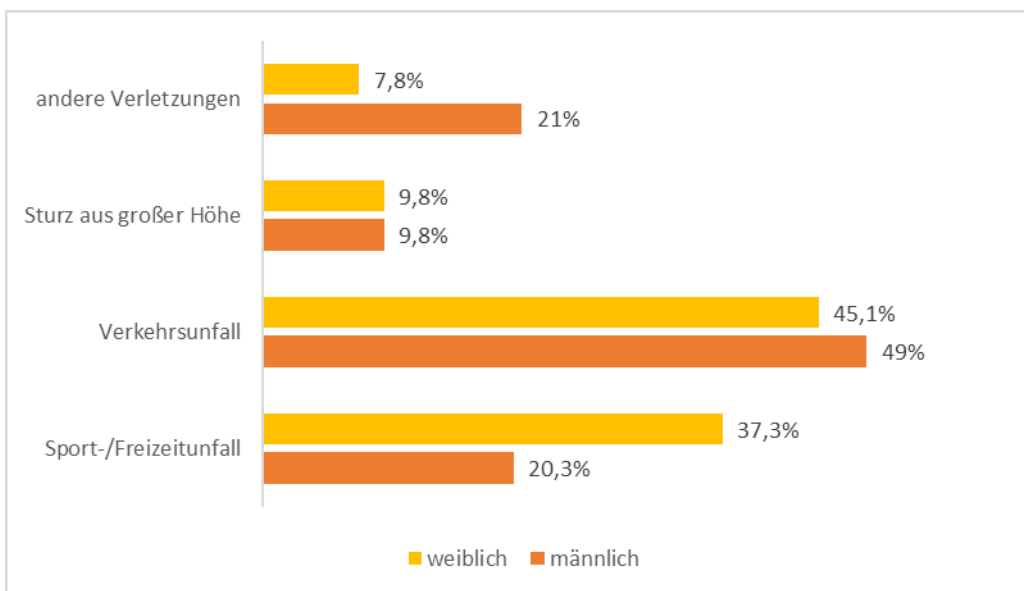


Abbildung 8 Korrigierte Unfallursache nach Geschlecht

3.3.3 Unfallursache und Operationen

Von den insgesamt 194 verunfallten Personen mussten 148 (76,3%) mindestens einmal operativ versorgt werden. Aus Abbildung 9 kann abgelesen werden, dass Patient*innen nach Verkehrsunfällen mit 80,7% (n=75) am häufigsten operativ versorgt werden mussten, dicht gefolgt von Sport- und Freizeitunfällen mit 79,2% (n=38). Von allen Unfallursachen mussten Unfallopfer, die durch einen Sturz aus großer Höhe verletzt wurden, mit 63,2% am seltensten operiert werden (n=12). 67,7% (n=23) der Verunfallten mussten sich in der Rubrik „andere Verletzungen“ mindestens einer Operation unterziehen. Hierzu zählen unter anderem Schussverletzungen, die alle operativ versorgt werden mussten (n=3; 100%). Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Unfallursache und durchgeführter Operation festgestellt werden ($p=0,344$; *Chi-Quadrat-Test*).

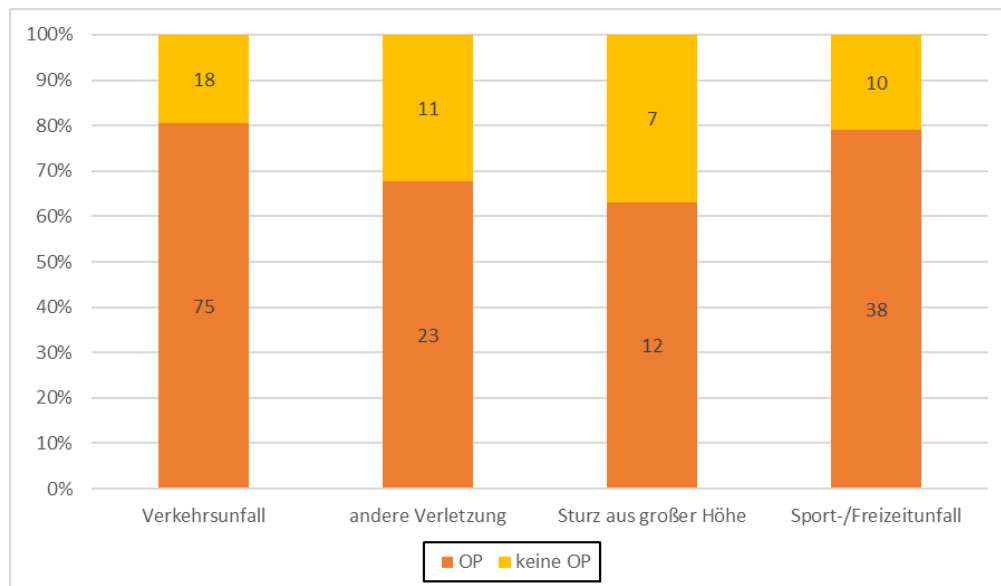


Abbildung 9 Unfallursache und Operation

3.3.4 Aufenthalt auf der Intensivstation und Operationen

104 (53,6%) Personen und somit mehr als die Hälfte der Verletzten mussten durchschnittlich $9,9 \pm 16,6$ Tage auf der Intensivstation behandelt werden. 72 (69,2%) davon wurden zusätzlich operiert. Die restlichen 90 Verunfallten (46,4%) konnten direkt auf der Normalstation versorgt werden. Es konnte gezeigt werden, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Aufenthalt auf der Intensivstation und der Durchführung eines operativen Eingriffs besteht ($p=0,013$; *Chi²-Test*).

3.3.5 Aufenthalt auf der Intensivstation und Unfallursache

Der höchste Anteil an Aufenthalten auf der Intensivstation entfiel auf die Kategorie Sturz aus großer Höhe mit 73,7% (n=14), gefolgt von Verkehrsunfällen mit 62,4% (n=58) und anderen Verletzungen mit 55,9% (n=19). Das Schlusslicht bildete somit die Kategorie Sport- und Freizeitunfälle mit 13 Aufenthalten auf der Intensivstation (27,1%), siehe Abbildung 10. Schulunfälle mussten nicht auf der Intensivstation behandelt werden, während dies bei allen Schussverletzungen der Fall war. Diese beiden Verletzungen zählen zur Rubrik „andere Verletzungen“. Es bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Unfallursache und dem Aufenthalt auf der Intensivstation ($p < 0,001$; Chi-Quadrat-Test).

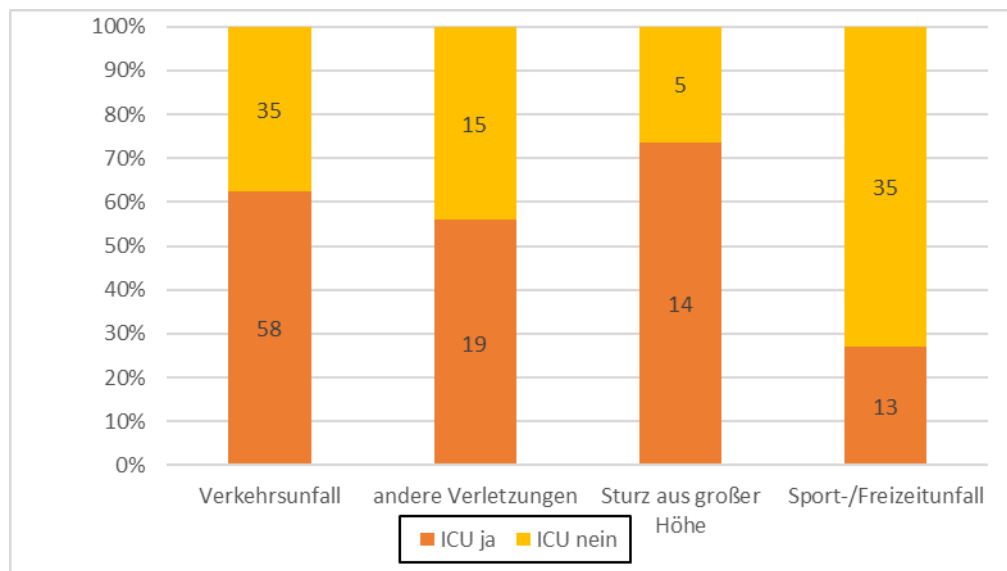


Abbildung 10 Unfallursache und Aufenthalt auf der Intensivstation

3.4 Outcome

Das Outcome wurde in folgende Kategorien unterteilt: bleibende Schädigung, vollständige Ausheilung, keine Weiterverfolgung und Exitus letalis. Dem Kreisdiagramm (Abbildung 11) kann entnommen werden, dass die Verletzungen von 142 (73,2%) Patient*innen der insgesamt 194 Personen vollständig ausgeheilt sind. Bleibende Schäden wurden bei 26 (13,4%) der Verunfallten festgestellt. 13 (6,7%) Personen sind verstorben und 13 (6,7%) konnten nicht weiterverfolgt werden.

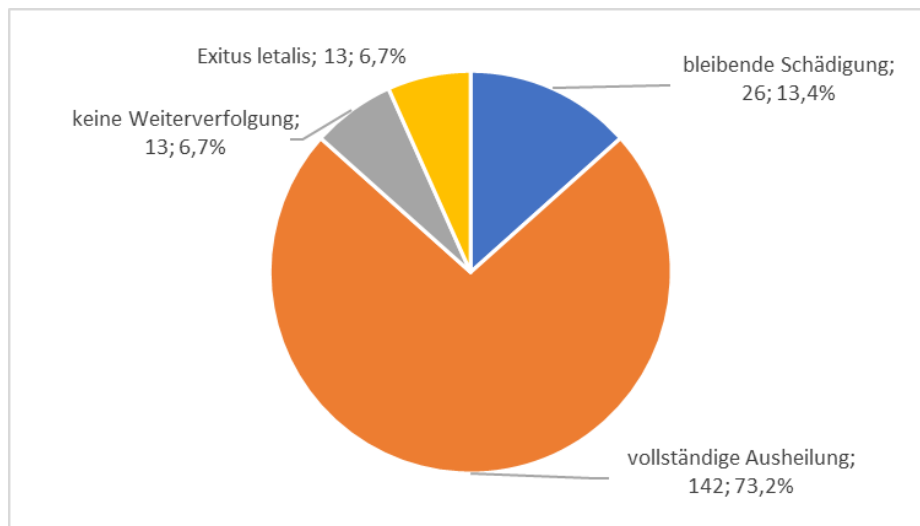


Abbildung 11 Häufigkeitsverteilung des Outcomes

3.4.1 Outcome und Geschlecht

Aus der Kreuztabelle (Tabelle 8) geht hervor, dass die Verletzungen von 104 (72,7%) Patienten und von 38 (74,5%) Patientinnen vollständig ausgeheilt sind. Buben erlitten mit 14% (n=20) etwas häufiger Folgeschäden als Mädchen mit 11,8% (n=6). 7,8% (n=4) der Mädchen und 6,3% (n=9) der Jungen sind verstorben. Das Geschlecht hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss darauf, ob eine Person vollständig genesen ist, Folgeschäden erlitt oder verstarb ($p=0,949$; *Chi-Quadrat-Test*).

Tabelle 8 Outcome nach Geschlecht

	Männlich	Weiblich
Bleibende Schädigung	20 (14%)	6 (11,8%)
Vollständige Ausheilung	104 (72,7%)	38 (74,5%)
Keine Weiterverfolgung	10 (7%)	3 (5,9%)
Exitus letalis	9 (6,3%)	4 (7,8%)
Gesamt	143 (100%)	51 (100%)

3.4.2 Outcome und verletzte Körperregionen

Wie aus Tabelle 9 entnommen werden kann, heilten 47,6% (n=10) aller Kopfverletzungen vollständig aus, während 23,8% (n=5) der Patient*innen daran verstarben. Verletzungen in den Bereichen Gesicht, Thorax und Abdomen heilten entweder vollständig aus oder führten zu Folgeschäden. Die meisten Verletzungen der Extremitäten mit 86,9% (n=73) und auch multiple Verletzungen mit 65,7% (n=44) heilten ohne bleibende Schäden. 11,9% (n=8) der Personen erlagen jedoch ihren multiplen Verletzungen.

Tabelle 9 Übersicht über Outcome und verletzte Körperregionen

	Vollständige Ausheilung	Bleibende Schädigung	Lost to follow up	Exitus letalis
Kopf (n=21)	10 (47,6%)	5 (23,8%)	1 (4,8%)	5 (23,8%)
Gesicht (n=4)	2 (50%)	2 (50%)	0	0
Thorax (n=4)	2 (50%)	2 (50%)	0	0
Abdomen (n=14)	11 (78,6%)	3 (21,4%)	0	0
Extremität (n=84)	73 (86,9%)	6 (7,1%)	5 (6%)	0
Multiple Verletzungen (n=67)	44 (65,7%)	8 (11,9%)	7 (10,4%)	8 (11,9%)
Gesamt (n=194)	73,2% (n=142)	13,4% (n=26)	6,7% (n=13)	6,7% (n=13)

3.4.3 Vollständige Ausheilung

Aus Tabelle 10 kann abgelesen werden, dass am häufigsten Sport- und Freizeitunfälle vollständig ausgeheilt. Von insgesamt 48 Verletzungen konnten 42 (87,5%) wieder vollständig genesen. Mit 73,7% (n=14) konnte auch der Großteil der insgesamt 19 Stürze aus großer Höhe ohne bleibende Schäden ausheilen. 64 (68,8%) von insgesamt 93 Personen erlitten nach einem Verkehrsunfall ebenso keine Folgeschäden. Unter den verletzten Körperregionen konnten mit 86,9% Verletzungen der Extremitäten am häufigsten vollständig ausheilen (siehe Tabelle 9). 73 von 84 Extremitätenverletzungen konnten somit ohne Folgeschäden ausheilen. Am zweithäufigsten konnten Abdomenverletzungen mit 78,6% (n=11) vollständig genesen, gefolgt von multiplen Verletzungen mit 65,7% (n=44).

Tabelle 10 Häufigkeitsverteilung zwischen einzelnen korrigierten Unfallursachen und vollständiger Ausheilung

Korrigierte Unfallursache	Anzahl (N=194)	Vollständige Ausheilung
Verkehrsunfall	93 (47,9%)	64 (68,8%)
Sport-/Freizeitunfall	48 (24,7%)	42 (87,5%)
Andere Verletzungen	34 (17,5%)	22 (64,7%)
Sturz aus großer Höhe	19 (9,8%)	14 (73,7%)

3.4.4 Bleibende Schädigung

Eine Auswertung für die Kategorie „bleibende Schädigung“ erfolgte mit nachstehenden Parametern. Es wurden die Häufigkeiten von verletzten Körperregionen, Unfallursache, Aufenthalt auf der Intensivstation, Operation und Polytrauma bezogen auf bleibende Schäden ermittelt. Bei 26 (13,4%) von insgesamt 194 Personen kam es durch den Unfall zu Folgeschäden, wobei die Verkehrsunfälle mit 46,2% (n=12) die häufigste Ursache darstellten und in zweiter Instanz andere Verletzungen mit 30,8% (n=8) für keine vollständige Ausheilung ursächlich waren. Am häufigsten gingen bei den verletzten Körperregionen multiple Verletzungen (n=8; 30,8%) mit physischen und psychischen Folgeschäden einher. Am zweithäufigsten waren es Verletzungen der Extremitäten (n=6; 23,1%). 84,6% der Verunfallten (n=22) mussten auf der Intensivstation behandelt werden und 92,3% (n=24) mussten sich mindestens einer Operation unterziehen. Ein Polytrauma wurde bei 14 (53,8%) Patient*innen festgestellt.

3.4.5 Exitus letalis

Im Folgenden wurden die Datensätze in der Kategorie „Exitus letalis“ untersucht und deren Häufigkeiten ermittelt. Von allen 194 Vorfällen endeten 13 (6,7%) Unfälle tödlich. Die häufigste Unfallursache mit tödlichem Ausgang war der Verkehrsunfall mit 69,2% (n=9). Weiters verloren drei Personen (23,1%) durch andere Verletzungen und eine Person (7,7%) durch einen Sturz aus großer Höhe ihr Leben. In der Rubrik „verletzte Körperregionen“ verstarben fünf Personen (38,5%) an Kopfverletzungen und acht (61,5%) an multiplen Verletzungen. Acht Patient*innen (61,5%) wurden noch auf der Intensivstation behandelt, bevor sie ihren Verletzungen erlegen sind. Eine Operation erfolgte bei 30,8% (n=4) der verunfallten Jungen und Mädchen. Alle verstorbenen Patient*innen waren polytraumatisch verletzt und hatten einen durchschnittlichen ISS von $72,5 \pm 8,9$.

3.5 Verletzte Körperregionen

Im Kreisdiagramm (Abbildung 12) sind die einzelnen verletzten Körperregionen angeführt. Am häufigsten kam es zu Verletzungen der Extremitäten (n=84; 43,3%), gefolgt von multiplen Verletzungen (n=67; 34,5%). Als multiple Verletzungen wurden alle Verletzungen definiert, welche mehr als eine Körperregion betrafen. Isolierte Kopf-, Gesichts-, Thorax- und Abdomenverletzungen kamen vergleichsweise deutlich seltener vor.

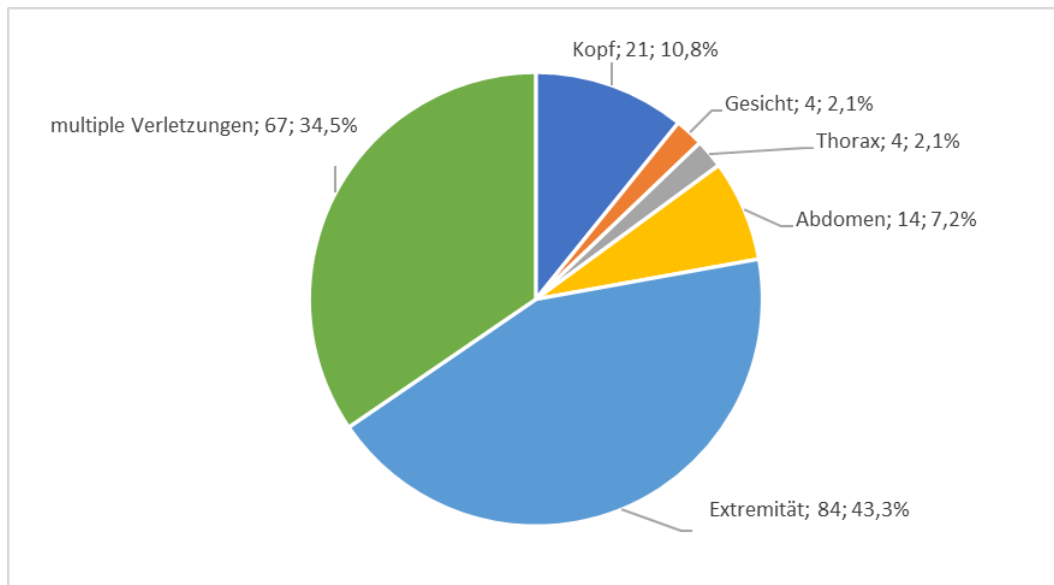


Abbildung 12 Häufigkeiten der verletzten Körperregionen

3.5.1 Geschlechterspezifische Auswertungen

Betrachtet man die verletzten Körperregionen bezogen auf das Geschlecht (Abbildung 13), so fällt auf, dass beim männlichen Geschlecht am häufigsten die Extremität (n=66; 46,2%) verletzt wurde, während es beim weiblichen Geschlecht (n=20; 39,2%) am häufigsten zu multiplen Verletzungen kam. Bei beiden Geschlechtern wurde das Gesicht am seltensten verletzt (Mädchen n=1; 2%; Buben n=3; 2,1%). Verletzungen im Bereich des Thorax (n=4; 2,8%) gab es nur beim männlichen Geschlecht. Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den verletzten Körperregionen und dem Geschlecht festgestellt werden ($p=0,219$; Chi-Quadrat-Test).

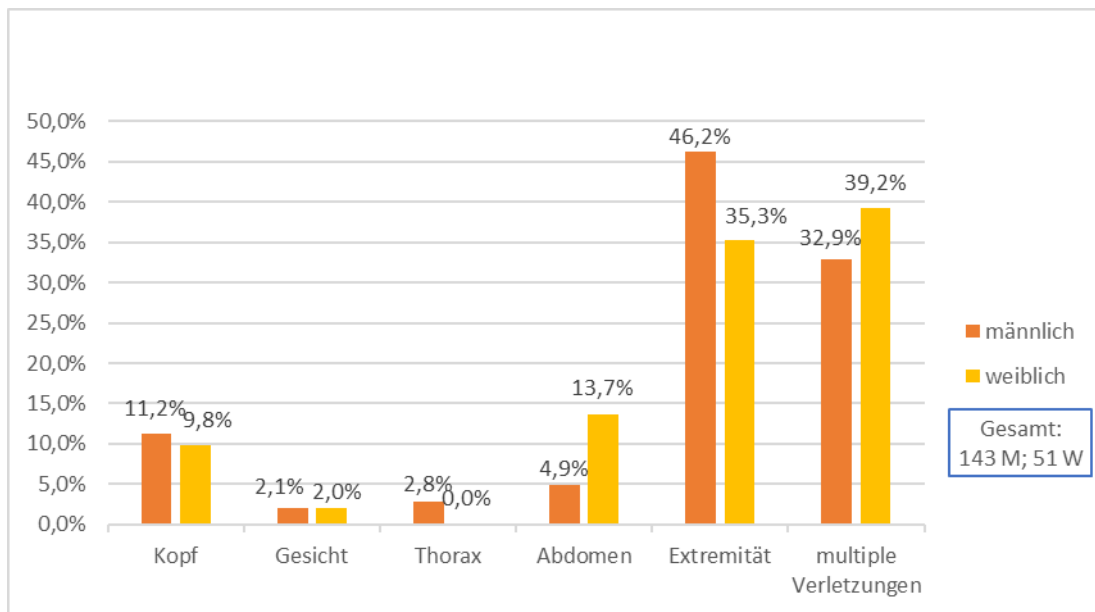


Abbildung 13 Verteilung der verletzten Körperregionen nach Geschlecht

Weiters wurde die Anzahl der verletzten Körperregionen bestimmt. Die geschlechterspezifische Verteilung wird in Abbildung 14 grafisch dargestellt. Insgesamt erlitten 96 Patienten (67,2%) und 31 Patientinnen (60,8%) am häufigsten eine isolierte Verletzung. Mädchen dominierten bei Mehrfachverletzungen mit zwei bis vier verletzten Körperregionen, wenngleich der Unterschied zu den Buben gering ausfiel. Auffallend war, dass sich lediglich eine weibliche Person (2%) fünf Verletzungen an verschiedenen Körperregionen zugezogen hat. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Anzahl der verletzten Körperregionen und dem Geschlecht nachgewiesen werden ($p=0,357$; *Mann-Whitney-U-Test*).

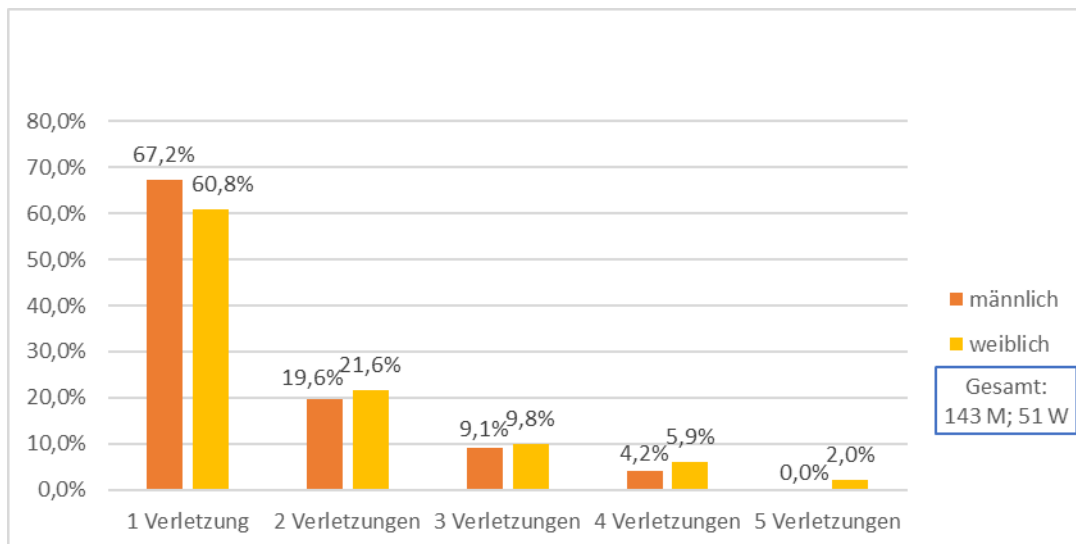


Abbildung 14 Anzahl verletzter Körperregionen nach Geschlecht

3.5.2 Verletzte Körperregionen und zusätzliche Verletzungen

Um das Verletzungsmuster besser einordnen zu können, wurden die verletzten Körperregionen einzeln betrachtet und die Anzahl sowie die Häufigkeiten zusätzlich betroffener Körperregionen ermittelt. Diese Informationen sind in der untenstehenden Tabelle 11 dargestellt. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die primär verletzte Körperregion, die in der linken Spalte aufgeführt ist. Die jeweils häufigste Zusatzverletzung pro Körperregion ist orange hervorgehoben.

Aus der Tabelle kann abgelesen werden, dass 32,8% (n=21) der insgesamt 64 Kopfverletzungen isolierte Verletzungen waren. Am häufigsten ereignete sich hierbei eine Kopfverletzung mit *einer* zusätzlichen Verletzung einer weiteren Körperregion (35,9%; n=23). Während unter den Gesichtsverletzungen *eine* weitere verletzte Körperregion (34,8%; n=8) dominierte, erlitten nur vier (17,4%) Personen eine isolierte Gesichtsverletzung. Bei den Thoraxverletzungen gingen die meisten Verletzungen mit jeweils 32,5% (n=13) mit einer oder zwei weiteren verletzten Körperregionen einher. Isolierte Thoraxverletzungen wurden nur bei vier Personen (10%) festgestellt. Die Mehrheit der Abdomenverletzungen mit 30,4% (n=14) und Extremitätenverletzungen mit 67,2% (n=84) waren isolierte Verletzungen ohne Begleitverletzungen. Externe Verletzungen passierten jeweils nur einmal kombiniert mit weiteren zwei oder drei Verletzungen. Es handelte sich hierbei um unspezifische Verletzungen, die keiner der genannten Körperregionen zugeteilt werden konnten.

Tabelle 11 Häufigkeitsverteilung verletzter Körperregionen

Verletzte Körperregion	Anzahl der zusätzlich verletzten Körperregionen	Häufigkeiten in %
Kopfverletzung N=64	0	32,8
	1	35,9
	2	20,3
	3	9,4
	4	1,6
Gesichtsverletzung N=23	0	17,4
	1	34,8
	2	21,7
	3	21,7
Thorax N=40	0	10
	1	32,5
	2	32,5
	3	22,5
	4	2,5
Abdomen N=46	0	30,4
	1	28,3
	2	19,6
	3	19,6
	4	2,2
Extremität N=125	0	67,2
	1	16
	2	10,4
	3	5,6
	4	0,8
Extern N=2	2	50
	3	50

3.5.3 Kombinationsverletzungen

Insgesamt erlitten 194 Patient*innen Verletzungen unterschiedlicher Körperregionen. Um einen besseren Überblick über verletzte Körperregionen zu erhalten, die gleichzeitig auftraten, wurde eine Heatmap (siehe Tabelle 12) erstellt. Die Farbskala reicht von weiß über hellorange bis dunkelorange, wobei die Farbintensität mit der Anzahl an Kombinationsverletzungen ansteigt. Am häufigsten ereigneten sich Kopfverletzungen in Begleitung mit Extremitätenverletzungen (n=25; 12,9%). Häufig waren ebenso gleichzeitige Verletzungen der Regionen Thorax-Abdomen (n=22; 11,3%), Kopf-Thorax (n=20; 10,3%) und Thorax-Extremität (n=17; 8,8%). Externe Verletzungen ereigneten sich insgesamt nur sehr selten. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen den Kombinationsverletzungen

zu ermitteln, wurden Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Für folgende verletzte Körperregionen konnte ein signifikanter Zusammenhang bestätigt werden: Kopf-Thorax ($p=0,01$), Kopf-Extremität ($p<0,001$), Gesicht-Thorax ($p<0,001$), Gesicht-Extremität ($p=0,025$), Thorax-Abdomen ($p<0,001$), Thorax-Extremität ($p=0,001$), Abdomen-Extremität ($p<0,001$).

Tabelle 12 Darstellung der Kombinationsverletzungen mittels Heatmap

	Kopf (n=64)	Gesicht (n=23)	Thorax (n=40)	Abdomen (n=46)	Extremität (n=125)	Extern (n=2)
Kopf		9; 4,6%	20; 10,3%	16; 8,3%	25; 12,9%	1; 0,5%
Gesicht	9; 4,6%		11; 5,7%	7; 3,6%	10; 5,2%	0; 0%
Thorax	20; 10,3%	11; 5,7%		22; 11,3%	17; 8,8%	0; 0%
Abdomen	16; 8,3%	7; 3,6%	22; 11,3%		17; 8,8%	0; 0%
Extremität	25; 12,9%	10; 5,2%	17; 8,8%	17; 8,8%		2; 1%
Extern	1; 0,5%	0; 0%	0; 0%	0; 0%	2; 1%	

Farbskala: grau = Eigenkombination, weiß = keine Kombination, hellorange = niedrige Werte (Minimum = 0), dunkelorange = hohe Werte (Maximum = 25);

Angaben in absoluten Zahlen sowie in Prozent bezogen auf die insgesamt 194 verletzten Personen

3.6 Polytrauma

Insgesamt betrachtet kam es bei 194 Unfällen zu 57 (29,4%) Polytraumata (siehe Abbildung 15), wobei 35 Jungen (24,5%) und 22 (43,1%) Mädchen ein solches erlitten. Statistisch konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Polytrauma und dem Geschlecht nachgewiesen werden, was darauf hinweist, dass Mädchen häufiger von Polytraumata betroffen waren als Jungen ($p=0,012$; *Chi-Quadrat-Test*).

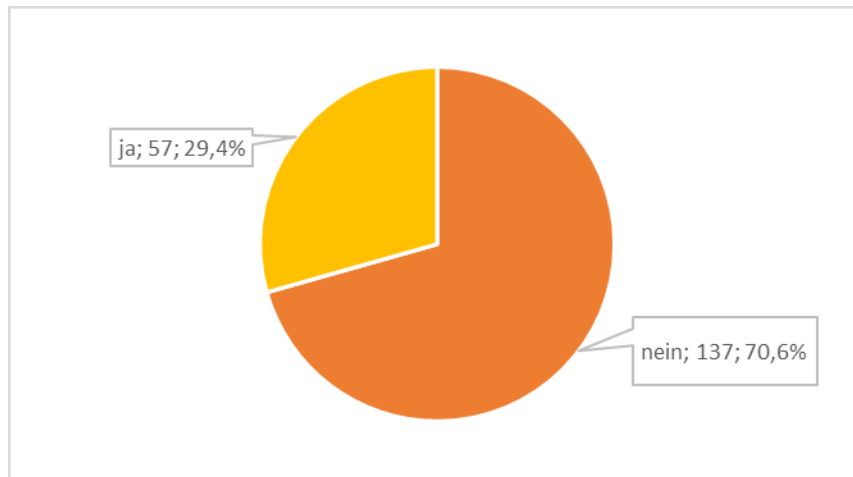


Abbildung 15 Häufigkeitsverteilung des Polytraumas

3.6.1 Polytrauma und verletzte Körperregionen

Zur strukturierten Darstellung der einzelnen Verletzungen, die zu einem Polytrauma ($n=57$) führten, wurden die Häufigkeiten ermittelt und in ein Balkendiagramm übertragen. Aus Abbildung 16 kann abgelesen werden, dass Verletzungen des Kopfes mit 61,4% ($n=35$) am häufigsten unter den polytraumatischen Verletzungen vertreten waren. Verletzungen im Bereich des Thorax (40,4%; $n=23$), des Abdomens (43,9%; $n=25$) und der Extremitäten (42,1%; $n=24$) waren relativ gleich häufig die Ursache für ein Polytrauma. Nur 21,1% ($n=12$) der Gesichtsverletzungen waren mit einem Polytrauma assoziiert. Externe Verletzungen führten nie zu einer schwerwiegenden Verletzung. Bis auf externe Verletzungen konnte für alle folgenden verletzten Körperregionen (*Kopf*: $p<0,001$; *Gesicht*: $p=0,011$; *Thorax*: $p<0,001$; *Abdomen*: $p<0,001$, *Extremität*: $p<0,001$) ein signifikanter Zusammenhang mit dem Vorliegen eines Polytraumas festgestellt werden (*Chi-Quadrat-Test*).

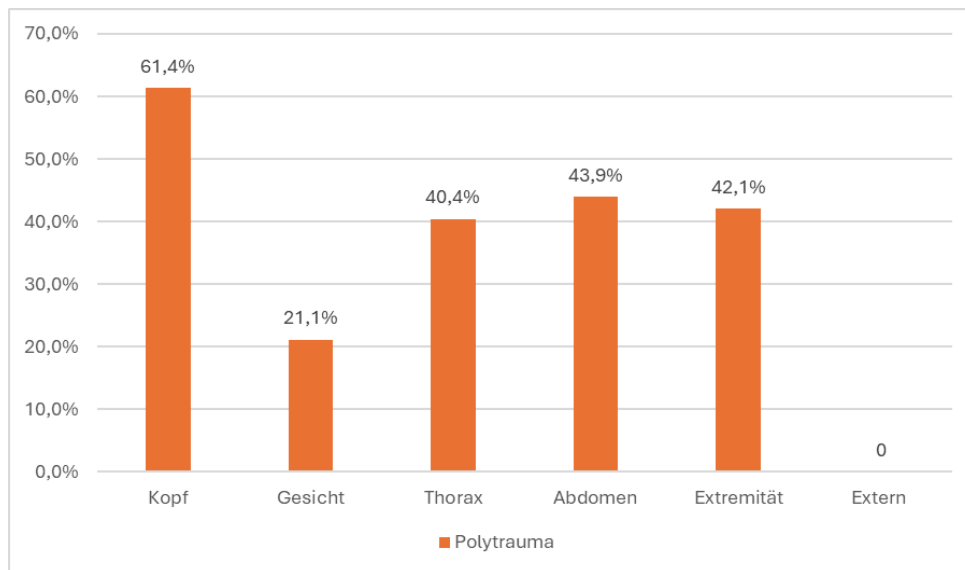


Abbildung 16 Häufigkeitsverteilung von Polytrauma und verletzten Körperregionen

3.6.2 Polytrauma und Anzahl der Verletzungen

Auch die Anzahl der verletzten Körperregionen stand in einem statistischen Zusammenhang mit dem Auftreten eines Polytraumas ($p < 0,001$; *Chi-Quadrat-Test*). Am häufigsten trat nur eine Verletzung mit 43,9% ($n=25$) mit einer polytraumatischen Verletzung auf, gefolgt von zwei Verletzungen mit 21,1% ($n=12$) und drei Verletzungen mit 19,3% ($n=11$). Vier (14%; $n=8$) und fünf (1,8%; $n=1$) Verletzungen waren somit deutlich seltener für schwerwiegende Verletzungen verantwortlich.

3.7 Injury Severity Score

Der Injury Severity Score wurde für alle 194 verunfallten Personen berechnet. Es ergaben sich Werte zwischen neun und 75, wobei der durchschnittliche ISS bei $16,3 \pm 16,2$ lag. Bei 104 Personen (53,6%) und somit mehr als der Hälfte aller Personen wurde ein ISS von neun vergeben (Md 9). Zwölf Unfallopfer (6,2%) erreichten den Maximalwert von 75.

3.7.1 ISS nach Geschlecht

Geschlechterspezifisch ergab sich bei beiden Geschlechtern (männlich: $n=81$; 56,6% vs. weiblich: $n=23$; 45,1%) neun als häufigster ISS Wert. Im Mittel wiesen die Patientinnen mit $17,1 \pm 15,9$ einen höheren ISS auf als die Patienten mit $16 \pm 16,4$. Der Maximalwert von 75 wurde beim männlichen Geschlecht neunmal (6,3%) erreicht und beim weiblichen

Geschlecht dreimal (5,9%). Obwohl das weibliche Geschlecht durchschnittlich schwerer verletzt war, lässt sich dieser Unterschied statistisch nicht eindeutig belegen, da kein signifikanter Unterschied zwischen Geschlecht und ISS erhoben werden konnte ($p=0,107$; *Mann-Whitney-U-Test*).

3.7.2 ISS und Unfallursache

Zwischen der Unfallursache und der Verletzungsschwere gemessen am Injury Severity Score ergaben sich signifikante Unterschiede, was bedeutet, dass die Ursache eines Unfalls einen bedeutenden Einfluss auf die Schwere der Verletzung und somit auf die Höhe des ISS hatte ($p<0,001$; *Kruskal-Wallis-Test*). Im paarweisen Vergleich der unterschiedlichen Unfallursachen zeigte sich, dass sich Sport- und Freizeitunfälle signifikant von Verkehrsunfällen ($p=0,001$), Stürzen aus großer Höhe ($p=0,04$) und anderen Verletzungen unterscheiden ($p=0,006$). Keine signifikanten Unterschiede gab es zwischen den restlichen Gruppen bestehend aus Verkehrsunfall, Sturz aus großer Höhe und anderen Verletzungen. Sport- und Freizeitunfälle haben zudem niedrigere ISS-Werte angenommen als die restlichen Unfallursachen und führen somit wahrscheinlich zu mildereren Verletzungen. Dies kann auch dem unten angeführten Boxplot entnommen werden (Abbildung 17).

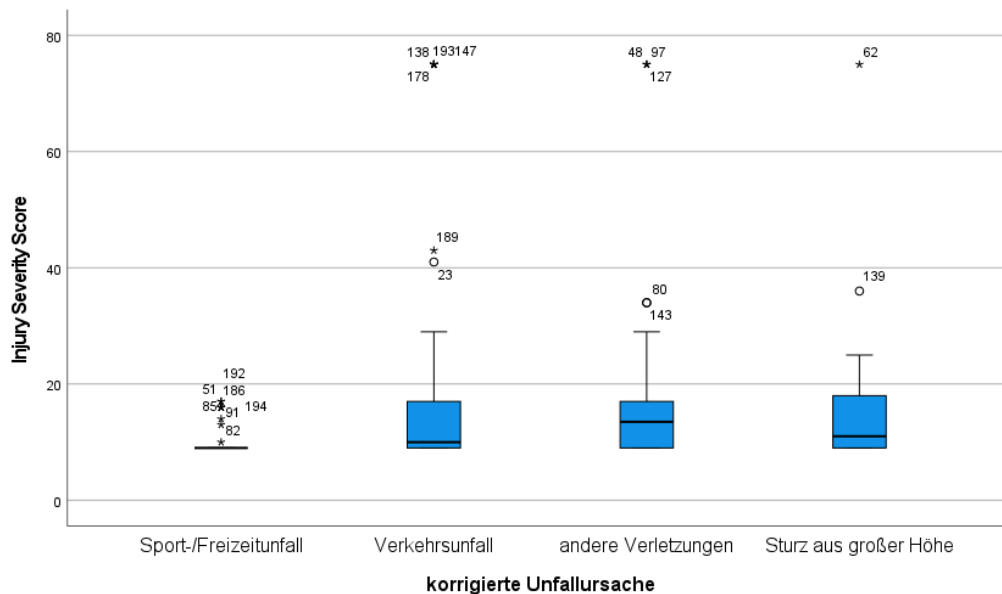


Abbildung 17 Boxplots: ISS und korrigierte Unfallursache

3.7.3 ISS verglichen mit weiteren Parametern

Im Folgenden wurde der ISS mit einigen Parametern verglichen. Die Analyse ergab, dass eine klare Verbindung zwischen der Verletzungsschwere gemessen am ISS und der Notwendigkeit einer operativen Intervention besteht ($p=0,001$; *Mann-Whitney-U-Test*). Auch für Aufenthalte auf der Intensivstation und der Höhe des ISS ergaben sich signifikante Unterschiede ($p<0,001$; *Mann-Whitney-U-Test*). Ein signifikanter Zusammenhang konnte ebenfalls zwischen dem ISS und dem Outcome beziehungsweise zwischen dem ISS und der verletzten Körperregion gezeigt werden ($p<0,001$; *Kruskal-Wallis-Test*). Verletzungen an den Extremitäten unterschieden sich hierbei im paarweisen Vergleich deutlich von multiplen Verletzungen ($p=0,000$) sowie Verletzungen des Kopfes ($p=0,000$) und Abdomens ($p=0,003$).

Aus den unten angeführten Boxplots (Abbildung 18, Abbildung 19) kann entnommen werden, dass Verletzungen im Bereich des Gesichts und der Extremitäten sowie des Thorax hauptsächlich einen niedrigen ISS-Wert erhalten haben, während Kopfverletzungen und multiple Verletzungen meist mit einem höheren ISS bewertet wurden. Bei vollständig ausgeheilten Verletzungen und bleibenden Schädigungen konnten jeweils ISS-Werte unter 20 angenommen werden, während die verstorbenen Personen einen sehr hohen ISS-Wert aufwiesen.

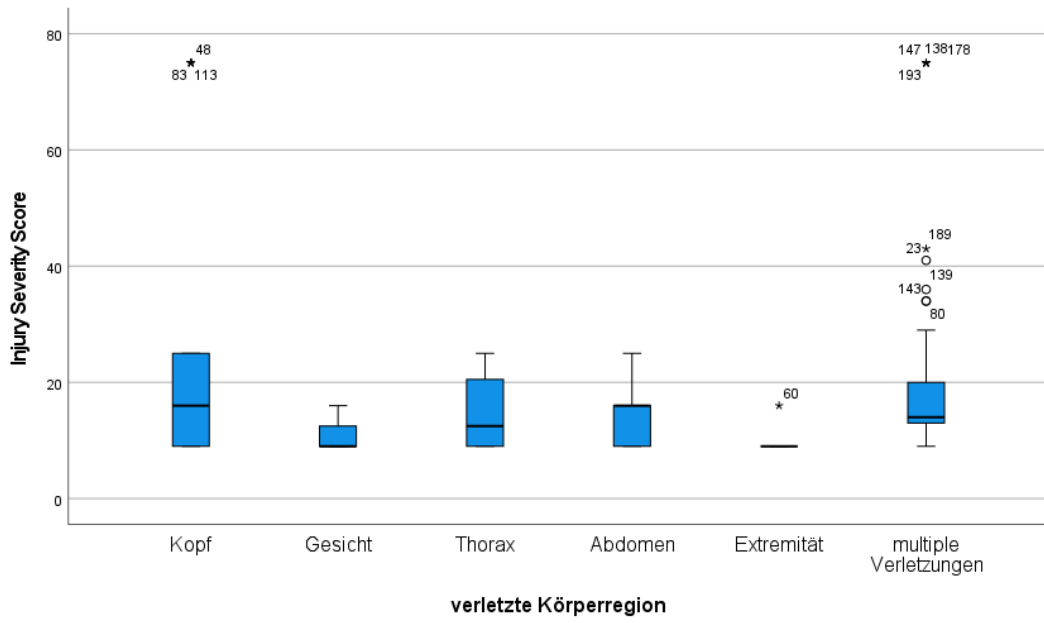


Abbildung 18 Boxplots: ISS und verletzte Körperregion

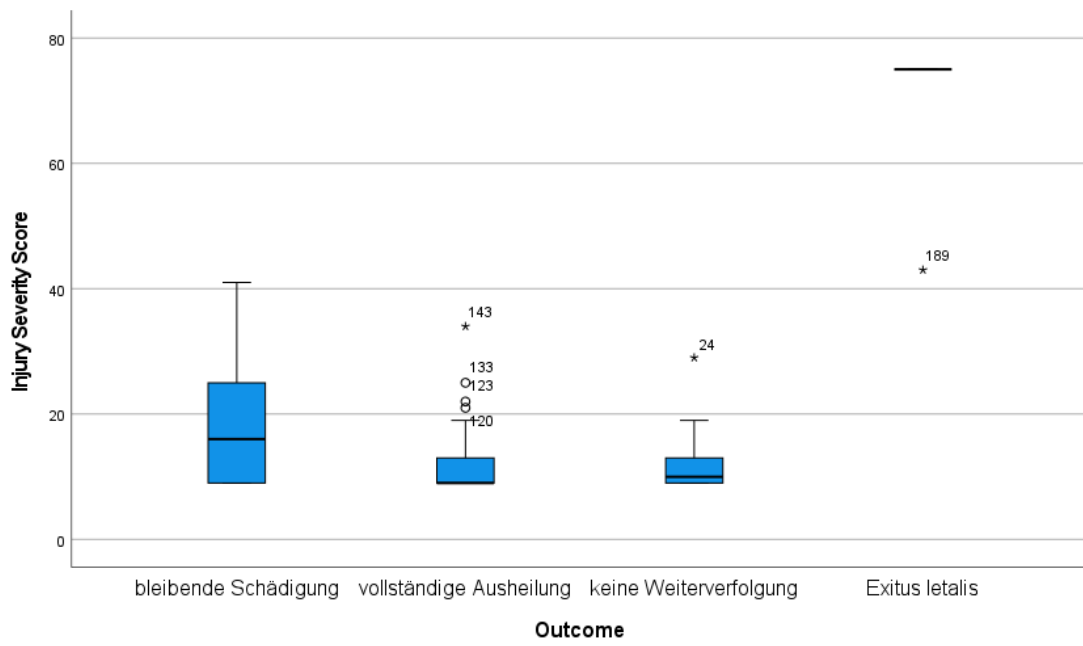


Abbildung 19 Boxplots: ISS und Outcome

3.8 Glasgow Coma Scale

3.8.1 GCS präklinisch

Präklinisch wurde die Glasgow Coma Scale bei insgesamt 193 Personen angegeben und fehlte somit bei einer Person. Im Mittel lag die GCS bei $12,8 \pm 4,0$. 128 (66%) Patient*innen waren mit einem Wert von GCS 15 am Unfallort bei vollständigem Bewusstsein. 32 (16,4%) Personen wiesen eine GCS zwischen 8 und 3 auf, was auf ein schweres Schädel-Hirn-Trauma schließen lässt. Geschlechterspezifisch gab es keine bedeutsamen Unterschiede in der Bewusstseinslage, gemessen an der GCS mit folgenden Mittelwerten (weiblich: $12,9 \pm 3,8$ versus männlich: $12,8 \pm 4$). Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Geschlecht und den präklinischen GCS-Werten ($p=0,854$; *Mann-Whitney-U-Test*).

3.8.2 GCS im Schockraum

Aus den Schockraumprotokollen konnte die GCS für 190 Personen ermittelt werden, wobei sich ein durchschnittlicher GCS-Wert von $11,5 \pm 5$ zeigte. Besonders auffallend war, dass nun bereits 48 (24,7%) Patient*innen einen GCS zwischen 8 und 3 aufwiesen. Während präklinisch noch 128 (66%) Personen einen GCS von 15 hatten, waren es im Schockraum nur mehr 99 (51%) Personen.

Auch hier zeigten sich keine deutlichen Unterschiede zwischen dem weiblichen und männlichen Geschlecht (weiblich: $11,4 \pm 5,1$ versus männlich: $11,5 \pm 5$). Statistisch bestand kein signifikanter Unterschied der GCS-Werte im Schockraum und zwischen den Geschlechtern ($p=0,941$; *Mann-Whitney-U-Test*).

3.8.3 GCS-Vergleich

Vergleicht man nun die Werte der präklinischen Glasgow Coma Scale mit jenen, die im Schockraum ermittelt wurden, gab es bei 63,9% (n=124) keine Unterschiede. Der Bewusstseinszustand dieser Personengruppe blieb somit während des gesamten Transports konstant. Bei 65 (33,5%) Patient*innen veränderte sich die Bewusstseinslage und damit auch die GCS. Wie aus der Tabelle 13 hervorgeht, konnten fünf Personen nicht ausgewertet werden, da die GCS entweder präklinisch oder im Schockraum nicht dokumentiert wurde.

Tabelle 13 GCS-Vergleiche

	Häufigkeiten (absolut)	Häufigkeiten (in %)
kein Unterschied	124	63,9
Unterschied	65	33,5
Gesamtauswertung	189	97,4
fehlend	5	2,6
Gesamt	194	100,0

3.9 NACA-Score

Der NACA-Score wurde bei den Verunfallten von drei bis sieben vergeben, wobei drei eine schwere, aber nicht lebensbedrohliche Verletzung und sieben eine tödliche Verletzung bedeutete. Von insgesamt 194 verunfallten Personen, wurde bei 175 (90,2%) Personen präklinisch ein NACA-Score erhoben. Bei 9,8% (n=19) wurde kein NACA-Score berechnet, woraus folgt, dass die Aussagekraft der Daten leicht eingeschränkt ist. Mit 43,3% (n=84) entfielen die meisten Unfälle auf den Verletzungsgrad 4. Dieser wird vergeben, wenn eine akute Lebensgefahr nicht ausgeschlossen werden kann. Eine genaue Auflistung der Häufigkeiten kann Tabelle 14 entnommen werden.

Tabelle 14 NACA-Score

NACA-Score	Häufigkeiten (absolut)	Häufigkeiten (in %)
3	33	17,0
4	84	43,3
5	47	24,2
6	10	5,2
7	1	0,5
fehlend	19	9,8
gesamt	194	100

3.9.1 NACA-Score und korrigierte Unfallursache

Vergleicht man den NACA-Score mit den korrigierten Unfallursachen (Abbildung 20), so kann eindeutig gezeigt werden, dass Verkehrsunfälle den größten Anteil der schweren Verletzungen mit NACA-Scores von vier bis sieben ausmachen. Alle Unfallursachen haben

die Werte drei bis fünf vom NACA-Score angenommen. Grafisch lässt sich vermuten, dass Verkehrsunfälle häufiger mit schweren Verletzungen verbunden sind. Es konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Höhe des NACA-Scores und der korrigierten Unfallursache festgestellt werden ($p < 0,001$; *Kruskal-Wallis-Test*).

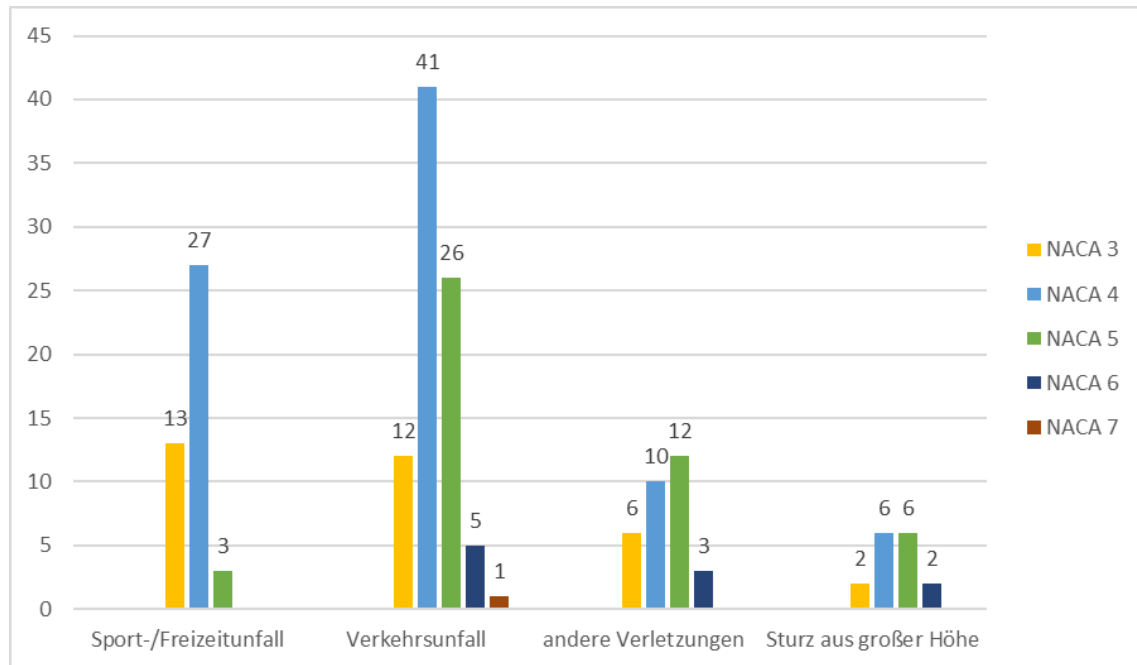


Abbildung 20 NACA-Score und korrigierte Unfallursachen

3.9.2 NACA-Score und Operation

Zwischen der Höhe des NACA-Scores und erforderlichen Operationen konnte kein signifikanter Zusammenhang statistisch bewiesen werden ($p = 0,134$; *Mann-Whitney-U-Test*).

3.9.3 NACA-Score und Aufenthalt auf der Intensivstation

Aus dem Balkendiagramm (Abbildung 21) geht hervor, dass Personen mit einem NACA-Score von fünf, mit 48,9% ($n = 46$) am häufigsten auf der Intensivstation versorgt wurden. Im Gegensatz dazu konnten in den Rubriken NACA 3 (34,6%; $n = 28$) und NACA 4 (58%; $n = 47$) eindeutig mehr Patient*innen auf der Normalstation behandelt werden und hatten somit keinen Intensivstationsaufenthalt. Patient*innen, welche intensivmedizinisch versorgt wurden, wiesen durchschnittlich einen NACA-Score von $4,6 \pm 0,7$ auf. Bei Personen ohne Aufenthalt auf der Intensivstation betrug der NACA-Score im Mittel $3,8 \pm 0,8$. Ein statistisch

signifikanter Unterschied zwischen der Höhe des NACA-Scores und dem Aufenthalt auf der Intensivstation konnte bestätigt werden ($p < 0,001$; *Mann-Whitney-U-Test*).

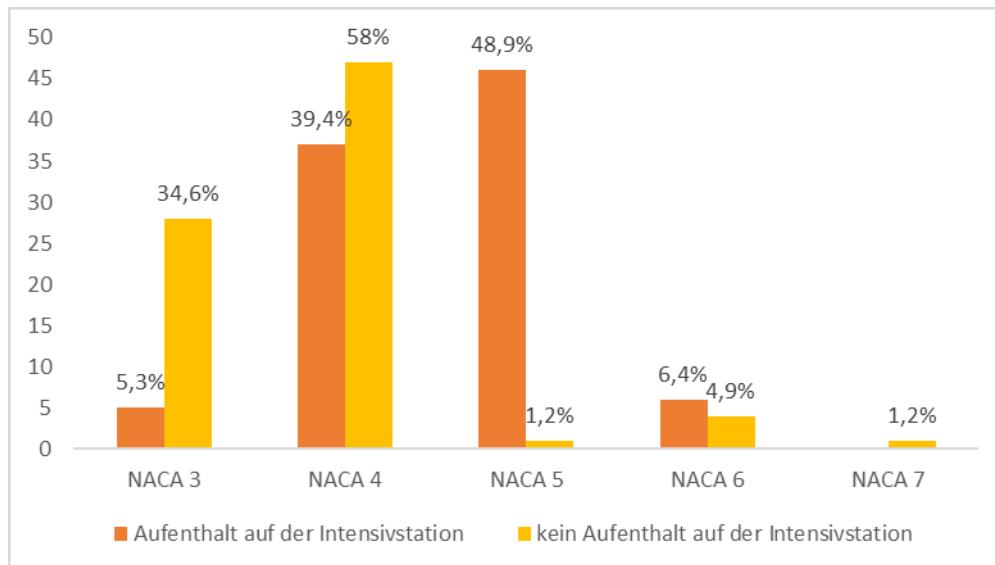


Abbildung 21 NACA-Score und Aufenthalt auf der Intensivstation

3.9.4 NACA-Score und Aufenthaltsdauer stationär

Zwischen der Aufenthaltsdauer auf der Station und dem NACA-Score bestand eine schwache bis mittlere, signifikant positive Korrelation ($r_s = 0,281$, $p < 0,001$, $N = 175$; *Spearman-Korrelationsanalyse*). Weiters konnte gezeigt werden, dass sich zwischen den stationären Aufenthaltstagen und den verschiedenen NACA-Gruppen ein signifikanter Unterschied ergab ($p < 0,001$; *Kruskal-Wallis-Test*). Um signifikante Gruppenunterschiede hinsichtlich der stationären Aufenthaltsdauer analysieren zu können, wurden paarweise Vergleiche unter Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst und durchgeführt. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den NACA-Gruppen 3 und 5 ($p = 0,000$) und 4 und 5 ($p = 0,001$). Patient*innen mit einem NACA-Wert von 5 mussten somit deutlich länger stationär behandelt werden als jene mit einem Wert von 3 oder 4. Zwischen den restlichen Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Dies ist in Abbildung 22 dargestellt. Im Boxplot sind die von Patient*innen angenommenen NACA-Werte von 3 bis 7 dargestellt sowie die stationären Aufenthaltstage. Leicht bis mittelschwer verletzte Personen mit einem NACA-Score von 3 bis 5 wiesen einen deutlich längeren stationären Aufenthalt auf. Bei NACA 5 wurden die längsten Aufenthaltstage im Krankenhaus dokumentiert, einschließlich vieler Ausreißer und dem Maximalwert mit 135

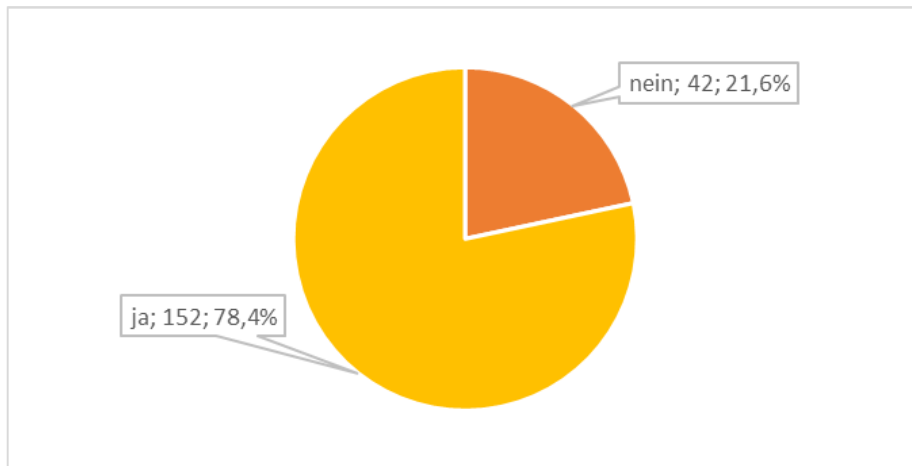


Abbildung 23 Häufigkeitsverteilung der richtigen Hauptdiagnose

3.11 Übereinstimmung aller Diagnosen

Wie bei den Hauptdiagnosen erfolgte die präklinische Untersuchung der Patient*innen und die Diagnosestellung durch die Notärzt*innen. Diese Ergebnisse wurden mit den klinischen Befunden verglichen. Es zeigte sich, dass 140 (72,2%) aller Diagnosen richtig ausgewertet wurden, während 54 (27,8%) Patient*innen falsch beziehungsweise unvollständig diagnostiziert wurden (siehe Abbildung 24). Eine geschlechterspezifische Auswertung zeigte, dass prozentuell gesehen mehr Fälle beim männlichen Geschlecht (n=106; 74,1%) im Vergleich zum weiblichen Geschlecht (n=34; 66,7%) richtig ausgewertet wurden. Statistisch konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Geschlecht und der Übereinstimmung aller Diagnosen gezeigt werden ($p=0,308$; *Chi-Quadrat-Test*).

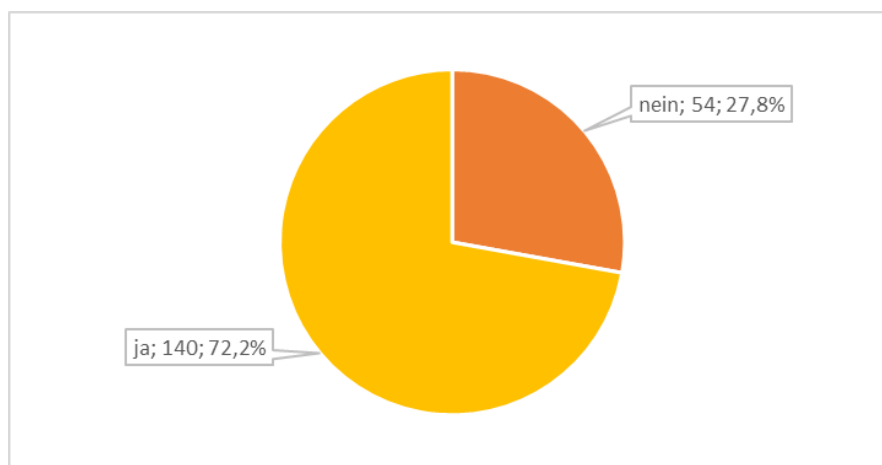


Abbildung 24 Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmung aller Diagnosen

3.12 Traumaregister

Für folgende Kategorien des Traumaregisters (Atemwegssicherung, Analgosedierung, Blutprodukte, Herzdruckmassage, Thoraxdrainage, Beckengurt, Tranexamsäure, Kreislaufstabilität) wurden die Häufigkeiten berechnet. Bei 53 Personen (27,3%) musste der Atemweg gesichert werden. Eine Analgosedierung erfolgte bei 167 Patient*innen (86,1%). Blutprodukte in jeglicher Form mussten bei 18 Verunfallten (9,3%) verabreicht werden. 12 Personen (6,2%) wurden reanimiert. Eine Thoraxdrainage wurde bei 8 Verletzten (4,1%) angelegt. Mit einem Beckengurt wurden 24 Patient*innen (12,4%) versorgt. Tranexamsäure wurde bei 53 Personen (27,3%) verabreicht. Einen stabilen Kreislauf hatten 174 (89,7%) von insgesamt 194 verunfallten Personen.

3.13 Transportart

In die Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz wurden 122 (62,9%) Verunfallte mittels Rettungshubschrauber geflogen und 72 (37,1%) Personen wurden mittels Rettungswagen in das Universitätsklinikum transportiert (siehe Abbildung 25). Keine der insgesamt 194 verletzten Personen wurde somit privat ins Spital gefahren.

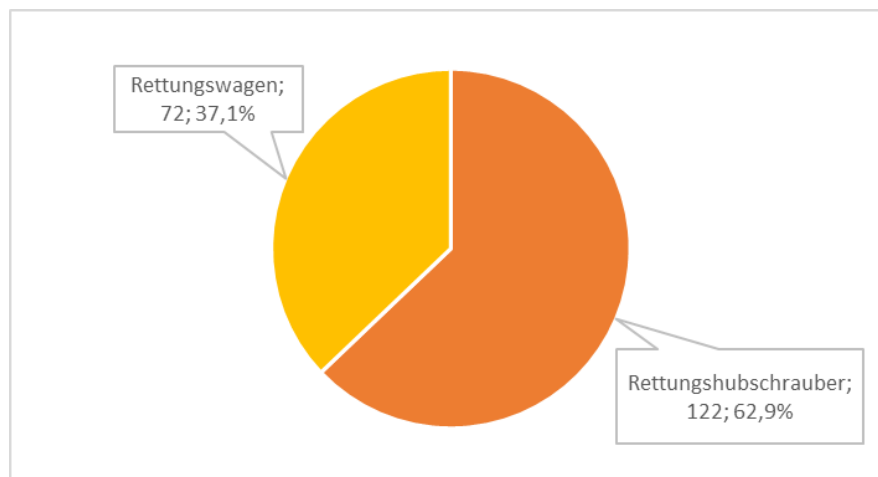


Abbildung 25 Häufigkeitsverteilung der Transportart

3.13.1 Transportart und NACA-Score

Aus dem Balkendiagramm (Abbildung 26) geht deutlich hervor, dass bei allen 175 Personen, für die präklinisch ein NACA-Score erhoben wurde, der Rettungshubschrauber mit 62,3% (n=109) am häufigsten als Transportmittel diente. Dies ist vor allem bei den sehr schwer bis

tödlich verletzten Personen mit einem NACA-Score von sechs (n=9; 90%) und sieben (n=1; 100%) erkennbar. Auch bei Verletzten, die einen niedrigeren NACA-Score angenommen haben, dominierte der Rettungshubschrauber als Transportmittel. Mit einem NACA-Score von drei wurden 57,6% (n=19) der Verunfallten mit dem Rettungshubschrauber transportiert, mit einem NACA-Score von vier 56% (n=47) und mit einem NACA-Score von fünf 70,2% (n=33). Im Mittel kam der Rettungshubschrauber bei Personen mit einem NACA-Score von $4,3 \pm 0,9$ und der Rettungswagen bei Personen mit einem NACA-Score von $4 \pm 0,7$ zum Einsatz. Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Transportart und dem NACA-Score ($p = 0,036$; *Mann-Whitney-U-Test*). Dadurch kann bestätigt werden, dass schwer verletzte Personen mit einem höheren NACA-Score eher mit dem Rettungshubschrauber in das Krankenhaus transportiert wurden als mit dem Rettungswagen.

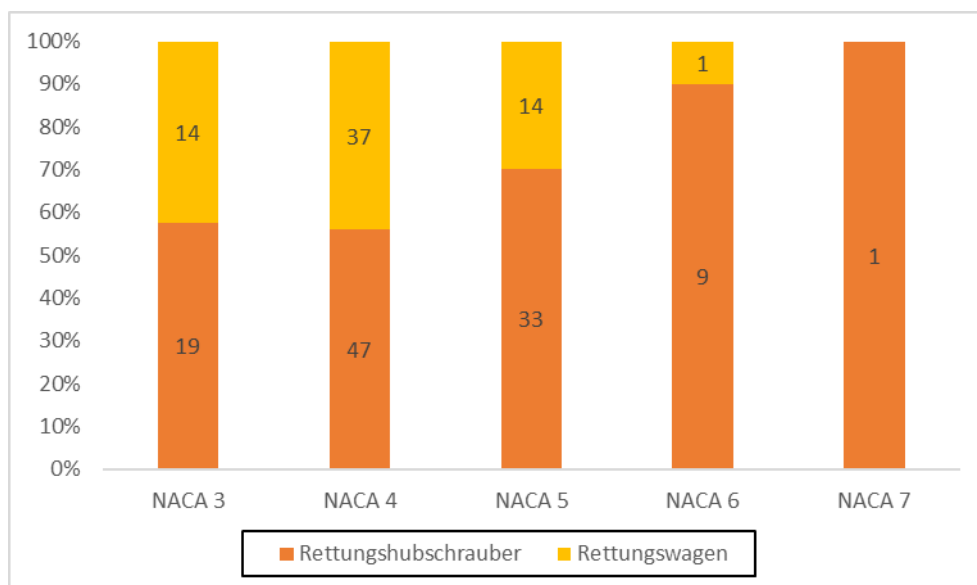


Abbildung 26 Transportart und NACA-Score

3.13.2 Transportart und korrigierte Unfallursache

Da Verkehrsunfälle, wie oben bereits festgestellt, die häufigste Unfallursache darstellten, wurden in dieser Rubrik die meisten Rettungshubschrauber (n=57; 46,7%) und Rettungswagen (n=36; 50%) für den Transport ins Krankenhaus benötigt. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Transportart und der Unfallursache ließ sich allerdings nicht feststellen ($p=0,456$; *Chi-Quadrat-Test*).

3.13.3 Transportart und verletzte Körperregion

Am häufigsten musste der Rettungshubschrauber für Verletzungen an den Extremitäten (n=54; 44,3%) ausfliegen und am zweithäufigsten für multiple Verletzungen (n=42; 34,4%). Auch der Rettungswagen wurde am häufigsten wegen Extremitätenverletzungen (n=30; 41,7%) alarmiert, gefolgt von multiplen Verletzungen (n=25; 34,7%). Es zeigte sich kein statistischer Zusammenhang zwischen der Transportart und der verletzten Körperregion ($p=0,969$; *Chi-Quadrat-Test*).

4 Diskussion

In dieser Studie wurden insgesamt 194 Patient*innen, zwischen null und 17 Jahren mit schweren Verletzungen, welche im Schockraum der Universitätsklinik der Kinder- und Jugendchirurgie Graz behandelt wurden, analysiert. Die Verletzungsschwere wurde anhand des Injury Severity Scores ermittelt, wobei die verletzten Personen ab einem ISS-Wert von neun in die Studie eingeschlossen wurden. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie ausführlich diskutiert.

Unfallursachen

Während bei Jugendlichen Verkehrsunfälle (67,9%) die führende Unfallursache darstellten, waren es bei Schulkindern Sport- und Freizeitunfälle (52,2%) und bei Kleinkindern andere Verletzungen (40%). Dazu zählten Schul-, Haushalts-, Arbeits- und Landwirtschaftsunfälle sowie Schussverletzungen. Auch Spitzer et al. bestätigen, dass im Alter von null bis vier Jahren sehr häufig Unfälle in den Bereichen „Haus und Garten“ (55,6%) und „Landwirtschaft“ (42,9%) passierten, während Sport- und Freizeitunfälle zwischen fünf und 14 Jahren und Verkehrsunfälle bei den 15- bis 17-Jährigen führend waren (70). Ähnliche Ergebnisse lieferte die statistische Auswertung der Verletzungsursachen von Kindern und Erwachsenen in Österreich. Es dominierten Verkehrsunfälle, gefolgt von Unfällen in den Bereichen Arbeit und Schule, Haushalt sowie Freizeit (74).

Weiters konnte anhand der ausgewerteten Ergebnisse gezeigt werden, dass die meisten Unfälle und Verletzungen in der Altersgruppe der Jugendlichen (54,6%) passierten, vor allem zwischen dem 15. und 16. Lebensjahr. Ein möglicher Grund dafür könnte die frühe Teilnahme am Straßenverkehr sein. In Österreich darf der Mopedführerschein ab 15 Jahren absolviert werden. Die L17-Ausbildung, für die vorzeitige Ausstellung des Autoführerscheins mit 17 Jahren, kann bereits mit 15,5 Jahren begonnen werden (75). In dieser Altersgruppe stellten die Verkehrsunfälle mit 67,9% sehr dominierend die häufigste Unfallursache dar. Auch Meier et al. haben herausgefunden, dass Verkehrsunfälle die häufigste Ursache für multiple Verletzungen waren, wobei die Beteiligung im Straßenverkehr bei den sechs bis 17-Jährigen hauptsächlich als Fußgänger oder Mopedfahrer erfolgte (76).

Unter den Subkategorien der Verkehrsunfälle, war das „Moped“ dominierend. Bei den männlichen Patienten kam es in 60% zu Mopedunfällen, während es bei den weiblichen nur

47,8% waren. Ursächlich dafür könnte eine vermehrte Risikobereitschaft bei Männern sein. Fergusson et al. beschreiben in ihrer Studie, dass das männliche Geschlecht im Vergleich zu den Frauen ein deutlich riskanteres Fahrverhalten aufweist (77). Auch die Daten der Weltgesundheitsorganisation bestätigen international, dass Männer dreimal häufiger durch Verkehrsunfälle sterben als Frauen (78). Im Gegensatz dazu beschreiben Brandau et al., dass die individuelle Persönlichkeit von Jugendlichen einen viel stärkeren Einfluss auf das Fahrverhalten sowie das Unfall- und Verletzungsrisiko hat als das Geschlecht (79).

Besonders auffallend bei der weiteren Datenauswertung der Unfallursachen war, dass es beim weiblichen Geschlecht weder zu Arbeits- und Landwirtschaftsunfällen noch zu Schussverletzungen gekommen ist. Ein möglicher Grund könnte das gesellschaftliche Rollenbild sein, in dem Frauen andere Berufe und Freizeitaktivitäten als Männer ausüben. Landwirtschaftliche Betriebe in Österreich werden überwiegend von Männern geführt, wobei der weibliche Anteil bereits bei circa 33% liegt (80). Weiters ist anzuführen, dass laut dem Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2022 fast drei Viertel aller Arbeitsunfälle im Allgemeinen auf das männliche Geschlecht zurückzuführen sind (81). Bezogen auf die Schussverletzungen konnten Scherer et al. in ihrer Studie nachweisen, dass die Opfer von Schusswaffen hauptsächlich männlich sind. Im Gegensatz zu anderen Ländern ereignen sich in den mitteleuropäischen Ländern Schussverletzungen immer noch selten (82).

Verletzungsschwere

Aus den Ergebnissen ging weiters hervor, dass die Unfallursache einen entscheidenden Einfluss auf den Verletzungsschweregrad und somit auch auf die Höhe des Injury Severity Score hat. Sport- und Freizeitunfälle haben verglichen mit Verkehrsunfällen, Stürzen aus großer Höhe und anderen Verletzungen deutlich niedrigere ISS-Werte angenommen, was darauf hindeutet, dass die Verletzungen tendenziell milder ausgefallen sind. Diese Annahme spiegelt sich auch im Aufenthalt auf der Intensivstation wider. Kinder und Jugendliche mit Sport- und Freizeitverletzungen (27,1%) mussten seltener intensivmedizinisch behandelt werden im Vergleich zu Stürzen aus großer Höhe (73,7%), Verkehrsunfällen (62,4%) oder anderen Verletzungen (55,9%). Am häufigsten ereigneten sich in der Kategorie Sport- und Freizeitunfälle bei beiden Geschlechtern Ski- und Snowboardunfälle. Ähnliche Ergebnisse lieferte der IDB-Jahresbericht 2022. Während rund ein Viertel (25,3%) der Verletzungen aus dem Bereich „Sport“ stationär versorgt werden mussten, gab es nach Verkehrsunfällen deutlich häufiger stationäre Aufnahmen (33,8%). Hierbei ereigneten sich die meisten

Sportunfälle der 0- bis 14-Jährigen jedoch beim Fußballspielen. Zusätzlich muss angemerkt werden, dass sich diese Auswertungen sowohl auf Kinder als auch auf Erwachsene bezogen haben (74).

Die Unfallursache hatte einen entscheidenden Einfluss auf die intensivmedizinische Behandlung, nicht jedoch auf eine erforderliche Operation. Kinder und Jugendliche, welche auf der Intensivstation behandelt wurden, mussten deutlich häufiger operiert werden als diejenigen, die auf der Normalstation lagen. Im Durchschnitt wurden sie $9,9 \pm 16,6$ Tage auf der Intensivstation behandelt. Am häufigsten musste jene Patientengruppe operativ und intensivmedizinisch versorgt werden, welche im Rahmen von Verkehrsunfällen verletzt wurde. Somit kann angenommen werden, dass mit der Schwere des Unfallmechanismus auch die Wahrscheinlichkeit für eine Behandlung auf der Intensivstation steigt. In der Studie von Gatzka et al. konnte jedoch klar gezeigt werden, dass Kinder und Jugendliche ($23,3 \pm 20,5$ Tage) im Vergleich zu Erwachsenen ($36,2 \pm 31,7$ Tage) einen deutlich kürzeren stationären Aufenthalt hatten (83).

Weiters ist zu erwähnen, dass die Höhe des Injury Severity Score einen Einfluss auf operative Eingriffe und die intensivmedizinische Versorgung hatte. Kopfverletzungen und mehrfach verletzte Körperregionen haben insgesamt betrachtet höhere ISS-Werte angenommen und waren folglich schwerer verletzt als Verletzungen im Bereich des Gesichts, Thorax oder der Extremitäten. Mehr als die Hälfte aller verunfallten Personen hatten einen ISS von neun. 57 Personen wiesen einen ISS größer 16 auf und wurden folglich als Polytrauma eingestuft, wobei das weibliche Geschlecht (43,1%) deutlich häufiger polytraumatisch verletzt wurde als das männliche Geschlecht (24,5%). Diese geschlechterspezifischen Unterschiede wurden jedoch in der Studie von Naqvi et al. nicht bestätigt. Hier konnten Polytraumata häufiger bei Männern beobachtet werden (84).

Outcome

Insgesamt betrachtet konnten die meisten Verletzungen vollständig ausheilen (73,2%), wobei es keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Geschlechts gab. Am häufigsten wurden Patient*innen nach einem Sport- und Freizeitunfall (87,5%) oder nach Extremitätenverletzungen (86,9%) wieder völlig gesund. Zu Folgeschäden ist es hauptsächlich durch andere Verletzungen (23,5%) wie Arbeits- und Landwirtschaftsunfälle, Haushaltsunfälle, Schulunfälle oder Schussverletzungen gekommen. Gesichts- und

Thoraxverletzungen gingen jeweils mit 50% am öftesten mit bleibenden Schädigungen einher. Verkehrsunfälle (9,7%) und Kopfverletzungen (23,8%) führten am häufigsten zu einem tödlichen Ausgang (9,7%). Auch in der Studie von Naqvi et al. waren Unfälle im Straßenverkehr hauptverantwortlich für Todesfälle im Kindes- und Jugendalter (84).

Betrachtet man die Auswertungen der einzelnen Altersgruppen, so kann gesagt werden, dass sich Schulkinder und Jugendliche am öftesten an den Extremitäten verletzten, wobei diese Verletzungen größtenteils wieder vollständig ausheilen konnten. Bei Kleinkindern kam es gleich häufig zu Extremitätenverletzungen und Verletzungen mehrerer Körperregionen gleichzeitig. Auffallend war, dass es in dieser Altersgruppe die meisten Todesfälle mit 15% gegeben hat. Meier et al. haben in ihrer Studie herausgefunden, dass die Sterblichkeit von Kleinkindern (56,3%) verglichen mit Erwachsenen (24,7%) bei Verkehrsunfällen als Autoinsassen deutlich höher ist. Kopf-, Thorax- und Abdomenverletzungen führten hierbei am häufigsten zum Tod (76).

Insgesamt sind 6,7% der Patient*innen, welche als Polytrauma eingestuft wurden und einen durchschnittlichen ISS von $72,5 \pm 8,9$ hatten, verstorben. Kopfverletzungen ereigneten sich bezogen auf eine polytraumatische Verletzung mit 61,4% am häufigsten unter den verletzten Körperregionen. Verstorben sind die meisten Personen an multiplen Verletzungen (61,5%), gefolgt von Verletzungen des Kopfes (38,5%). Auch Auner et. al bestätigen, dass schwerwiegende Kopfverletzungen bei Kindern die dominierende Todesursache darstellen. Grund dafür ist die frühkindliche anatomische Beschaffenheit des Schädels im Vergleich zu einem vollständig ausgereiften und entwickelten Körper eines Erwachsenen (4). Baker et al. beschreiben zudem, dass die Mortalität durch das gleichzeitige Auftreten mehrerer Verletzungen, welche einzeln normalerweise nicht lebensgefährlich sind, stark beeinflusst wird (45). Daraus lässt sich ableiten, dass bei multipel und schwer verletzten Personen mit einem ISS größer 16, immer an Kopfverletzungen gedacht werden muss, was besonders entscheidend für das weitere Behandlungsschema und die Prognoseabschätzung ist.

Multiple Verletzungen sowie Kopfverletzungen waren zudem am häufigsten ursächlich für physische und psychische Folgeschäden. Zwar kam es nur bei 13,4% aller Verunfallten zu bleibenden Schädigungen, doch wurden keine weiteren Daten dazu erhoben, ob sich der körperliche oder seelische Zustand der Patient*innen im Laufe der Jahre verbessert hat oder nicht. Trotz des prognostisch guten Verlaufs nach einem Polytrauma im Kindes- und Jugendalter ist eine umfassende Rehabilitation sowie psychologische Nachbetreuung der Patient*innen und der betroffenen Familie von enormer Wichtigkeit (5).

Verletzte Körperregionen

Extremitätenverletzungen ereigneten sich in dieser Studie am häufigsten, wobei sich insgesamt mehr Buben als Mädchen Verletzungen von Armen und Beinen zugezogen haben. Analysiert man die Diagnosen der Patient*innen genauer, so fällt auf, dass es sich bei den Extremitätenverletzungen hauptsächlich um Frakturen handelt. Grund dafür könnte ein vermehrter Bewegungsdrang und ein reduziertes Gefahrenbewusstsein bei Kindern und Jugendlichen sein, wodurch Knochenbrüche häufiger als bei Erwachsenen resultieren. Weiters ist die Stabilität der Knochen in der Wachstumsphase geschwächt. Dies kann durch die Studie von Uhl et al. bestätigt werden (85).

Auffallend war, dass nur beim männlichen Geschlecht isolierte Thoraxverletzungen auftraten, während die Mädchen zusätzlich multipel verletzt waren. Die Rippen im Kindesalter sind noch wesentlich weicher als im Erwachsenenalter und können sich gut verbiegen. Erst durch enorme Krafteinwirkung kommt es zu Rippenfrakturen, was als schwere Verletzung einzustufen ist (86). Die Häufigkeiten bezüglich Verletzungen im Gesichts- und Bauchbereich ergaben geschlechterspezifisch keine wesentlichen Unterschiede.

Diagnoseübereinstimmung

Sowohl am Unfallort als auch im Schockraum erfolgte eine körperliche Durchuntersuchung der verunfallten Personen, um eine präklinische sowie klinische Diagnose stellen zu können. Dabei stimmten 78,4% der Hauptdiagnosen und 72,2% aller Diagnosen überein und wurden somit richtig befundet. Im Vergleich dazu wurden in der Studie von Arntz et al. 90% der Diagnosen inklusive der therapeutischen Maßnahmen und Transportart richtig ermittelt. Den entscheidenden Part spielen hierbei die klinisch erfahrenen Notärzt*innen (87). Auch das Schockraumteam und die Vorgehensweise im Schockraum spielen eine wesentliche Rolle, vor allem, wenn Verletzungen durch den Notärzt*in präklinisch nicht erkannt werden. Bouillon et al. beschreiben, wie wichtig eine Erstuntersuchung der Patient*innen inklusive ABCDE-Schema ist, um akut bedrohliche Verletzungen festzustellen und zu stabilisieren. Erst bei der Zweituntersuchung werden die Personen von Kopf bis Fuß durchuntersucht und weitere laborchemische sowie bildgebende Maßnahmen eingeleitet (38).

Transportart

Auffallend bei der Transportart war, dass keine einzige Person privat in das Krankenhaus gebracht wurde. Am häufigsten wurden Kinder und Jugendliche mit dem Hubschrauber, gefolgt vom Rettungswagen transportiert. Je schwerwiegender die Verletzung und somit der NACA-Score war, umso eher wurde der Hubschrauber angefordert. Ein weiterer möglicher Grund für den häufigeren Einsatz eines Rettungshubschraubers könnte die große Distanz bis zum nächstgelegenen zertifizierten Kindertraumazentrum sein. Das Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendchirurgie Graz gilt als überregionales Traumazentrum und ist für die medizinische Versorgung der Steiermark sowie der angrenzenden Regionen von Kärnten und dem Burgenland zuständig (2). Die Studie von Schmidt et al. belegt zudem, dass bei Kindern aufgrund der regionalen Versorgungsstruktur meistens der Hubschrauber zum Einsatz kommt. Hinsichtlich der luftgebundenen und bodengebundenen Erstversorgung durch den Notarzt*in zeigten sich keine signifikanten Qualitätsunterschiede (88)

5 Limitation

Scoringsysteme

Die Glasgow Coma Scale zur Bewertung des Bewusstseinszustands und der NACA-Score zur Einschätzung der Verletzungsschwere, wurden präklinisch von den Notärzt*innen und klinisch vom Schockraumteam angewendet. Einerseits unterliegt die Bewertung subjektiven Einflüssen und zum anderen kann keine zuverlässige Aussage über die präklinische und klinische Übereinstimmung getroffen werden, da die Scores nicht bei allen Patient*innen erhoben wurden.

Unfallprävention

Mit dem präklinischen Fragebogen wurden vor allem medizinische Parameter abgefragt, nicht aber welches Ereignis zum Unfall, dem Sturz oder der Verletzung geführt hat. Allein auf Basis dieser erhobenen Daten kann somit keine direkte Aussage zur Unfallprävention getroffen werden. Bezogen auf Verkehrsunfälle hätten wesentliche Einflussfaktoren wie beispielsweise das Einhalten von Tempolimits, Alkohol am Steuer, die Verwendung von Sicherheitsgurten oder Kinderrückhaltesystemen, Führerscheinpflicht sowie Helmpflicht zusätzlich abgefragt werden müssen. Zudem spielt es eine entscheidende Rolle, ob in den Schulen Unfallprävention gelehrt wird und in welchem Umfang Kinder und Jugendliche von ihren Eltern über Risiken und Gefahren im Straßenverkehr, Alltag, Haushalt und bei bestimmten Tätigkeiten aufgeklärt werden. Ebenso relevant ist, wie viele Personen tatsächlich eine adäquate Schutzausrüstung bei sportlichen Aktivitäten tragen.

6 Conclusio

In dieser wissenschaftlichen Arbeit wurden aufgrund der umfangreichen Datenmenge bewusst nicht alle erhobenen Parameter im Detail analysiert und ausgewertet, da dies den Umfang einer Diplomarbeit übersteigen würde. Die gesammelten Daten könnten jedoch eine fundierte Basis für weitere Forschungsarbeiten darstellen.

Die Versorgung schwerverletzter Kinder und Jugendlicher im Schockraum zählt an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz als überregionales Traumazentrum zum klinischen Alltag. Besonders hervorzuheben war die alters- und geschlechtsspezifische Verteilung polytraumatisierter Patient*innen sowie die Korrelation zwischen Unfallursache, Verletzungsschwere und klinischem Outcome. Wie mit dieser Arbeit verdeutlicht werden konnte, dominierten Verkehrsunfälle vor allem mit dem Moped im jugendlichen Alter und führten häufig zu schwerwiegenden Verletzungen sowie Operationen und intensivmedizinischen Aufenthalten. Sport- und Freizeitunfälle ereigneten sich meist bei Schulkindern, während Kleinkinder häufig im häuslichen Bereich verunfallten. Die sorgfältige Analyse verletzter Körperregionen, insbesondere von Kopf- und Mehrfachverletzungen, erlaubte es, weitreichende Rückschlüsse hinsichtlich Prognose und Mortalität zu ziehen.

Der Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien im Rahmen der Diskussion ließ einen gewissen Interpretationsspielraum zu. Insgesamt soll diese Arbeit einen Beitrag zur besseren Einschätzung des Unfallgeschehens und des Verletzungsausmaßes bei Kindern und Jugendlichen leisten. Zudem soll die Wichtigkeit der Unfallprävention und Unfallforschung verdeutlicht werden. Ein Thema, welches für nachfolgende Abschlussarbeiten eine zentrale Rolle spielen könnte.

7 Literaturverzeichnis

1. Universitätsklinikum Graz. Für unsere Patient*innen: Ambulante Versorgung. [zitiert 25. August 2023]. Notfallambulanz. Verfügbar unter: <https://www.uniklinikumgraz.at/kinderchirurgie/patienten#c47157>
2. LKH-Univ. Klinikum Graz/Stabsstelle PR. Kennzahlen LKH-Univ. Klinikum Graz [Internet]. Graz; 2023 Aug [zitiert 25. August 2023] S. 2. Verfügbar unter: https://www.uniklinikumgraz.at/fileadmin/media/lkh-univ-klinikum-graz/Uniklinikum/ueber_uns/Dokumente/Kennzahlen_-_Deutsch.pdf
3. Jakob H, Lustenberger T, Schneidmüller D, Sander AL, Walcher F, Marzi I. Pediatric Polytrauma Management. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010;36(4):325–38.
4. Auner B, Marzi I. Polytrauma des Kindes. *Chirurg.* 2014;85(5):451–63.
5. Schalamon J, v. Bismarck S, Schober PH, Höllwarth ME. Multiple trauma in pediatric patients. *Ped Surgery Int.* 2003;19(6):417–23.
6. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Sektion Intensiv- & Notfallmedizin, Schwerverletztenversorgung (NIS), AUC - Akademie der Unfallchirurgie GmbH. Traumaregister DGU Jahresbericht 2013 [Internet]. 2013 [zitiert 7. November 2024]. Verfügbar unter: https://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/TR-DGU-Jahresbericht_2013.pdf
7. Taylor A, Butt W, Rosenfeld J, Shann F, Ditchfield M, Lewis E, et al. A randomized trial of very early decompressive craniectomy in children with traumatic brain injury and sustained intracranial hypertension. *Childs Nerv Syst.* 2001;17(3):154–62.
8. Strohm PC, Schmittbecher PP. Frakturversorgung beim Polytrauma im Kindesalter. *Unfallchirurg.* 2011;114(4):323–32.
9. Marzi I. *Kindertraumatologie*. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010.
10. Bliss D, Silen M. Pediatric thoracic trauma. *Crit Care Med.* 2002;30(11 Suppl):S409-415.
11. Landau A, van As AB, Numanoglu A, Millar AJW, Rode H. Liver injuries in children: the role of selective non-operative management. *Injury.* 2006;37(1):66–71.
12. Peitzman AB, Ford HR, Harbrecht BG, Potoka DA, Townsend RN. Injury to the spleen. *Curr Probl Surg.* 2001;38(12):932–1008.
13. Tinkoff G, Esposito TJ, Reed J, Kilgo P, Fildes J, Pasquale M, et al. American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scale I: spleen, liver, and kidney, validation based on the National Trauma Data Bank. *J Am Coll Surg.* 2008;207(5):646–55.

14. Schneidmueller D, Wutzler S, Kelm A, Wyen H, Walcher F, Marzi I. Beckenverletzungen im Kindes- und Jugendalter: Eine retrospektive Analyse eines überregionalen Traumazentrums über 5 Jahre. *Der Unfallchirurg*. 2011;114(6):510–6.
15. Slongo TF. Acetabulumverletzungen im Kleinkindes- und Kindesalter. *Unfallchirurg*. 2013;116(12):1076–84.
16. Leonard M, Sproule J, McCormack D. Paediatric spinal trauma and associated injuries. *Injury*. 2007;38(2):188–93.
17. Vialle LR, Vialle E. Pediatric spine injuries. *Injury*. 2005;36 Suppl 2:B104-112.
18. Verheyden A, Spiegl U, Hölzl A. Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule DGU-Leitlinie 012-028 [Internet]. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU); 2018 Juli [zitiert 22. April 2025]. Verfügbar unter: https://dgou.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/News/News/2018/012-028l_S1_Verletzungen-der-thorakolumbalen-Wirbelsaeule_2018-10_.pdf
19. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(23):2028–37.
20. Donabedian A. The quality of care. How can it be assessed? *JAMA*. 1988;260(12):1743–8.
21. Nast-Kolb D, Waydhas C, Ruchholtz S, Täger G. Schockraummanagement. *Chirurg*. 2007;78(10):885–93.
22. Arbeitsgemeinschaft Intensivmedizin/Neurotraumatologie der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie, Wissenschaftlicher Arbeitskreis Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Sektion Rettungswesen und Katastrophenmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Fachgesellschaften für Ophthalmologie, Urologie, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Empfehlungen zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2000;3(1):32–7.
23. Krötz M, Bode PJ, Häuser H, Linsenmaier U, Pfeifer KJ, Reiser M. Interdisziplinäre Schockraumversorgung: Personelle, apparative und räumlich-logistische Konzepte in 3 Traumakrankenhäusern in Europa. *Radiologe*. 2002;42(7):522–32.
24. Kühne CA, Ruchholtz S, Sauerland S, Waydhas C, Nast-Kolb D. Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter: Eine systematische Literaturübersicht. *Unfallchirurg*. 2004;107(10):851–61.
25. Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kühne CA, Holzapfel K, Kanz KG, et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival: A retrospective, multicentre study. *Injury*. 2014;45 Suppl 3:S76-82.
26. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung [Internet]. Berlin: Deutsche Gesellschaft für

Unfallchirurgie; 2022 Dez [zitiert 6. November 2024] S. 483. (Version 4.0). Report No.: AWMF-Register-Nr.: 187-023. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/187-023.html>

27. Dodek P, Herrick R, Phang PT. Initial management of trauma by a trauma team: Effect on timeliness of care in a teaching hospital. *Am J Med Qual.* 2000;15(1):3–8.
28. Lomas GA, Goodall O. Trauma teams vs non-trauma teams. *Accid Emerg Nurs.* 1994;2(4):205–10.
29. Palmer SH, Maheson M. A radiological review of cervical spine injuries from an accident and emergency department: Has the ATLS made a difference? *J Accid Emerg Med.* 1995;12(3):189–90.
30. Vernon DD, Furnival RA, Hansen KW, Diller EM, Bolte RG, Johnson DG, et al. Effect of a pediatric trauma response team on emergency department treatment time and mortality of pediatric trauma victims. *Pediatrics.* 1999;103(1):20–4.
31. Georgiou A, Lockey DJ. The performance and assessment of hospital trauma teams. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2010;18:66.
32. Marzi I, Rose S, Walcher F. *Praxisbuch Polytrauma: Vom Unfall bis zur Rehabilitation.* Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 2012. 369 S.
33. Pichler B. SOP-erweiterte Konsiliartätigkeit bei Polytraumapatient*innen. 2022.
34. Thim T, Krarup NH, Grove EL, Løfgren B. ABCDE a systematic approach to critically ill patients. *Ugeskr Laeger.* 2010;172(47):3264–6.
35. Thim T, Krarup NHV, Grove EL, Rohde CV, Løfgren B. Initial assessment and treatment with the Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure (ABCDE) approach. *Int J Gen Med.* 2012;5:117–21.
36. Guly HR. ABCDEs. *Emerg Med J.* 2003;20(4):358.
37. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castrén M, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* 2010;81(10):1277–92.
38. Bouillon B, Kanz KG, Lackner CK, Mutschler W, Sturm J. Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support® (ATLS®) im Schockraum. *Unfallchirurg.* 2004;107(10):844–50.
39. Thies KC, Nagele P. Advanced Trauma Life Support® – ein Versorgungsstandard für Deutschland? Keine wesentliche Verbesserung der Versorgung zu erwarten. *Anaesthesist.* 2007;56(11):1147–54.
40. Helm M, Kulla M, Lampl L. Advanced Trauma Life Support®: Ein Ausbildungskonzept auch für Europa! *Anaesthesist.* 2007;56(11):1142–6.

41. Bossaert L, Chamberlain D. The European Resuscitation Council: Its history and development. *Resuscitation*. 2013;84(10):1291–4.
42. ERC Guidelines 2021, Executive Summary [Internet]. European Resuscitation Council; Verfügbar unter: <https://cprguidelines.eu/guidelines-2021>
43. European Resuscitation Council. European Trauma Course. [zitiert 8. November 2024]. ETC. Verfügbar unter: <https://www.erc.edu/courses/european-trauma-course>
44. Rating the Severity of Tissue Damage: I. The Abbreviated Scale. *JAMA* [Internet]. 11. Januar 1971 [zitiert 30. August 2023];215(2):277–80. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1001/jama.1971.03180150059012>
45. Baker SP, O’Neill B, Haddon WJR, Long WB. The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187–96.
46. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997;43(6):922–6.
47. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987;27(4):370–8.
48. Palmer CS, Niggemeyer LE, Charman D. Double coding and mapping using Abbreviated Injury Scale 1998 and 2005: Identifying issues for trauma data. *Injury*. 2010;41(9):948–54.
49. Baker SP, O’Neill B. The injury severity score: an update. *J Trauma*. 1976;16(11):882–5.
50. Stevenson M, Segui-Gomez M, Lescohier I, Di Scala C, McDonald-Smith G. An overview of the injury severity score and the new injury severity score. *Inj Prev*. 2001;7(1):10–3.
51. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *Lancet*. 1974;2(7872):81–4.
52. Lecky F, Woodford M, Edwards A, Bouamra O, Coats T. Trauma scoring systems and databases. *British Journal of Anaesthesia*. 2014;113(2):286–94.
53. Borgialli DA, Mahajan P, Hoyle JD, Powell EC, Nadel FM, Tunik MG, et al. Performance of the Pediatric Glasgow Coma Scale Score in the evaluation of children with blunt head trauma. *Waltham J, Herausgeber. Acad Emerg Med*. 2016;23(8):878–84.
54. Gedeit R. Head injury. *Pediatr Rev*. 2001;22(4):118–24.
55. Raimondi AJ, Hirschauer J. Head injury in the infant and toddler: Coma scoring and outcome scale. *Childs Brain*. 1984;11(1):12–35.
56. James HE. Neurologic evaluation and support in the child with an acute brain insult. *Pediatr Ann*. 1986;15(1):16–22.

57. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med.* 1996;22(7):707–10.
58. Vincent JL, de Mendonça A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: Results of a multicenter, prospective study. *Crit Care Med.* 1998;26(11):1793–800.
59. Antonelli M, Moreno R, Vincent JL, Sprung CL, Mendonça A, Passariello M, et al. Application of SOFA score to trauma patients. *Sequential Organ Failure Assessment. Intensive Care Med.* 1999;25(4):389–94.
60. Lambden S, Laterre PF, Levy MM, Francois B. The SOFA score—development, utility and challenges of accurate assessment in clinical trials. *Critical Care [Internet].* 2019 [zitiert 22. April 2025];23(1):374. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2663-7>
61. Tryba M, Brüggemann H, Echtermeyer V. Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen in Notarztrettungssystemen. *Notfallmedizin.* 1980;6:725–7.
62. Weiss M, Bernoulli L, Zollinger A. Der NACA-Index Aussagekraft und Stellenwert des modifizierten NACA-Indexes in der präklinischen Schweregraderfassung von Unfallpatienten. *Der Anaesthesist.* 2001;50(3):150—154.
63. Veldman A, Fischer D, Brand J, Racky S, Klug P, Diefenbach M. Proposal for a new scoring system in international interhospital air transport. *J Travel Med.* 2001;8(3):154–7.
64. Rivara FP. Introduction: The Scientific Basis for Injury Control. *Epidemiologic Reviews.* 2003;25(1):20–3.
65. Spitzer P, Till H. Kindersicherheit in Österreich: Report 2017 [Internet]. Graz: Forschungszentrum für Kinderunfälle; 2017 Dez [zitiert 7. August 2023]. Verfügbar unter: <https://grosse-schuetzen-kleine.at/wp-content/uploads/2017/12/Report-Kinderunfall-2017-VersionEnd.pdf>
66. Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E, et al. World report on road traffic injury prevention [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2004 [zitiert 21. November 2024]. Verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42871/9241562609.pdf?sequence=1>
67. Dellinger AM, Sleet DA, Shults RA, Rinehart CF. Interventions to Prevent Motor Vehicle Injuries. In: Doll LS, Bonzo SE, Sleet DA, Mercy JA, Herausgeber. *Handbook of Injury and Violence Prevention [Internet].* Boston, MA: Springer US; 2007 [zitiert 21. November 2024]. S. 55–79. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-0-387-29457-5_4
68. Peden M, World Health Organization. World report on child injury prevention. 2008 [zitiert 30. August 2023];211. Verfügbar unter: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43851>

69. Bartlett SN. The problem of children's injuries in low-income countries: a review. *Health Policy Plan.* 2002;17(1):1–13.
70. Spitzer P, Till H, Weitzer CU. Unfälle bei Kindern mit Schockraum-Erstversorgung und Langzeitbehandlung: Fokusreport 2021 [Internet]. Graz: Forschungszentrum für Kinderunfälle; 2021 Okt [zitiert 7. August 2023]. Verfügbar unter: <https://grosse-schuetzen-kleine.at/wp-content/uploads/2022/01/Forschungszentrum-Kinderunfaelle-mit-Schockraum-Erstversorgung-Fokusreport-2021.pdf>
71. Manganello JA, McKenzie LB. Home and child safety on reality television. *Health Educ Res.* 2009;24(1):49–53.
72. Spitzer P, Till H. Styrian Injury Surveillance System StISS: Datenerfassung von Kinderunfällen an steirischen Krankenhäusern unter dem besonderen Schwerpunkt der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz [Internet]. Graz: Forschungszentrum für Kinderunfälle; 2015 [zitiert 7. August 2023]. Verfügbar unter: <https://grosse-schuetzen-kleine.at/wp-content/uploads/2016/09/2015-StISS-Styrian-Injury-Surveillance-System-Beschreibung.pdf>
73. Ranke MB, von Harnack GA, Koletzko B. Wachstum, Entwicklung und Reife. In: Koletzko B, Herausgeber. *Kinder- und Jugendmedizin* [Internet]. 14. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013 [zitiert 5. März 2024]. S. 1–15. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-642-11379-6_1
74. Donabauer DM, Pommer DA. IDB Austria 2022: Verletzungsursachen in Österreich Standarderhebung des KFV [Internet]. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2024 Juni [zitiert 9. April 2025]. Verfügbar unter: <https://www.kfv.at/download/idb-jahresbericht-2022/>
75. oesterreich.gv.at-Redaktion, Bundeskanzleramt Österreich. Führerschein [Internet]. 2024 [zitiert 1. April 2025]. Verfügbar unter: https://www.oesterreich.gv.at/themen/persoенliche_dokumente_und_bestatigungen/fu_ehrerschein.html
76. Meier R, Krettek C, Grimme K, Regel G, Remmers D, Harwood P, et al. The multiply injured child. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(432):127–31.
77. Fergusson D, Swain-Campbell N, Horwood J. Risky driving behaviour in young people: prevalence, personal characteristics and traffic accidents. *Aust N Z J Public Health.* 2003;27(3):337–42.
78. World Health Organization. Road traffic injuries [Internet]. 2023 [zitiert 1. April 2025]. Verfügbar unter: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
79. Brandau H, Daghofer F, Hofmann M, Spitzer P. Personality subtypes of young moped drivers, their relationship to risk-taking behavior and involvement in road crashes in an Austrian sample. *Accident Analysis & Prevention.* 2011;43(5):1713–9.
80. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK). Frauen in der Landwirtschaft [Internet].

[zitiert 15. April 2025]. Verfügbar unter:
<https://www.bmluk.gv.at/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-in-oesterreich/frauen-in-der-landwirtschaft.html>

81. Statistik Austria. Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2022 [Internet]. Wien: Statistik Austria; 2024 [zitiert 15. April 2025]. Verfügbar unter:
https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/GesundheitsJB-2022_barr_Web.pdf
82. Scherer J, Jensen KO, Suda AJ, Lefering R, Kollig E, Pape HC, et al. Gunshot injuries in Central Europe - Epidemiology and outcome in Germany, Switzerland and Austria - an analysis based on the TraumaRegister DGU®. *Injury*. 2024;55(10):111734.
83. Gatzka C, Begemann PGC, Wolff A, Zörb J, Rueger JM, Windolf J. Verletzungsmuster und klinischer Verlauf polytraumatisierter Kinder im Vergleich mit Erwachsenen. *Der Unfallchirurg*. 2005;108(6):470–80.
84. Naqvi G, Johansson G, Yip G, Rehm A, Carrothers A, Stöhr K. Mechanisms, patterns and outcomes of paediatric polytrauma in a UK major trauma centre. *Ann R Coll Surg Engl*. 2017;99(1):39–45.
85. Uhl M, Geiger J, Strohm PC. Skeletttraumatologie im Wachstumsalter. *Der Radiologe*. 2011;51(8):719–36.
86. Sharma OP, Oswanski MF, Stringfellow KC, Raj SS. Pediatric Blunt Trauma: A Retrospective Analysis in a Level I Trauma Center. *The American Surgeon*TM. 2006;72(6):538–43.
87. Arntz HR, Klatt S, Stern R, Willich SN, Beneker J. Sind Notarztdiagnosen zuverlässig? *Der Anaesthesist*. 1996;45(2):163–70.
88. Schmidt U, Geerling J, Fühler M, Hubrich V, Richter M, Krettek C. Die präklinische Versorgung des pädiatrischen Traumapatienten. *Unfallchirurg*. 2002;105(11):1000–6.

Zur sprachlichen und stilistischen Optimierung von Formulierungen wurden in dieser Arbeit ausschließlich folgende KI-basierte Tools, in Übereinstimmung mit den geltenden Standards der Medizinischen Universität Graz verwendet:

- ChatGPT 4.0, OpenAI (<https://chatgpt.com>)
- DeepL Write, DeepL SE (<https://www.deepl.com/de/write>)