

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
Klinik für
Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
und Klinik für Orthopädie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Vergleich des
Injury Severity Score und des Polytraumaschlüssels
hinsichtlich ihrer Aussagekraft für
das Outcome beim
polytraumatisierten Patienten**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Thomas Alexander Rösner

aus München

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. H.-J. Bail
2. Prof. Dr. med. A. Seekamp
3. Priv.-Doz. Dr. med. G. Matziolis

Datum der Promotion: 07.09.2012

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
Klinik für
Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
und Klinik für Orthopädie
der Medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin

Zusammenfassung

Vergleich des
Injury Severity Score und des Polytraumaschlüssels
hinsichtlich ihrer Aussagekraft für
das Outcome beim
polytraumatisierten Patienten

Rösner, Thomas Alexander

An der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Charité-Universitätsmedizin Berlin wurde auf der Basis des „Traumaregisters“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie das Outcome von 201 polytraumatisierten Patienten untersucht. Darüber hinaus wurden die Traumascores „Injury Severity Score“ (ISS) und „Polytraumaschlüssel“ (PTS) am eigenen Patientenkollektiv validiert und hinsichtlich ihrer Aussagekraft für das Patientenoutcome (Mortalität und Morbidität) verglichen. Zusätzlich wurden unser Kollektiv und die Traumascores mittels der TRISS-Methode evaluiert.

Unser Kollektiv zeigte ein mittleres Alter von 38,6 Jahren. In der Altersgruppe von 25 bis 45 Jahren befanden sich fast die Hälfte aller Patienten (44,8%). Das Altersmittel der verstorbenen Patienten lag mit 42,8 Jahren über dem der überlebenden Patienten mit 37,8 Jahren, der Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). Das Verhältnis von Frauen zu Männern lag bei 1: 2,9. Hinsichtlich des Traumamechanismus verzeichnete unser Kollektiv einen hohen Anteil an penetrierenden Verletzungen mit 12,9% (DGU 4,5%). Der Verkehrsunfall war mit 53,7% die häufigste Unfallursache gefolgt vom Haus- und Freizeitunfall (15,9%) und dem Suizidversuch (14,9%). Beim Verletzungsmuster verzeichnete unser Kollektiv am häufigsten das schwere Thoraxtrauma (71,1%), gefolgt vom Schädel-Hirn-Trauma (47,5%) und Extremitätenverletzungen (39,6%).

Das Patientenoutcome wurde anhand der Mortalität und der Morbidität ermittelt. Die Morbidität wurde durch die Inzidenzen einzelner Therapiemaßnahmen, Komplikationen auf der Intensivstation sowie durch die Hospitalisation definiert. Die Gesamtklinikmortalität lag bei 17,9% und entsprach in etwa dem Vergleichskollektiv der DGU (17,6%). Die Mortalität (<24h) betrug 11,4% und lag leicht überhalb der Daten der DGU (9,0%). Die notärztliche Intubationsrate lag bei 58,2% der Patienten. Im Schockraum wurden im Verlauf 78,6% und auf der Intensivstation 80,9% beatmet. Die mittlere Beatmungszeit auf der Intensivstation lag bei 10,2 Tagen, die mittlere Liegezeit auf der Intensivstation betrug 15,3 Tage. Die

Gesamthospitalisation betrug 29,3 Tage. Bei den Komplikationen während der Behandlung auf der Intensivstation standen einzelne Organdysfunktionen (53,2%), das Multiorganversagen (22,6%) sowie die Sepsis (11,8%) im Vordergrund. Hinsichtlich einzelner Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation wurden 46,8% der Patienten mit einer Thoraxdrainage entlastet, 35% erhielten eine Katecholamintherapie, eine Massentransfusion erhielten 44,8% der Patienten. Der ISS lag im Mittel bei 30,3 und somit über den Werten der DGU (23,4). Der Unterschied war beim Vergleich der Mittelwerte der Gruppen (Überlebende: ISS=24,7 ; Verstorbene: ISS=56,3) signifikant ($p < 0,05$). Der PTS zeigte im Mittel 32,7. Auch hier war der Unterschied der Mittelwerte der Gruppen (Überlebende: PTS=30,3; Verstorbene: PTS=43,85) signifikant ($p < 0,05$). Der ISS und der PTS korrelierten gut mit der Mortalität. Der Korrelationskoeffizient lag bei $r = 0,929$ ($p < 0,01$). Des Weiteren zeigte sich eine gute Korrelation der Traumascores mit der Morbidität. Das waren zum einen die Inzidenzen zu Therapiemaßnahmen und Komplikationen auf der Intensivstation (Beatmung, [Multi-] Organversagen, Massentransfusion, Thoraxdrainage, Tracheostomie), zum anderen die Morbiditätskriterien zur Hospitalisation (Krankenhausliegedauer, intensivstationäre Liegedauer, intensivstationäre Beatmungszeit).

Der ISS und der PTS wurden auf ihre Validität hin überprüft. Die Ergebnisse aus der Diskriminanzanalyse zeigten hohe Trennpunkte (Cut-Off) für beide Traumascores (ISS=33; PTS=41), was auf die Verletzungsschwere unseres betrachteten Kollektivs zurückzuführen ist. Anhand der Trennpunkte wurde die Prognosefähigkeit ermittelt. Hier zeigte der ISS eine insgesamt bessere Vorhersage hinsichtlich des Versterbens (Sensitivität: 86,1%) als der PTS (Sensitivität: 66,7%). Auch hinsichtlich der Prognosefähigkeit für eines späteres Überlebens war der ISS (Spezifität: 83,0%) exakter als der PTS (Spezifität: 63,0%). Des Weiteren konnten Schwachstellen der Traumascores evaluiert werden. Diese waren im einzelnen beim ISS das Patientenalter und das SHT, beim PTS das SHT.

Der „Trauma Injury Severity Score“ (TRISS) lag hinsichtlich seiner Prognosefähigkeit im Bereich des ISS und zeigte ähnlich gute Werte (Sensitivität: 83,3%; Spezifität: 83,6%; Gesamtprognose: 83,6%; AUC=0,91). Für unser Patientenkollektiv wurde mit Hilfe der TRISS-Analyse die Überlebenswahrscheinlichkeit ermittelt. Sie lag bei $p = 0,7302$. Dies entspricht einer prognostizierten Mortalität von 26,98%. Die „standardisierte Mortalitätsrate“ (SMR) als Quotient der tatsächlichen Mortalität (17,91%) zur TRISS-prognostizierten Mortalität (26,98%) lag beim Kollektiv der Berliner Charité bei 0,6638. Dies spricht für eine suffiziente Polytraumaversorgung. Der Anspruch einer stetigen Verbesserung der Versorgungsqualität wird auch in Zukunft nicht ohne objektive Bewertungsstandards und Kontrollinstrumente auskommen. Die Aussagekraft der Traumascores wird jedoch weiterhin von der Expertise der behandelnden Ärzte und Kliniken abhängig bleiben.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
1.1 EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK.....	1
1.2 BEGRIFFSDEFINITION DES POLYTRAUMA	2
1.3 EPIDEMIOLOGIE	2
1.4 ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE	4
1.5 BEHANDLUNGSSTRATEGIE UND -ALGORITHMEN	5
1.6 SCORINGSYSTEME.....	6
1.7 DAS „TRAUMAREGISTER“ DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR UNFALLCHIRURGIE.....	12
1.8 ZIELSETZUNG	13
METHODEN.....	14
2.1 DATENERHEBUNG	14
2.1.1 ANWENDUNG DES „TRAUMAREGISTERS“	14
2.1.2 DER INJURY SEVERITY SCORE	18
2.1.3 DER HANNOVERSCHE POLYTRAUMASCHLÜSSEL	19
2.1.4 DIE TRISS-ANALYSE	21
2.2 PATIENTENKOLLEKTIV UND DATENAUSWERTUNG.....	23
ERGEBNISSE.....	26
3.1 PATIENTENKOLLEKTIV	26
3.1.1 ALTERSVERTEILUNG.....	26
3.1.2 GESCHLECHTERVERTEILUNG	28
3.1.3 KOLLEKTIV DER VERSTORBENEN PATIENTEN	29
3.2 UNFALLANAMNESE.....	30
3.2.1 TRANSPORTMITTEL.....	30
3.2.2 TRAUMAMECHANISMUS	30
3.2.4 UNFALLHERGANG.....	32
3.3 VERLETZUNGSMUSTER.....	34
3.3.1 VERLETZUNGSMUSTER DES GESAMTKOLLEKTIVES.....	34
3.3.2 VERLETZUNGSMUSTER BEI ISS \geq 16 UND AIS \geq 3.....	37
3.4 PRÄKLINIK.....	38
3.4.1 VITALPARAMETER	38
3.4.2 THERAPIE BIS ZUR KLINIKAUFNAHME	39

3.5	NOTAUFNAHME.....	40
3.5.1	VITALPARAMETER	40
3.5.2	VERLAUF BIS ZUR AUFNAHME AUF DIE INTENSIVSTATION	40
3.5.3	THERAPIEMAßNAHMEN SCHOCKRAUM	41
3.6	INTENSIVSTATION	42
3.6.1	AUFENTHALT UND BEATMUNG AUF DER INTENSIVSTATION.....	43
3.6.2	STATUS BEI AUFNAHME AUF DIE INTENSIVSTATION	44
3.6.3	KOMPLIKATIONEN AUF DER INTENSIVSTATION.....	45
3.6.4	THERAPIEMAßNAHMEN INTENSIVSTATION	46
3.7	SCORINGSYSTEME.....	47
3.7.1	NACA-INDEX	47
3.7.2	GLASGOW COMA SCALE	48
3.7.3	POLYTRAUMASCHLÜSSEL	50
3.7.4	INJURY SEVERITY SCORE	53
3.8	VERGLEICH DER TRAUMASCORES MIT HILFE DES PATIENTENOUTCOMES	56
3.8.1	MITTELWERTEVERGLEICH DER TRAUMASCORES	56
3.8.2	KORRELATIONSANALYSE DER TRAUMASCORES	66
3.9	VALIDITÄTSANALYSE VON PTS UND ISS	71
3.9.1	ERMITTLUNG DER CUT-OFF-PUNKTE	71
3.9.2	VALIDITÄTSMERKMALE.....	72
3.9.3	RECIEVER OPERATING CHARACTERISTIC	72
3.9.4	AREA UNDER THE CURVE	73
3.9.5	VERGLEICH DER TEST-NEGATIVEN	74
3.9.6	VERGLEICH DER TEST-POSITIVEN.....	75
3.9.7	UNERWARTETES OUTCOME	77
3.10	ÜBERLEBENSWAHRSCHEINLICHKEIT UND PROGNOSE (TRISS-ANALYSE)	79
3.10.1	VORHERSAGEGENAUIGKEIT BEIM TRISS	79
3.10.2	RECIEVER OPERATING CHARACERISTIC.....	80
3.10.3	MORTALITÄTSRATE.....	81
	DISKUSSION.....	82
4.1	DER POLYTRAUMATISIERTE PATIENT IM NATIONALEN KONTEXT.....	82
4.2	VERGLEICH DER TRAUMASCORES ANHAND DES PATIENTENOUTCOMES	92
4.3	VALIDITÄT UND EFFEKTIVITÄT DER TRAUMASCORES.....	97
4.4	PROGNOSEFÄHIGKEIT DER TRAUMASCORES.....	102
	LITERATURVERZEICHNIS.....	105

LEBENS LAUF	114
ERKLÄRUNG	115
DANKSAGUNG	116
ANHANG	I
TABELLENVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
GLOSSAR	IV
TRAUMAREGISTER-ERHEBUNGSBOGEN	VI

Einleitung

1.1 Einführung in die Thematik

Bis heute existiert keine einheitliche Klassifizierung der Verletzungsschwere von traumatisierten Patienten. Die Bewertung der Verletzungsschwere durch Scoringssysteme ist seit langer Zeit ein viel diskutiertes Thema in wissenschaftlicher Theorie und klinischem Alltag. In der Literatur der letzten Jahre werden mittlerweile mehr als 50 verschiedene nationale und internationale Scoringssysteme beschrieben (Kap. 1.6). Im Jahr 2010 wurde durch Huber-Wagner et al. letztmalig ein neuer Traumascore („Sequential Trauma Score“) entwickelt und vorgestellt.⁴⁵

Die Einschätzung des traumatisierten Patienten hat sich im klinischen Alltag bewährt und ist dort seit langer Zeit nicht mehr wegzudenken. Traumascores dienen zum einen der Klassifizierung der Verletzungsschwere, der Prognostizierbarkeit des Outcomes (z.B. Mortalität, Morbidität) sowie der inner- und interklinischen Qualitätskontrolle. Traumascores können auch als Entscheidungshilfe für klinische Therapiemaßnahmen dienen. Bei Champions „Trauma Score“ von 1981 wurde ab einem Score – Wert von 12 (Range: 1-16) die sofortige Verlegung in ein Zentrum der Maximalversorgung empfohlen.²³ Regel et al. beschrieben 1994 die Notwendigkeit einer prophylaktischen Intubation und Beatmung bei einem $PTS_{\text{Gesamt}} > 30$ oder einem isolierten $PTS_{\text{Thorax}} > 8$ (PTS = Polytraumaschlüssel).⁷⁷ Bei einem Injury Severity Score ≥ 16 handelt es sich in der gängigen Literatur um einen schwer verletzten Patienten, der einer speziellen Behandlung unterzogen werden sollte (Weißbuch Schwerverletztenversorgung, 2006).²

Die quantitative Klassifizierung der Verletzungsmuster erlaubt den objektiven Vergleich verschiedener Schwerverletzter, die sowohl aus einem isolierten Kollektiv als auch aus unterschiedlichen Kollektiven oder Behandlungszentren stammen können. Aufgrund der Tatsache, dass die posttraumatische Letalität und Morbidität eng mit der Verletzungsschwere und der Qualität der medizinischen Versorgung korreliert und als Funktion dieser beschrieben werden kann, lassen sich Überlebensraten und die Versorgungsqualität in zwei Kollektiven oder Behandlungszentren nur durch entsprechend standardisierte Scores erfassen und vergleichen.

Schon im alten Ägypten wurden Verletzungen entsprechend ihres Ausmaßes in Kategorien eingeteilt und daraus ein Prognosemodell entwickelt. So galt eine Weichteilverletzung des Schädels als prognostisch gut und behandlungsbedürftig, während eine Schädelimpressionsfraktur prognostisch als schlecht eingestuft wurde und somit nicht behandelt wurde.¹⁶

1.2 Begriffsdefinition des Polytrauma

Der Begriff „Polytrauma“ definiert eine Mehrfachverletzung, d.h. eine gleichzeitig entstandene Verletzung verschiedener Körperregionen oder Organsysteme, von denen eine oder die Kombination mehrerer vital bedrohlich ist. Diese Definition nach Tscherne et al hat sich heute in der Literatur weitestgehend durchgesetzt.¹⁰¹

Trenz legte in seiner Definition des Polytraumas noch mehr Wert auf die durch die mehrfachen Verletzungen entstandenen konsekutiven Funktionsstörungen. „Der Terminus Polytrauma bezeichnet ein Syndrom von Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organe mit konsekutiven Funktionsstörungen. Dabei sind die einzelnen Komponenten der Verletzungen und Funktionsstörungen in der Regel überlebar, können jedoch in ihrer Kombination und Kumulation, vor allem bei inadäquater Behandlung, tödlich enden.“⁹⁷

Im Gegensatz zum Polytrauma bezeichnet der Begriff Barytrauma eine schwere Verletzung einer einzelnen Körperregion, die isoliert lebensbedrohlich ist, aber Funktionsstörungen nicht betroffener Organe nach sich ziehen kann.

1.3 Epidemiologie

Das Trauma ist in der westlichen Welt die führende Todesursache in der Altersgruppe bis 40 Jahre. Junge Menschen zeichnen sich durch ein hohes Maß an Aktivität und Mobilität sowohl im Beruf als auch in der Freizeit aus, was zu einer deutlichen Risikoerhöhung für Unfälle führt. Im Jahr 2002 starben in Deutschland insgesamt 19829 Menschen an den Folgen eines Unfalles, im Jahr 2009 waren es immer noch 19252 Personen. 83% - 89% der Verletzungen passieren im Strassenverkehr. Die Bundesrepublik steht weltweit an dritter Stelle bei den im Verkehr getöteten Personen.^{75, 76, 106} Für das Jahr 2002 gibt das Statistische Bundesamt in Wiesbaden insgesamt 362054 Verunglückte im Straßenverkehr an, davon verstarben 6842 Personen, insgesamt 88382 erlitten schwere Verletzungen. Die Zahlen zeigen insgesamt eine rückläufige Tendenz. So verstarben im Jahr 2009

nur noch 4152 Personen im Strassenverkehr, 68567 hatten ein Polytrauma.⁹³ Unter denen im Straßenverkehr getöteten Personen dominierten PKW-Unfälle mit 59%. 32% der Verstorbenen bei den PKW-Unfällen sind zwischen 18 und 25 Jahre alt.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen den Unfallmechanismen und den Verletzungsmustern, kommt es bei PKW-Unfällen häufig zu Kombinationen von schweren Thorax-, Abdominal- und Beckenverletzungen, die oft mit schweren Schädel-Hirn-Traumata einhergehen. Motorradunfälle sind häufiger mit Verletzungen im Bereich der unteren Extremitäten verbunden. Stürze aus großer Höhe spiegeln sich vermehrt durch Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule wieder, insbesondere Wirbelkörperfrakturen im Bereich des thorako-lumbalen Überganges sind hier zu nennen.¹⁰⁷

Durch zahlreiche Verbesserungen im Bereich der präklinischen und klinischen Schwerverletztenbehandlung konnte die Letalität von schwerverletzten Personen in den letzten 30 Jahren entscheidend gesenkt werden.^{58, 76}

Dazu gehören eine schnellere präklinische Versorgung durch eine optimierte Koordination und Ausstattung der Rettungsmittel wie auch eine verbesserte Qualifikation des medizinischen Personals.⁸⁴

Heute stellt die große Zahl überlebender Patienten mit dauerhaften Unfallschäden eine medizinische und gesellschaftliche Herausforderung dar. Neben den psychischen und physischen Auswirkungen für die betroffenen Patienten werden die volkswirtschaftlichen Kosten allein durch Verkehrsunfälle auf 11,6 Mrd. €/Jahr geschätzt.⁷⁵ Dies ist vor allem auch auf die große Komplexität des Verletzungsmusters beim Polytrauma zurückzuführen. Nach Schätzungen müssen allein pro Patient ca. 2500 €/Tag für die Akutversorgung aufgebracht werden, ohne die Kosten für Rehabilitation und berufliche Reintegration.⁶⁰ Regel et al. bezifferten die Folgekosten der stationären Behandlung pro Patient auf ca. 250000 € und die Gesamtkosten eines polytraumatisierten Patienten auf über 500000 €.⁷⁵

1.4 Ätiologie und Pathogenese

Das Polytrauma wird durch hohe Energie verursacht, die auf den Körper des menschlichen Körpers einwirkt. Man unterscheidet zwischen dem stumpfen Trauma und der penetrierenden Verletzung. Als Unfallursache stehen an erster Stelle schwere Verkehrsunfälle, gefolgt von Stürzen aus großer Höhe als Arbeits-, Haus- und Freizeitunfälle oder im Rahmen von Suizidversuchen. Verletzungen durch äußere Gewalteinwirkung können ebenfalls zum Polytrauma führen wie zum Beispiel multiple Messerstichverletzungen und Verletzungen durch Schusswaffen.

Die häufigsten Todesursachen von schwer polytraumatisierten Patienten sind innerhalb der ersten 48 Stunden akute unkontrollierbare Blutungen, Gerinnungsversagen oder ein schweres Schädel-Hirn-Trauma. Im weiteren Verlauf steht das systemische Multiorganversagen im Zuge septisch-toxischer Komplikationen im Vordergrund.

Eine Verletzung löst im Allgemeinen verschiedene Reaktionen des Körpers aus, die darauf abzielen, die Schadensregion abzuschotten, nekrotisches Gewebe abzubauen und Defekte zu reparieren. Pathophysiologisch werden diese Vorgänge von verschiedenen Reparatursystemen im Körper, die in der Regel durch Mediatoren vermittelt werden, gesteuert. Diese Reaktion wird auch als „inflammatorische Akutephasereaktion“ bezeichnet und ist im lokalen Gebiet sehr sinnvoll. Probleme bringt sie jedoch, falls die Traumareaktionen auf den gesamten Organismus übergreifen. Es kommt zum sogenannten „Capillary leak syndrome“, einem Barriereverlust in nicht betroffenen Organen wie zum Beispiel der Lunge. Die durch die Gewebeschädigung, den hämorrhagischen Schockzustand und die schmerzbedingte Stressreaktion ausgelöste überschießende Entzündungsreaktion greift auf den gesamten Organismus über und wird als „Systemic inflammatory Response Syndrome“ (SIRS) bezeichnet, welche zusätzlich durch Organminderperfusion, Hypoxie, Ischämie und Reperfusionsschäden verstärkt und unterhalten wird. Die Folgen sind häufig Organdysfunktionen und Multiorganversagen.^{17, 47, 79}

1.5 Behandlungsstrategie und -algorithmen

Die Versorgung von polytraumatisierten Patienten erfolgt in mehreren Stufen. In der präklinischen Phase der Unfallrettung stehen das Überleben des Patienten durch sofortige Stabilisierung der vitalen Funktionen durch den Notarzt im Vordergrund. Ziel der präklinischen Behandlungsstrategie ist die zügige Aufdeckung von vital bedrohlichen Verletzungen sowie der Einleitung einer geeigneten Behandlung durch den behandelnden Notarzt.⁸⁸ Der unmittelbaren Kreislaufstabilisierung folgt eine weitreichende aggressive Schockbehandlung. Anhaltende Schockzustände unterhalten die „systemische Traumareaktion“, welche als Auslösemechanismus der oben genannten pathophysiologischen Kaskade anzusehen ist. Die Prognose von polytraumatisierten Patienten wird entscheidend durch das Zeitintervall zwischen Unfallereignis und dem Beginn der therapeutischen Maßnahmen beeinflusst. Die sogenannte „Golden Hour of Shock“ als Synonym für diese Zeitsensibilität wurde von Cowley 1982 treffend beschrieben.³¹ Am Unfallort geht es darum, lebensbedrohliche Zustände sofort zu erkennen und zu behandeln. Eine schematisierte kurze Beurteilung des Bewusstseinszustandes, der Atmung und des Kreislaufes ergeben einen ersten Überblick („Der erste Blick“). Entsprechend dieser Erstbeurteilung werden dann unmittelbar die lebensrettenden Sofortmaßnahmen eingeleitet („Schockbehandlung“). Dazu gehören beispielsweise die Anlage venöser Zugänge für eine adäquate Volumenersatztherapie sowie die Intubation zur Sicherung der Atemfunktion. Nach der Schockbehandlung erfolgt die gründliche klinische Beurteilung des Verletzungszustandes des Patienten („Check – Up“), um daraus die notwendigen organisatorischen Maßnahmen und Behandlungsalgorithmen ableiten zu können. Die präklinische Zeit sollte möglichst gering gehalten werden („treat and run“). Polytraumatisierte Patienten sollten zur weiteren Versorgung in einem speziellen traumatologischen Zentrum weiterbehandelt werden, da ihre Behandlung gemäß heutigen Qualitätsstandards höchste Anforderung in personeller, apparativer und organisatorischer Hinsicht darstellt. Der polytraumatisierte Patient wird durch Voralarm in der Notaufnahme angekündigt und von einem interdisziplinärem Behandlungsteam übernommen. In der klinischen Phase erfolgt die Behandlungssequenz in ähnlicher Weise. Nach dem ersten Blick und der Aufdeckung von lebensbedrohlichen Verletzungen erfolgt die Stabilisierung der Vitalfunktionen nach ATLS® („primary survey“) und die suffiziente Schockbehandlung bis zum Erreichen eines stabilen Status Quo. Diese Schockraumphase entspricht der

Akutphase (1.-3. h: „Reanimationsphase“), die von Tscherne et al definiert wurde.¹⁰⁰ Implementiert sind hierbei auch alle im Schockraum nötigen Maßnahmen zur Beseitigung der primär lebensbedrohlichen Verletzungen (Not-OP, Behandlung von Massenblutungen, Entlastung von Körperhöhlen). Nach der Stabilisierung der Vitalfunktionen erfolgt die Primärphase (3.-72. h: „Stabilisierungsphase“, „Day 1 Surgery“). In dieser Phase wird nach Komplettierung der Diagnostik das prioritätenorientierte (operative) Behandlungskonzept eingeleitet, welches sich an der Schwere der Verletzung, des Verletzungsmusters sowie des klinisch-physiologischen Zustandes des Patienten orientiert. An erster Stelle steht die Behandlung der lebens-, organ- und extremitätenerhaltenden Eingriffe. Konzeptionell werden zur Zeit das Damage Control (DC) – und das Early to Care Prinzip (EC) unterschieden. Beim Early to Care werden die Verletzungen möglichst primär ausversorgt, während beim Damage Control durch ein abgestuftes Versorgungskonzept vor allem bei instabilen Patienten eine Reduktion der Gesamtbelastung auf den Organismus bei aufwändigen primären Operationen erzielt werden soll.⁴⁰ Die Versorgung des polytraumatisierten Patienten erfordert somit ein spezielles prioritätenorientiertes Behandlungskonzept. Neben der individuellen Einschätzung des Arztes kommen Scoringsysteme zur objektiven Beurteilung der Verletzungsschwere und zur Planung des weiteren Vorgehens zum Einsatz.

1.6 Scoringsysteme

Bedeutung von Traumascores:

Scoringsysteme haben die Aufgabe, die Verletzungsschwere bei schwer und mehrfach verletzten Patienten quantitativ zu klassifizieren. Durch die quantitative Beschreibung der Verletzungsschwere leisten Scores einen wichtigen Beitrag zur objektiven Beurteilung von polytraumatisierten Patienten. Dies ermöglicht schließlich, die sehr inhomogene Gruppe der polytraumatisierten Patienten untereinander zu vergleichen und prognostische Aussagen hinsichtlich ihres späteren Outcomes zu treffen. Verschiedene Studien aus der Vergangenheit konnten die Effektivität der Traumascores und ihre gute Korrelation mit dem Zielkriterium „Überleben“ nachweisen.^{23, 24, 42, 55, 56, 67}

Das Outcome betrifft neben solchen Parametern wie Tod oder Überleben auch Parameter der Morbidität und Hospitalisation wie intensivstationäre Liegedauer, Beatmungsdauer, Organdysfunktionen oder eine spätere Behinderung, welche z.B.

im Wisconsin Morbidity Index von Gustafson beschrieben wurden.³⁹ Für den Injury Severity Score (ISS) wurde die Korrelation mit solchen Morbiditätskriterien durch Greenspan et al aufgezeigt.³⁷

Ein weiteres Ziel dieser Scoringsysteme und deren Klassifikation liegt in der frühzeitigen Erkennung der Gefährdung des einzelnen Patienten. Dadurch sollen erste Hinweise für die nötige Diagnostik und Therapie am Notfallort gegeben werden. So sollen diese Informationen erste Entscheidungshilfen für eine Behandlungsstrategie im Schockraum oder auf der Intensivstation sein.

Des weiteren stellen Scoringsysteme und ihre quantitative Beurteilung der Verletzungsschwere seit langem ein anerkanntes wissenschaftliches Konzept dar, um Daten und Ergebnisse unterschiedlicher Länder, Institutionen und Behandlungsstrategien untereinander vergleichen zu können. Sie stellen somit die Grundlage für Qualitätskontrolle, Qualitätsmanagement und ökonomische Überlegungen dar.^{62-64, 97}

Die Anforderungen an einen guten Score sind vielfältig. Oestern et al. forderten für einen guten Score, dass er praktikabel, prognostisch aussagekräftig und prospektiv anwendbar ist.⁶⁶ Darüber hinaus sollte ein guter Score objektiv und reproduzierbar sein.^{39, 63} Gustafson und MacKenzie gingen von insgesamt sieben Anforderungen aus, die ein guter Score erfüllen muss. Die Aussagefähigkeit (Validität) eines Index bestätigt sich durch die enge Korrelation mit der Mortalität. Die „construct validity“ fordert die Korrelation mit einem anderen Indikator der Verletzungsschwere, wie zum Beispiel dem klinischen Urteil des Arztes. Ein Score sollte darüberhinaus intuitiv einleuchtend („face validity“) und seine Ermittlung einfach durchführbar sein. Die „interrater reliability“ eines Scores spiegelt die Unabhängigkeit eines Index von der Beurteilung durch verschiedene Untersucher, die „intrarater reliability“ bezeichnet die Unabhängigkeit beim selben Untersucher zu verschiedenen Zeitpunkten der Datenerfassung. Ein Test muss hinsichtlich seiner Reliabilität also die gleiche Aussagekraft besitzen. Desweiteren müssen die erforderlichen Daten leicht verfügbar sein. Das bedeutet die Möglichkeit der zügigen Datenaufnahme sowohl bei der prospektiven Erfassung als auch bei der retrospektiven Ermittlung aus Krankenhausunterlagen. Schließlich sollte die Beurteilung des Schweregrades unabhängig von der Qualität der medizinischen Versorgung sein.^{39, 52}

Scoringsysteme unterscheiden sich durch vielfältige Parameter. Kriterien sind neben ihrem Einsatz hinsichtlich Ort und Zeitpunkt ihrer Anwendung verletzungsabhängige

Faktoren wie physiologische Parameter, Laborwerte, pathologisch-anatomische Diagnosen sowie verletzungsunabhängige Faktoren wie Alter und Vorerkrankungen. Wie nun einzelne Variablen in den jeweiligen Scoringsystemen gewichtet werden, entscheidet die wissenschaftliche Untersuchung mittels statistischer Analyse oder der Expertenkonsens.⁶³

Einteilung der Traumascores:

Scoringsysteme lassen sich grob in deskriptiv und nicht-deskriptiv unterteilen. Ein deskriptiver Score ist eine beschreibende erste Beurteilung über die Verletzungsschwere des Patienten. Nach Schweiberer et al wird zwischen einer „mäßigen, schweren und lebensbedrohlichen“ Verletzung unterschieden.⁸⁶

Allerdings bleibt die subjektive Komponente dieser Zuordnung ein großer limitierender Faktor für eine gute Beschreibung der tatsächlichen Verletzungsschwere. Eine weitere deskriptive Klassifikation ist das sogenannte „NACA-Schema“, das durch das „National Advisory Committee for Aeronautics“ (NACA) für Unfälle in der Luftfahrt entwickelt wurde und heute im notärztlichen Bereich breite Verwendung findet. Durch die Miteinbeziehung internistischer Krankheitsbilder ist er vor allem im Notarzt- und Rettungsdienst ein nützliches Hilfsmittel zur Beschreibung der vitalen Gefährdung des Patienten. Ein NACA-Index von V stellt beispielsweise eine akute vital bedrohliche Verletzung oder Erkrankung dar, die ohne therapeutische Intervention mit großer Wahrscheinlichkeit tödlich endet.^{49, 99}

Neben den deskriptiven Bewertungssystemen stehen die nicht-deskriptiven Scoringsysteme. Hierzu zählen anatomische und physiologische Scores oder solche, die sich aus einer Kombination dieser Beiden zusammensetzen. Eine Vielzahl solcher Systeme stehen uns heute sowohl für Beurteilungen im klinischen Alltag als auch zur Qualitätskontrolle zur Verfügung.

Spezielle Traumascores:

Champions „Trauma Score“ (TS) ist heute der wohl am weitesten verbreitete präklinische und physiologische Score. Der 1981 publizierte Score berechnet sich aus Daten der „Glasgow Coma Scale“ (GCS), systolischem Blutdruck, Atemfrequenz, Atemmechanik und der Kapillarfüllung.

Der TS kann minimal einen Wert von 1 und maximal einen Wert von 16 erreichen. Ein niedriger TS-Wert spiegelt den schlechten physiologischen Gesamtzustand des Patienten wieder und korreliert mit einer schlechten Prognose hinsichtlich des Überlebens des Patienten. Ein hoher Trauma Score dagegen deutet auf eine gute Prognose hin. Bei einer Gesamtpunktzahl von 12 und weniger stieg nach Champion et al. die Wahrscheinlichkeit zu versterben auf über 10%. Demnach wurde bei einer Punktezahl <12 ein sofortiger Transport in eine Klinik der Maximalversorgung empfohlen.^{14, 23, 27, 91}

Der von Champion et al. 1989 weiterentwickelte „Revised Trauma Score“ (RTS) verzichtete auf die subjektiven Parameter Atemmechanik und Kapillarfüllung. Es erfolgte eine Vereinfachung der Skalierung (jeweils 0-4 Punkte), die Punkte wurden durch regressionsanalytisch ermittelte Koeffizienten aufsummiert. Durch die Revision wurde zwar der Trauma Score objektiver und verlief durch die angemessene Bewertung der Schädel-Hirn-Verletzung beinahe linear mit der Letalität, ließ aber leider keine präklinische Risikobeurteilung mehr zu. Deshalb empfahl man die sogenannte Triage-Version (T-RTS), durch die mit einfacher Aufsummation der Parameter GCS, systolischer Blutdruck und Atemfrequenz eine erste orientierende Beurteilung möglich war: $T-RTS = GCS + SBP + AF$.²⁴

Zur Beurteilung des Bewusstseinszustandes und des ZNS wird seit langer Zeit die „Glasgow Coma Scale“ herangezogen. Bewertet werden hier die jeweils beste motorische und verbale Antwort sowie die Augenöffnung.⁹⁵ Ein Nachteil der GCS stellt jedoch der analgosedierte oder intubierte Patient dar, so dass die Prognose des Schädel-Hirn Traumas (SHT) entscheidend von der Ersterhebung der GCS und des Pupillenstatus abhängt. Eine neuere Studie von Grote et al aus dem Jahr 2011 zeigte im Rahmen einer retrospektiven Auswertung des Traumaregisters der „Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie“ (DGU) eine nur moderate Korrelation der GCS mit der Diagnose „schweres SHT“ beim polytraumatisierten Patienten auf.³⁸

Zur definitiven Klassifizierung der Verletzungsschwere finden heute sogenannte pathologisch-anatomische Scoringssysteme Verwendung. Sie bewerten einzelne Diagnosen meist mit einer Punktezahl unterschiedlicher Gewichtung entsprechend ihrer durch statistische Tests validierten prognostischen Bedeutung. Der Vorteil der anatomischen Scores liegt in ihrer guten Praktikabilität begründet. Nahezu jedem Patienten kann ein bestimmter Score-Wert zugewiesen werden. 1971 wurde die

„Abbreviated Injury Scale“ (AIS) entwickelt. Nach zahlreichen Revisionen besteht sie mittlerweile aus einer Sammlung von über 2000 Diagnosen. Jeder Einzelverletzung wird mit einem Punktwert von 1 (leicht verletzt) bis 6 (tödlich verletzt) bewertet.^{1, 28} International am weitesten verbreitet ist heute der „Injury Severity Score“ (ISS), bei dem 6 Körperregionen unterschieden werden. Jede Einzelverletzung wird je nach Schweregrad entsprechend der „Abbreviated Injury Scale“ (AIS) eine Anzahl Punkte zwischen 1 (leicht) und 6 (tödlich) zugeordnet. Durch Quadrierung der jeweils 3 schwersten Einzelverletzungen und deren anschließenden Aufsummierung errechnet sich der jeweilige ISS-Wert.⁸ Eine wesentliche Schwäche des ISS besteht in der relativen Unterbewertung der Schädel-Hirn-Verletzungen und in der fehlenden Berücksichtigung mehrerer schwerer Verletzungen aus einer einzelnen Körperregion (v.a. Extremitätenverletzungen).²⁹ Copes et al. beschrieb diese Schwäche, indem er eine relative Überrepräsentierung des ISS-16 und ISS-25 aus dem Patientengut der „Major Trauma Outcome Study“ (MTOS) aufzeigte und somit eine nicht lineare Korrelation des ISS bei Werten unter 30 bewies.^{22, 30}

In Deutschland wird an einigen Kliniken mit dem Polytraumaschlüssel (PTS) nach Oestern et al. klassifiziert.⁶⁶ Hier wird für 5 Körperregionen je nach spezieller Verletzung eine vorgegebene Anzahl von Punkten vergeben und zusammen mit einer bestimmten Alterspunktzahl aufsummiert. Nach Summation definiert sich eine PTS-Gruppierung von 1 bis 4. Im Unterschied zum ISS-Score fließt hier das Lebensalter mit einem hohen Faktor in die Bewertung ein, welches ein wichtiger Faktor in der Prognose der Letalität v.a. bei geriatrischen Patienten ist. Mit Hilfe einer computerunterstützten Diskriminanzanalyse bei insgesamt 696 Patienten konnte der Score bei 78,5% der später überlebenden und 67,2% der später verstorbenen Patienten eine richtige Zuordnung aufzeigen. Die Prognose bezüglich Tod oder Überleben war insgesamt bei 75% der Patienten richtig.⁶⁶ Verglichen mit Vorhersagegenauigkeit bei einfachen physiologischen und biochemischen Parametern von 55% bzw. 60% konnte durch den Score eine deutlich korrektere Vorhersagegenauigkeit erreicht werden. Dies war vor allem auf die Berücksichtigung des Lebensalters der Patienten zurückzuführen.

Tabelle 1: Übersicht der gebräuchlichsten Traumascores

SCORE	JAHR	QUELLE	PARAMETER	EIGENSCHAFT
AIS Abbreviated Injury Scale	1971	Committee on Medical Aspects of Automotive Safety ¹	Katalog von Diagnosen für 6 Körperregionen	ANATOMISCH
GCS Glasgow Coma Scale	1974	Teasdale ⁹⁵	Motorische Antwort Verbale Antwort Augenöffnung	NEUROLOGISCH
ISS Injury Severity Score	1974 1976	Baker ⁸ Baker ⁷	Wie AIS, Summe der Quadrate der 3 am schwersten betroffenen Regionen (6 Regionen)	ANATOMISCH
AI Anatomic Index	1980	Champion ^{1, 26}	HICDA anatomische Verletzungscodese	ANATOMISCH
HTI Hospital Trauma Index	1980	American College of Surgeons ⁴	Anatomische Verletzungen/ physiolog. Veränderungen des respiratorischen, kardiovaskulären und zentralnervösen Systems, des Abdomens, der Extremitäten, der Haut, Komplikationen im Verlauf	KOMBINIERT
TS Trauma Score	1981	Champion ²³	RR, AF, Kapillarfüllung, Apnoe, Dyspnoe, GCS	PHYSIOLOGISCH
PTS Polytraumaschlüssel	1985	Oestern ^{65, 66}	Verletzungen an Schädel, Abdomen, Thorax, Becken, Extremitäten, Alter	ANATOMISCH
RTS Revised Trauma Score	1986	Champion ²⁴	RR, AF, Apnoe, GCS	PHYSIOLOGISCH
TRISS Trauma Injury Severity Score	1987	Boyd ¹⁴	RTS, ISS, Alter	KOMBINIERT, PROGNOSEMODELL
rPTS Revidierter PTS	1989	Oestern ⁶⁵	PTS, Base Excess, PaO ₂ / Fi O ₂	KOMBINIERT
ASCOT A Severity Characterization of Trauma	1990	Champion ²¹	4 anatomische Profile (AIS- Werte), Alter, RR, AF, GCS	KOMBINIERT
NISS New Injury Severity Score	1997	Osler ⁶⁸	Wie ISS, Summe der Quadrate der 3 am schwersten betroffenen Regionen (9 Regionen)	ANATOMISCH
RISC Revised Injury Severity Classification	2009	Lefering ⁵⁰	Alter, NISS, AIS, GCS, PTT, Base Excess, indirekte Blutungszeichen, Herzstillstand,	KOMBINIERT, PROGNOSEMODELL
STS Sequential Trauma Score	2010	Huber- Wagner ⁴⁵	Physiologische und anatomische Parameter zu unterschiedlichen Zeiten	KOMBINIERT, DYNAMISCH

1.7 Das „Traumaregister“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie

Das „Traumaregister“ ist eine Initiative der „Arbeitsgemeinschaft Scoring“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Die Idee für eine Arbeitsgemeinschaft „Scoring“ entstand 1989 auf einer Jahrestagung der DGU durch den Vorschlag von Professor Schmit-Neuerburg als Vorsitzender einer Sitzung über Scoringsysteme. Ziel war es, eine standardisierte Erfassung schwerverletzter Patienten vom Unfallort bis zur Klinikentlassung zu schaffen. Durch möglichst viele beteiligte Kliniken sollte so eine Institution geschaffen werden, die Standards zu Behandlungsstrategien und Behandlungsergebnissen in der Behandlung und Therapie inklusive ihrer Alternativen von schwer verletzten Patienten definieren kann.

An solchen Standards kann sich jede einzelne beteiligte Klinik orientieren. Sie dienen im Sinne einer externen Qualitätskontrolle. Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Qualitätssicherung. Im Falle einer Abweichung von der Norm soll durch Klinik-interne Diskussion im Sinne einer Ursachenforschung herausgefunden werden, ob es mögliche Fehler in der Strategie einer Behandlung oder Therapie gibt und was einer solchen Tatsache gegebenenfalls entgegengesetzt werden kann.

1992 fand in Essen die erste konstituierende Sitzung der Arbeitsgemeinschaft „Scoring“ unter der Beteiligung von Mitarbeitern aus 6 interessierten Kliniken, die sich bereits im Vorfeld mit der Validierung und Beurteilung klinischer Scoringsysteme wissenschaftlich auseinandergesetzt hatten. 1993 entstand so der erste Dokumentationsbogen, der im Rahmen einer Pilotphase an den 6 beteiligten Kliniken getestet wurde (Ludwig-Maximilian-Universität München, Universitätsklinikum Frankfurt, Medizinische Hochschule Hannover, II. Chirurgischer Lehrstuhl in Köln-Mehrheim, Universitätsklinikum Essen, Allgemeines Krankenhaus Celle). Das Ergebnis eines Symposiums in Köln im Jahr 1993, bei dem die inhaltliche Analyse der Arbeitstreffen und die praktischen Erfahrungen im Umgang mit dem Dokumentationsbogen diskutiert wurde, ist das „Traumaregister“.³

1.8 Zielsetzung

In dieser Arbeit werden der internationale „Injury Severity Score“ (ISS) und der nationale „Polytraumaschlüssel“ (PTS) hinsichtlich ihrer Prognosefähigkeit und Aussagekraft für das Outcome des polytraumatisierten Patienten untersucht und miteinander verglichen.

Darüber hinaus sollen die erhobenen Daten als inner-klinische Qualitätskontrolle bezüglich der Behandlungsabläufe und Therapiealgorithmen der polytraumatisierten Patienten in unserer Klinik interpretiert werden. Im Zuge der Auswertung und Datenanalyse wird eine kollektiv-vergleichende Analyse stattfinden. Dazu werden die in unserer Klinik erhobenen Daten mit dem Kollektiv des nationalen „Traumaregisters“ der DGU des Jahres 2001 und dem Gesamtkollektiv der DGU Stand 2002 verglichen⁵.

Des Weiteren werden unsere Daten durch den „Trauma Injury Severity Score“ (TRISS) evaluiert. Diese Methode ermöglicht sowohl ein individuelles als auch Gesamtkollektiv-bezogenes Prognosemodell beim Traumapatienten. Durch die Berechnung der sogenannten „standardisierten Mortalitätsrate“ als Ergebnis der Analyse der prognostizierten und tatsächlichen Mortalität sind Vergleiche sowohl inner- als auch interklinisch möglich.

Im Rahmen dieser Qualitätskontrolle soll so das Kollektiv des polytraumatisierten Patienten der Berliner Charité am Campus Virchow auf nationaler Ebene evaluiert werden und in einen überregionalen Kontext gestellt werden.

Methoden

2.1 Datenerhebung

2.1.1 Anwendung des „Traumaregisters“

In dieser Arbeit wurden auf der Basis des „Traumaregisters“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie Rohdaten unserer Klinik erfasst und analysiert.

Das „Traumaregister“ ist ein Dokumentationsbogen zur Erfassung schwer verletzter Patienten, die über den Schockraum einer Klinik lebend aufgenommen werden. Es handelt sich um die Dokumentation zu vier definierten Zeitpunkten (A-D). Es werden sowohl wesentliche anatomische und physiologische Parameter als auch therapeutische Interventionen dokumentiert. Darüber hinaus werden wichtige klinische Komplikationen wie zum Beispiel Massentransfusion, Organdysfunktion und Multiorganversagen erfasst (siehe Abbildung des Traumaregister-Erhebungsbogen im Anhang).

Neben den Rohdaten werden auch fertige Scores erhoben (z.B. GCS). Anhand der Daten werden wichtige Traumascores standardisiert erhoben und berechnet. Zu nennen sind zum Beispiel der „Trauma Score“ (TS), „Abbreviated Injury Scale“ (AIS), „Injury Severity Score“ (ISS), „Polytraumaschlüssel“ (PTS) und „Trauma Injury Severity Score“ (TRISS). ^{8, 14, 23, 28, 48, 66, 95}

Der Zeitpunkt A erfasst die präklinische Phase, welche dem Erstbefund am Notfallort und die therapeutischen Maßnahmen des Notarztes entspricht. Hier werden neben der allgemeinen Unfallanamnese physiologische Daten über den Status und die Vitalfunktionen des Patienten am Unfallort erfasst (systolischer Blutdruck, Puls, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung). Zur Erfassung des neurologischen Status werden die Glasgow Coma Scale (GCS), die Pupillenfunktion sowie die Extremitätenbewegung erfasst. Zusätzlich dokumentiert der Notarzt im Sinne einer ersten deskriptiven Beurteilung der Verletzungsschwere den NACA-Index und erste Verdachtsdiagnosen hinsichtlich verschiedener Körperregionen. Ein weiterer Punkt, der bei der Erfassung der Rohdaten zum Zeitpunkt A einfließt, ist das erste therapeutische Handeln des Notarztes. So werden neben der quantitativen Erfassung einer Volumenersatztherapie wichtige notärztliche Maßnahmen wie

Intubation, Analgosedierung, Herzmassage, Katecholamintherapie und die Pleuraentlastung mittels Thoraxdrainage dokumentiert. Zu diesem Zeitpunkt können mittels der Rohdaten erste Scores zur Klassifizierung und Beurteilung der Verletzungsschwere herangezogen werden. Der durch den Notarzt selbst dokumentierte NACA-Index beschreibt den Zustand des Patienten in einer deskriptiven Form von 1-6 (z.B. 4 = akute Lebensgefahr nicht auszuschließen; 5 = akute Lebensgefahr; 6 = Reanimation; 7 = Tod).

Zeitpunkt B erfasst die Phase im Schockraum in der Notaufnahme der Klinik. Hier werden wesentliche Parameter über den Zustand des Patienten wie Vitalfunktionen (systolischer Blutdruck, Puls, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung, Horowitz-Index, wenn intubiert) und der neurologische Status festgehalten. Hinzu kommen die Daten der Paraklinik, welche eine erste Einschätzung der Funktion der wichtigsten Organe widerspiegelt (Hb, Leukozyten, Thrombozyten, TPZ, CK, BE, Laktat, Kreatinin, Na, Temperatur). Bezüglich der Schockraumdiagnostik werden die durchgeführten Untersuchungen wie Sonographie, Röntgen und CT durch möglichst exakte Zeitangaben ihrer Durchführung dokumentiert. Diese Daten dienen im „Traumaregister“ der späteren interklinischen Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung im Sinne eines Vergleiches der eigenen Klinik mit den Daten aus der Gesamtpopulation des „Traumaregisters“ der DGU. Im weiteren Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation (inkl. mögliche Operationen) werden die jeweils schlechtesten Werte für folgende Parameter dokumentiert: systolischer Blutdruck, Hämoglobin, TPZ, Base-Excess.

Weiter werden ausgewählte therapeutischen Maßnahmen und Interventionen in der Notaufnahme bis zur Aufnahme auf die Intensivstation erfasst. Neben der quantitativen Dokumentation der Volumenersatztherapie mit Volumenersatzmitteln, Plasmaexpandern und Bluttransfusionen sind dies wichtige therapeutische Interventionen wie Intubation, Analgosedierung, Herzmassage, Katecholamintherapie, Thoraxdrainage und die externe (außerhalb des OP's durchgeführte) Frakturstabilisierung. Zuletzt wird die Weiterversorgung dokumentiert (z.B. Intensivstation, OP, Notoperation).

Zeitpunkt C befasst sich mit der Dokumentation des Zustandes und der Therapie auf der Intensivstation. Auch hier werden bei Ankunft wichtige Vitalparameter (systolischer Blutdruck, Puls, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung, Horowitz-Index, wenn intubiert) sowie die Paraklinik bei Aufnahme ähnlich der Bögen A und B erhoben. Im Verlauf des Aufenthaltes auf der Intensivstation sollen entscheidende therapeutische Interventionen wie Tracheostomie, Thoraxdrainage, Katecholamintherapie, Massentransfusion (> 10 Erythrozytenkonzentrate/ 24h) und Dialyse/ Hämofiltration erfasst werden. Neben den therapeutischen Interventionen werden Daten zur Aufenthaltsdauer und Beatmungstherapie inklusive der Dauer ihres Einsatzes erhoben (Intensivtage, Beatmungstage, Bauchlagerung).

Als letzter Punkt werden Organdysfunktionen und das Multiorganversagen mit Hilfe des SOFA-Scores und das klinische Bild der Sepsis in die Dokumentation des Bogens C aufgenommen. Vincent et al. beschreibt und bewertet Organdysfunktion und Organversagen seinem intensivmedizinischen SOFA-Score anhand von 6 Organen mit je 4 Schweregradstufen.¹⁰² Im „Traumaregister“ sollen einzelne Organdysfunktionen jeweils ab dem Score-Wert > 2 Punkte erfasst werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: SOFA-Score ab Schweregrad > 2

Organsystem	Parameter	SOFA- Score > 2 Punkte
Atmung	Horowitz-Index: PaO ₂ /FiO ₂ mit Beatmung	< 200
Koagulation	Thrombozyten	< 50000 / mm ³
Leber	Bilirubin	> 6 mg/dl
Herz-Kreislauf	Katecholamindosis	Dopamin > 5 mg/ kg·min <i>oder</i> Jede Adrenalin/ Noradrenalin-Gabe
ZNS	Glasgow Coma Scale	< 10 Punkte
Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge pro Tag	> 3,5 mg/ dl < 500 ml/ Tag

Ein Schweregrad > 2 eines Organsystems definiert das Auftreten einer Organdysfunktion, ganz egal wie viele Organregionen betroffen sind. Das Multiorganversagen bezieht sich laut Definition auf das Versagen von mindestens 2

Organsystemen an mindestens zwei Tagen gleichzeitig. Eine Sepsis ist nach den Kriterien von Bone et al. der klinische Beweis einer Infektion mit Tachypnoe > 20/ min oder Beatmung > 10L/ min, Tachykardie > 90/ min, Hyper- bzw. Hypothermie > 38,0 °C bzw. < 35,5 °C.¹¹

Zeitpunkt D erfasst den Befund bei Entlassung des Patienten. Hier werden Aussagen zur Weiterversorgung, dem Zustand des Patienten bei Entlassung mittels der „Glasgow Outcome Chart“ und zum Tod gestellt. Weiter werden alle Diagnosen erfasst und mit Hilfe der „Abbreviated Injury Scale“ und der ICD 10 codiert. Frakturen werden durch die AO-Klassifikation und alle Operationen mit dem OPS 301-Code versehen.

2.1.2 Der Injury Severity Score

Abbreviate Injury Scale:

Das „Committee on Injury Scaling“ entwickelte 1971 die sogenannte „Abbreviated Injury Scale“ (AIS), einen aus über 2000 Diagnosen bestehenden Katalog.²⁸ Nach dieser Kodierung bekommt jede Einzelverletzung einen Wert auf einer Skala zwischen 1 und 6, wobei der Wert 1 eine leichte Verletzung und der Wert 6 eine tödliche Verletzung widerspiegelt. Tabelle 3 zeigt für die Körperregion Kopf und Thorax einige Beispiele der AIS-Schweregrade.

		Kopf	Thorax
1	leicht	Kopfplatzwunde < 10cm	Rippenfraktur isoliert, oberflächliche Stichverletzung ohne Hämato-pneumothorax
2	mäßig	Commotio Cerebri, Kalottenfraktur umschrieben, Kalottenfraktur > 10cm	Rippenfrakturen (2-3), Sternumfraktur
3	ernst	Schädelbasisfraktur, Contusio Cerebri mit Midline Shift < 5mm, leichtes Hirnödem	Rippenserienfraktur (> 3), Lungenkontusion unilateral, Hämato- oder Pneumothorax
4	schwer	Kalottenfraktur ausgedehnt, Contusio Cerebri mit Midline Shift > 5mm, Epi- oder Subdurales oder intracerebrales Hämatom < 50mm, offenes SHT	Rippenserienfraktur mit Hämato-pneumothorax, Lungenkontusion bilateral, Aortenverletzung
5	kritisch	Contusio Cerebri massiv, Epi- oder Subdurales oder intracerebrales Hämatom > 50mm, Hirnödem schwer mit verschlossenem Ventrikel , Hirnstammverletzung	Ripenserienfraktur bilateral mit Hämato-pneumothorax, Lungenkontusion mit Spannungspneumothorax, Aortenruptur, Myokardruptur
6	tödlich	Offenes SHT mit Hirnaustritt	Aortenruptur mit Hämatothorax, massive Thoraxquetschung

Tabelle 3: „Abbreviated Injury Scale“ (Revision 1990)²⁸

Injury Severity Score:

International am weitesten verbreitet ist heute der „Injury Severity Score“ (ISS), für welchen die 6 Körperregionen Kopf und Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, knöchernes Becken und Extremitäten sowie Weichteile unterschieden werden.^{7, 8}

Jeder Einzelverletzung wird je nach Schweregrad entsprechend der „Abbreviated Injury Scale“ (AIS) eine Anzahl Punkte zwischen 1 (leicht) und 6 (tödlich) zugeordnet.²⁸ Durch Quadrierung der jeweils 3 schwersten Einzelverletzungen und deren anschließenden Aufsummierung erhält man den jeweiligen ISS-Wert. Beim Auftreten einer AIS-6 Verletzung (als tödlich eingestufte Verletzung) nimmt der ISS definitionsgemäß den höchsten erreichbaren Wert 75 an.

Tabelle 4: Erfassungsbogen des Injury Severity Score

Körperregion	Schweregrad	AIS
Kopf/ Hals	leicht	1
Gesicht	mittel	2
Thorax	schwer, nicht lebensbedrohlich	3
Abdomen	schwer, lebensbedrohlich, Überleben wahrscheinlich	4
Extremitäten/ Beckengürtel	kritisch, Überleben unsicher	5
Weichteile	tödlich	6

2.1.3 Der Hannoversche Polytraumaschlüssel

Oestern et al entwickelte 1983 an der Medizinischen Hochschule Hannover den anatomischen Score „Polytraumaschlüssel“ (PTS). Im Gegensatz zum AIS und ISS fließt bei dieser Klassifizierung das Alter der Patienten mit in die Beurteilung der Verletzungsschwere ein. Der PTS entstand auf der Basis der in der Studie ermittelten Regressionskoeffizienten. Als anatomischer Score unterscheidet er insgesamt 6 Kategorien, darunter die 5 Körperregionen Schädel, Abdomen, Extremitäten, Thorax, Becken/Wirbelsäule sowie das Patientenalter. Auf der Grundlage der regressionsanalytisch ermittelten Berechnungen erhält jede Verletzung und das Alter einen bestimmten Punktwert. Die anschließende einfache Addition ergibt die Gesamtpunktzahl des PTS und erlaubt eine Einteilung in 4 Schweregrade. Tabelle 5 zeigt den Bogen zur Erfassung des Polytraumaschlüssel.

61, 65, 66

Tabelle 5: Erfassungsbogen des Polytraumaschlüssels

PTSS (Schädel)		PTST (Thorax)	
SHT I°	4	Sternum-, Rippenfrakturen (1-3)	2
SHT II°	8	Rippenserienfrakturen	5
SHT III°	12	Rippenserienfrakturen beidseitig	10
Mittelgesichtsfraktur	2	Hämato-, Pneumothorax	2
Schwere Mittelgesichtsfraktur	4	Lungenkontusion	7
		Lungenkontusion beidseitig	9
		Instabiler Thorax zusätzlich	3
		Aortenruptur	7
PTSA (Abdomen)		PTSB (Becken)	
Milzruptur	9	Beckenfraktur einfach	3
Milz- und Leberruptur	13(18)	Beckenfraktur kombiniert	9
Leberruptur ausgedehnt	13(18)	Becken und Urogenitalverletzung	12
Darm, Mesenterium, Niere, Pankreas	9	Wirbelbruch	3
		Wirbelbruch/Querschnitt	3
		Beckenquetschung	15
PTSE (Extremitäten)		Alterseinfluß	
Zentraler Hüftverrenkungsbruch	12	< 40 Jahre	0
Oberschenkelfraktur einfach	8	40 - 49 Jahre	1
Oberschenkelstück-, Trümmerfraktur	12	50 - 54 Jahre	2
Unterschenkelfraktur	4	55 - 59 Jahre	3
Knieband, Patella, Unterarm, Ellenbogen, Sprunggelenk	2	60 - 64 Jahre	5
Oberarm, Schulter	4	65 - 69 Jahre	8
Gefäßverletzung oberhalb Ellenbogen, Knie	8	70 - 74 Jahre	13
Gefäßverletzung unterhalb Ellenbogen, Knie	4	≥ 74 Jahre	21
Oberschenkel-, Oberarmamputation	12		
Unterschenkel-, Unterarmamputation	8		
Jede offene 2° und 3° Fraktur	4		
Große Weichteilquetschung	2		
PTS-Gruppe I: 1 bis 11 Punkte		PTS-Gruppe III: 31 bis 49 Punkte	
PTS-Gruppe II: 12 bis 30 Punkte		PTS-Gruppe IV: ≥ 50 Punkte	

2.1.4 Die TRISS-Analyse

Revised Trauma Score:

Der „Revised Trauma Score“ (RTS) wurde 1989 von Champion publiziert.²⁴ Der Score ist eine Weiterentwicklung des „Trauma Scores“ (TS), der im präklinischen Bereich national und international weit verbreitet ist.²³

Der RTS rangiert von 0 bis 12. Ein hoher Score-Wert repräsentiert eine gute Überlebensprognose. Der RTS ist eine Funktion der regressionsanalytisch verbundenen Variablen Atemfrequenz, systolischer Blutdruck und der Glasgow Coma Scale. Da die Berechnung des RTS auf der Basis der Regressionsanalyse erfolgt, ist seine präklinische Anwendbarkeit eingeschränkt. Als Bestandteil der TRISS-Analyse trägt er jedoch entscheidend zur Prognose des Outcomes beim traumatisierten Patienten bei und ist somit ein wichtiger Bestandteil der inner- und interklinischen Qualitätskontrolle. Der RTS berechnet sich aus

$RTS = k_1 (A) + k_2 (B) + k_3 (C)$. k_{1-3} stellen die aus der Regressionsanalyse ermittelten Koeffizienten dar. Die Werte für A, B und C zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Revised Trauma Score. Ermittlung der Werte

A Glasgow Coma Scale	B Systolischer Blutdruck (mmHg)	C Atemfrequenz/ min	Punkte
13-15	> 89	10-29	4
9-12	76-89	> 29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

Trauma Injury Severity Score:

Die TRISS-Analyse ist eine auf der Basis der 1982 begonnenen „Major Trauma Outcome Study“ (MTOS) entwickelte Methode, um die individuelle Überlebenswahrscheinlichkeit von schwer und mehrfach verletzten Personen zu ermitteln. Die TRISS-Methodik wurde erstmalig durch Champion veröffentlicht.²³

Die MTOS-Studie wurde in den USA entwickelt und diente dazu, objektive Standards zur Beurteilung von Überlebensraten von unfallchirurgischen Patienten zu erhalten.²²

In der Arbeit von Boyed et al. errechnet sich die individuelle Überlebenswahrscheinlichkeit $p_s = 1/(1+e^{-b})$, wobei e = natürlicher Logarithmus.

Der Regressionskoeffizient b setzt sich dabei aus $b = b_0 + b_1(\text{RTS}) + b_2(\text{ISS}) + b_3(\text{Alter})$ zusammen. Die Koeffizienten werden mit den jeweiligen Werten z.B. „Revised Trauma Score“ (RTS) multipliziert. Für das Alter werden Patienten ≥ 55 Jahren mit dem Wert 1 kodiert, Patienten < 55 Jahre erhalten den Wert 0, sie werden also in der Formel nicht berücksichtigt. Die jeweiligen Regressionskoeffizienten sind in Tabelle 7 zusammengestellt.¹⁴

Tabelle 7: TRISS-Koeffizienten bei unterschiedlichem Traumamechanismus

Koeffizient	Variable	Stumpfes Trauma	Penetrierendes Trauma
b_0		-0,1247	-0,6029
b_1	RTS	0,9544	1,1430
b_2	ISS	-0,0768	-0,1516
b_3	Alter	-1,9052	-2,6676

Der Score ist somit eine Funktion der regressionsanalytisch verknüpften Variablen RTS, ISS und Alter. Die unterschiedlichen Regressionskoeffizienten sind Ergebnis der „Major Trauma Outcome Study“.

2.2 Patientenkollektiv und Datenauswertung

In folgender Untersuchung wurden für die Jahre 2000 und 2001 an der Charité Campus Virchow Klinikum in Berlin insgesamt 201 schwer verletzte Personen retrospektiv erfasst. Dabei wurden insbesondere diejenigen Patienten ausgewählt, für die im Sinne der Definition des Polytraumas die Kriterien von Tscherne et al. zutrafen.¹⁰¹ Die Datensätze wurden auf der Basis des „Traumaregisters“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) ausgewertet. Die Patienten wurden weiterhin nach folgenden Kriterien ausgewählt in die statistische Datenanalyse eingeschlossen:

- **Diagnose „Polytrauma“ aus der Krankenakte**
- **mehrfach verletzte Patienten aus der Krankenakte**
- **Aufnahme über den Schockraum**
- **weitere Therapie auf der Intensivstation** (falls nicht im Schockraum verstorben)

Folgende Rohdaten wurden für diese Untersuchung herangezogen (siehe Traumaregister-Erhebungsbogen im Anhang):

Zeitpunkt A der Präklinik:

Alter (Jahre), Unfalldatum und Unfallzeit, Geschlecht (männlich, weiblich) Transportmittel (RTW, NAW/NEF, RTH), Traumamechanismus (stumpf, penetrierend), Unfallursache (Verkehrsunfall, Gewaltverbrechen, Suizid, Arbeitsunfall, Haus- und Freizeitunfall, Sonstiger Unfall), Unfallhergang (PKW/LKW-Insasse, Motorrad, Fahrrad, Fußgänger angefahren, Sturz > 3m Höhe, Sturz < 3m Höhe, Sonstiger Hergang), Vitalparameter (RR systolisch, Puls, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung), Glasgow Coma Scale, NACA-Index, Therapie (Kristalloide, Kolloide, hyperonkotisch/hyperosmolare Lösungen, Intubation, Analgosedierung, Herzmassage, Katecholamine, Thoraxdrainage).

Zeitpunkt B, Notaufnahme:

Datum, Uhrzeit, Zuverlegung aus anderem Krankenhaus, Vitalparameter und Atmung (RR systolisch, Puls, Sauerstoffsättigung, bei Ankunft intubiert, falls intubiert: FiO₂, PaO₂), Glasgow Coma Scale, Labor (jeweils die schlechtesten gemessenen

Werte bis zur Aufnahme auf die Intensivstation: RR systolisch, Hb, TPZ, BE), Therapie bis zur Aufnahme auf die Intensivstation (Kristalloide, Kolloide, Hyperonkotisch/ Hyperosmolare Lösung, Blut, FFP/Frischplasma, Thrombozyten, Intubation, Analgosedierung, Herzmassage, Katecholamine, Thoraxdrainage).

Zeitpunkt C, Intensivstation:

Datum, Uhrzeit, Vitalparameter und Atmung (RR systolisch, Sauerstoffsättigung, bei Ankunft intubiert, falls intubiert: FiO₂, PaO₂), Organversagen, Multiorganversagen, Sepsis, Tracheostomie, Thoraxdrainage, Katecholamine, Massentransfusion, Dialyse, Intensivtage, Intubationstage.

Zeitpunkt D, Abschluss:

Tod (ja/nein, Datum, Uhrzeit), Krankenhausliegedauer, Krankenhausdiagnosen (Freitext).

Für den Datenerfassungsbogen des „Traumaregisters“ der DGU wurde eine Eingabemaske in Microsoft® Access 2000 erstellt, in der für jeden Fall ein Datensatz angelegt wurde. Anschließend wurden die Daten in das statistische Auswertungsprogramm SPSS® 13.0 transponiert. Alle Datensätze wurde primär einer univariaten Datenanalyse unterzogen. Datensätze mit Freitext wurden für die weiterführende Auswertung kodiert und skaliert. Für die weiterführende statistische Datenanalyse wurden die Datensätze auf ihre Skalierung (nominal, ordinal, stetig) hin geordnet. Zur Beschreibung des Patientenkollektives wurden die erfassten Rohdaten nach der univariaten Datenanalyse präsentiert (Ergebnisteil 3.1 - 3.6). Zusätzlich wurde die Verteilung innerhalb der Gruppen der verstorbenen und überlebenden Personen auf Unterschiede hin statistisch ausgewertet. Unser Patientenkollektiv wurde daraufhin mit den nationalen Daten aus dem Traumaregister der DGU 2001 sowie der DGU Gesamt Stand 2002 verglichen.⁵

Die Traumascores „Injury Severity Score“ (ISS) und „Polytraumaschlüssel“ (PTS) wurden anhand der Freitextdiagnosen ausgewertet und ihre Score-Werte bestimmt. Danach wurde sowohl ihre Verteilung am Gesamtkollektiv als auch zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Personen ausgewertet (Ergebnisteil 3.7).

Das Patientenoutcome wurde anhand der Kriterien für die Mortalität und Morbidität vorher definiert:

1. Mortalität: Mortalität (<24h) und Krankenhausmortalität

2. Morbidität (Inzidenzen auf der Intensivstation): Beatmung, (Multi-) Organversagen, Massentransfusion, Sepsis, Katecholamintherapie, Thoraxdrainage, Tracheostomie

3. Morbidität (Hospitalisation): Krankenhausliegedauer, intensivstationäre Liegedauer, intensivstationäre Beatmungsdauer

Der ISS und PTS wurden hinsichtlich der definierten Kriterien auf Zusammenhänge mit der Mortalität und Morbidität ausgewertet, indem erst ein Mittelwertevergleich der Scores (bezogen auf das Outcome) erstellt wurde, um anschließend mittels einer Korrelationsanalyse mögliche lineare Zusammenhänge mit der Mortalität und Morbidität zu zeigen (Ergebnisteil 3.8). Desweiteren wurden die Scores ISS und PTS am eigenen Patientenkollektiv validiert. Nach Ermittlung der Cut-Off Punkte (Trennpunkte) wurden Validitätsmerkmale berechnet und die Scores auf ihre Gültigkeit hin untersucht und untereinander verglichen (Ergebnisteil 3.9). Als letztes erfolgte die Analyse des Gesamtkollektives nach der TRISS-Methode. Damit wurde zum einen die Gesamtprognose (erwartete Mortalität) für unser Kollektiv berechnet und mit der tatsächlichen Mortalität verglichen (Standardisierte Mortalitätsrate). (Ergebnisteil 3.10)

Für die statistische Datenanalyse wurde der t-Test bei intervallskalierten Variablen verwendet, um signifikante Unterschiede von Mittelwerten zu zeigen. Für die Fälle aller stetigen Variablen, bei welchen keine Normalverteilung vorlag, wurden die Mittelwerte mit dem u-Test nach Mann und Whitney für unabhängige und mit dem Wilcoxon-Test für abhängige Variablen verglichen. Ebenso wurde beim Mittelwertevergleich für ordinal skalierte Merkmale vorgegangen. In der Korrelationsanalyse zur Evaluation von Zusammenhängen der Traumascores mit den Kriterien der Mortalität und Morbidität wurde der Spearman'sche Korrelationskoeffizient Rho verwendet. Die Trennpunkte der Traumascores wurden mit der Diskriminanzanalyse berechnet.

Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

3.1.1 Altersverteilung

Die Tabelle 8 zeigt die Altersverteilung der untersuchten Patienten. Dabei ergab sich ein Durchschnittsalter von 38,7 Lebensjahre. Der jüngste Patient war 3 Jahre alt, der älteste 94 Jahre (Range 3-94J, SD 18,2). Die Gruppe 25-45 Jahre repräsentierte also fast die Hälfte aller verletzten Personen, in der Gruppe 15-45 Jahre waren es sogar fast zwei Drittel aller Fälle (63,7%).

Tabelle 8: Altersverteilung des Patientenkollektives

Lebensjahre	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit (%)	Mittelwert	SD
0-4 Jahre	1	0,5	3,0	-
5-14 Jahre	9	4,5	9,7	3,2
15-24 Jahre	38	18,9	20,5	3,0
25-34 Jahre	49	24,4	30,4	2,6
35-44 Jahre	41	20,4	39,1	2,5
45-54 Jahre	31	15,4	49,7	2,9
55-64 Jahre	11	5,5	59,4	3,3
65-74 Jahre	11	5,5	70,4	2,3
75-84 Jahre	5	2,5	79,9	1,9
> 85 Jahre	5	2,5	88,0	3,9
Gesamt	201	100,0	38,7	18,2

In Abbildung 1 wird die Altersverteilung der verstorbenen und überlebenden Personen dargestellt. In den Gruppen 0 bis 4 Jahre und 5 bis 14 Jahre befand sich keine Person, die verstorben ist. Insgesamt lag das mittlere Alter der verstorbenen Personen bei 42,8 Jahren (SD=17,8) und das der überlebenden Personen bei 37,8 Jahren (SD=18,2). Zwischen den Gruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Altersverteilung

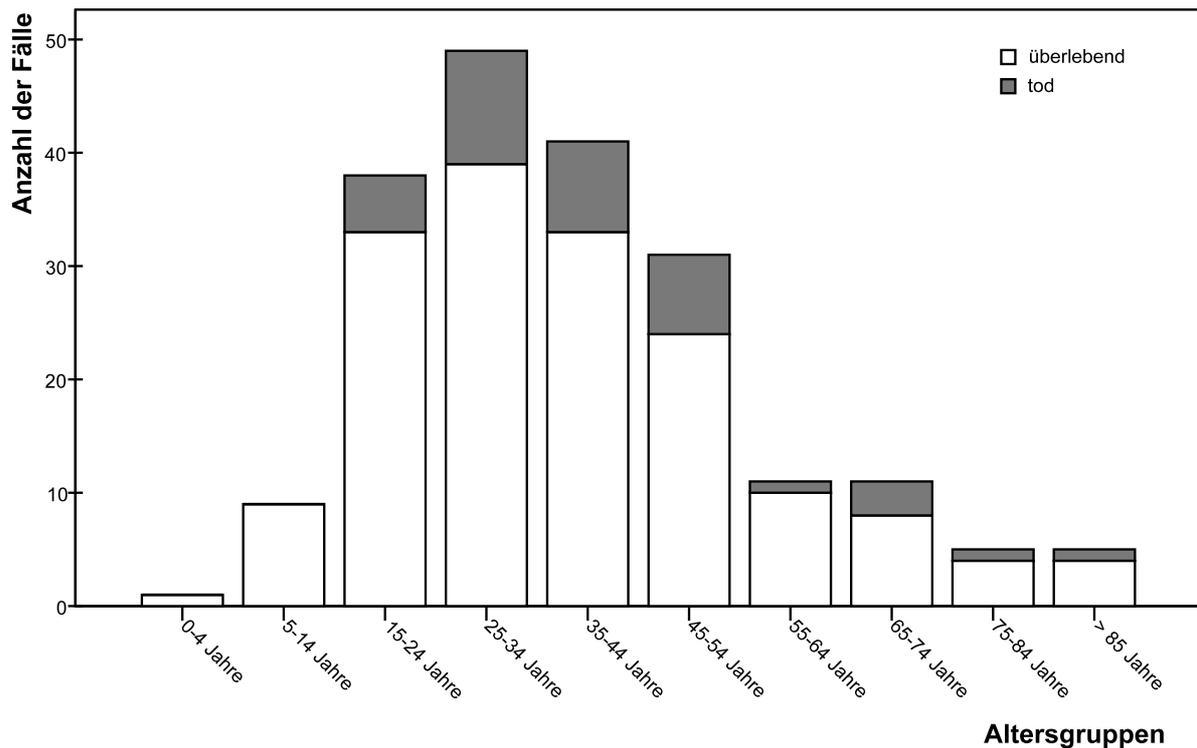


Abbildung 1: Verteilung der verstorbenen und überlebenden Patienten in verschiedenen Altersgruppen

Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Letalität innerhalb der Altersgruppen. Die Gesamtletalität betrug bei 201 Personen 17,9%. Am größten war die Letalität in der Gruppe der 65 bis 74 jährigen Personen (27,3%). Am niedrigsten war sie in den Gruppen 0 bis 4 Jahre und 5 bis 14 Jahre (0%).

Tabelle 9: Letalität innerhalb der Altersgruppen

Lebensjahre	Letalität (%)	Lebensjahre	Letalität (%)
0-4 Jahre	0	45-54 Jahre	22,6
5-14 Jahre	0	55-64 Jahre	9,1
15-24 Jahre	13,2	65-74 Jahre	27,3
25-34 Jahre	20,4	75-84 Jahre	20,0
35-44 Jahre	19,5	> 85 Jahre	20,0
		Gesamt	17,9

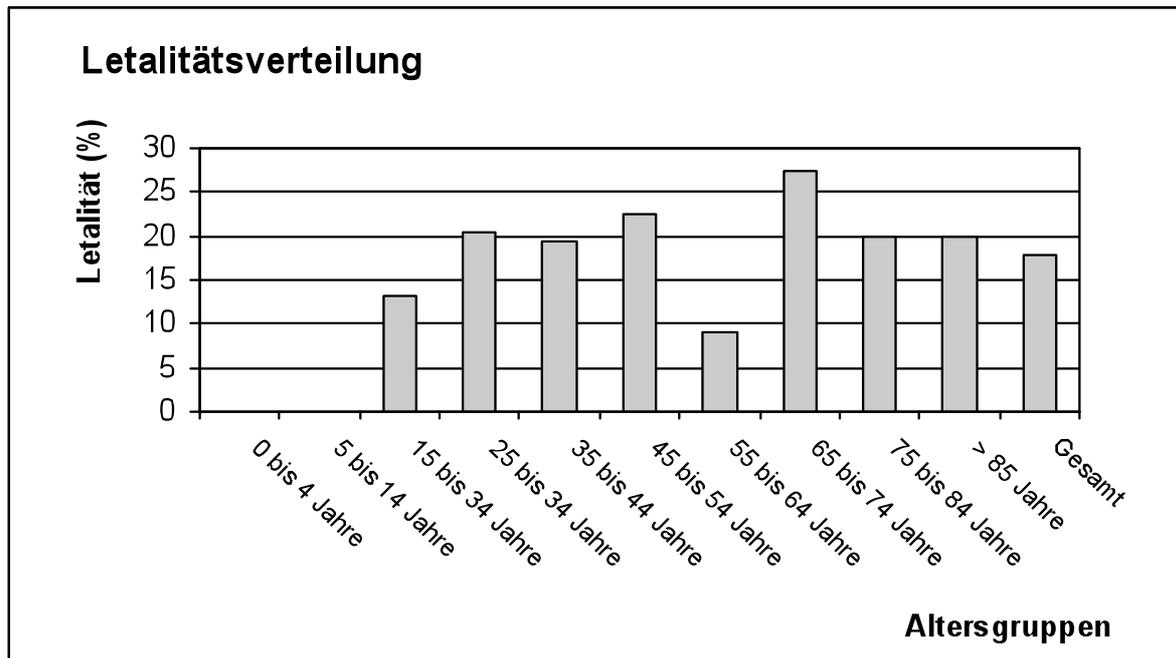


Abbildung 2: Verteilung der Letalität innerhalb der Altersgruppen

3.1.2 Geschlechterverteilung

Bei den erfassten 201 Traumapatienten handelte es sich um 149 Männer (74,1%) und 52 Frauen (25,9%). Die deutliche Unterrepräsentierung der Frauen zeigt sich in fast allen Altersgruppen des mittleren Lebensalters (15 Jahre bis 54 Jahre). In der Gruppe der 5-14 jährigen Personen und in allen Gruppen ab 65 Jahren herrschte dagegen eine ausgeglichene Geschlechterverteilung. Tabelle 10 und Abbildung 3 zeigen die Verteilung innerhalb der Gruppen der verstorbenen und überlebenden Personen.

Tabelle 10: Geschlechterverteilung der Patientenpopulation

Patienten	Tod		Überleben		Gesamt	
	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)
männlich	28	13,9	121	60,3	149	74,1
weiblich	8	3,9	44	21,8	52	25,9
Gesamt	36	17,9	165	82,1	201	100

Geschlechterverteilung

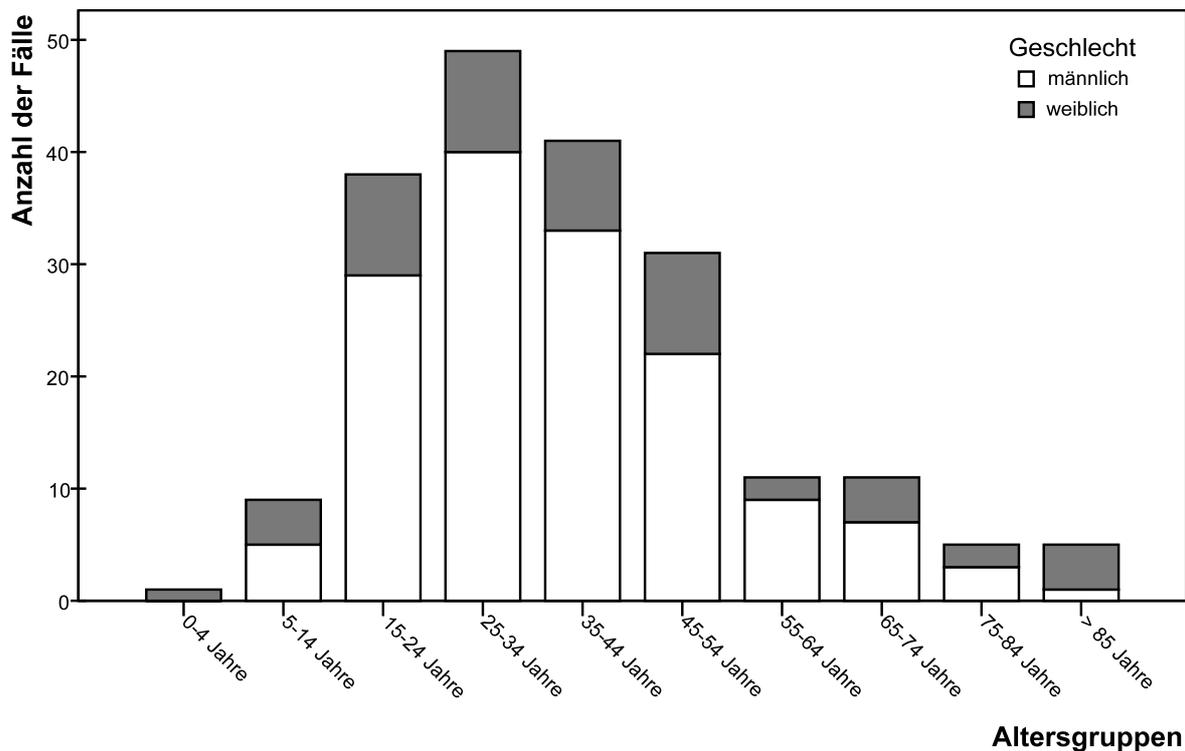


Abbildung 3: Geschlechterverteilung innerhalb der Altersgruppen

3.1.3 Kollektiv der verstorbenen Patienten

Von den 201 Patienten, die in dieser Studie erfasst wurden, verstarben 36, was einer Gesamtletalität von 17,9% entspricht. Der weitaus größte Teil dieser Patienten verstarb innerhalb der ersten 24 Stunden (69,4%). Das entspricht einer Letalität (<24h) von 11,4%. 30,6% der Patienten verstarben im Rahmen des stationären Aufenthaltes nach 24 Stunden, alle während des Aufenthaltes auf der Intensivstation. Während der Frühphase (Todeszeitpunkt <180 min.) verstarben insgesamt 8 Patienten (25%). Alle diese Patienten wurden noch über den Schockraum unserer Klinik aufgenommen.

Tabelle 11: Einteilung des Todeszeitpunktes in drei Phasen

Todeszeitpunkt	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit (%)
Primärphase (≤180 Min)	8	22,2
Frühphase (≤24 h)	17	47,2
Spätphase (>24 h)	11	30,6
Gesamt	36	100,0

3.2 Unfallanamnese

3.2.1 Transportmittel

Die meisten Patienten (58,7%) wurden mit dem Notarztwagen oder dem Notarzteinsatzfahrzeug in die weiterbehandelnde Klinik transportiert. Ein Rettungshubschrauber kam in 16,9% der Fälle zum Einsatz. Mit dem Rettungswagen wurden 13,4% transportiert.

Tabelle 12: Transportmittel

Transportmittel	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit (%)
keine Angabe	22	10,9
NAW/NEF	118	58,7
RTH	34	16,9
RTW	27	13,4
Gesamt	201	100,0

3.2.2 Traumamechanismus

Der weitaus größte Teil der Patienten erlitt ein Trauma durch stumpfe Gewalteinwirkung. Dabei handelte es sich um 175 Verletzte (87,1%). Bei 26 Patienten (12,9%) erfolgte die Verletzung durch ein penetrierendes Trauma wie Messerstich-, Schuss- oder Pfählungsverletzungen.

3.2.3 Unfallursache

Tabelle 13 und Abbildung 4 zeigen die Verteilung der Unfallursachen. Der Verkehrsunfall ist mit 53,7% die häufigste Unfallursache.

Tabelle 13: Unfallursachen

	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit (%)
Unfall	152	75,6
Gewaltverbrechen	14	7,0
Suizid	27	13,4
Andere	8	4,0
Gesamt	201	100,0

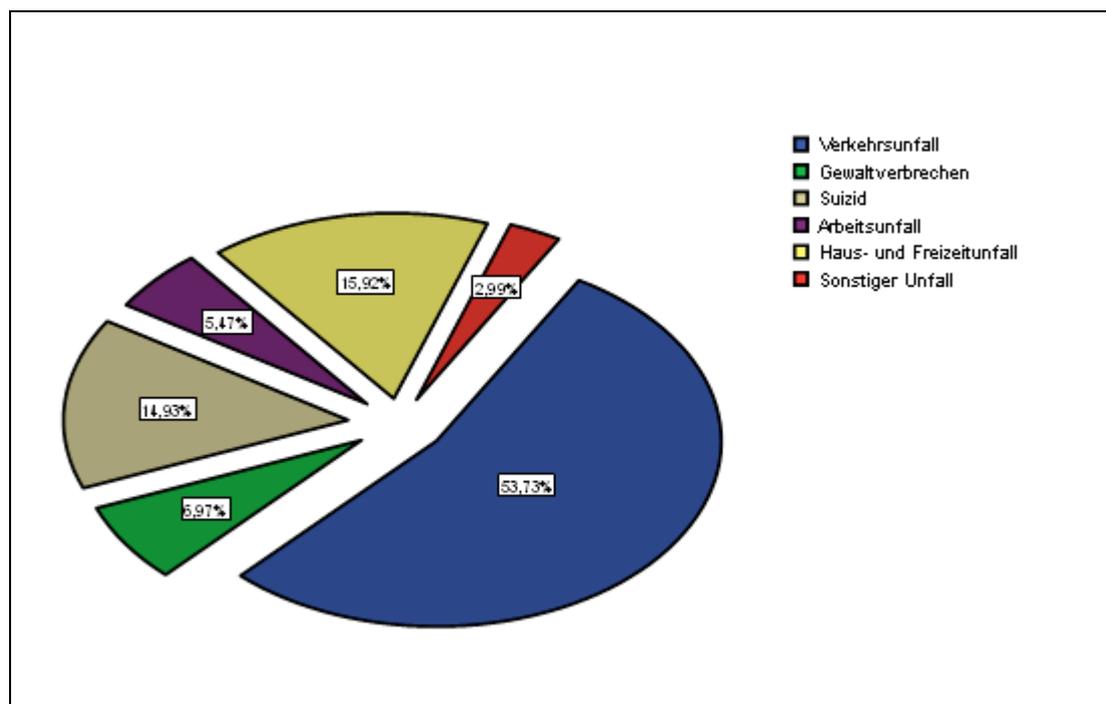


Abbildung 4: Unfallursachen

3.2.4 Unfallhergang

In der Gruppe der Verkehrsunfälle standen vor allem Insassen von PKW- und LKW Fahrzeugen (42%) sowie Motorradfahrer/ Sozius (22,2%) und von Kraftfahrzeugen angefahrene Fußgänger (30,5%) im Vordergrund. Fahrradfahrer waren insgesamt 5 Patienten (4,6%). Eine weitere wichtige Verletzungsgruppe stellt die Kategorie der Stürze aus großer Höhe dar. Sie betrafen vor allem die Bereiche Arbeitsunfall, Haus- und Freizeitunfall sowie den Suizid. Stürze aus mehr als 3m Höhe waren vor allem Fensterstürze und Stürze von hohen Leitern. Sie fanden sich in allen Kategorien, allerdings weniger beim Haus- und Freizeitunfall. Stürze aus weniger als 3m Höhe fanden sich vermehrt beim Haus- und Freizeitunfall. Hier standen Treppenstürze, Leiterstürze und Stürze durch andere häusliche Hindernisse sowie Stürze im Freizeitbereich im Vordergrund. In der Kategorie der Gewaltverbrechen entstand der größte Teil der Verletzungen durch spitze und penetrierende Traumaeinwirkung. Dabei sind vor allem die Messerstichverletzung sowie der Schusswaffengebrauch zu nennen. Unfälle durch die Traumawirkung großer Maschinen und Werkzeuge fanden vermehrt im Arbeitsbereich statt.

Tabelle 14: Unfallhergang

	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit(%)
PKW/LKW-Insasse	46	22,9
Motorradfahrer	24	11,9
Fahrradfahrer	5	2,5
Fußgänger	33	16,4
Sturz > 3m Höhe	43	21,4
Sturz < 3m Höhe	11	5,5
Sonstiges	39	19,4
Gesamt	201	100,0

Bei den Stürzen aus großer Höhe lag die relative Häufigkeit bei 21,4%, in der Gruppe der Stürze aus mittlerer Höhe (< 3m) bei 5,5%. Damit kommt der Sturz als solcher mit 26,9% aller Unfälle in der Häufigkeitsverteilung direkt hinter dem Verkehrsunfall (55,7%).

Tabelle 15 zeigt detailliert alle Unfallursachen mit ihren entsprechenden demographischen Daten auf.

Tabelle 15: Unfallursache und Unfallhergang

Unfallursache	Hergang	absolut	relativ (%)	relative Häufigkeit in der Gruppe (%)
Verkehrsunfall	PKW/LKW-Insasse	46	22,8	41,1
	Motorradfahrer	24	11,9	21,4
	Fahrradfahrer	5	2,5	4,5
	Fußgänger	33	16,4	29,5
	S-/U-/Straßenbahn	4	1,9	3,6
Arbeitsunfall	Sturz > 3m Höhe	12	5,9	55,1
	Sturz < 3m Höhe	4	1,9	18,2
	Maschinen	6	2,9	27,3
Haus-und Freizeitunfall	Sturz > 3m Höhe	15	7,4	57,7
	Sturz < 3m Höhe	8	3,9	30,8
	Sonstiges	3	1,5	11,5
Suizid	Sturz > 3m Höhe	15	7,4	60
	Sturz < 3m Höhe	1	0,5	4
	S/U-Bahn	5	2,5	20
	Waffe	4	1,9	16
Gewaltverbrechen	Stichwaffe	8	3,9	57
	Schußwaffe	4	1,9	28
	Sonstiges	2	1,0	14,3
Sonstiger Unfall		2	1,0	100

3.3 Verletzungsmuster

3.3.1 Verletzungsmuster des Gesamtkollektives

75,1% der Personen wiesen Verletzungen im Kopfbereich auf. Hier fanden sich die Commotio Cerebri (41,7%) und die Contusio Cerebri (16,7%) im Sinne des leichten bis mittelschweren SHT (SHT I°-II°). Weiter traten in 21,2% der Fälle Blutungen (SAB, EDH, SDH, ICB) auf. Frakturen (Kalottenfrakturen, Schädelbasisfrakturen, Frontobasisfrakturen) hatten einen Anteil von 12,5% an der Gesamtheit der Kopfverletzungen. Der restliche Anteil von 7,9% entfielen auf alle anderen Kopfverletzungen wie zum Beispiel die Kopfplatzwunde.

56 Patienten (27,9%) erlitten Verletzungen im Gesichtsbereich, einer Kategorie, die auch beim Injury Severity Score Verwendung findet. Darunter befanden sich vor allem die Mittelgesichtsfrakturen (28,6%), Orbitafrakturen (12,5%), Nasenbeinfrakturen (12,5%). Eine Le-Fort-III-Fraktur zeigte sich insgesamt bei 5 Personen (8,9%). 33,9% zeigten einfachere Riss- und Schnittverletzungen sowie alle sonstigen Gesichtsverletzungen.

Verletzungen am Thorax zogen sich insgesamt 143 Patienten (71,1%) zu. Hier zeigten sich in 16,8% der Fälle isolierte Rippenfrakturen bzw. Rippenserienfrakturen und in Kombination mit einem (Hämato-) Pneumothorax weitere 27,3%. 16,8% der Gruppe der Thoraxverletzungen hatten eine uni- oder bilaterale Lungenkontusion, weitere 14% zusätzlich einen (Hämato-) Pneumothorax. 7 Personen (6,9%) wiesen Stichverletzungen im Thoraxbereich mit (Hämato-) Pneumothorax auf. 7 Personen (6,9%) zeigten eine Lungenparenchymverletzung. Die restlichen 11,4% dieser Gruppe entfielen auf alle weiteren Thoraxverletzungen wie z.B. Tracheaeinriss, Zwerchfellruptur, Aortenverletzung. Ein Pneumothorax trat bei insgesamt 66 Patienten, also bei 46,2% aller thorakalen Läsionen auf.

Es traten bei 63 Personen (31,3%) Läsionen im Bereich des Abdomens auf.

Hier standen die Leberverletzung (Kontusion und/oder Ruptur 27%) und die Milzverletzung (Kontusion und/oder Ruptur 17,5%) im Vordergrund.

Weitere Diagnosen betrafen Nierenkontusion und Nierenruptur (12,7%) und mittelschwere abdominelle Prellungen (17,5%). Der restliche Anteil von 25,4%

bezieht sich auf alle sonstigen Diagnosen des Abdomens sowie auch auf freie intraabdominelle Flüssigkeit (5 Personen), welche nicht mehr einer eindeutigen Diagnose zugeordnet werden konnte.

173 Patienten (86,1%) zeigten Verletzungen in den Regionen Extremitäten, Beckengürtel und der Wirbelsäule. Dabei entfielen auf die Region obere Extremität und auf die untere Extremität jeweils 96 Personen (jeweils 47,8%). 71 Patienten (35,3%) verletzten sich am Beckengürtel.

Von den Verletzungen der oberen Extremität waren die Frakturen des Radius (16,7%), der Ulna (12,5%), des Humerus (15,6%), der Clavicula (16,7%) und der Scapula (15,6%) in etwa gleich verteilt. Der restliche Anteil von 22,9% betraf alle anderen Verletzungen der oberen Extremität. Eine Person erlitt eine Oberarmamputation.

Im Bereich der unteren Extremitäten waren die Femurfraktur (20,8%) und die Unterschenkelfraktur (25%) dominierend. 5 Personen (5,2%) erlitten eine Amputation, davon eine Person oberhalb des Knies. 18,8% hatten Verletzungen am oberen Sprunggelenk oder am Fuß, 7,3% der Fälle waren primär an der Hüfte verletzt (Schenkelhalsfrakturen oder Hüftgelenksluxationen). Alle sonstigen Verletzungen der unteren Extremität hatten eine relative Häufigkeit von 22,9%.

Bei den 35,3% der Patienten, die sich am Becken verletzten, zeigte sich folgende Verteilung: Becken-C-Verletzung (35,2%); Becken-B-Verletzung (26,8%); Becken-A-Verletzung (21,1%).

59 Personen (29,3%) zeigten Läsionen im Bereich der Wirbelsäule bzw. des Rückenmarkes. Dies betraf im Einzelnen bei 33,9% die Halswirbelsäule. Ein Patient erlitt eine inkomplette Querschnittssymptomatik, ein Patient verstarb an einem kompletten Querschnitt der HWS. Im Bereich der Brustwirbelsäule zeigte sich eine relative Häufigkeit von 27,1%. Eine inkomplette Querschnittssymptomatik konnte hier bei 4 Personen festgestellt werden, während 2 Personen einen kompletten Querschnitt der BWS aufwiesen. In der Region der Lendenwirbelsäule konnte eine Verletzungshäufigkeit von 39% festgestellt werden, eine komplette oder inkomplette Querschnittssymptomatik zeigte in dieser Region keiner der Patienten.

Weichteildefekte fanden sich bei insgesamt 60 Personen (29,9%). Hier standen multiple Schürfwunden (18,3%), schwere Hautkontusionen (23,3%) sowie multiple Riss-Quetschwunden (45%) im Vordergrund. Bei 4 Patienten (6,7%) traten höhergradige Weichteildefekte im Bereich der Unteren Extremitäten auf. Ein Patient (1,8%) verstarb im hämorrhagischen Schock nach kompletter Durchtrennung der tiefen Halsweichteile (kompletter Querschnitt).

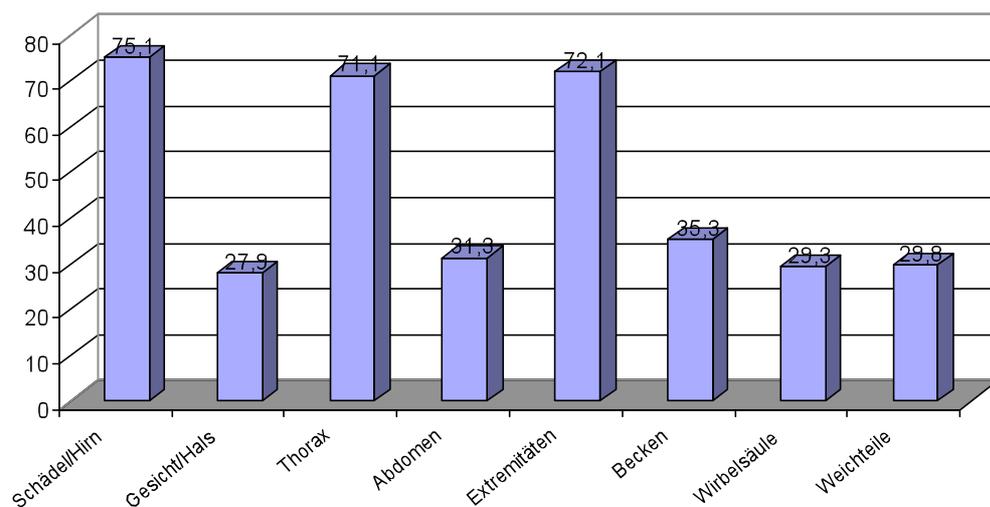


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung des Verletzungsmusters

3.3.2 Verletzungsmuster bei ISS ≥ 16 und AIS ≥ 3

Um die Verteilung des Verletzungsmusters besser mit den nationalen Daten aus dem Traumaregister vergleichen zu können, werden im folgenden nur die verletzten Personen mit einem ISS ≥ 16 und einem AIS ≥ 3 betrachtet. In Abbildung 6 ist die Verteilung des Verletzungsmusters dargestellt. Am häufigsten wurden das Thoraxtrauma (71,1%) und das SHT (47,5%) beobachtet. Die Extremitätenverletzungen hatten einen Anteil von 39,6%. Dabei entfielen auf die obere Extremität 12% und auf die untere Extremität 32,9%. Verletzungen der Extremitäten inklusive Beckenverletzungen im Sinne der Bewertung nach dem ISS zogen sich insgesamt 63,9% der Personen zu.

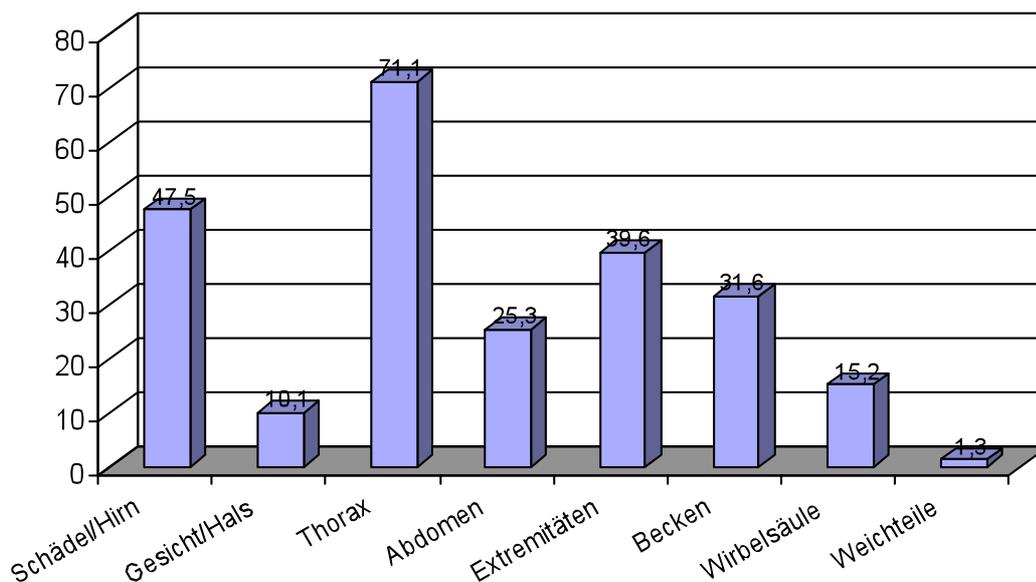


Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Verletzung bei ISS ≥ 16 und AIS ≥ 3

3.4 Präklinik

Im folgenden werden die Daten zum Zeitpunkt A der Präklinik präsentiert. Sie entstammen den Notarzteinsatzprotokollen. Anzumerken ist, dass sich unter den insgesamt erfassten Datensätzen von 201 Personen 33 befanden, die aus anderen Kliniken sekundär zuverlegt worden sind. Dies ist eine Quote von 16,4%. Der Datensatz zum Zeitpunkt A der Präklinik reduziert sich somit auf insgesamt 168 Personen.

3.4.1 Vitalparameter

Der mittlere systolische Blutdruck zeigte einen Wert von 97 mmHg. Die Gruppe der verstorbenen Personen hatte einen signifikant niedrigeren systolischen Blutdruck. Es waren 40% der primären Patienten im Schock, also diejenigen Personen, welche definitionsgemäß einen systolischen Blutdruck ≤ 90 aufwiesen. Hier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen (verstorben, überlebend) beim RRsys., AF und Schock gezeigt werden ($p < 0,05$).

Tabelle 16: Vitalparameter zum Zeitpunkt der Präklinik

Signifikanz*	Tod		Überleben		Gesamt	
	Mittelwert Median	SD	Mittelwert Median	SD	Mittelwert Median	SD
RRsys. (mmHg)*	69	50	105	40	97	45
	68		110		103	
Puls (1/min)	93	46	98	28	97	32
	101		100		100	
SpO ₂ (%)	87	11	89	13	89	13
	90		91		91	
Atemfrequenz* (1/min)	5	4	15	9	12	9
	4		15		12	
	absolut n=33	relativ (%)	absolut n=112	relativ (%)	absolut n=145	relativ (%)
Schock* (RRsys. ≤ 90)						
Primäre mit RRsys.- Angaben n=145	22	66,7	36	32,1	58	40

3.4.2 Therapie bis zur Klinikaufnahme

Hinsichtlich einzelner Therapiemaßnahmen bis zum Eintreffen in der Notaufnahme konnten signifikante Unterschiede bei mehreren Prozeduren festgestellt werden. Später verstorbene Personen wurden häufiger intubiert, analgosediert und bekamen häufiger eine Therapie mit kolloidalen Infusionslösungen. Darüber hinaus lag die Notwendigkeit einer Therapie mit Katecholaminen sowie der Herzdruckmassage signifikant höher als in der Gruppe der überlebenden Personen (jeweils $p < 0,05$).

Tabelle 17: Vergleich von präklinischen Therapiemaßnahmen

Signifikanz*	Tod (n=36)		Überleben (n=165)		Gesamt n=(201)	
	absolut	relativ(%)	absolut	relativ(%)	absolut	relativ (%)
Kristalloide	28	77,8	103	62,4	131	65,2
Kolloide*	33	91,7	102	61,8	135	67,2
Hyperonkot.	4	11,1	4	2,4	8	4,0
Analgosedierung*	33	91,7	113	68,5	146	72,6
Intubation*	34	94,4	83	50,3	117	58,2
Thoraxdrainage	6	16,7	13	7,9	19	9,5
Katecholamine*	10	27,8	7	4,2	17	8,5
Herzmassage*	7	19,4	5	3,0	12	6,0

3.5 Notaufnahme

3.5.1 Vitalparameter

Beim Eintreffen in der Notaufnahme lag der mittlere systolische Blutdruck bei 117 mmHg. Im Schock befanden sich 31,3% der Patienten. Intubiert und beatmet waren 64,2%. 14,9% der beatmeten Personen zeigten einen Horowitz-Index von $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$. Für diese Parameter war der Unterschied zwischen den Gruppen (tod oder überlebend) signifikant ($p < 0,05$).

Tabelle 18: Vitalparameter in der Notaufnahme

Signifikanz*	Tod (n= 36)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=201)	
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD
	Median		Median		Median	
RRsys.*	90	46	123	28	117	34
	90		120		120	
Puls	90	33	92	18	92	22
	90		90		90	
SpO ₂	90	19	98	4	96	9
	97		99		99	
	absolut	relativ (%)	absolut	relativ (%)	absolut	relativ (%)
Schock* (RRsys. ≤90)	20	55,6	43	26,1	63	31,3
Intubiert*	35	97,2	94	57	129	64,2
PaO ₂ / FiO ₂ * <200	15	41,7	15	9,1	30	14,9

3.5.2 Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation

Die Laborparameter im Verlauf der Schockraumbehandlung beziehen sich auf die jeweils schlechtesten gemessenen Werte. Der mittlere systolische Blutdruck lag bei 83 mmHg. Der Hämoglobinspiegel hatte ein Mittel von 8,6 g/dl. Der TPZ-Wert zeigte ein Mittel von 66,2 %. Der Base Excess lag bei -4,3. Die im Verlauf verstorbenen Patienten zeigten bei allen diesen physiologisch- laborchemischen Parameter signifikant schlechtere Werte ($p < 0,05$).

Tabelle 19: Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation.

Signifikanz*	Tod (n= 36)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=201)	
	Mittelwert Median	SD	Mittelwert Median	SD	Mittelwert Median	SD
RRsys.*	44	38	92	31	83	37
	60		90		90	
Hämoglobin*	6,2	2,1	9,2	2,9	8,6	3
	6,1		8,8		8,3	
TPZ (Quick)*	45,3	33,5	72,8	25,9	66,2	30,1
	35,0		80		75	
Base Excess*	- 9	6,5	- 3,2	4,8	-4,3	5,6
	- 8,7		- 3,5		-3,7	

3.5.3 Therapiemaßnahmen Schockraum

Im Verlauf der Schockraumbehandlung erhielten insgesamt 51,2% aller Personen eine Therapie mit Erythrozytenkonzentraten. Mit Frischplasma wurden insgesamt 37,8% der Patienten therapiert. Im Verlauf der Schockraumbehandlung waren 78,6% aller Patienten intubiert und beatmet, 97,2% der verstorbenen Personen und 74,5% der Überlebenden. Eine Katecholamintherapie erhielten 25,9% aller Patienten. Insgesamt erhielten 15 Patienten (7,5%) im Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation eine Herzdruckmassage. Im Einzelnen verstarben 13 Patienten (36,1%), 2 Patienten (1,2%) überlebten nach erfolgreicher Reanimation. Bei den Therapiemaßnahmen EK, FFP, Beatmung, Katecholaminen und Herzdruckmassage konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen Tod und Überleben auf dem Niveau $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Demzufolge verzeichneten diejenigen Personen, welche im Verlauf verstarben, einen höheren Bedarf an Transfusionen mit Blutbestandteilen, mussten häufiger beatmet, reanimiert und mit Katecholaminen behandelt werden.

Tabelle 20: Vergleich von klinischen Therapiemaßnahmen

Signifikanz*	Tod (n=36)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=201)	
	absolut	relativ(%)	absolut	relativ(%)	absolut	Relativ (%)
Kristalloide	23	63,9	135	81,8	158	78,6
Kolloide	25	69,4	105	63,6	130	64,7
Hyperonkotisch/ Hyperosmolar	2	5,6	9	5,5	11	5,5
Erythrozyten*	29	80,6	74	44,8	103	51,2
FFP*	24	66,7	52	31,5	76	37,8
Thrombozyten	4	11,1	12	7,3	16	8,0
Analgesedierung	34	94,4	142	86,1	176	87,6
Beatmung*	35	97,2	123	74,5	158	78,6
Thoraxdrainage	16	44,4	70	42,2	86	42,8
Katecholamine*	26	72,2	26	15,8	52	25,9
Herzmassage*	13	36,1	2	1,2	15	7,5

3.6 Intensivstation

Von 201 Patienten wurden insgesamt 186 (92,5%) Patienten auf der Intensivstation behandelt. 25 Patienten verstarben innerhalb der ersten 24 Stunden, davon 15 an nicht zu beherrschenden Blutungen sowie durch schwere Schädel-Hirn-Traumatas im Schockraum und während Notoperationen. 10 Patienten wurden noch auf der Intensivstation behandelt. 21 Patienten verstarben insgesamt während des Aufenthaltes auf der Intensivstation. Die Letalität der Patienten, die auf die Intensivstation aufgenommen wurden, lag somit bei 11,3% (n=186). Zum Vergleich hierzu lag die Gesamtletalität des Patientenkollektives bei 17,9%. Die 24h-Letalität betrug bei 25 verstorbenen Patienten dieses Zeitraumes insgesamt 12,4%. Die Anzahl der überlebenden Patienten, die auf der Intensivstation behandelt wurden, betrug also 165 (82%).

3.6.1 Aufenthalt und Beatmung auf der Intensivstation

Von 186 Personen mussten 148 (80,9%) beatmet werden. 77% der überlebenden Patienten wurden beatmet. Betrachtet man das Kollektiv der überlebenden Personen, die auf der Intensivstation behandelt wurden, so zeigt sich eine mittlere Intensivliegedauer von 15,3 Tagen und eine mittlere Beatmungsdauer von 14,4 Tagen. Die mittlere Krankenhausliegedauer für 165 überlebende Patienten liegt bei 29,3 Tagen (Median 23 Tage, SD 22,94 Tage). 100% der verstorbenen Patienten (21 Personen) wurden beatmet.

Tabelle 21: Aufenthalt und Beatmung auf der Intensivstation

Signifikanz*	Tod (n=21)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=186)	
	absolut	relativ(%)	absolut	relativ(%)	absolut	relativ (%)
Intensivstation	21	100	165	100	186	100
Beatmung	21	100	127	77	148	80,9
	MW Median	SD	MW Median	SD	MW Median	SD
Intensivtage*	3,7 1,5	5,2	15,29 10,0	15,4	14 8,5	15,1
Beatmungstage*	2,6 2	2,5	10,20 5,0	14,4	9,2 4	13,7
	n=36		n=165		n=201	
KH-Tage (Gesamt)	2,1 1	2,4	29,28 23	23	24,7 18,5	23,4

3.6.2 Status bei Aufnahme auf die Intensivstation

Bei der Aufnahme auf der Intensivstation (n=186) befanden sich insgesamt 25 Personen im Schock (13,4%), 10,9% der später überlebenden Patienten und 33,3% der später versterbenden Patienten. In diesen Gruppen zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$).

Im Weiteren konnten auch für den Parameter RR_{sys} bei Aufnahme auf die Intensivstation signifikante Unterschiede festgestellt werden ($p < 0,05$). Der mittlere Blutdruck aller intensivpflichtigen Patienten von 121 mmHg lag im Bereich des mittleren Blutdruckes der überlebenden Personen (123 mmHg). Die später verstorbenen Patienten zeigten einen mittleren Blutdruck von 104 mmHg. Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich bei dem Parameter SpO_2 .

Tabelle 22: Vergleich des Status bei Aufnahme auf der Intensivstation

Signifikanz*	Tod (n=21)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=186)	
	MW Median	SD	MW Median	SD	MW Median	SD
RR_{sys} *	104	38	123	25	121	27
	115		120			
SpO_2	93	14	97	8	97	9
	98		99			
	absolut	relativ (%)	absolut	relativ (%)	absolut	relativ (%)
$PaO_2/FIO_2 < 200$, falls beatmet. *	6	28,6	17	10,3	23	12,4
Schock* ($RR_{\text{sys}} \leq 90$)	7	33,3	18	10,9	25	13,4

3.6.3 Komplikationen auf der Intensivstation

Im folgenden werden Daten zu eingetretenen Komplikationen auf der Intensivstation präsentiert. In Tabelle 23 werden die erfassten Komplikationen auf der Intensivstation tabellarisch dargestellt. Eine Organdysfunktion, das heißt das Auftreten einer Fehlfunktion schon eines Organsystemes zeigten 53,2% der Patienten. Ein Multiorganversagen konnte bei 22,6% festgestellt werden. Eine Sepsis wurde bei 11,8% beobachtet. Überlebende Patienten zeigten signifikant weniger Organdysfunktionen und Multiorganversagen. Im einzelnen konnten Unterschiede bei Atmung, Koagulation, Herz- Kreislauf und ZNS evaluiert werden ($p < 0,05$).

Tabelle 23: Vergleich von Parametern zu Organdysfunktion auf der Intensivstation

Signifikanz*	Totd (n=21)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=186)	
	absolut	relativ(%)	absolut	relativ(%)	absolut	relativ (%)
Atmung*	7	33,3	22	13,3	29	15,6
Koagulation*	12	57,1	25	15,2	37	19,9
Leber	1	4,8	12	7,3	13	7
Herz-Kreislauf*	19	90,5	48	29,1	67	36
ZNS*	17	81,0	39	23,6	56	30,1
Niere	2	9,5	7	4,2	9	4,8
Organdysfunktion*	19	90,5	80	48,5	99	53,2
MOV*	19	90,5	23	13,9	42	22,6
Sepsis	1	4,8	21	12,7	22	11,8

3.6.4 Therapiemaßnahmen Intensivstation

In Tabelle 24 sind die Therapiemaßnahmen aller Patienten, die auf der Intensivstation aufgenommen wurden (n=186), zusammengefasst. Wie in Tabelle 21 zusammengefasst, wurden 148 Personen (80,9%) auf der Intensivstation beatmet. Davon erhielten 26 Personen (14,2%) ein Tracheostoma. Massentransfusionen wurden per definitionem beim Auftreten eines Blutkonservenbedarfs von >10 Erythrozytenkonzentrate /24h erfasst und bezieht sich auch auf die Zeit vor der Aufnahme auf die Intensivstation. Die im Verlauf verstorbenen Personen waren häufiger katecholamin- und massivtransfusionspflichtig ($p>0,05$).

Tabelle 24: Vergleich von Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation

Signifikanz*	Tod (n=21)		Überleben (n=165)		Gesamt (n=186)	
	absolut	relativ(%)	absolut	relativ(%)	absolut	relativ (%)
Thoraxdrainage	11	52,4	74	45,7	85	46,4
Tracheostomie	1	4,8	25	15,4	26	14,2
Katecholamine*	17	81,0	47	29,0	64	35,0
Massentransfusion* KH (>10 EK/24h)	18	85,7	64	39,5	82	44,8
Dialyse/ Hämofiltration	2	9,5	3	1,9	5	2,7

3.7 Scoringsysteme

3.7.1 NACA-Index

Tabelle 25 zeigt die Einteilung nach dem NACA-Index basierend aus den Daten der Notarzteinsatzprotokolle. Grad I und II zeigte keine Person. Der Schweregrad VII (Tod) konnte einmal evaluiert werden.

Tabelle 25: NACA-Index

	Grad	Tod (35)	Überleben (n=137)	Gesamt (n=172)
		Relative Häufigkeit (%)	Relative Häufigkeit (%)	Relative Häufigkeit (%)
geringfügige Störung	1	0	0	0
ambulante Abklärung	2	0	0	0
stationäre Behandlung	3	0	16,1	12,8
akute Lebensgefahr nicht auszuschließen	4	25,7	45,3	41,3
akute Lebensgefahr	5	60	36,5	41,3
Reanimation	6	11,4	2,2	4,1
Tod	7	2,8	0	0,6

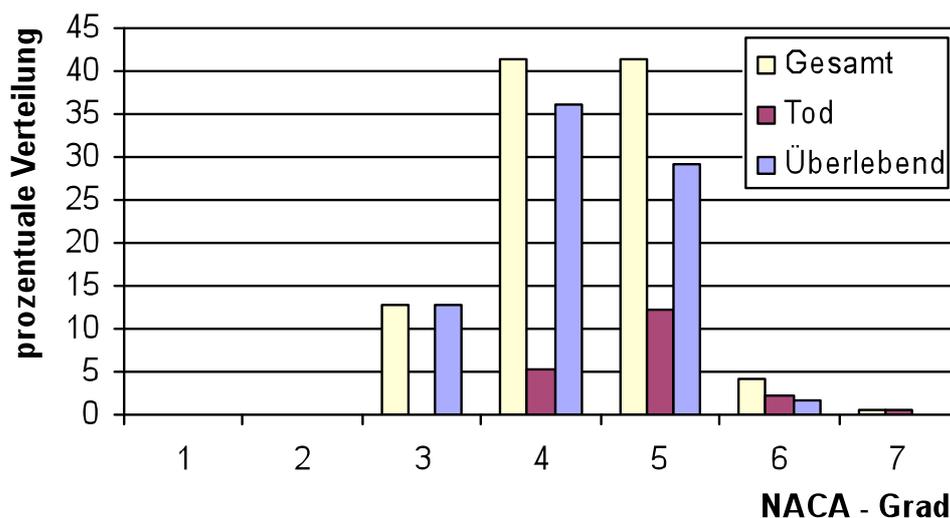


Abbildung 7: Verteilung des NACA-Index

3.7.2 Glasgow Coma Scale

Für die Erfassung der GCS wurde die entsprechende Dokumentation des erstbehandelnden Arztes am Unfallort verwendet. Falls im Notarztprotokoll die GCS nicht erfasst war, wurde die erste Dokumentation in der Notaufnahme der Klinik herangezogen.

3.7.2.1 GCS des Gesamtkollektivs

Die GCS lag bei der untersuchten Population im Mittel bei 10,6 (Median 13,0; SD 4,9). Die Aufteilung der Werte für die GCS ist in Abbildung 8 dargestellt. 17,4% zeigten einen GCS von 3 Punkten, 37,8% einen Wert von 15 Punkten. Bei 5,5% der Patienten waren keine Angaben über die GCS gemacht worden.

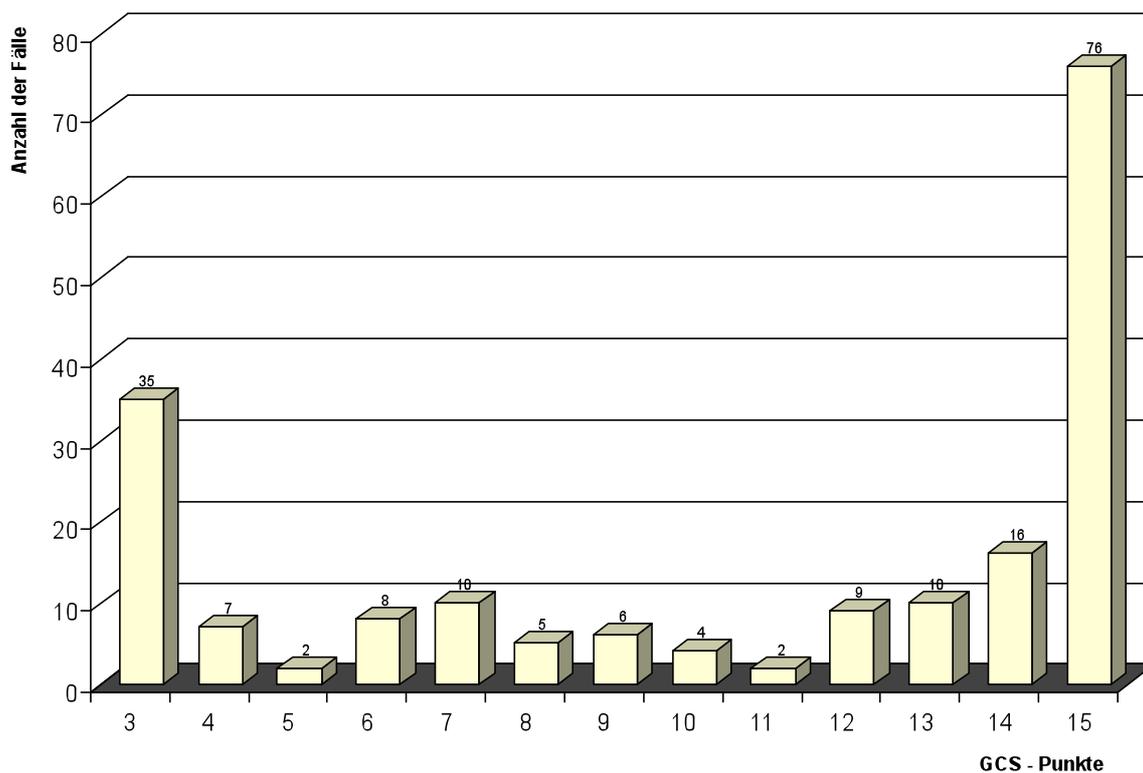


Abbildung 8: Verteilung der Glasgow Coma Scale

3.7.2.2 GCS bei Überleben und Tod

Die GCS lag bei den verstorbenen Personen im Mittel bei 5,3 (Median: 3,0; SD: 3,9). Dagegen zeigte die GCS der überlebenden Personen im Mittel einen Wert von 11,8 (Median: 14,0; SD: 4,2). In der Gruppe der Personen mit einer GCS=3 verstarben insgesamt 19 Personen (54,3%), während in der Gruppe der Personen mit einer GCS=15 insgesamt 2 Personen (2,6%) verstarben. Zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Patienten zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$). Die Abbildung 9 zeigt die Verteilung der GCS der verstorbenen und überlebenden Patienten.

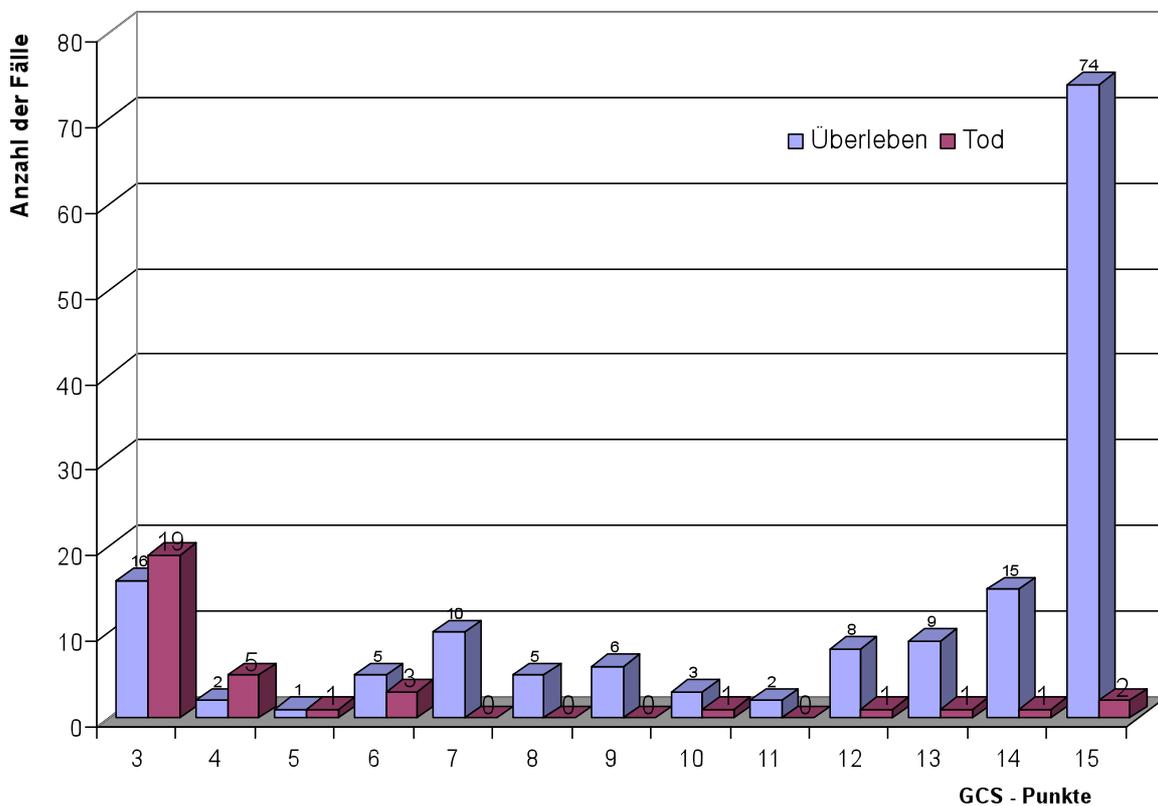


Abbildung 9: Verteilung der Glasgow Coma Scale bei Überleben und Tod

3.7.3 Polytraumaschlüssel

Im Folgenden wird die Verteilung des PTS im Gesamtkollektiv, innerhalb der durch Oestern et al beschriebene PTS-Gruppen sowie zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Patienten betrachtet.

3.7.3.1 PTS beim Gesamtkollektiv

Der PTS lag im Mittel bei 32,7 Punkten (Median 28; SD 14; Range 2-118).

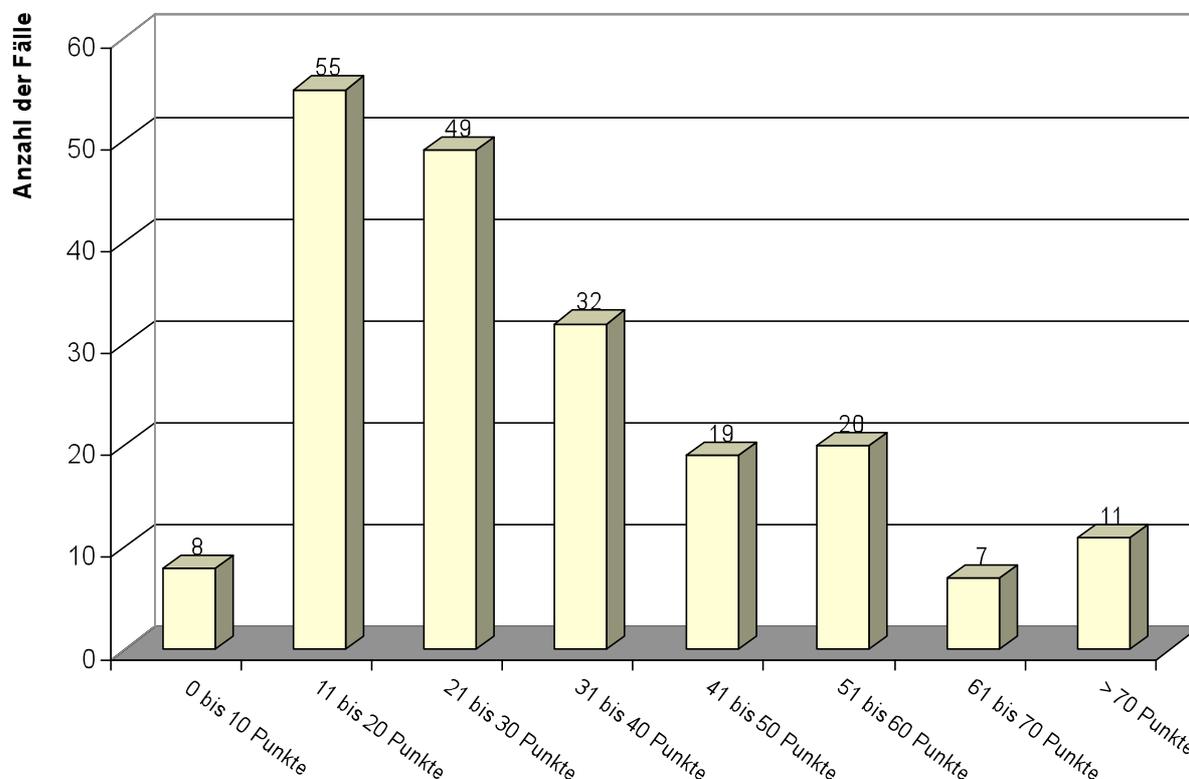


Abbildung 10: Verteilung des Polytraumaschlüssels

3.7.3.2 Verteilung des PTS bei Überleben und Tod

Der PTS zeigte bei allen Patienten, die im Verlauf überlebten, einen Durchschnittswert von 30,3 (Median: 25; SD: 18,2). Dagegen lag der durchschnittliche Wert für den PTS bei den verstorbenen Patienten bei 43,8 (Median: 39,5; SD: 23,9). Ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen

konnte gezeigt werden ($p < 0,05$). Abbildung 11 zeigt die Verteilung des PTS innerhalb der Gruppen der überlebenden und verstorbenen Patienten.

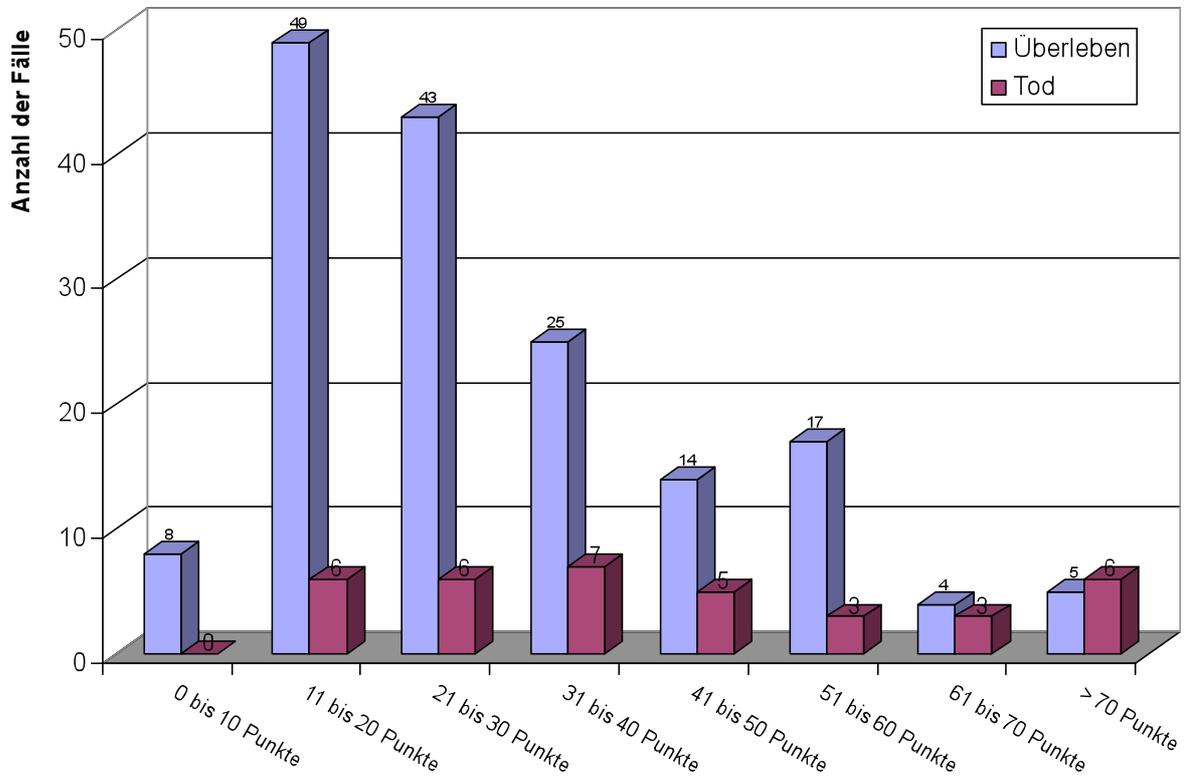


Abbildung 11: Verteilung des Polytraumaschlüssels bei Überleben und Tod

3.7.3.3 Gruppenverteilung des PTS

Oestern et al. unterschieden in ihren Untersuchungen zwischen 4 Schweregraden beim Polytraumaschlüssel, die im Einzelnen für unterschiedlich hohe Letalitätswahrscheinlichkeiten stehen.⁶⁶ Die Verteilung innerhalb der einzelnen Gruppen wird in

Tabelle 26 und Abbildung 12 veranschaulicht.

Tabelle 26: PTS-Gruppenverteilung

Grad	Punkte	Tod n=36		Überleben n=165		Gesamt n=201	
		absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
I	0-11	0	0 %	14	8,5%	14	7%
II	12-30	12	33,3%	87	52,7%	99	49,3%
III	31-48	11	30,6%	36	21,8%	47	23,4%
IV	> 48	13	36,1%	28	17%	41	20,4%

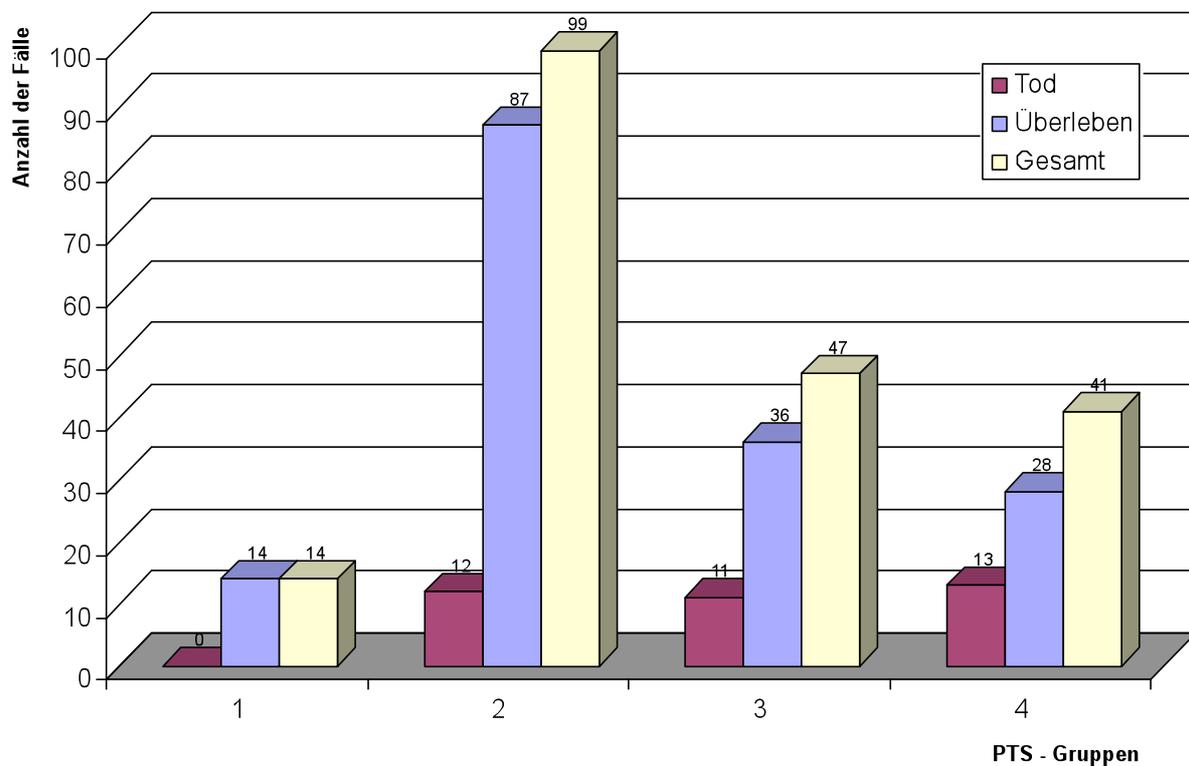


Abbildung 12: Gruppenverteilung des Polytraumaschlüssels

3.7.3.4 Letalität innerhalb der PTS-Gruppen

Tabelle 27: Verteilung der Letalität innerhalb der PTS-Gruppen

Schweregrad	Letalität (Oestern et al.)	Anzahl der Fälle	Letalität (Kollektiv n=201)
I	Bis 10%	0	0%
II	Bis 25%	12	12,1%
III	Bis 50%	11	23,4%
IV	Bis 75%	13	31,7%

3.7.4 Injury Severity Score

Im Folgenden wird die Verteilung des ISS im Gesamtkollektiv betrachtet. Anschließend wird die Verteilung gesondert in den Gruppen der überlebenden und verstorbenen Patienten dargestellt.

3.7.4.1 ISS des Gesamtkollektivs

Der ISS lag im Mittel bei 30,3 Punkten (Median 26,0; SD 18,4; Range 4-75). 11 Personen (5,5%) hatten den ISS-Maximalwert von 75, der sich entweder aus 3 schweren Einzelverletzungen der AIS-Schweregrade=5 ($5^2+5^2+5^2=75$) oder nach Definition aus einer einzelnen Verletzung mit AIS-Schweregrad=6 herleitet. In der untersuchten Population mit ISS=75 hatten bis auf eine Person alle einen AIS-Schweregrad=6. Hier handelte es sich um die vom Notarzt mit NACA-Index=7 klassifizierte Person. Neben einer kompletten Durchtrennung der Wirbelsäule und einer schweren Thoraxverletzung verstarb der Patient schließlich im Schockraum an seinen schweren intraabdominellen Blutungen, die nicht mehr beherrscht werden konnten.

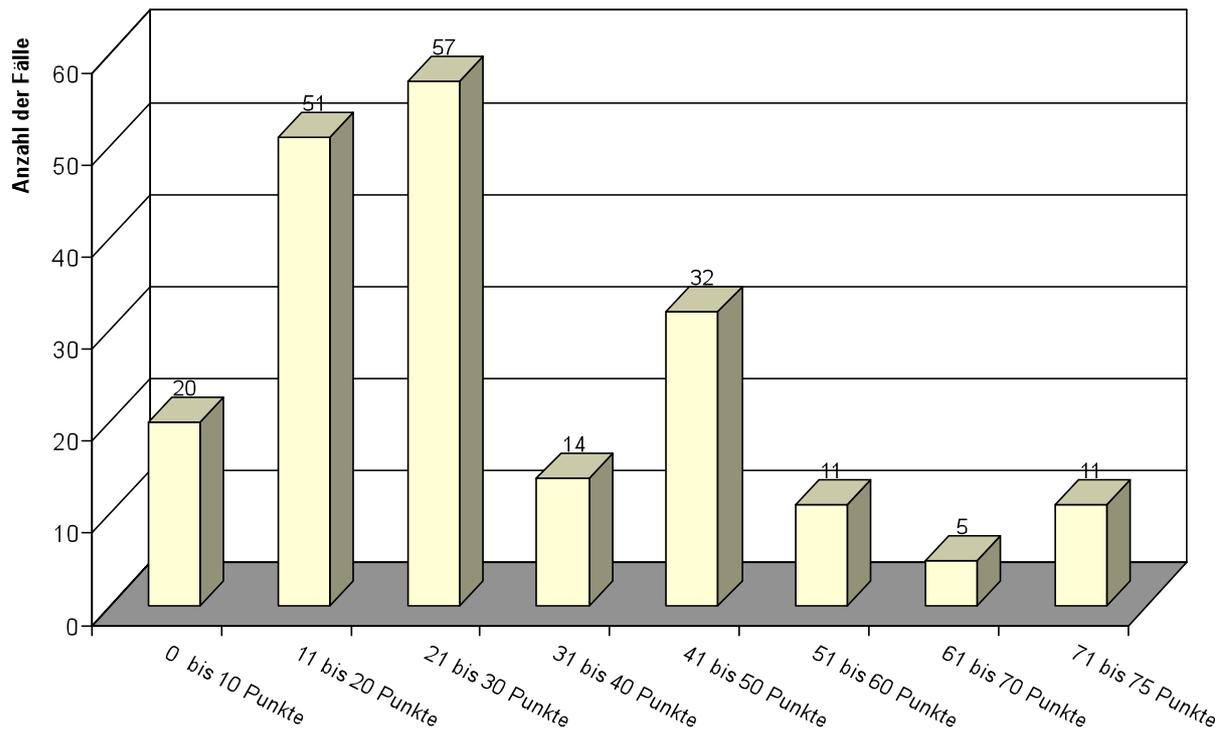


Abbildung 13: Verteilung des Injury Severity Score

3.7.4.2 ISS bei Überleben und Tod

Der ISS zeigte bei den überlebenden Patienten (n=165) einen Mittelwert von 24,7 (Median: 21; SD 12,8). Dagegen lag der mittlere ISS bei den verstorbenen Patienten bei 56,3 (Median 57; SD: 17,6). Der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ist signifikant ($p < 0,05$).

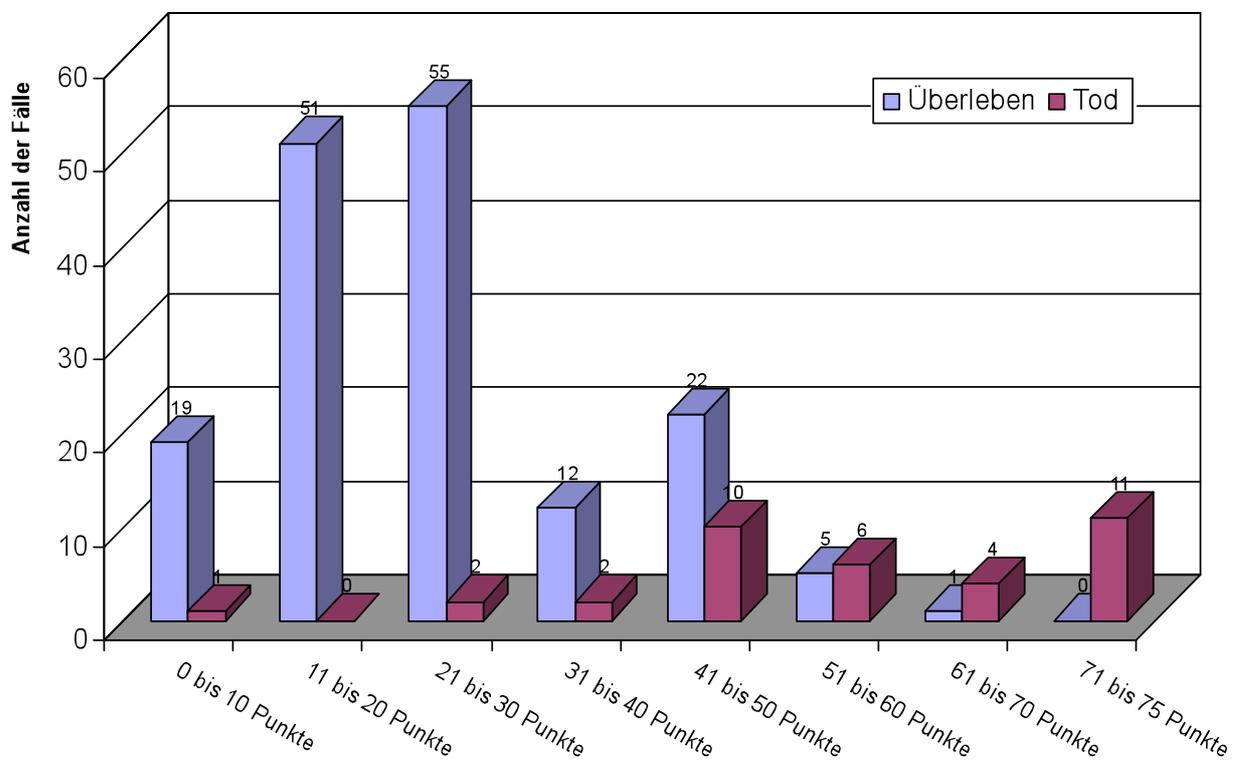


Abbildung 14: Verteilung des Injury Severity Score bei Überleben und Tod

3.8 Vergleich der Traumascores mit Hilfe des Patientenoutcomes

3.8.1 Mittelwertevergleich der Traumascores

3.8.1.1 Tod und Überleben im Krankenhaus

In Tabelle 28 werden die Scores PTS, ISS und GCS sowie das Patientenalter hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Personen verglichen.

Tabelle 28: Mittelwertevergleich der Traumascores und des Alters (Gesamtkollektiv)

Mittelwerte Median	überlebend N= 165	SD	verstorben N=36	SD	Gesamt N=201	SD
Signifikanz*						
Patientenalter	37,8 35	18,2	42,8 38,6	17,8	38,7 35,4	18,2
PTS*	30,3 25	18,2	43,8 39,5	23,9	32,7 28	20
ISS*	24,7 21	12,8	56,3 57	17,6	30,3 26	18,3
GCS*	11,8 14	4,2	5,3 3	3,9	10,6 13	4,9

In der Gruppe der überlebenden Patienten zeigte sich der PTS im Mittel mit 30,3 Punkten (Median=25;SD=18,2). Das Mittel der verstorbenen Patienten lag bei 43,8 (Median=39,5;SD=23,9). Beim Vergleich dieser Gruppen konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p<0,05$). Der ISS lag in der Gruppe der überlebenden Patienten im Mittel bei 24,7 (Median=21; SD=12,8). Im Vergleich hierzu betrug der Mittelwert der verstorbenen Patienten 56,3 (Median=57;SD=17,6). Auch beim Vergleich dieser Gruppen konnte ein signifikanter Unterschied bewiesen werden ($p<0,05$). Beim Vergleich der Variable Patientenalter hingegen konnte innerhalb dieser Gruppen kein signifikanter Unterschied herausgestellt werden ($p>0,05$). Verstorbene Patienten verzeichnen signifikant höhere Score-Werte (ISS und PTS). Die demonstrierten Daten zeigen den Zusammenhang zwischen den betrachteten Traumascores und der Mortalität auf. In Abbildung 15 wird dieser Zusammenhang graphisch veranschaulicht.

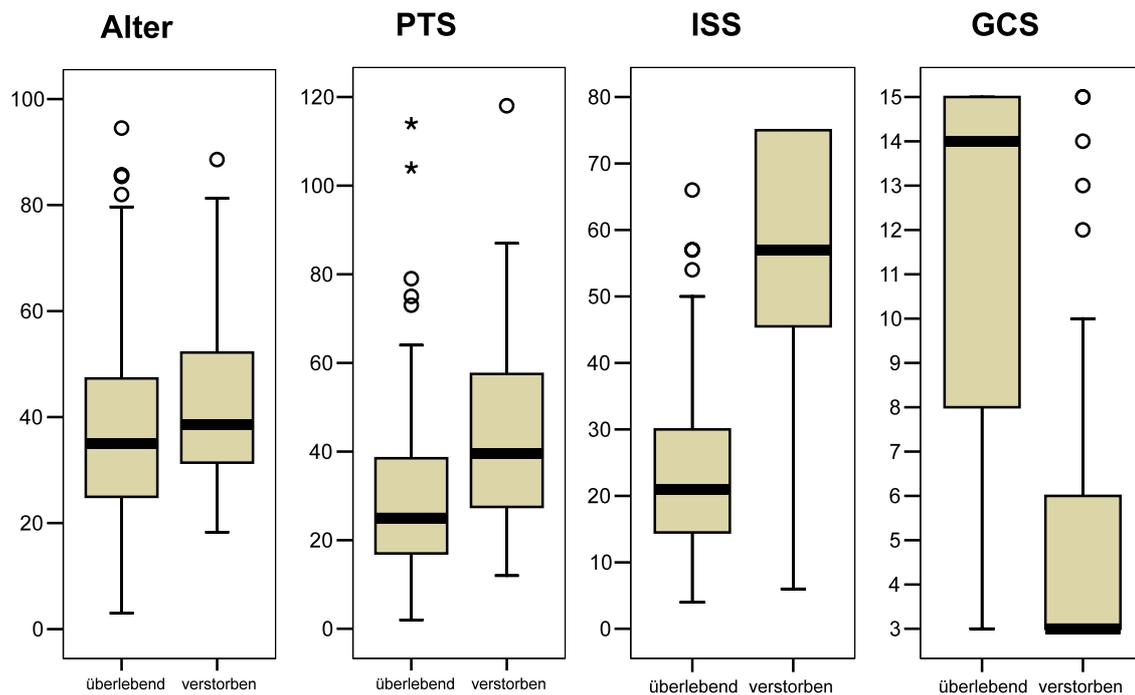


Abbildung 15: Darstellung der Traumascores und des Alters in den Gruppen (überlebend und verstorben) im Boxplot-Diagramm. Y-Achse: Alter [Jahre]; Scores [Punkte]

3.8.1.2 Verstorbene Patienten

Die absolute Anzahl der Patienten, die innerhalb der ersten 24 Stunden in der Klinik verstarben, lag bei 25 Personen (69%). Davon verstarben 15 Personen (60%) im Schockraum oder während einer Notoperation und 10 Personen (40%) auf der Intensivstation. Der PTS wies in der Gruppe der <24h-Verstorbenen einen Mittelwert von 46,2 (Median=41;SD=25,12) und in der Gruppe der >24h-verstorbenen Patienten einen Mittelwert von 38,4 (Median=35;SD=20,9) auf. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen diesen Gruppen nicht festgestellt werden ($p>0,05$).

Der ISS lag in der Gruppe der <24h-verstorbenen Patienten im Mittel bei 59,2 (Median=66;SD=17,20) und in der Gruppe der >24h-verstorbenen Patienten bei 49,8 (Median=50;SD=17,4). Auch beim ISS konnte zwischen den untersuchten Gruppen kein signifikanter Unterschied gefunden werden ($p>0,05$).

Des Weiteren konnten auch bei den Parametern Alter und GCS keine signifikante Unterschiede evaluiert werden ($p > 0,05$). Tabelle 29 zeigt den Vergleich der Score-Mittelwerte inklusive des Patientenalters beim Kollektiv der Patienten, welche im Rahmen ihres Unfallereignisses im Krankenhaus verstarben.

Tabelle 29: Mittelwertevergleich der Traumascores und des Alters (Kollektiv der Verstorbenen)

Mittelwerte	verstorben		verstorben		verstorben	
	<24h	SD	>24h	SD	Gesamt	SD
Median	(n=25)		(n=11)		(n=36)	
Signifikanz*						
Patientenalter	43,2 41	19,2	41,8 38,3	14,9	42,8 38,6	17,8
PTS	46,2 41	25,1	38,4 35	20,9	43,8 39,5	23,9
ISS	59,2 66	17,2	49,8 50	17,4	56,3 57	17,6
GCS	4,6 3	3,1	7 3	5,3	5,2 3,0	3,9

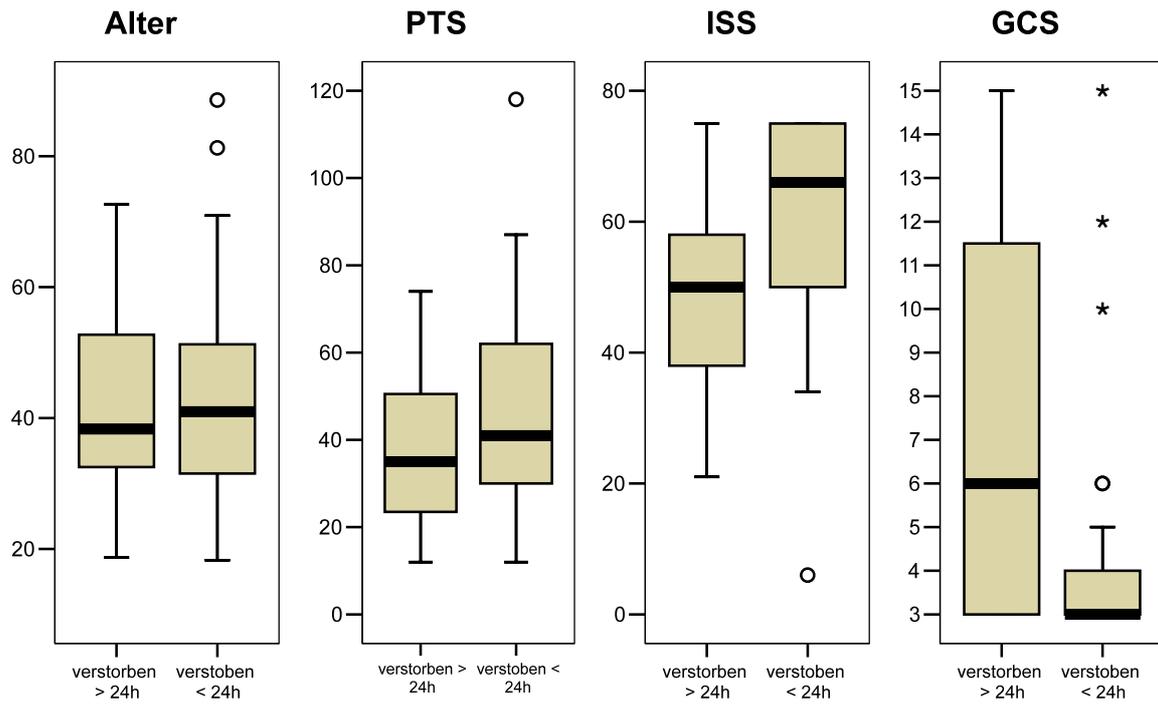


Abbildung 16: Darstellung der Traumascores und des Alters der Gruppen (verstorben <24h und verstorben >24h) im Boxplot-Diagramm. Y – Achse: Alter [Jahre]; Scores [Punkte]

3.8.1.3 Kriterien der Morbidität

Im Folgenden werden die Mittelwerte der Outcomeparameter, insbesondere für die Kriterien der Morbidität, d.h. dem Vorhandensein einer bestimmten Therapiemaßnahme bzw. Komplikation auf der Intensivstation, auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Untersucht werden nur diejenigen Personen, welche den Krankenhausaufenthalt überlebt haben (n=165).

3.8.1.3.1 Polytraumaschlüssel

Beim Vergleich der Mittelwerte des PTS hinsichtlich signifikanter Unterschiede zu einzelnen eingeleiteten Therapiemaßnahmen bzw. Komplikationen auf der Intensivstation zeigten sich Unterschiede bei allen untersuchten Inzidenzen. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0,05$.

Tabelle 30: Vergleich des PTS mit Kriterien der Morbidität (Inzidenzen ICU)

Inzidenz	Ja		Nein	
	MW, Median	SD	MW, Median	SD
Signifikanz*				
Beatmung*	33,2 28	19	20,3 17,5	10,7
Organversagen*	37,2 32	20,2	23,7 22	13,2
Multiorganversagen*	44,8 43,5	22,9	28,4 24	16,4
Sepsis*	39,7 33,5	24,1	29,1 24	16,7
Massentransfusion KH*	39,4 35	20,6	24,4 21	11,1
Thoraxdrainage*	35,3 30,5	18,9	26,2 21	16,6
Katecholamine*	40,4 41	19,4	26,2 23	16,1
Tracheostomie*	48,4 53	15,7	27 23	16,7

In Tabelle 30, Abbildung 17 und Abbildung 18 wird gezeigt, dass der PTS bei Patienten, bei welchen auf der Intensivstation Komplikationen wie (Multi-) Organversagen und/ oder Sepsis bzw. die Notwendigkeit einer Beatmung auftraten, signifikant höhere Werte aufweist als bei denjenigen, die diese Komplikationen nicht hatten. Darüber hinaus zeigte sich dies auch für alle Personen, bei denen einzelne intensivmedizinische Maßnahmen (Thoraxdrainage, Katecholamintherapie, Tracheostomie) eingeleitet werden mussten.

Der Parameter Massentransfusion wurde getrennt untersucht und bezieht sich auch auf Transfusionen vor dem Eintreffen auf der Intensivstation. Der Polytraumaschlüssel war auch hier bei Personen, die eine Massentransfusion erhalten haben, signifikant höher.

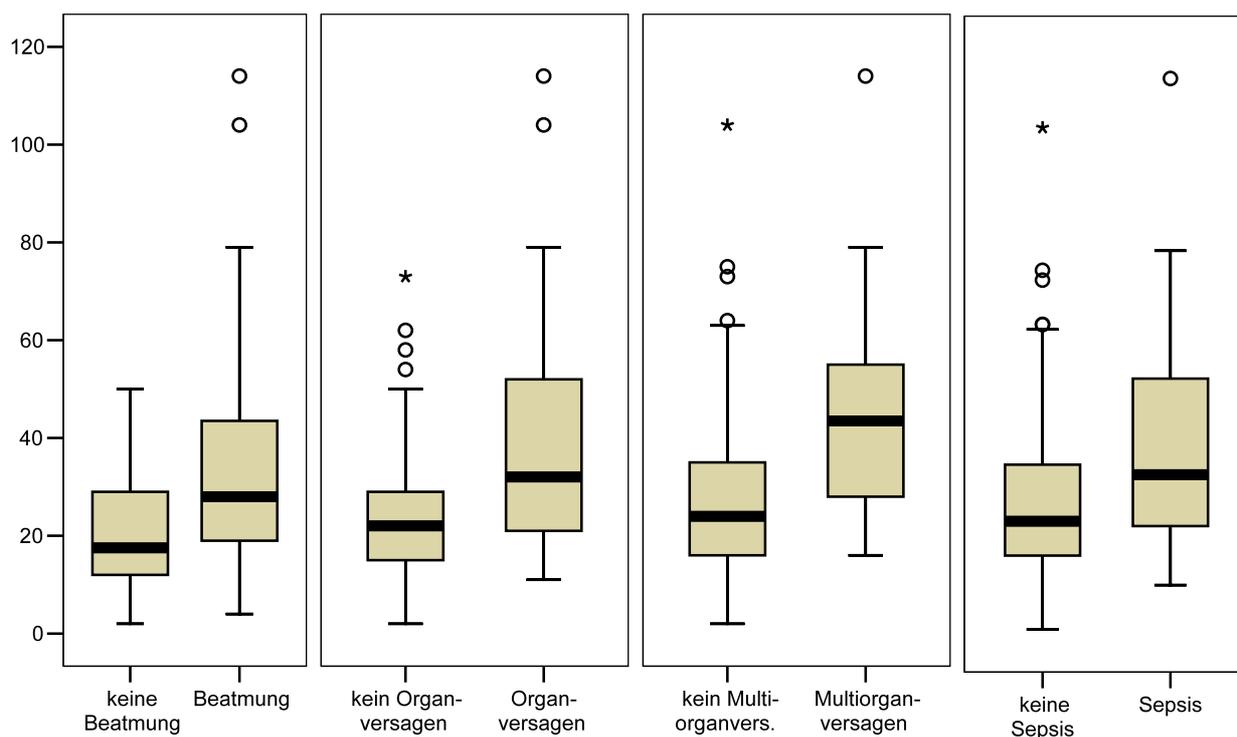


Abbildung 17: Darstellung des PTS bei verschiedenen Komplikationen auf der Intensivstation im Boxplot-Diagramm. Y-Achse: PTS [Punkte]

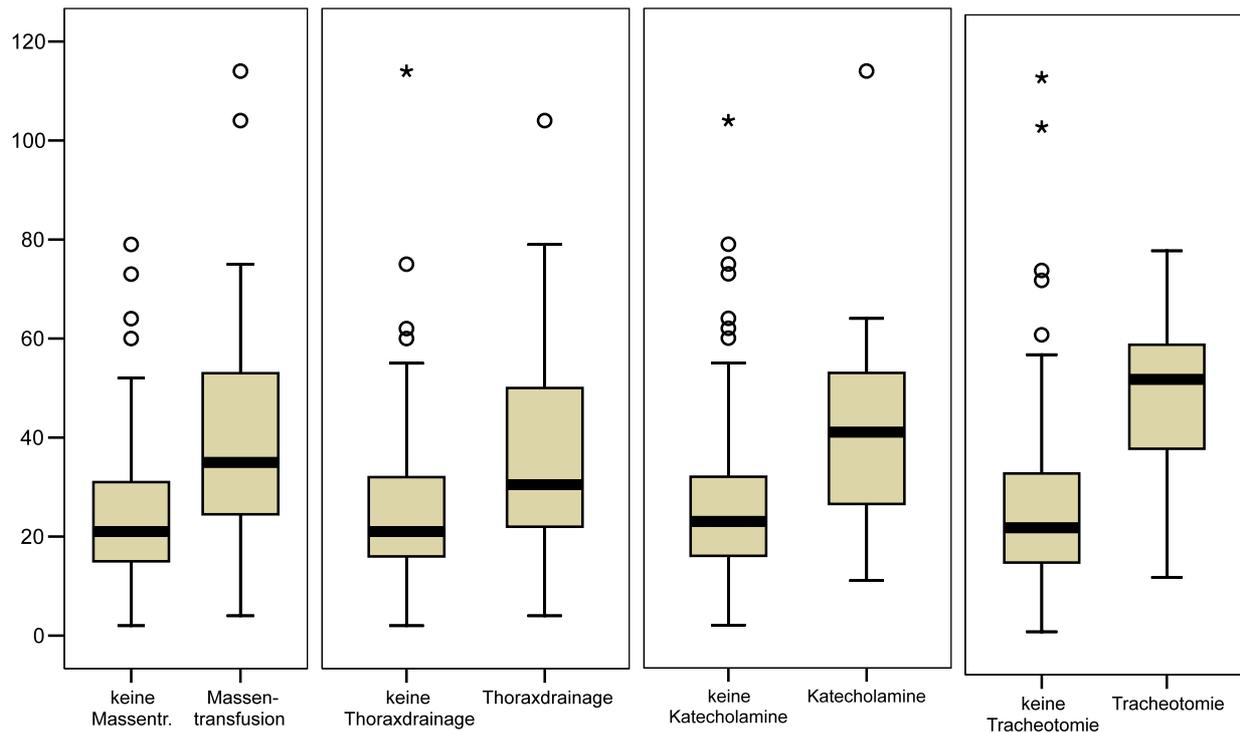


Abbildung 18: Darstellung des PTS bei verschiedenen Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation im Boxplot-Diagramm. Y-Achse: PTS [Punkte]

3.8.1.3.2. Injury Severity Score

Beim Vergleich der Mittelwerte des ISS hinsichtlich signifikanter Unterschiede zu einzelnen eingeleiteten Therapiemaßnahmen bzw. Komplikationen auf der Intensivstation zeigten sich Unterschiede bei allen untersuchten Inzidenzen. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0,05$.

Tabelle 31: Vergleich des ISS mit Kriterien der Morbidität (Inzidenzen ICU)

Mittelwerte, Mediane, SD	Ja		Nein	
	MW, Median	SD	MW, Median	SD
Signifikanz*				
Beatmung*	27,3 13	13	15,8 16,5	7,1
Organversagen*	30,1 29	13	19,6 18	10,4
Multiorganversagen*	34,4 34	10,3	23,6 21	12,6
Sepsis	29,7 29,5	12,7	24,1 21	12,7
Massentransfusion KH*	28,6 26,5	14,4	22,2 21	11,1
Thoraxdrainage*	30,1 29	14,2	20,3 18	9,6
Katecholamine*	32,8 29	13,8	21,4 19,5	10,1
Tracheostomie*	37,5 41	13,2	22,4 21	11,4

In Tabelle 31, Abbildung 19 und Abbildung 20 wird gezeigt, dass der ISS sowohl bei Patienten, bei welchen auf der Intensivstation Komplikationen wie (Multi-) Organversagen bzw. die Notwendigkeit einer Beatmung auftraten, signifikant höhere Werte aufweist als bei denjenigen, die diese Komplikationen nicht hatten. Einzige Ausnahme war hier die Sepsis mit einem Signifikanzniveau von $p > 0,05$. Darüber hinaus zeigten sich höhere ISS-Werte für alle Personen, bei denen einzelne intensivmedizinische Maßnahmen (Thoraxdrainage, Katecholamine, Tracheostomie) eingeleitet werden mussten. Dies war auch bei dem Parameter Massentransfusion der Fall.

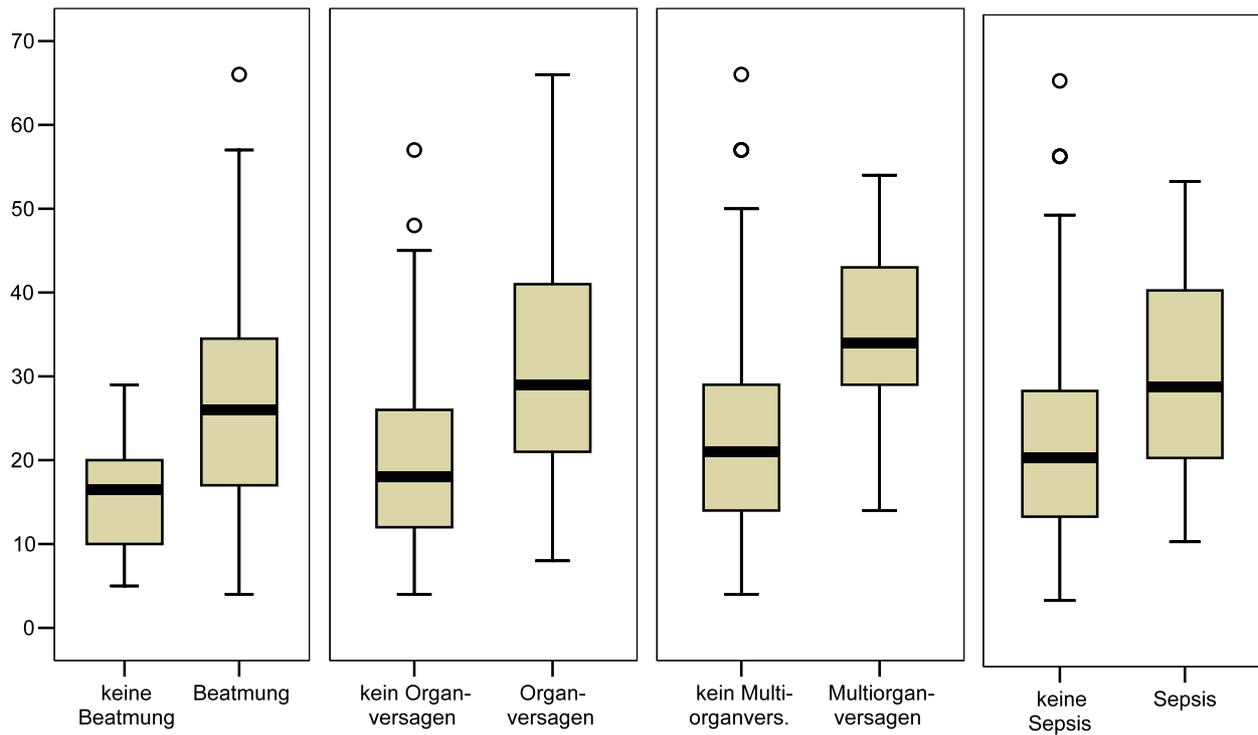


Abbildung 19: Darstellung des ISS bei verschiedenen Komplikationen auf der Intensivstation im Boxplot. Y-Achse: ISS [Punkte]

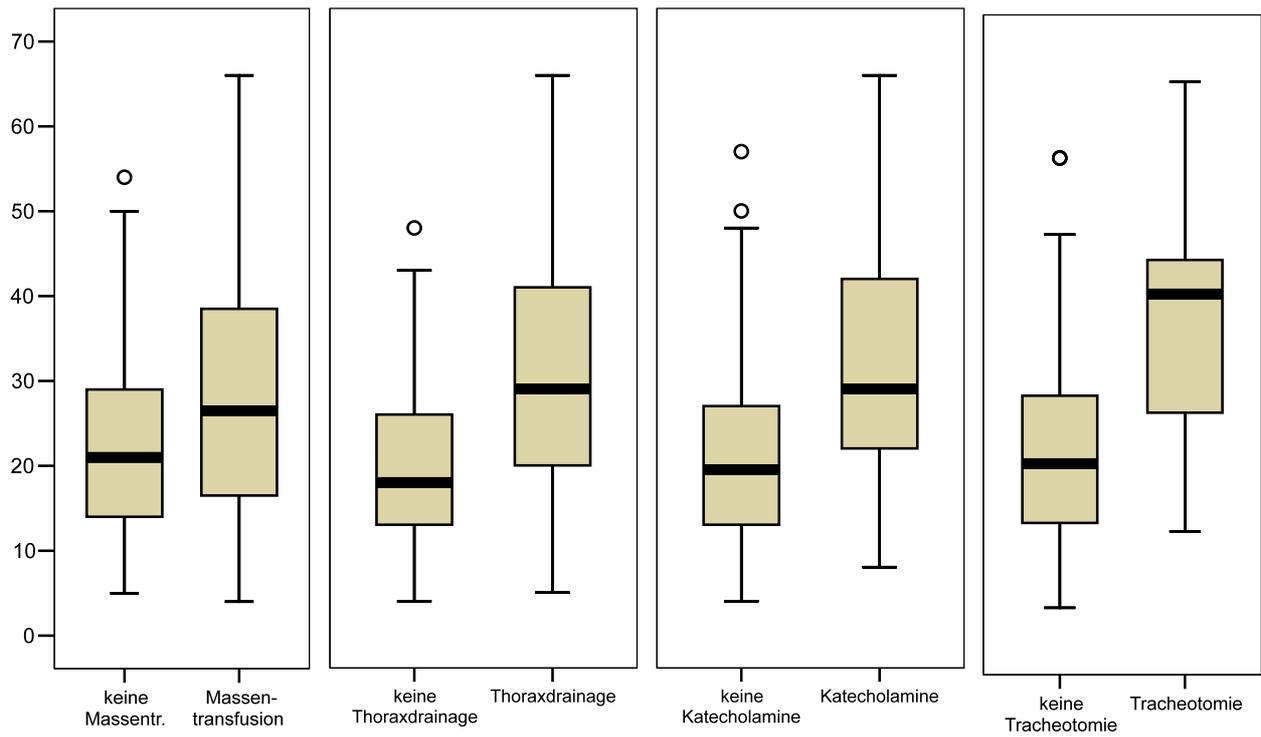


Abbildung 20: Darstellung des ISS bei verschiedenen Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation im Boxplot. Y-Achse: ISS [Punkte]

3.8.2 Korrelationsanalyse der Traumascores

Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten erstreckt sich über $-1 \leq r \leq 1$. Von positiv korreliert spricht man bei $r > 0$, von negativ korreliert bei $r < 0$ und von unkorreliert bei $r \approx 0$. Bei der Korrelationsanalyse deutet ein Wert über 0,5 auf einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang hin, während ein Wert über 0,7 auf einen sicheren Zusammenhang hindeutet. Für die statistische Datenanalyse wird der Spearman'sche Rang Koeffizient Rho verwendet.

3.8.2.1 Korrelation von PTS und ISS

Um herauszufinden, ob sich ein linearer Zusammenhang zwischen den zu untersuchenden Traumascores feststellen lässt, wurde eine Korrelationsanalyse mit dem Spearman'schen Korrelationskoeffizienten für ordinal skalierten Variablen durchgeführt. Die Korrelation des ISS und des PTS lag bei $r=0,653$ und war so auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,01$ eindeutig signifikant.

Tabelle 32: Korrelation von PTS und ISS

	PTS	ISS	Test/ Koeffizient/ Niveau
PTS	1	0,653	Spearman/ Rho/ $p < 0,05$
ISS	0,653	1	Spearman/ Rho/ $p < 0,05$

3.8.2.2 Korrelation mit der Mortalität

Die Korrelation mit der Mortalität stellt ein entscheidendes Testverfahren zur Evaluation der Güte eines Traumascores dar. Ein guter Score sollte einen möglichst linearen Zusammenhang mit der Sterblichkeit aufweisen. Tabelle 33 zeigt die Ergebnisse aus der Korrelationsanalyse der Traumascores PTS und ISS mit der Gesamt Krankenhausmortalität und der 24h-Mortalität.

Tabelle 33: Korrelation der Traumascores mit der Mortalität

	PTS	ISS	Test/ Koeffizient/ Niveau
Mortalität-24h (n=201)	0,881	0,922	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p < 0,01$
Mortalität-KH (n=201)	0,929	0,929	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p < 0,01$

Hier korreliert sowohl der ISS ($r=0,929$) als auch der PTS ($r=0,929$) mit der Krankenhausmortalität. Auch für die 24-h Mortalität kann eine signifikante lineare Korrelation für beide Scores gezeigt werden. Der Koeffizient des PTS liegt hierbei mit $r=0,881$ leicht unterhalb des Koeffizienten des ISS mit $r=0,922$. Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen den linearen Zusammenhang der Krankenhausmortalität.

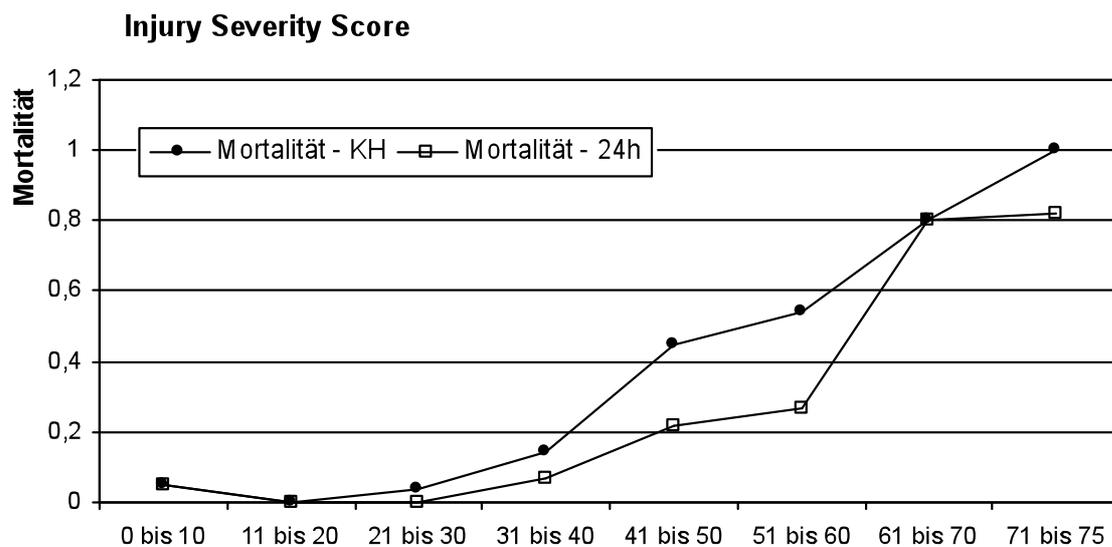


Abbildung 21: Korrelation des Injury Severity Score mit der Krankenhausmortalität und 24h-Mortalität. X-Achse: ISS [Punkte]

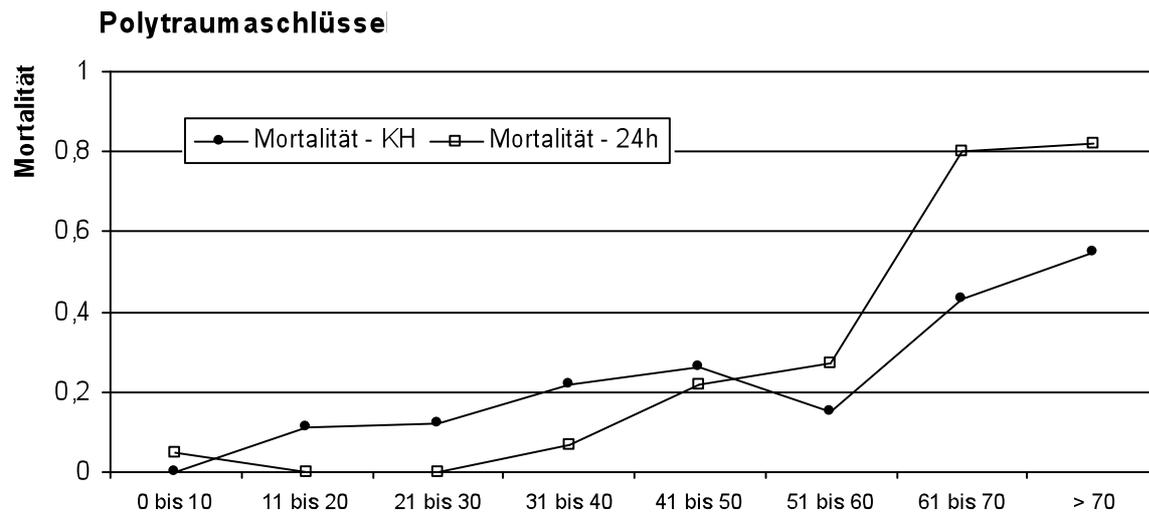


Abbildung 22: Korrelation des Polytraumaschlüssels mit der Krankenhausmortalität und 24h-Mortalität. X-Achse: PTS [Punkte]

3.8.2.3 Korrelation mit der Morbidität (Inzidenzen ICU)

In der folgenden Untersuchung werden die definierten Variablen, die zur Beschreibung des Outcomes beim polytraumatisierten Patienten ausgesucht wurden, hinsichtlich einer möglichen Korrelation mit den Scores PTS und ISS untersucht. Zur statistischen Datenanalyse wird der Spearman Rangkoeffizient Rho verwendet. Es soll herausgefunden werden soll, ob ein linearer Zusammenhang mit den einzelnen Inzidenzen der ausgewählten Kriterien der Morbidität besteht und ob Unterschiede zwischen den Scores ISS und PTS verzeichnet werden können. Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse aus der Korrelationsanalyse.

Tabelle 34: Korrelation der Traumascores mit der Morbidität (Inzidenzen ICU)

Inzidenzen (n=165)	PTS	ISS	Test/ Koeffizient/Niveau
Beatmung ICU	0,976	0,906	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p < 0,01$
Organversagen ICU	0,905	0,847	Spearman/ Rho/ $p < 0,05$; $p < 0,01$
Multiorganversagen ICU	0,976	0,252	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p > 0,05$
Sepsis ICU	0,479	0,216	Spearman/ Rho/ $p > 0,05$; $p > 0,05$
Massentransfusion KH	0,905	0,964	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p < 0,01$
Thoraxdrainage ICU	0,905	0,919	Spearman/ Rho/ $p < 0,01$; $p < 0,01$
Katecholamine ICU	0,571	0,964	Spearman/ Rho/ $p > 0,05$; $p < 0,01$
Tracheostomie ICU	0,833	0,964	Spearman/ Rho/ $p < 0,05$; $p < 0,01$

Es kann gezeigt werden, dass der PTS mit Inzidenzen zu einzelnen Komplikationen auf der Intensivstation korreliert. Darunter fallen die Notwendigkeit einer Beatmung, das isolierte Organversagen und das Multiorganversagen. Der Korrelationskoeffizient liegt hier $r > 0,9$, was für eine sehr enge Korrelation spricht. Der PTS korreliert nicht mit dem Parameter Sepsis. Der Korrelationskoeffizient lag hier bei $r = 0,479$ ($p > 0,05$). Bei der Betrachtung des ISS konnten Zusammenhänge bei der Beatmung und dem isolierten Organversagen aufgezeigt werden. Die Beziehungen waren bei hohen Koeffizienten ($r = 0,906$; $r = 0,847$) auf dem Niveau von $p < 0,01$ signifikant. Keine Korrelation zeigte der ISS beim Multiorganversagen und Sepsis ($r = 0,252$; $r = 0,216$).

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge zu einzelnen Therapiemaßnahmen (Massentransfusion, Thoraxdrainage, Katecholamine und Tracheostomie) auf der Intensivstation konnten enge Beziehungen von $r > 0,9$ beim ISS gezeigt werden (Niveau $p < 0,01$). Auch der PTS korrelierte mit diesen Outcomekriterien. Eine Ausnahme ist der Parameter Katecholamintherapie ($r = 0,571$; $p > 0,05$).

3.8.2.4 Korrelation mit der Morbidität (Hospitalisation)

Folgende Untersuchung bezieht sich auf einzelne definierte Outcome-Kriterien, insbesondere Kriterien der Morbidität wie Hospitalisationsdauer, Liegedauer auf der Intensivstation, Beatmungsdauer. Die zu untersuchenden Scores werden hierbei mit ihrem jeweiligen Korrelationskoeffizienten präsentiert. Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse aus der Korrelationsanalyse. Verwendet wurde der Spearman'sche Rangkoeffizient Rho.

Tabelle 35: Korrelation der Traumascores mit der Morbidität (Hospitalisation)

	PTS	ISS	Test/ Koeffizient/Niveau
Liegedauer KH (n=165)	0,964	0,971	Spearman/ Rho/p<0,01;p<0,01
Liegedauer ICU (n=165)	0,919	0,903	Spearman/ Rho/p<0,01;p<0,01
Beatmungsdauer (n=122)	0,841	0,913	Spearman/ Rho/p<0,01;p<0,01

Es zeigte sich hinsichtlich dem Kriterium Beatmungsdauer für den ISS mit $r = 0,913$ eine bessere Korrelation als für den PTS mit $r = 0,841$. Beide Scores korrelierten sehr gut mit der Krankenhausliegedauer und der intensivstationären Liegedauer ($p < 0,01$).

3.9 Validitätsanalyse von PTS und ISS

3.9.1 Ermittlung der Cut-Off-Punkte

Hinsichtlich des Zielkriteriums Überleben/Tod ist es sinnvoll, einen Wert des jeweiligen Scores zu bestimmen, bei dem die Studienpopulation dichotom einer Gruppe Tod oder Überleben zugeordnet werden kann. Dazu werden die Validitätskriterien Sensitivität, Spezifität und der sogenannte „Cut-Off“ herangezogen. Die Sensitivität ist hierbei definiert als die Anzahl der durch den jeweiligen Score prognostizierten Toten zu der Anzahl der tatsächlich verstorbenen Personen. Die Spezifität ist definiert als das Verhältnis der Anzahl der als überlebend prognostizierten Personen zu der Anzahl der tatsächlich überlebenden Personen. Sensitivität und Spezifität sind insbesondere sowohl voneinander als auch von einem zu ermittelnden „Cut-Off“ abhängig. Dieser wiederum gibt an, ab welchem Score-Wert ein Patient einer Gruppe Überleben/Tod zugeordnet werden kann. In folgender Tabelle sind für den ISS und PTS die jeweiligen Werte der Sensitivität und Spezifität aufgetragen.

Tabelle 36: Ermittlung der Cut-Off-Punkte

	Score-Wert	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
PTS	30	72,22	59,39
N=201	31	66,66	60,60
	32	66,66	62,42
	33	66,66	66,06
	34	66,66	66,66
	35	61,11	69,09
	ISS	38	86,11
N=201	39	86,11	83,03
	40	86,11	83,03
	41	86,11	83,03
	42	83,33	88,48

Für die dargestellten Scores können die Cut-Off-Punkte ermittelt werden. Diese ergeben sich bei der jeweils kleinsten Differenz zwischen der Sensitivität und der Spezifität: Cut-Off-PTS=33 ; Cut-Off-ISS=41.

3.9.2 Validitätsmerkmale

Nach Ermittlung der Cut-Off-Punkte können spezifische Kriterien ermittelt werden, die zur Klassifizierung des Testverfahrens im Zuge der Validitätsanalyse nützlich sind. Der positive Vorhersagewert bzw. positive prädiktive Wert errechnet sich aus der Anzahl der durch den Test festgestellten Toten zur Gesamtheit der Test-Positiven. Der Wert spiegelt die sogenannte „Power“ eines Testverfahrens wieder, der darüber Auskunft gibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Ereignis (z.B. Tod) eintritt, wenn ein positives Testergebnis vorliegt. Im Gegensatz zum positiven prädiktiven Wert repräsentiert der negative Vorhersagewert bzw. negative prädiktive Wert das Kollektiv der Test-Negativen. (Anzahl der überlebenden Test-Negativen). Tabelle 37 zeigt die ermittelten Gütekriterien.

Tabelle 37: Validitätsmerkmale und Cut-Off-Punkte

	GCS	PTS	ISS
Sensitivität (%)	82,4	66,7	86,1
Spezifität (%)	84,6	66,1	83
Positiver Vorhersagewert (%)	53,8	30	52,5
Negativer Vorhersagewert (%)	95,7	90,1	96,5
Falsch-negativ (N)	6	12	5
Falsch-positiv (N)	24	56	28
Cut-Off-Point	6	33	41

3.9.3 Receiver Operating Characteristic

Die Beziehung zwischen der Sensitivität und der Spezifität wird am einprägsamsten durch die „Receiver Operating Characteristics“ (ROC) dargestellt. In Abbildung 23 ist die ROC-Kurve für die Scores PTS und ISS aufgeführt. Sie beschreibt den Zusammenhang der Validitätsmaße Sensitivität und Spezifität und charakterisiert damit die Gültigkeit des diagnostischen Tests. Ein diagnostischer Test ist am wertvollsten, je weiter links einer diagonalen Bezugslinie sich seine ROC-Kurve befindet. Nähert sich ein Test dieser Linie an (Sensitivität+Spezifität=1 bzw. 100%), so besitzt der diagnostische Test keinerlei Wert. Im untersuchten Fall entspräche die grüne Kurve beim ISS der Kurve mit den besten Eigenschaften.

ROC-Kurve

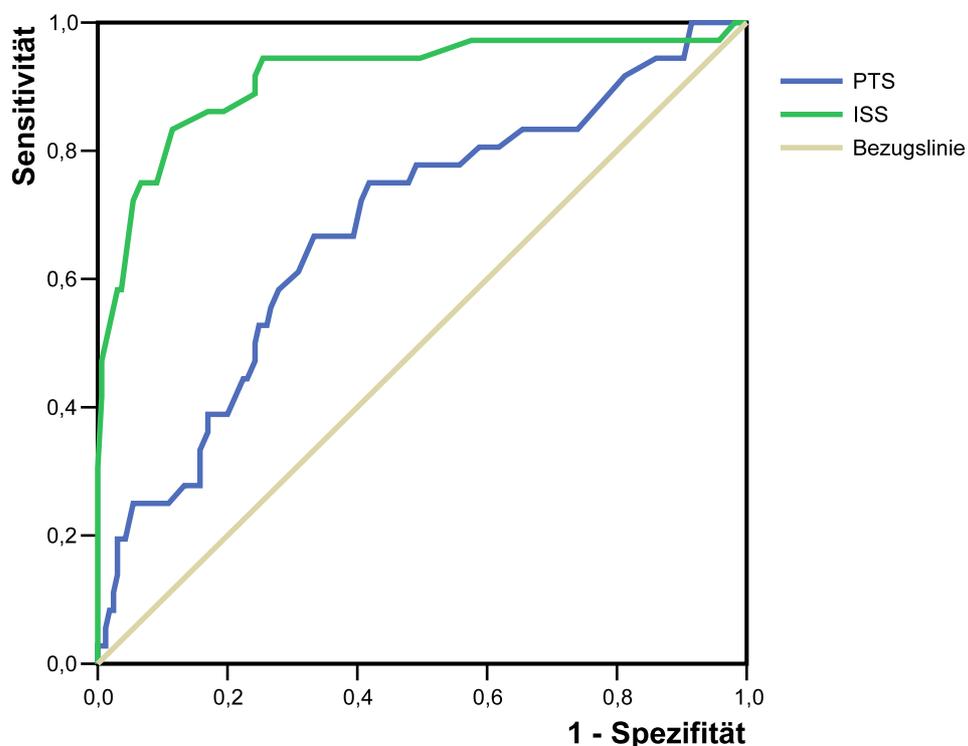


Abbildung 23: Receiver Operating Characteristic beim PTS und ISS

3.9.4 Area under the Curve

Um allerdings zwei oder mehrere Kurven miteinander vergleichen zu können, bestimmt man die Fläche unter der Kurve, oder „Area under the Curve“ (AUC). Sie beschreibt die Validität oder Güte eines Testverfahrens mathematisch, indem mit Hilfe der Differentialrechnung die AUC bestimmt wird. Bei schlechter Güte läge eine Kurve auf der diagonalen Bezugslinie mit einer AUC von 0,5.

Der ISS zeigte mit einer AUC von 0,91 (95% Konfidenzintervall [0,85;0,98]) eine sehr gute Gültigkeit, während der PTS mit seiner AUC von 0,68 (95% Konfidenzintervall [0,58;0,78]) deutlich schlechter abschnitt. Zum Vergleich liegt die präklinische GCS mit einer AUC von 0,85 (95% Konfidenzintervall [0,78;0,92]) zwischen dem ISS und dem PTS.

3.9.5 Vergleich der Test-Negativen

Bezüglich der oben bestimmten Validitätskriterien werden die falsch-negativ und richtig-negativ klassifizierten Patienten untereinander verglichen (Test negativ=Prognose eines späteren Überlebens). Dazu werden sowohl die Scores PTS bzw. ISS und das Patientenalter als auch die GCS als Maßzahl des neurologischen Status und des SHT, auf Signifikanzen innerhalb der Gruppen hin untersucht. Die Gruppe der vom jeweiligen Score als test-negativ klassifizierten Patienten repräsentiert 121 Patienten für den PTS und 141 Patienten für den ISS. Dabei hatte der PTS einen falsch-negativen Anteil von 12 Patienten (6%) und der ISS einen Anteil von 5 Patienten (2,5%).

3.9.5.1 PTS

Beim Mittelwertevergleich der durch den PTS negativ klassifizierten Patienten zeigte sich hinsichtlich der mittleren Score-Werte ISS und GCS statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$). Keine statistische Signifikanz konnte dagegen für das mittlere Patientenalter ermittelt werden ($p < 0,05$).

Tabelle 38: Vergleich von falsch-negativen und richtig negativen Daten beim PTS

PTS	falsch-negativ n=12		richtig-negativ n=109	
	MW Median	SD	MW Median	SD
Alter	40,8 35,5	16,4	35 32,8	15,4
ISS*	53,7 62,5	24,8	19,1 19	8,3
GCS*	5,7 3	4,4	12,8 15	3,5

3.9.5.2 ISS

Beim Mittelwertevergleich der durch den ISS negativ klassifizierten Patienten zeigten signifikante Unterschiede beim Patientenalter und der GCS ($p < 0,05$). Keine statistische Signifikanz konnte dagegen für den mittleren PTS ermittelt werden ($p < 0,05$).

Tabelle 39: Vergleich von falsch-negativen und richtig negativen Daten beim ISS

ISS	falsch-negativ n=5		richtig-negativ n=137	
	MW Median	SD	MW Median	SD
Alter*	60,2 70,7	16,8	37,8 36,2	18,8
PTS	35,2 26	25,6	24,9 23	12,2
GCS*	8,5 8	6,4	12,6 15	3,6

3.9.6 Vergleich der Test-Positiven

Bezüglich der Validitätskriterien werden die als falsch-positiv und richtig-positiv klassifizierten Patienten untereinander verglichen (Test positiv=Prognose eines späteren Versterbens). Die Gruppe der vom jeweiligen Score als test-positiv klassifizierten Patienten repräsentiert 80 Patienten für den PTS und 49 Patienten für den ISS. Dabei hatte der PTS einen falsch-positiven Anteil von 56 Patienten (27,9%) und der ISS einen Anteil von 28 Patienten (13,9%).

3.9.6.1 PTS

Beim Mittelwertevergleich der durch den PTS positiv klassifizierten Patienten zeigte sich ein statistisch relevanter Unterschied bei der GCS ($p < 0,05$). Im Gegensatz dazu zeigte konnten keine statistischen Signifikanzen beim ISS und Patientenalter ermittelt werden ($p > 0,05$).

Tabelle 40: Vergleich von falsch-positiven und richtig-positiven Daten beim PTS

PTS	falsch-positiv n= 56		richtig-positiv n= 24	
	MW Median	SD	MW Median	SD
Alter	43,1	21,9	43,8	18,7
	39,1		40	
ISS*	35,5	13,2	57,4	13
	34,5		57	
GCS*	9,8	5	5,1	3,7
	11		3,5	

3.9.6.2 ISS

Beim Mittelwertevergleich der durch den ISS positiv klassifizierten Patienten konnten signifikante Unterschiede beim PTS und GCS ermittelt werden ($p < 0,5$). Keine statistische Signifikanz zeigte der ISS hingegen beim Patientenalter ($p > 0,05$).

Tabelle 41: Vergleich von falsch-positiven und richtig-positiven Daten beim ISS

ISS	falsch-positiv n= 28		richtig-positiv n= 31	
	MW Median	SD	MW Median	SD
Alter	37,3	15,4	40	16,6
	36,2		37	
PTS*	56,6	20	45,2	23,8
	53		41	
GCS*	7,7	4,9	4,8	3,4
	6		3,0	

3.9.7 Unerwartetes Outcome

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Patienten-Outcome bezugnehmend auf die retrospektive Ermittlung der „Cut-Off“-Punkte bei den zu untersuchenden Scores.

Dabei sollen Besonderheiten hinsichtlich der Outcome-Daten herausgestellt werden.

In den nun folgenden Tabellen Tabelle 42 und Tabelle 43 werden die Scores PTS und ISS getrennt voneinander betrachtet und hinsichtlich möglicher Signifikanzen innerhalb der Gruppen (Score \geq Cut-Off und Score $<$ Cut-Off) untersucht.

3.9.7.1 PTS

Tabelle 42: Outcomevergleich bei gegebenem Cut-Off beim Polytraumaschlüssel

Inzidenzen/ Mittelwerte	PTS < 33	PTS \geq 33	Signifikanz*
Verstorben<24h (n=36)	58,3%	75%	p=0,259
Verstorben-KH (n= 201)	9,9%	30,0%	p<0,001*
Liegedauer KH (n=165)	22,7 \pm 16,9	42,5 \pm 38	p<0,001*
Liegedauer ICU (n= 165)	11,12 \pm 10,7	22,75 \pm 19,4	p<0,001*
Beatmungsdauer ICU (n=122)	5,9 \pm 7,8	16,90 \pm 19	p<0,001*
Beatmung ICU (n=165)	70,6%	89,3%	p=0,007*
Organversagen (n=165)	37,6%	39,6%	p<0,001*
Multiorganversagen (n=165)	7,3%	25,0%	p=0,002*
Massentransfusion KH (n=165)	27,5%	60,7%	p<0,001*
Sepsis ICU (n=165)	10,1%	19,6%	p=0,087
Katecholamine ICU (n=165)	16,5%	51,8%	p<0,001*
Thoraxdrainage ICU (n=165)	36,7%	60,7%	p=0,003*
Tracheostomie ICU (n=165)	5,5%	33,9%	p<0,001*

3.9.7.2 ISS

Tabelle 43: Outcomevergleich bei gegebenem Cut-Off beim Injury Severity Score

Inzidenzen/ Mittelwerte	ISS < 41	ISS ≥ 41	Signifikanz*
Verstorben<24h (n=36)	40%	74,2%	p=0,154
Verstorben-KH (n= 201)	3,5%	52,5%	p<0,001*
Liegedauer KH (n=165)	25,6 ± 19,1	47,8 ± 31,6	p<0,001*
Liegedauer ICU (n= 165)	12,3 ± 11,4	29,6 ± 22,7	p<0,001*
Beatmungsdauer ICU (n=122)	6,77 ± 8,4	22,3 ± 22,6	p<0,001*
Beatmung ICU (n=165)	72,3%	100%	p=0,001*
Organversagen ICU (n=165)	43,1%	75,0%	p=0,002*
Multiorganversagen ICU (n=165)	9,5%	32,1%	p=0,001*
Massentransfusion KH (n=165)	35%	57,1%	p=0,029*
Sepsis ICU (n=165)	11,3%	11,9%	p=0,904
Katecholamine ICU (n=165)	21,9%	60,7%	p<0,001*
Thoraxdrainage ICU (n=165)	38,7%	75%	p<0,001*
Tracheostomie ICU (n=165)	8,8%	46,4%	p<0,001*

Insgesamt zeigte sich in dieser Untersuchung in den meisten Fällen eine statistisch relevante Signifikanz innerhalb der Gruppen Score < Cut-Off und Score ≥ Cut-Off (ISS und PTS). Ausnahmen waren sowohl für den Polytraumaschlüssel als auch für den Injury Severity Score die Parameter Mortalität-24h, Inzidenz Sepsis ICU (jeweils p>0,05).

3.10 Überlebenswahrscheinlichkeit und Prognose (TRISS-Analyse)

Durch die TRISS-Analyse kann eine Wahrscheinlichkeit p angegeben werden, mit der das Überleben vorausgesagt werden kann.¹⁴ In die TRISS-Analyse fließen die Parameter „Revised Trauma Score“ (RTS), ISS und das Alter auf der Basis unterschiedlicher Gewichtung für das stumpfe und das penetrierende Trauma ein (s. Methodenteil). Im Folgenden für unser Kollektiv der TRISS berechnet und mit den prognostizierten Überlebenswahrscheinlichkeiten des ISS und des PTS verglichen. Auf Grund fehlender Dateneinträge musste bei der Berechnung des RTS bei allen Patienten, bei denen keine Atemfrequenz (AF) dokumentiert war, ein Wert von 4 (AF normal) herangezogen werden.

3.10.1 Vorhersagegenauigkeit beim TRISS

Bei der TRISS-Analyse wurden im Folgende die Validitätskriterien ermittelt. Die Spezifität repräsentiert den Anteil der durch den Test als überlebend prognostizierten an der Gesamtheit der tatsächlich überlebenden Patienten wider. Die Spezifität lag bei 83,6%. Die Sensitivität zeigt den Anteil der durch den Test als versterbend prognostizierten Patienten an der Gesamtheit der tatsächlich verstorbenen Patienten. Die Sensitivität lag bei 83,3%. Die „Area under the Curve“ (AUC) lag bei 0,91 (95% Konfidenzintervall 0,86; 0,97). Beim PTS fand sich eine Spezifität von 66,7% und eine Sensitivität von 66,1%. Der ISS zeigte eine Spezifität von 83,0% bei einer Sensitivität von 86,1%.

Tabelle 44: Vorhersagegenauigkeit beim TRISS

	TRISS	PTS	ISS
Sensitivität (%)	83,7	66,7	86,1
Spezifität (%)	83,3	66,1	83
Positiver Vorhersagewert (%)	69	30	52,5
Negativer Vorhersagewert (%)	95,6	90,1	96,5
Falsch-negativ (N)	7	12	5
Falsch-positiv (N)	13	56	28
Cut-Off-Point	0,6	33	41
AUC	0,91	0,68	0,91

3.10.2 Receiver Operating Characteristic

In Abbildung 24 wird die ROC-Kurve des TRISS mit den ROC-Kurven des PTS und ISS graphisch verglichen. Die AUC beim TRISS lag hier bei 0,91 (95% Konfidenzintervall: 0,85; 0,98). Beim PTS lag die AUC bei 0,68 und war somit deutlich geringer als beim TRISS (95% Konfidenzintervall 0,58; 0,78).

ROC-Kurve

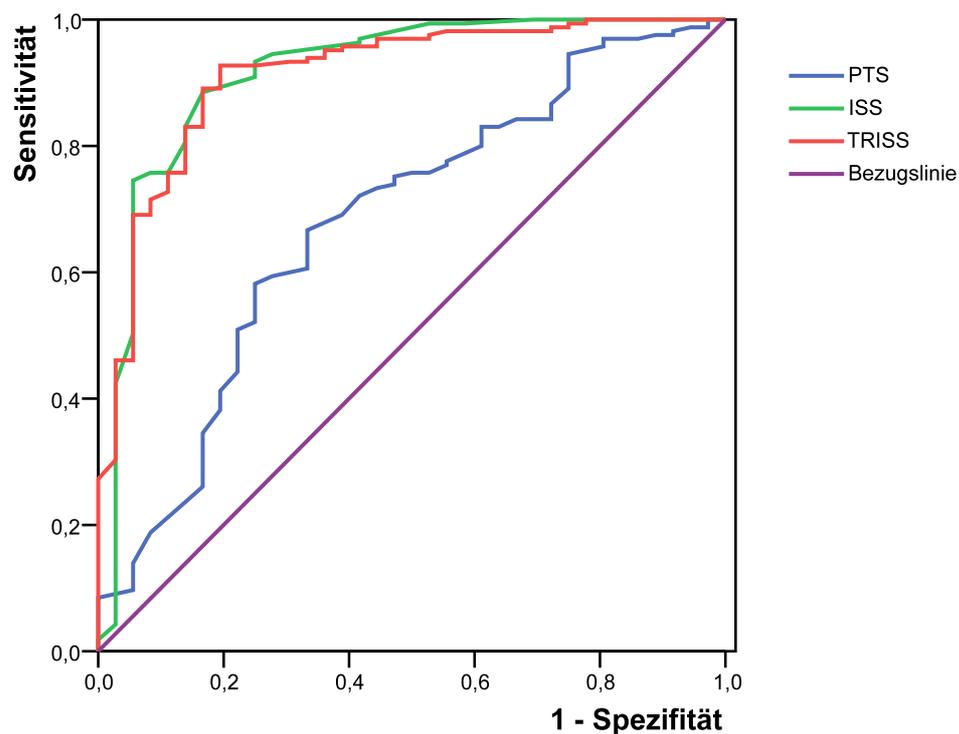


Abbildung 24: Vergleich der ROC-Kurven von TRISS, PTS und ISS

3.10.3 Mortalitätsrate

Nach der Formel des TRISS errechnet sich die Überlebenswahrscheinlichkeit aus $p_s = 1 / (1 + e^{-b})$. Der Regressionskoeffizient b setzt sich dabei aus $b = b_0 + b_1(\text{RTS}) + b_2(\text{ISS}) + b_3(\text{Alter})$ zusammen (siehe Methodenteil).

Für unser Patientenkollektiv von 201 Patienten ergibt sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p = 0,7302$. Dieser Wert entspricht einer erwarteten Mortalität von 26,98%. Die tatsächliche Mortalität unserer Klinik lag bei 17,91%.

Die standardisierte Mortalitätsrate berechnet sich aus dem Quotienten von tatsächlicher Mortalität und TRISS-prognostizierter Mortalität. Sie lag bei unserem Patientenkollektiv bei 0,6638.

Diskussion

4.1 Der polytraumatisierte Patient im nationalen Kontext

Traumamortalität:

Das Trauma ist die führende Todesursache in der westlichen Welt in der Altersgruppe bis 45 Jahre.^{22, 93} Dies deckt sich mit den Daten aus unserem untersuchten Patientenkollektiv von 201 polytraumatisierten Patienten (ca. 2/3 waren zwischen 15 und 45 Jahre alt). Festzustellen ist, dass diese Personengruppe am häufigsten von einem Trauma betroffen ist und auch den größten Anteil der an den Unfallfolgen versterbenden Patienten ausmacht. Dies ist vor allem auf die Tatsache zurückzuführen, dass Menschen dieser Altersgruppe vermehrt im Arbeitsprozess stehen und in der Freizeit häufiger aktiv sind, so dass eine Gefährdung am Arbeitsplatz und bei Freizeitaktivitäten weitaus häufiger vorkommt.

Im Vergleich zu unserem Patientenkollektiv (Altersdurchschnitt 38,7 Jahre) lag das durchschnittliche Alter aller Patienten des Traumaregisters der DGU im Jahr 2001, welches wir hier zum Vergleich heranziehen, bei 40,3 Jahren. Der Gesamtdurchschnitt lag bei 39,3 Jahren (DGU_{Gesamt} entspricht Traumaregister, Stand August 2002⁵).

Bei einer Gesamtlethalität von 17,9% verzeichnete die Gruppe der 65 bis 74-jährigen Personen mit 27,3% Letalität die höchste Rate. Eine erhöhte Mortalität beim schwer verletzten Patienten im Alter deckt sich mit den Angaben aus der Literatur. Alte Patienten verzeichnen eine vom Verletzungsmuster unabhängige erhöhte Krankenhausmortalität im Vergleich zu jüngeren Patienten. Darüber hinaus haben sie erhöhte Krankenhaus- und intensivstationäre Liegezeiten. Ursächlich für dieses schlechtere Outcome sind höhere Komorbiditätsfaktoren sowie eine erhöhte Inzidenz posttraumatischer Komplikationen.^{9, 70, 94}

Im Jahr 2001 waren insgesamt 72,5% der erfassten Personen des Traumaregisters der DGU Männer. Das Verhältnis Frauen zu Männern im Kollektiv der Berliner Charité Campus Virchow entsprach dem Vergleichskollektiv der DGU. Die deutliche Unterrepräsentierung der Frauen konnte für die mittleren Altersgruppen gezeigt werden. Im Alter nimmt der prozentuale Anteil der Frauen zu. Durch Taylor et al (Traumaregister Maryland) konnten bereits 2002 solche geschlechtsspezifischen

Unterschiede bereits werden. Frauen wiesen ein insgesamt höheres durchschnittliches Alter auf, jedoch verzeichneten sie eine geringere Traumasterblichkeit im hohen Alter (>65Jahre).⁹⁴

Die Traumamortalität der DGU von 2001 lag insgesamt bei 16,4%, die Traumamortalität der DGU_{Gesamt} bei 17,6%. Die Traumamortalität der Charité Berlin Campus Virchow lag mit 17,9% nur leicht über den nationalen Daten der DGU. Die Mortalität innerhalb der ersten 24h lag mit 12,4% jedoch deutlich über den Daten der DGU. (DGU₂₀₀₁: 8,1%; DGU_{Gesamt}: 9,0%). Eine Erklärung für diese erhöhte Frühletalität kann in der insgesamt schwerer verletzten Patientenklientel unseres Kollektives begründet liegen (mittlerer ISS=30,3 Punkte).

Die Tatsache, dass eine relativ hohe Anzahl an Personen innerhalb der ersten 24 Stunden versterben, stellt auch die Prognosefähigkeit von anatomischen Klassifizierungssystemen in der Frühphase der Notfallversorgung in Frage. Anatomische Scores wie der PTS und der ISS errechnen sich aus den diagnostizierten Verletzungen, welche zum Zeitpunkt der Präklinik und Notaufnahme zum Teil nur insuffizient evaluiert sind. Durch Harviel et al. konnte gezeigt werden, dass durch Patienten, die frühzeitig nach einem Trauma versterben und nicht autopsiert werden, eine erhebliche Unterschätzung der Verletzungsschwere resultieren kann.⁴¹

Auch Champion et al. zeigten die bedingte Aussagekraft rein anatomischer Scores auf, da die alleinige Benutzung anatomisch-pathologischer Kriterien nur einen Teil der Faktoren ausmacht, die an der Prognose beim traumatisierten Patienten beteiligt sind.²⁵

Unfallursachen:

Hinsichtlich des Traumamechanismus „stumpf“ oder „penetrierend“ entsprach das Kollektiv an der Berliner Charité nicht den nationalen Daten. Insgesamt zeigte sich ein penetrierendes Trauma bei 12,9% der erfassten Personen, welches ein vergleichsweise hoher Wert im nationalen Vergleich ist. Im Rahmen der Major Trauma Outcome Study von 1982 bis 1987 zeigte sich in Nordamerika allerdings ein Anteil an penetrierenden Verletzungen von immerhin 21,1%. Es zeigte sich damals ein deutlicher Unterschied zu vergleichbaren Kollektiven in Westeuropa. Im Jahr 2001 lag der Anteil der penetrierenden Verletzungen nach Daten der DGU bei 4,0%

($DGU_{\text{Gesamt}} : 4,5\%$). Die Gründe und Erklärungsmodelle für diese Unterschiede sind vielfältig. Bei penetrierenden Verletzungen handelt es sich vor allem um Stich- und Schussverletzungen. Neben den unterschiedlichen politischen Verhältnissen (Waffengesetze, Waffenverfügbarkeit, Recht auf Selbstverteidigung etc.), sozialen Strukturen (soziale Armut, urbaner Verfall) ist eine höhere Kriminalitätsrate im nordamerikanischen Raum zu nennen. Im nationalen Vergleich liegt die Quote der penetrierenden Verletzungen an der Berliner Charité über den nationalen Daten. Ein Erklärungsmodell kann die besondere Lage des Virchow Klinikums sein. Die Klinik befindet sich im Stadtbezirk Wedding, einem seit längerem als sozialen Brennpunkt bezeichneten Bezirk.

Bei detaillierter Betrachtung der Unfallursachen stellte der Verkehrsunfall mit 53,7% den größten Anteil dar. Im Vergleich zu den nationalen Daten lag hier der Berliner Durchschnitt unter dem des Traumaregisters mit 60,3% (DGU_{Gesamt}). Bei den Verkehrsunfällen waren Insassen eines Kraftfahrzeuges (PKW/LKW) mit 41,1% die größte Gruppe. Im Vergleich dazu wies die DGU_{2001} mit 55,2% und DGU_{Gesamt} mit 57,7% einen deutlich höheren Gesamtanteil dieser Gruppe auf. Jeder 3. Verkehrsunfall (29,5%) betraf in unserer Klinik Personen, welche im Straßenverkehr als Fußgänger angefahren wurden. Dieser Wert liegt mehr als doppelt so hoch wie der DGU-Durchschnitt ($DGU_{2001}: 12,7\%$; $DGU_{\text{Gesamt}}: 13\%$) und kann auf die hohe Bevölkerungsdichte im Ballungsgebiet zurückgeführt werden.

Stürze aus $>3\text{m}$ Höhe fanden sich in den Kategorien Arbeitsunfall, Haus- und Freizeitunfall und Suizid. Insgesamt lag die relative Häufigkeit eines Sturzes aus $>3\text{m}$ Höhe bei 21,4% aller Unfallhergänge. Im Vergleich zu den nationalen Daten lag sie mehr als doppelt so hoch wie bei der DGU_{2001} (11,5%) und DGU_{Gesamt} (10,3%). Ein Zusammenhang liegt in der hohen Rate der Suizidversuche (12,4%) des Berliner Kollektivs, die im Vergleich zur DGU mehr als doppelt so hoch war ($DGU_{2001}: 4,6\%$ und $DGU_{\text{Gesamt}}: 5,5\%$).

Im Jahr 2001 verstarben laut dem Statistischen Bundesamt in Berlin insgesamt 435 Berliner an den Folgen eines Suizides. Bei 1285 nichtnatürlichen Todesursachen entspricht das einem Anteil von 33,8%. Im gleichen Jahr verzeichnete das statistische Bundesamt Wiesbaden bundesweit einen Anteil von 32,6% der Sterbefälle durch vorsätzliche Selbstbeschädigung an der Gesamtheit der

nichtnatürlichen Todesursachen. Der Berliner Durchschnitt liegt diesbezüglich nicht erheblich über dem bundesdeutschen Durchschnitt. Bei Betrachtung der Sterbeziffern der Suizide des Jahres 2001 liegt das Land Berlin mit 12,8/ 100.000 Einwohnern etwas unter dem bundesdeutschen Durchschnitt mit 13,5/ 100.000 Einwohnern.⁹³

Ein Zusammenhang hinsichtlich der hohen Rate an Suizidversuchen in unserem Patientenkollektiv lässt sich unter anderem durch die Größe des Einzugsbereiches bei nur 4 Traumazentren in Berlin im Jahr 2001 begründen.

Verletzungsmuster:

Zum besseren Datenvergleich mit dem nationalen Traumaregister wurden in Anlehnung an den ISS die Fälle aufgezeigt, die einen ISS ≥ 16 und einen AIS ≥ 3 aufwiesen (siehe Ergebnisteil 3.3.2). Der bundesdeutsche Anteil der Thoraxverletzungen lag deutlich unter dem Anteil der Thoraxverletzungen der Charité. Das schwere Thoraxtrauma war diesbezüglich in unserem Kollektiv mit 71,1% die häufigste Verletzung. Die DGU verzeichnete 2001 mit 58,2% (DGU_{Gesamt}: 57,4%) einen weitaus geringeren Anteil. Dies kann zum einen durch den überdurchschnittlich hohen mittleren ISS sowie durch die hohe Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet Berlin erklärt werden. Entscheidend und von großer Bedeutung ist nach Kenntnis der Zahlen die in der Vergangenheit bereits mehrfach postulierten Forderungen einer möglichst frühzeitigen Intubation bzw. Anlage einer Thoraxdrainage beim schweren Thoraxtrauma.^{57, 74, 85}

Daneben stellte das SHT die zweithäufigste Gruppe aller Verletzungen dar. Der relative Anteil des SHT von 47,5% lag unterhalb der nationalen Daten (DGU₂₀₀₁: 56,1%; DGU_{Gesamt}: 57,4%). Die Tatsache, dass fast jede zweite Person ein SHT aufwies, unterstreicht die enorme Bedeutung dieser Körperregion. Man weiss, dass das SHT ein entscheidender prognostischer Faktor für das Outcome beim polytraumatisierten Patienten darstellt. Vor diesem Hintergrund wurden Behandlungsempfehlungen auch mit Hilfe von Datenbanken wie dem Traumaregister erstellt. So forderten Norwood et al 1995 ein schnellst mögliches kraniales Computertomogramm nach Aufnahme eines Schwerverletzten.⁵⁹

Bei den Extremitätenverletzungen ließ sich ein fast dreifach erhöhter prozentualer Anteil von Verletzungen an der unteren Extremität gegenüber Verletzungen der oberen Extremität feststellen (OE: 12%; UE: 32,9%). Verletzungen der Extremitäten inklusive der Beckenverletzungen im Sinne der Bewertung nach dem ISS zogen sich insgesamt 63,9% der Personen zu. Im Vergleich zu den nationalen Daten des Traumaregisters lag der relative Anteil der Extremitätenverletzungen inklusive der Beckenverletzungen deutlich über dem bundesdeutschen Durchschnitt (DGU₂₀₀₁: 38,4%; DGU_{Gesamt}: 41,4%).

Ein Wirbelsäulentrauma bei Patienten mit einem ISS ≥ 16 und AIS ≥ 3 trat in 15,2% der Fälle auf. Anzumerken sei hier auch die Tatsache, dass bei der Berechnung des ISS per Definitionem die Wirbelsäulenverletzungen nicht als eigenständige Körperregion betrachten werden, sondern je nach Höhe der Verletzung den jeweiligen Körperregionen (Gesicht/Hals – HWS; Thorax – BWS; Abdomen – LWS) zugeordnet werden. Durch Blauth et al. konnte eine Inzidenz von Wirbelsäulenverletzungen zwischen 17% und 18% bei polytraumatisierten Patienten aufgezeigt werden.¹⁰ Dieser relative Anteil an Wirbelsäulenverletzungen deckt sich in etwa mit unseren Daten.

Vitalparameter

Die retrospektive Datenanalyse aus dem präklinischen Bereich lassen zum einen wichtige Rückschlüsse zur Beurteilung der vitalen Gefährdung des einzelnen Patienten zu, zum anderen beschreiben sie die Grundgesamtheit eines regionalen Kollektives wie dem der Berliner Charité. Darüberhinaus lassen sich im Zusammenspiel mit den Traumascores Algorithmen in der Behandlung von schwer verletzten Patienten herstellen und evaluieren.

Zum Zeitpunkt des Eintreffens des Notarztes bis zur Aufnahme in den Schockraum des Krankenhauses lag der systolische Blutdruck im Kollektiv der Berliner Charité im Mittel bei 96,8 mmHg. Im nationalen Vergleich verzeichnete das Traumaregister der DGU höhere Werte (DGU_{Gesamt}: 117 mmHg). Auch bei der Betrachtung der Atmenfrequenz zeigte das Berliner Kollektiv deutlich unterschiedliche Werte (AF Berlin: 11,6/min; AF DGU: 15/min). Ein Grund hierfür kann in einer eher lückenhaften Dokumentation der Atemfrequenz der Notarztprotokolle liegen, in der vorwiegend bei insuffizienten pulmonalen Verhältnissen entsprechende Werte dokumentiert wurden

(21,4% dokumentiert). Von den Patienten, die zum Zeitpunkt der Präklinik einen Schock aufwiesen, wurden diejenigen Personen erfasst, die sowohl primär vom Unfallort über den Schockraum der Berliner Charité aufgenommen wurden, als auch diejenigen, die einen systolischen Blutdruck $RR \leq 90$ mmHg aufwiesen. Dabei zeigte sich, dass insgesamt 40% der primären Patienten einen Schock aufwiesen. Im Gegensatz dazu verzeichnete das Traumaregister deutlich geringere Werte mit einem relativen Anteil der Personen im Schock von 17,9% des Jahres 2001 (DGU_{Gesamt} : 19,0%). Diese Tatsache kann durch den höheren mittleren ISS im Rahmen der Ein- und Ausschlusskriterien dieser Arbeit erklärt werden (30,3 Punkte).

Beim Datenvergleich der Vitalparameter (verstorben vs. überlebend) konnten signifikante Unterschiede bei den Variablen systolischer Blutdruck, Atemfrequenz und Schocksituation gezeigt werden. Es konnte gezeigt werden, dass die Erfassung physiologischer Parameter am Unfallort Rückschlüsse auf das spätere Patientenoutcome hinsichtlich des Überlebens zulassen. Die Abhängigkeit des Outcomes von den physiologischen Parametern bei schwer- und mehrfach verletzten Patienten wurde auch schon in der Vergangenheit mehrfach demonstriert.^{23, 24, 55, 56}

Als Beispiel sei hier der von Champion et al. 1981 publizierte „Traumascore“ (TS) erwähnt, der sich an physiologischen Parametern wie dem systolischen Blutdruck, der Atemfrequenz und der Glasgow Coma Scale orientiert. Es konnte gezeigt werden, dass der Score durch seine Beurteilung des physiologischen Status ein gutes Werkzeug ist, eine prognostische Aussage über ein späteres Überleben zu treffen. Darüberhinaus zeigte Champion in seinem Patientenkollektiv eine Wahrscheinlichkeit zu versterben von 10% und mehr auf, falls der Score einen Wert von ≤ 12 annahm (TS-Punkte: 1-16). Deswegen wurde für Unfallopfer mit einem TS ≤ 12 die unmittelbare Verlegung in ein Traumazentrum der Maximalversorgung empfohlen.^{14, 23, 27, 91}

Therapiemaßnahmen

Die Intubationsrate des Berliner Kollektivs lag insgesamt bei 58,2% und damit nur marginal höher als die nationalen Vergleichsdaten (DGU_{2001} : 49,2%; DGU_{Gesamt} : 52,0%). Dagegen lag die relative Anzahl der Patienten, die eine Thoraxdrainage erhielten etwas über den nationalen Daten. Während das Berliner Kollektiv eine relative Häufigkeit der gelegten Thoraxdrainagen zum Zeitpunkt der Präklinik von

9,5% verzeichnete, lag der Vergleichswert beim nationalen Traumaregister 2001 bei 6,1% (DGU_{Gesamt}: 6,7%). Auch die präklinischen Therapiemaßnahmen Herzdruckmassage und Katecholamintherapie waren im Kollektiv der Berliner Charité leicht überrepräsentiert. So lag die Häufigkeit der Herzmassage mit 6,0% etwa doppelt so hoch wie beim Traumaregister (DGU₂₀₀₁: 2,9%; DGU_{Gesamt}: 3,1%). Eine Katecholamintherapie erhielten 8,5% der Personen (DGU₂₀₀₁: 5,6%; DGU_{Gesamt}: 6,3%).

Die präklinisch durchgeführten Therapiemaßnahmen können für das spätere Outcome (z.B. Überleben) richtungsweisend sein. Beim Gruppenvergleich der später verstorbenen und überlebenden Personen ließen sich signifikante Unterschiede nachweisen. So hat zum Beispiel ein Patient mit schwerem Thoraxtrauma und der Notwendigkeit der Intubation und/oder Thoraxdrainage eine schlechtere Prognose hinsichtlich eines späteren Überlebens. Auf der anderen Seite weiß man, dass gerade die frühe Intubation beim schwer und mehrfach verletzten Patienten die Prognose zu überleben deutlich verbessern kann. So zeigten Trupka et al. in ihrem Patientenkollektiv, dass sich durch die frühe Intubation bei schwer verletzten Patienten mit einem bekannten oder erwarteten ISS >24 die Inzidenz eines späteren posttraumatischen Organversagens und die Mortalität reduzieren lässt. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass der Nutzen einer frühzeitigen Intubation auch für Patienten galt, die primär kein schweres Thoraxtrauma, SHT oder respiratorische Insuffizienz aufwiesen.⁹⁸ Regel et al. beschrieben die Notwendigkeit einer prophylaktischen Intubation und Beatmung bei einem PTS_{Gesamt} >30 oder einem isolierten PTS_{Thorax} >8.⁷⁷

Physiologische Veränderungen

Zum Zeitpunkt des Eintreffens in der Notaufnahme waren bereits 64,2% der Patienten intubiert, 31,3% der Personen befanden sich im Schock (RRsys. < 90mmHg). Während die Intubationsrate im nationalen Vergleich ähnliche Werte aufzeigt (DGU₂₀₀₁: 56,5%; DGU_{Gesamt}: 59,5%), wiesen national deutlich weniger Personen eine Schocksituation auf (DGU₂₀₀₁: 12,9%; DGU_{Gesamt}: 13,8%). Hinsichtlich der Unterschiede zwischen den verstorbenen und den überlebenden Patienten ließen sich signifikante Unterschiede beim systolischen Blutdruck, Schock, Intubation bei Aufnahme, und der pulmonalen Dysfunktion während der Beatmung (Horowitz-Index: PaO₂/FiO₂ <200) feststellen, was für eine Korrelation mit dem

späteren Outcome der Patienten spricht. Betrachtet man den Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation hinsichtlich wichtiger physiologischer Parameter (jeweils schlechtesten erfasster Wert), konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Patienten beim systolischen Blutdruck, Hämoglobin, TPZ und dem Base Excess evaluiert werden (jeweils $p < 0,05$). Den Zusammenhang von physiologischen Parametern hinsichtlich ihrer Prognosefähigkeit bezüglich des Outcomes beim polytraumatisierten Patienten konnte in der Vergangenheit in verschiedenen Studien bewiesen werden. Rixen et al. konnten 2002 zeigen, dass Parameter wie der Base Excess oder die Thromboplastinzeit potente Indikatoren sind, um polytraumatisierte Patienten mit einem hohen Letalitätsrisiko zu identifizieren.⁸⁰⁻⁸² Peterson et al. zeigten 2004, dass der initiale Base Excess ein wichtiger prognostischer Faktor hinsichtlich des späteren Outcomes bei schwer verletzten Kindern sein kann.⁷¹

Transfusion von Blutprodukten

Es konnte gezeigt werden, dass Patienten, die im Rahmen ihrer schweren Verletzung verstarben, einen signifikant höheren Bedarf an Blutkonserven verzeichneten. Bei Betrachtung der eigenen Daten hinsichtlich des Vorliegens einer Massentransfusion (>10 EK's /24h) war fast jeder zweite Patient, der auf die Intensivstation aufgenommen wurde, massentransfusionspflichtig (44,8%). Auch hier konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der später verstorbenen Personen (85,7%) und überlebenden Personen (39,5%) evaluiert werden ($p < 0,05$). Die enorme Bedeutung von Bluttransfusionen deckt sich mit den Daten aus der Literatur. Die frühe Transfusion von Blutbestandteilen kann das Outcome polytraumatisierter Patienten entscheidend verbessern. Huber-Wagner et al. zeigten 2007 anhand des Traumaregisters der DGU, dass die massive Transfusion von Blutprodukten ein entscheidender prognostischer Faktor für das Outcome (Organversagen, Sepsis und Mortalität) beim Polytrauma darstellt.⁴⁴

Auch Malone et al. konnten 2003 in Baltimore/ USA zeigen, dass die Notwendigkeit einer Bluttransfusion innerhalb der ersten 24 Stunden eng mit späteren Outcome korreliert (Aufnahme Intensivstation, Liegedauer Intensivstation, Krankenhausliegedauer, Mortalität).⁵³

Kardio-pulmonale Reanimation

Insgesamt erhielten 7,5% aller unserer untersuchten Patienten eine Herzdruckmassage im Rahmen einer kardio-pulmonalen Reanimation (CPR). Beim Traumaregister lag die Quote einer notwendigen CPR im Verlauf der Schockraumtherapie hingegen 2001 nur bei 2,5% (DGU_{Gesamt}: 3,5%). Diese Tatsache ist mit dem schwerer verletzten Patientenkollektiv (mittlerer ISS=30,3 Punkte) unserer Klinik vereinbar. Von den 15 Patienten, die in der Berliner Charité eine Herzdruckmassage erhielten, überlebten im Verlauf dagegen nur 2 Personen, welches die hohe Bedeutung dieses Faktors für das spätere Outcome (Überleben) widerspiegelt.

Über das schlechte Outcome (Überleben) von polytraumatisierten Patienten nach der Notwendigkeit einer CPR in der initialen Phase wurde in der Vergangenheit mehrfach berichtet.^{19, 54, 89} Dabei unterschieden die Autoren zwischen der stumpfen und der penetrierenden Verletzung. Die penetrierende Verletzung galt hierbei als weniger gefährlich und zeigte eine insgesamt bessere Prognose hinsichtlich des späteren Überlebens auf Grund von eher isoliert verletzten Organen.^{73, 92}

Trotz der schlechten bis infausten Prognose nach CPR sind in der Literatur Überlebensraten nach CPR bei stumpfen Trauma von bis zu 17,9% beschrieben.^{33, 72} Auch Hubner-Wagner et al. zeigten 2007 in ihrem Patientenkollektiv anhand von 10359 Personen des Traumaregisters der DGU bei 757 Patienten, die im Verlauf eine CPR erhielten, eine Überlebensrate von 17,3%. Des Weiteren konnte ein positiver Einfluß einer vor Beginn der CPR gelegten Thoraxdrainage auf das spätere Patientenoutcome festgestellt werden.⁴³ Insgesamt waren 42,8% der Patienten der Berliner Charité zum Zeitpunkt B der Notaufnahme mit einer Thoraxdrainage entlastet worden, was in der hohen Anzahl an Thoraxtraumata begründet liegt (vgl. 71,1% Thoraxverletzungen, Kapitel 3.3).

Liegezeiten und Hospitalisation

Bei den überlebenden Patienten ließ sich eine mittlere Intensivliegedauer von 15,3 Tagen ermitteln. Die DGU verzeichnete 2001 im Vergleich hierzu eine mittlere Intensivliegedauer bei den überlebenden Personen von 11,9 Tagen (DGU_{Gesamt}: 12,8 Tage), einem geringfügig geringeren Durchschnitt. In der Gruppe der verstorbenen Personen lag der Durchschnitt der Intensivliegezeit bei 3,7 Tagen, welcher deutlich unterhalb der Daten des Traumaregisters liegt (DGU₂₀₀₁: 8,6 Tage; DGU_{Gesamt}: 8,0

Tage). Diese Tatsache kann mit der erhöhten Frühletalität unserer Patienten bei sehr hohem mittleren ISS (30,3 Punkte) begründet werden.

Im Mittel lag die Beatmungszeit im Kollektiv der Berliner Charité bei den überlebenden Patienten bei 10,2 Tagen, welches im Vergleich zu den nationalen Daten im selben Zeitraum über dem Durchschnitt liegt (DGU₂₀₀₁: 8,6 Tage; DGU_{Gesamt}: 9,3 Tage). Dagegen lag die mittlere Intubationszeit in der Gruppe der verstorbenen Personen mit 2,6 Tagen deutlich unterhalb der Durchschnittswerte aus dem DGU Traumaregister (DGU₂₀₀₁: 7,4 Tage; DGU_{Gesamt}: 6,5 Tage).

Die Krankenhausliegedauer der überlebenden Personen lag im Mittel auf ähnlichem Niveau wie der bundesdeutsche Durchschnitt. Im Mittel lag die Verweildauer im Krankenhaus insgesamt bei 29,1 Tagen, während die DGU im selben Zeitraum eine mittlere Krankenhausverweildauer von 31 Tagen verzeichnete (DGU_{Gesamt}: 31,5 Tage). Dagegen lag die Krankenhausliegedauer der Berliner Charité in der Gruppe der verstorbenen Patienten deutlich unterhalb des nationalen Durchschnitts mit 2,1 Tagen (DGU₂₀₀₁: 8,5 Tage; DGU_{Gesamt}: 7,8 Tage), welches erneut ursächlich in einem durchschnittlich hohen mittleren ISS in unserem Patientenkollektiv zu erklären ist.

Morbidität auf der Intensivstation

Mehr als jeder zweite Patient unseres Kollektivs verzeichnete im Verlauf ein Organversagen, die Inzidenz lag bei 53,2%. Im Einzelnen betraf dies am häufigsten Kreislauf, ZNS und Gerinnung. Die DGU verzeichnete im selben Zeitraum am häufigsten ein Organversagen von Lunge, Kreislauf und ZNS. Ein Multiorganversagen zeigten in unserer Klinik insgesamt 13,9%, in der Gruppe der verstorbenen Patienten waren 90,5% betroffen. Auf der Intensivstation war insgesamt fast jeder zweite Patient (46,4%) bei Aufnahme oder im Verlauf mit einer Thoraxdrainage versorgt, Es konnte schon gezeigt werden, dass eine frühzeitige Intervention beim schweren Thoraxtrauma (Intubation/Thoraxdrainage) das Outcome verbessern kann.⁹⁸ Die deckt sich auch mit der in der von Tscherne et al definierten „Reanimationsphase“ im Schockraum, in der alle nötigen Maßnahmen zur Beseitigung der primär lebensbedrohlichen Verletzungen (Behandlung von Massenblutungen, Entlastung von Körperhöhlen) gefordert wurde.¹⁰⁰ Darüber hinaus ist die frühzeitige Stabilisierung des polytraumatisierten Patienten auch ein wesentlicher Bestandteil der „Damage Control Surgery“.

4.2 Vergleich der Traumascores anhand des Patientenoutcomes

Erfassung der Traumascores

Die Erfassung der Verletzungsschwere durch Traumascores hat unterschiedliche Gründe. Scores dienen zum einen als erste Beschreibung der Verletzungsschwere, zum anderen können sie eine Entscheidungshilfe im Algorithmus der Schwerverletztenbehandlung sein. Darüber hinaus funktionieren sie als Prognosewerkzeuge für das spätere Outcome, indem sie mit der Mortalität und Kriterien der Morbidität korrelieren. Zuletzt sind sie dadurch auch wichtige Werkzeuge bei epidemiologischen und demographischen Fragestellungen und können somit bei der inner- und interklinischen Qualitätskontrolle herangezogen werden.^{62-64, 97}

Der vom Notarzt erhobene NACA-Index leistet als deskriptiver Score eine erste Beurteilung über die Verletzungsschwere. Er kann über den weiteren Verlauf der Behandlung und des späteren Outcome richtungsweisende Hinweise geben. Für den NACA-Index konnte durch Weiss et al. 2001 eine gute Korrelation mit der Mortalität und Morbidität gezeigt werden. Es konnte zudem auch demonstriert werden, dass der Score auch mit Parametern des späteren Outcome wie die Aufnahme auf eine Intensivstation, der Liegedauer auf der Intensivstation oder der Gesamtliegedauer im Krankenhaus korreliert.¹⁰⁵ In unserem Patientenkollektiv wurden insgesamt 82,6% der Personen durch den Notarzt mit 4 oder 5 Punkten (Range: 0-7) bewertet, welches gut mit dem später ermittelnden ISS (Durchschnitt 33,3 Punkte) korreliert.

Die GCS als neurologischer Score lag in unserem Patientenkollektiv im Mittel bei 10,6. Ähnliche Werte konnte die DGU evaluieren. So lag die GCS beim Traumaregister 2001 im Mittel bei 11,1 (DGU_{Gesamt} : 10,9). Beim Eintreffen in der Notaufnahme lag die GCS der DGU im Mittel bei nur 7,8 für das Jahr 2001 (DGU_{Gesamt} : 7,7) Diese Tatsache kann durch die stattgehabten Intubationen während der Phase der notärztlichen Behandlung erklärt werden (DGU_{Gesamt} : 52% intubierte Personen beim Eintreffen in den Schockraum). Beim Gruppenvergleich der überlebenden und verstorbenen Personen ließen sich im Berliner Kollektiv signifikante Unterschiede bei der GCS feststellen ($p < 0,05$). Der demonstrierte Unterschied zwischen den Gruppen deutet auf eine Korrelation des Scores mit der Mortalität hin. Eine Korrelation der GCS mit der Mortalität sowie Kriterien der Morbidität konnte in der Vergangenheit mehrfach aufgezeigt werden und bestätigt

unsere Daten.^{51, 69, 83} Die GCS galt schon seit ihrer Einführung durch Teasdale und Jeannet 1974 als ein einfaches Instrument zur Beurteilung der Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas.⁹⁵ Mit Hilfe der GCS als neurologisches Messinstrument konnte wiederholt die Prognosefähigkeit beim SHT nachgewiesen werden.^{46, 95} Siegel et al. konnten an Hand von 185 schwerverletzten Patienten zeigen, dass die GCS als unabhängige Variable für die Letalitätsprognose herangezogen werden kann.⁹⁰ Es zeigte sich allerdings auch, dass die Prognosefähigkeit hinsichtlich des späteren Outcomes beim schwer verletzten Patienten durch die alleinige Betrachtung der GCS limitiert ist. In einer neueren Untersuchung durch Grote et al. aus dem Jahr 2011 wurde eine nur moderate Korrelation der GCS mit dem schweren SHT beim polytraumatisierten Patienten aufgezeigt. Diese Tatsache beinhaltet auch die Forderung nach speziellen anatomischen Scoringssystemen wie zum Beispiel der „Abbreviated Injury Scale“ (AIS), dem „Injury Severity Score“ (ISS) und dem „Polytraumaschlüssel“ (PTS). Darüber hinaus wurden kombinierte Scoringssysteme entwickelt, wie zum Beispiel die TRISS-Methode, welche sowohl physiologische und anatomische Parameter als auch die GCS miteinander kombinieren, um ein verbessertes Prognosemodell beim mehrfach und schwerverletzten Patienten zu erzielen.¹⁴

Der PTS korreliert nach retrospektiver Evaluierung unserer Daten mit der Mortalität. Im Mittel lag der Score bei 32,7. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der verstorbenen und überlebenden Patienten konnten gezeigt werden ($p < 0,05$). So lag der mittlere PTS bei den verstorbenen Personen bei 43,8, während er in der Gruppe der überlebenden Personen bei 30,3 lag.

Der ISS zeigte bei unserem Kollektiv einen Mittelwert von 30,3. Im Vergleich hierzu lag der mittlere ISS mit 23,1 für das Jahr 2001 (DGU_{Gesamt}: 23,4%) beim nationalen Traumaregister unter den Daten der Berliner Charité. Einen ISS ≥ 16 verzeichnete die DGU 2001 mit 72,7% (DGU_{Gesamt}: 72,5%). Dagegen lagen die Daten der Berliner Charité mit einem ISS ≥ 16 mit 76,6% etwas oberhalb des nationalen Durchschnitts. Als Erklärung für den deutlich höheren ISS beim Berliner Kollektiv kann vor allem die im Rahmen dieser Arbeit getätigte Selektion im Sinne der Einschlusskriterien (mehrfachverletzte Person bzw. Diagnose Polytrauma) angesehen werden.

Vergleich der Traumascores mit Hilfe des Patientenoutcomes

Beim Vergleich der Mittelwerte der Traumascores PTS und ISS konnten signifikante Unterschiede auf dem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ hinsichtlich des Zielkriteriums eines späteren Überlebens bzw. Versterbens nachgewiesen werden. Auch die GCS zeigte beim Vergleich der überlebenden und verstorbenen Patienten Unterschiede beim Vergleich der Score-Mittelwerte. So zeigten diejenigen Personen, welche im Verlauf verstarben, signifikant höhere Werte für den ISS und PTS und entsprechend signifikant niedrigere Werte für die GCS. Die retrospektive Analyse dieser Ergebnisse spiegelt die Erwartungen der Scores wieder, da sie letztlich anhand dieser Zielkriterien entwickelt wurden.^{7, 8, 66 65} Darüber hinaus sind sie diesbezüglich auch in der Vergangenheit des öfteren an unterschiedlichen Gesamtkollektiven evaluiert und validiert worden.^{15, 61, 78}

Weniger eindeutig waren dagegen die Ergebnisse bei der isolierten Betrachtung der Mittelwerte aller Patienten, die verstarben ($n=36$), unterteilt in die Gruppe, die innerhalb der ersten 24 Stunden im Schockraum und/oder Intensivstation verstarben und die, die nach 24 Stunden verstarben. Die Unterschiede der Mittelwerte für die einzelnen Scores waren zwar vorhanden, aber auf dem Niveau von $p > 0,05$ nicht signifikant. Die anatomischen Scores PTS und ISS stellen kein adäquates Werkzeug dar, ein Versterben bzw. Überleben innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfallereignis voraussagen zu können. Auch die alleinige Betrachtung der GCS ließ diesbezüglich keine Vorhersage zu. Hinsichtlich der Untersuchung des Patientenalters konnten sowohl im Gesamtkollektiv als auch bei der isolierten Betrachtung der innerhalb von 24 Stunden verstorbenen Personen keine signifikanten Unterschiede verzeichnet werden. Allerdings nimmt der Einfluss des Alters auf das Patientenoutcome mit zunehmender Hospitalisierungsdauer zu. Das mittlere Alter der überlebenden Patienten lag während des Beobachtungszeitraumes Krankenhausaufenthalt mit 37,7 Jahren unterhalb dem der verstorbenen Patienten (42,7 Jahre).

Den Einfluss des Alters auf das Patientenoutcome ist bekannt. Für Oesten et al. war es ein entscheidendes Kriterium in der Weiterentwicklung der anatomischen Scoringssysteme.^{65, 66} Über den Zusammenhang des Alters des schwerverletzten Patienten und einer erhöhten Sterbewahrscheinlichkeit wurde mehrfach diskutiert. Als mögliche Ursachen wurde die Zunahme von Komplikationen bei Patienten im höheren Alter nach einem Trauma gesehen, die auf Grund der veränderten

physiologischen Bedingungen im Zuge von Begleiterkrankungen zu einer Erhöhung der posttraumatischen Morbidität im Sinne einer Verlängerung der Beatmungs-, Intensivliege-, und Krankenhausliegedauer führen.^{18, 20, 34}

Foltin et al. konnte in seinen Untersuchungen zeigen, welche Störfaktoren anatomische Scoringsysteme wie der PTS und ISS haben können. Schwachstellen, also für das Patientenoutcome unterrepräsentierte Einflußgrößen in diesen Untersuchungen, waren beim PTS das SHT und das Thoraxtrauma, beim ISS waren es das Patientenalter, das SHT und die Anzahl der Extremitätenfrakturen.³⁶

Der Mittelwertevergleich der definierten Morbiditätskriterien zeigte bei unserem Kollektiv beim ISS und PTS signifikante Unterschiede. So kann von einem Zusammenhang der Scores mit den jeweiligen Kriterien der Morbidität ausgegangen werden. Die Traumascores ISS und PTS wurden einer Korrelationsanalyse unterzogen. Es zeigte sich ein signifikant eindeutiger linearer Zusammenhang der beiden Scoringsysteme. Der Korrelationskoeffizient lag auf dem Niveau von $p < 0,01$ mit $r = 0,653$. Die im Einleitungsteil beschriebene „construct validity“, also einer von sieben von Gustafson und MacKenzie postulierten Forderungen an einen guten Traumascore, nämlich die Validierung eines Scores mit einem anderen Indikator der Verletzungsschwere, wie zum Beispiel dem klinischem Urteil eines Arztes oder im untersuchten Fall einem anderen Scoringsystem, ist somit gegeben.^{39, 52, 87}

Die Ergebnisse aus der Korrelationsanalyse zeigen, dass die Traumascores ISS und PTS sehr gut mit der Mortalität und der 24h-Mortalität korrelieren. So ist festzustellen, dass mit steigenden Score-Werten auch die Sterblichkeit (inklusive 24h-Sterblichkeit) zunimmt. Hinsichtlich der 24h-Mortalität lag der PTS mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,881$ unterhalb des ISS mit $r = 0,922$. Die Korrelationskoeffizienten bei der Analyse der Krankenhausmortalität zeigten sowohl für den ISS als auch für den PTS identische Werte ($r = 0,929$).

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse hinsichtlich der definierten Kriterien der Morbidität zu einzelnen Therapiemaßnahmen (Inzidenzen) zeigen signifikant sehr gute Zusammenhänge für die Morbiditätskriterien Beatmung ICU, Massentransfusion KH, Thoraxdrainage ICU. Hier erreichte der Spearman´sche Korrelationskoeffizient Rho für beide Scores ISS und PTS jeweils Werte von über 0,9, was für einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang spricht. Die Unterschiede der Koeffizienten zwischen dem ISS und PTS waren hierbei nur marginal. Unterschiede der Scores PTS und ISS zeigte das Zielkriterium Inzidenz Organversagen auf der

Intensivstation, also dem Auftreten von mindestens einer Organdysfunktion im Verlauf des intensivstationären Aufenthaltes, d.h. laut Definition in den Leitlinien des Traumaregisters der DGU ein SOFA-Score mit einem Wert >2 .¹⁰² Der PTS zeigte hierbei einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang mit dem Auftreten einer Organdysfunktion mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,905$, während der ISS mit einem Koeffizienten von $r=0,847$ immer noch eine gute Korrelation aufwies, allerdings etwas schlechter als der PTS. Auffallend unbefriedigend war der Zusammenhang des ISS mit der Inzidenz eines Multiorganversagens. Der ISS korrelierte nicht bis sehr schlecht mit diesem Ziel, der Korrelationskoeffizient lag bei $0,252$. Dagegen zeigte der PTS mit einem Koeffizienten eine sehr wahrscheinliche Korrelation mit diesem Ziel ($r=0,976$). Hinsichtlich der Inzidenz Katecholamintherapie zeigte wiederum der ISS ($r=0,964$) bessere Werte als der PTS ($r=0,571$).

Die Ergebnisse nach der Untersuchung der intervallskalierten Morbiditätskriterien erfüllten die Erwartungen. Eine insgesamt sehr gute signifikante Korrelation mit der Hospitalisationsdauer im Krankenhaus, der Hospitalisationsdauer auf der Intensivstation, der Beatmungsdauer auf der Intensivstation konnten evaluiert werden. Die Ergebnisse waren dabei sowohl für den ISS als auch für den PTS relativ identisch, ihre Korrelationskoeffizienten bewegten sich im Bereich um $0,9$.

In der Vergangenheit wurden in der Literatur wiederholt Scoringssysteme neben der Mortalität auf ihre Prädiktivität bezüglich der Morbidität überprüft. Durch Greenspan et al. ist schon 1985 eine Korrelation des ISS mit den Zielkriterien Behandlungsdauer, Beatmungsdauer, Invalidität und Blutkonservenbedarf beschrieben worden.³⁷ Weiss et al. wiesen in einer prospektiven Untersuchung 2001 anhand von 427 schwerverletzten Patienten in Zürich für den ISS hinsichtlich einiger untersuchter Morbiditätskriterien bessere Werte nach. Der Korrelationskoeffizient lag bei Weiss für die Dauer der intensivstationären Behandlung bei $r=0,756$. Die Korrelation zur Krankenhausliegedauer betrug $r=0,694$. Die Korrelation mit der Mortalität (30 Tage-Mortalität; $r=0,988$) lag zwar über dem aus unserem Kollektiv, verfügte aber mit einem Koeffizienten $r>0,9$ über einen ähnlich aussagekräftigen Wert.

4.3 Validität und Effektivität der Traumascores

Zur Beurteilung der Validität von Traumascores wurden in der Vergangenheit die Sensitivität und Spezifität nach Evaluierung der jeweiligen Cut-Off-Punkte berechnet. So konnte eine valide Aussage über die Güte eines Traumascores hergestellt werden. Darüber hinaus war damit eine vergleichende Analyse der Traumascores und somit eine Evaluierung des eigenen Patientenkollektivs möglich. Auf Basis dieser Berechnungen konnte so ein gemeinsamer Nenner in der Analyse des schwer verletzten Patienten gefunden werden.^{12, 13, 63, 78, 103} Die Entwicklung einheitlicher Standards galt als wichtiger Faktor des inner- und interklinischen Qualitätsmanagements.^{22, 84}

Die Sensitivität spiegelt den Anteil derjenigen Patienten wieder, die durch den jeweiligen Score als verstorben klassifiziert wurden, dividiert durch den Anteil der tatsächlich verstorbenen Patienten. Die Spezifität charakterisiert den Anteil der durch den Score als überlebend klassifizierten Traumapatienten, dividiert durch den Anteil der tatsächlich überlebenden Patienten. Hinsichtlich der Validierung der Traumascores wurde der jeweilige Cut-Off-Punkt bestimmt. Dieser legt fest, ab welchem Score-Wert ein Traumapatient dichotom einer bestimmten Gruppe (verstorben oder überlebend) zugeordnet werden kann. Die Cut-Off-Punkte wurden so gewählt, dass zwischen der ermittelten Sensitivität und Spezifität die Differenz am geringsten ausfiel.³²

Die Ergebnisse der Validitätsanalyse zeigten, dass der ISS in unserem Kollektiv ein valides Instrument ist, um mit 86,1% Wahrscheinlichkeit das Versterben und mit einer Wahrscheinlichkeit von 83% das Überleben voraussagen zu können. Der PTS schnitt hierbei deutlich schlechter ab. Die Sensitivität lag bei 66,7% bei einer Spezifität von 66,1%.

Des Weiteren wurden weitere Gütekriterien ermittelt. Der positive prädiktive Wert spiegelt die sogenannte „Power“ eines Testverfahrens wieder und repräsentiert die Anzahl der durch den jeweiligen Test festgestellten verstorbenen Patienten dividiert durch die Gesamtheit der Test-Positiven. Ein positiver prädiktiver Wert von 52,5% beim ISS würde bedeuten, dass ca. jeder zweite Patient bei einem ISS-Wert von 41 oder größer versterben würde, der Test also positiv ausfällt. Entsprechend dazu würde nur ungefähr jeder dritte Patient versterben, wenn er einen PTS-Wert von 33 oder größer aufweist. Der (prä-)klinische und neurologische Score GCS zeigte im Vergleich mit 53,8% eine ähnliche „Power“ wie der ISS.

Der negative Vorhersagewert wiederum errechnet sich aus der Anzahl der durch den Test als überlebend klassifizierten Patienten dividiert durch die Anzahl der Test-Negativen. Im Falle des ISS würde nur jeder 28. Patient versterben, falls der ISS-Wert kleiner ist als 41, das Testergebnis also negativ ausfällt. Im Falle des GCS würde jeder 23. Patient mit negativem Testergebnis versterben. Auch hier hat der PTS die mit Abstand schlechtesten Vorhersage. Jeder 10. Patient würde versterben, falls der Score unter dem ermittelten Cut-Off-Punkt von 33 liegt.

Die Ergebnisse aus der Diskriminanzanalyse der Traumascores sind am eindrucksvollsten bei der Betrachtung der sogenannten „Receiver Operating Characteristic“ (ROC-Kurve). Die ROC-Kurve zeigt graphisch das Verhältnis der richtig positiv klassifizierten Patienten (Sensitivität) zu den falsch positiv klassifizierten Patienten (1-Spezifität) für jeden einzelnen Wert eines Scores als Trennpunkt. Die Fläche unter der Kurve (AUC) entspricht der diskriminatorischen Potenz eines Scores und ermöglicht einen objektiven und Cut-Off-unabhängigen Vergleich.

Die AUC des ISS zeigte mit 0,91 eine sehr gute Gültigkeit, während die AUC des PTS mit 0,68 ein wenig unter den Erwartungen blieb. Eine ähnlich gute Gültigkeit wie beim ISS konnte für die GCS mit einer AUC von 0,85 erzielt werden.

Die in der Literatur der vergangenen Jahre angegebenen Validitätslimits variieren jedoch deutlich. Für die Sensitivität beim ISS finden sich Werte von 49% bis 87%, während für die Spezifität Werte zwischen 67% und 95% angegeben werden. Auf der anderen Seite finden sich beim PTS für die Sensitivität Werte zwischen 47% und 83%, während die Werte für die Spezifität zwischen 79% und 86% liegen.^{13, 35, 58, 66}

Grenzen der Traumascores

Die Gründe für derart unterschiedliche Angaben sind vielfältig. Zum einen bestimmen die untersucherabhängigen Grenzen (Reliabilität) von Traumascores ihre Aussagekraft. Hier kommt vor allem die Frage nach der Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit eines Scoring-Systems eine tragende Rolle zu. Für den ISS und den PTS sind solche Grenzen hinsichtlich ihrer Reliabilität bekannt und beschrieben worden.^{52, 96, 104} So differierte zum Beispiel der mittlere ISS bei Mac Kenzie et al. bei 15 unterschiedlichen Untersuchern auf der Grundlage der Erfassung von 375 Traumapatienten zwischen 10,9 und 18,5 Punkten erheblich.⁵² Auch beim PTS konnten untersucherabhängige Fehlerquellen identifiziert werden. Waydas et al.

zeigten untersucherbedingte Unterschiede beim mittleren PTS-Wert von 30,8 bis 39,7 auf.¹⁰⁴

Ein zweiter wichtiger Grund für unterschiedliche Ergebnisse bei der Erfassung und Auswertung von Traumascores ist die sogenannte Praktikabilität, d.h. die Grenzen der Durchführbarkeit eines Scoringsystems. Ein Score lässt sich nur sinnvoll bestimmen, wenn sowohl alle notwendigen Einzelparameter vorhanden sind als auch gewährleistet ist, dass sich für eine korrekte Erfassung der Einzelparameter der zu betreibende Aufwand in einem akzeptablen Rahmen bewegt.

Ein weiterer Grund für Fehlklassifizierungen bei Traumascores stellt die Validität dar. Die Frage, die hierbei zu beantworten ist, ob der jeweilige Score auch genau das misst, was gemessen werden soll. Die Validität eines Klassifizierungssystems ist von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen müssen die Einzelparameter des Klassifizierungssystems klar definiert sein, um gewährleisten zu können, dass die praktischen und theoretischen Fragestellungen, die an einen bestimmten Score gestellt wurden, möglichst exakt durch den Score beantwortet werden können. Zum anderen ist es wichtig, das Patientenkollektiv, auf den ein Score angewendet werden soll, möglichst genau zu kennen, um im Sinne einer Patientenselektion durch bestimmte Aus- und Einschlusskriterien ein adäquates Vergleichskollektiv zu erstellen. Dadurch kann gewährleistet werden, dass das zu untersuchende Patientenkollektiv, für welches der Score verwendet werden soll, vergleichbar ist mit dem Kollektiv, an dem der jeweilige Score evaluiert wurde.

Letztendlich hängen das Endresultat und die daraus gewonnenen Erkenntnisse von der Interpretation der evaluierten Ergebnisse ab, die sich aus dem theoretischen Modell der Scoringsysteme ableiten lassen.

Hinsichtlich möglicher Fehlklassifizierungen wurden im Rahmen der Validitätsanalyse nach der Ermittlung der Trennpunkte (Cut-Off) die durch das jeweilige Testverfahren als negativ klassifizierten Personen ermittelt. Besonders interessant sind hierbei die Patienten, die durch den jeweiligen Test als falsch klassifiziert wurden. Das Kollektiv der falsch-negativ klassifizierten Personen repräsentiert diejenigen Patienten, die durch das jeweilige Testverfahren als überlebend klassifiziert wurden, aber tatsächlich im Verlauf nach dem Traumaereignis verstarben. Beim PTS war in unserer Datenerhebung ein Drittel aller verstorbenen Patienten fälschlicherweise so fehlerklassifiziert worden. Dagegen waren es beim ISS nur 13,9%. Beim Vergleich der

Test-Negativen fällt weiterhin auf, dass bei beiden Scores hinsichtlich des Vergleichs der Mittelwerte die GCS signifikant unterschiedliche Werte aufwies.

Des Weiteren fällt ein hohes Altersmittel von 60,2 Jahren in der Gruppe der durch den ISS falsch-negativ klassifizierten Patienten auf, welches für eine mögliche Fehlerquelle beim ISS spricht. Im Gegensatz zum PTS gibt es beim ISS die Variable Alter nicht. Der Unterschied zu den richtig-negativ klassifizierten Personen war auf dem Niveau von $p < 0,05$ signifikant.

In der Studie von Foltin et al. an 418 Traumapatienten wurde der Einfluß des Verletzungsmusters auf die Vorhersagekraft von vier ausgewählten gebräuchlichen Traumascores (PTS, ISS, TS, TIS) analysiert. Mittels der Methode der logistischen Regressionsanalyse wurde ein Modell zur Suche nach Störfaktoren geschaffen. Als Schwachstellen wurden für den PTS das SHT und das Thoraxtrauma und für den ISS das SHT und das Alter verifiziert.³⁶

Diese Ergebnisse lassen sich auch mit den gefundenen Signifikanzen aus dem Vergleich der Test-Negativen in Einklang bringen. In unserem Kollektiv zeigte der PTS Schwächen beim SHT, der ISS beim SHT und dem Alter.

Auch beim Vergleich der Test-Positiven ist die Gruppe der durch den Test als falsch klassifizierten Personen relevant. Die Gruppe der falsch-positiven Patienten repräsentiert diejenigen Patienten, durch den Traumascore als verstorben klassifiziert wurden, aber im Verlauf nach dem Traumaereignis überlebt haben. Allerdings scheint die klinisch-praktische Bedeutung hier nicht so gravierend zu sein wie bei der Gruppe der durch den Test als falsch-negativ klassifizierten Personen. Der Grund hierfür ist in der Fehlklassifizierung von schwer verletzten Patienten zu sehen, da es durch falsche Annahmen über die Schwere der Verletzung möglicherweise zu einer falschen Einschätzung kommen kann, die Nachteile der Behandlungsstrategien und -algorithmen nach sich ziehen könnten. Bei physiologisch orientierten Scores wird dies deutlicher als bei den anatomisch orientierten Scores. Als Beispiel sei hier der von Champion entwickelte präklinische Traumascore zu erwähnen, bei dem eine sofortige Verlegung in ein Zentrum der Maximalversorgung bei einem Score-Wert ≤ 12 gefordert wurde.²³ Aber auch für den PTS wurden solche Triagen beschrieben. So beschrieben Regel et al. die Notwendigkeit einer prophylaktischen Intubation und Beatmung bei einem $PTS_{\text{Gesamt}} > 30$ oder einem isolierten $PTS_{\text{Thorax}} > 8$.⁷⁷

Unsere Ergebnisse zeigten bei der Betrachtung der durch das Testverfahren als positiv klassifizierten Personen (Prognose Versterben) einen hohen Anteil an falsch-positiv klassifizierten Patienten für den PTS mit $n=56$. Dagegen waren beim ISS nur 28 Personen fehlklassifiziert. Bezugnehmend auf die bereits gezeigten Schwachstellen der Scores zeigte sich auch hier bei beiden Scores eine relative Unterrepräsentierung des SHT. Sowohl beim ISS als auch beim PTS lag der mittlere Score-Wert der GCS in der Gruppe der falsch-positiven Patienten signifikant höher als in der Gruppe der richtig-positiven Patienten. Für die Variable Alter als bekannte Schwachstelle beim ISS konnten in dieser Untersuchung allerdings keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden ($p<0,05$).

Die Ergebnisse aus der Analyse des unerwarteten Outcomes hinsichtlich der Unterschiede der Gruppen Score $< \text{Cut-Off}$ und Score $\geq \text{Cut-Off}$ zeigten sowohl für den PTS als auch für den ISS gute Resultate. Für die Mortalität im Krankenhaus lagen die Unterschiede erwartungsgemäß auf hohem Niveau ($p<0,001$). Allerdings lag die Mortalität in der Gruppe Score $\geq \text{Cut-Off}$ beim PTS mit 30% deutlich unterhalb des ISS mit 52,5%. Das bedeutet, dass nach dem PTS ungefähr jeder dritte Patient versterben würde, falls er einen Score ≥ 33 aufweist. Dagegen würde beim ISS ungefähr jeder zweite Patient versterben bei einem Scorewert ≥ 41 . Auf der anderen Seite zeigt die Mortalität von 9,9% beim PTS in der Gruppe Score $< \text{Cut-Off}$ eine Überlebenschance von 9/10, d.h. jeder zehnte Patient würde fälschlicherweise als überlebend klassifiziert und im Verlauf nach dem Traumaereignis versterben. Der ISS verzeichnete hier deutlich bessere Werte. Die Mortalität in der Gruppe Score $< \text{Cut-Off}$ lag bei 3,5%. Das würde bedeuten, dass nur jeder 28. Patient trotz guter Überlebensprognose versterben würde.

Betrachtet man die definierten Outcomekriterien im Sinne der Kriterien für die Morbidität, so zeigten die Ergebnisse fast einheitlich deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen Score $< \text{Cut-Off}$ und Score $\geq \text{Cut-Off}$. So kann auf teils hohem Signifikanzniveau ein weiteres Mal ein signifikanter Zusammenhang der Scores PTS und ISS mit der Morbidität gezeigt werden. Dies betrifft im Einzelnen die Größen Gesamthospitalisation, intensivstationäre Hospitalisation und intensivstationäre Beatmungszeit sowie die definierten Inzidenzen zu einzelnen Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation wie z.B. Beatmung, (Multi-) Organversagen, Massentransfusion, Katecholamintherapie, Thoraxdrainage und Tracheostomie.

4.4 Prognosefähigkeit der Traumascores

TRISS-Analyse

Anatomische Scores gelten durch ihre präzise Beschreibung der Verletzungsschwere als besonders objektiv. Die Abhängigkeit der anatomischen Scores von der subjektiven Einschätzung des Untersuchers konnte jedoch nachgewiesen werden.¹⁰⁴ Die Aussagekraft von anatomischen Scores scheint durch die isolierte Betrachtung von pathologisch-anatomischen Kriterien begrenzt.²⁵ Die TRISS-Methode kombinierte deshalb zur Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit den „Revised Trauma Score“ (RTS), den „Injury Severity Score“ (ISS), das Patientenalter und den Verletzungsmechanismus.¹⁴ Die zur TRISS-Berechnung verwendeten Regressionskoeffizienten wurden in Rahmen der „Major Trauma Outcome Study“ anhand von über 20000 Patienten ermittelt. Mit der TRISS-Methode konnten 99,3% der Überlebenden des damaligen Kollektivs korrekt eingeschätzt werden. Die Sensitivität lag damals bei den penetrierenden Verletzungen bei 80% und bei den stumpfen Verletzungen bei 58,8%.²¹ Die TRISS-Methode liefert als Score ein Vorhersagemodell, mit dem sich für den individuellen Patienten eine Überlebenswahrscheinlichkeit p angeben lässt. Deswegen galt die Methode als vergleichendes Messinstrument als internationaler Standard.

In unserem Patientenkollektiv lag die Sensitivität beim TRISS bei 83,3%, die Spezifität bei 83,6%. Das bedeutet, dass sich mit Hilfe der TRISS-Methode das Versterben mit 83,6% und das Überleben mit 83,3% voraussagen lässt, wenn die individuelle Überlebenswahrscheinlichkeit für das Versterben $p \geq 0,63$ und für das Überleben $p < 0,63$ beträgt. Die Gesamtprognosefähigkeit beim TRISS lag bei 83,6%. Im Gegensatz dazu konnte der PTS das Versterben mit 66,7% und das Überleben mit 66,7% voraussagen. Die Gesamtprognosefähigkeit lag hier bei 66,2%. Deutlich bessere Werte zeigte diesbezüglich der ISS. Er konnte in 86,1% das Versterben und in 83,0% das Überleben prognostizieren. Die Gesamtprognose lag hier bei 83,6%.

Im Vergleich zum TRISS zeigte der ISS bei unseren Daten somit eine etwa gleich gute Prognosefähigkeit. Das verdeutlicht auch die graphische Darstellung der „Receiver Operating Characteristic“ (ROC), durch die sich eine bildliche Beschreibung der Güte eines Traumascores herstellen lässt. Die nahezu deckungsgleichen exponentiellen Kurven des TRISS und ISS, die sich aus der Sensitivität (Y-Achse) und 1-Spezifität (x-Achse) zusammensetzen, wurden gezeigt (s. Ergebnisteil 3.10.2). Darüber hinaus konnte zusätzlich durch die mathematische

Auswertung an Hand der „Area under the Curve“ (AUC) die statistische Relevanz untermauert werden. Die AUC des TRISS lag mit 0,91 genauso hoch wie die des ISS. Der PTS erzielte mit einer AUC von 0,68 ein nicht so gutes Ergebnis. Der TRISS zeigte eine „Power“ von 69%. Das bedeutet, dass sich in 69% der Fälle im Falle des Vorliegens eines positiven Testergebnisses (Prognose Tod) eine korrekte Vorhersage erzielen ließ. Die „Power“ beim ISS lag nur etwas darunter mit 52,5%. Dagegen zeigte der PTS mit 30% den schlechtesten Wert. Auf der anderen Seite spiegelt der negative Vorhersagewert die Prognose der überlebenden Patienten wieder. Er errechnet sich aus der Anzahl der tatsächlich überlebenden Test-Negativen. Erwartungsgemäß lag dieser Wert beim TRISS sehr hoch mit 95,6%, verglichen hierzu lag der ISS auf ähnlichem Niveau mit 96,5%. Der PTS schnitt mit 90,1% etwas schlechter ab, zeigte aber trotzdem immer noch eine sehr gute Prognosefähigkeit. Durch die Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit nach der TRISS-Methode konnte innerhalb der Major Trauma Outcome Study eine Spezifität (Überlebenswahrscheinlichkeit) von über 99% erzielt werden.²² Im hier untersuchten Kollektiv ohne leichter verletzte Personen erreichte der TRISS eine Spezifität von 83,6%.

Standardisierte Mortalitätsrate

Mit Hilfe der TRISS-Methode läßt sich die sogenannte „standardisierte Mortalitätsrate“ (SMR) berechnen. Als Quotient aus der durch die TRISS-Methode berechneten erwarteten Mortalität und der tatsächlichen Mortalität des untersuchten Patientenkollektives funktioniert sie zur inner- und interklinischen Qualitätssicherung.⁸⁴ Die TRISS-prognostizierte Mortalität lag bei 26,98%, die tatsächliche Krankenhausmortalität lag bei 17,91%. Daraus ergab sich eine standardisierte Mortalitätsrate von 0,6638. Dies spricht für eine suffiziente Polytraumaversorgung. Der 2009 von Lefering et al. publizierte „RISC“-Score stellt eine Weiterentwicklung des TRISS dar und ist im Moment der Standard bei der Beurteilung der Letalitätsprognose beim polytraumatisierten Patienten.⁵⁰ Bei der Betrachtung der SMR der letzten 10 Jahre verzeichnete die DGU national stetig sinkende Werte, was für eine kontinuierliche Verbesserung der Polytraumaversorgung spricht. Dies deckt sich auch mit der sinkenden Letalität des polytraumatisierten Patienten innerhalb der letzten Jahre (Letalität 14,3%, Stand Traumaregister bis Ende 2009).⁶

Der Anspruch einer stetigen Verbesserung der Versorgungsqualität beim Polytrauma wird auch in Zukunft nicht ohne objektive Bewertungsstandards und Kontrollinstrumente wie Scores auskommen. Die Aussagekraft der Scores wird jedoch weiterhin von der Expertise der behandelnden Ärzte und Kliniken abhängig bleiben.

Literaturverzeichnis

1. Rating the severity of tissue damage. I. The abbreviated scale. *JAMA*. 1971;215:277-280.
2. Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.v. http://www.dgu-traumanetzwerk.de/images/stories/downloads/literatur/dgu_weissbuch_a4_internetendgueltige_version.pdf . 1-9-2006.
3. [Trauma register of the German Society of Trauma Surgery. "Scoring" study committee of the German Society of Trauma Surgery]. *Unfallchirurg*. 1994;97:230-237.
4. American College of Surgeons. Field categorization of trauma index. *Bull Am Coll Surg*. 2005;2:28-32.
5. Arbeitsgemeinschaft Polytrauma. Jahresbericht des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/Jahresbericht_2001.pdf . 1-8-2002.
6. Arbeitskreis Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Jahresbericht 2010. http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/jahresbericht_2010.pdf . 2011.
7. Baker SP, O'Neill B. The injury severity score: an update. *J Trauma*. 1976;16:882-885.
8. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14:187-196.
9. Bergeron E, Lavoie A, Clas D et al. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia. *J Trauma*. 2003;54:478-485.
10. Blauth M, Knop C, Bastian L, Krettek C, Lange U. [Complex injuries of the spine]. *Orthopade*. 1998;27:17-31.
11. Bone RC. Let's agree on terminology: definitions of sepsis
1. *Crit Care Med*. 1991;19:973-976.

12. Bouillon B, Kramer M, Paffrath T, Dimmeler S, Neugebauer E, Tiling T. [Quality assurance in the management of severely ill patients: how can score systems help?]. *Unfallchirurg*. 1994;97:191-198.
13. Bouillon B, Kramer M, Tiling T, Neugebauer E. [Trauma score systems as instruments in quality control. A prospective study on validation of 7 trauma score systems with 612 trauma patients]. *Unfallchirurg*. 1993;96:55-61.
14. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987;27:370-378.
15. Braunsteiner T and Simko P. Aussagekraft von Polytrauma-Scores in der Akutphase. 6. Deutsch-Österr.-Schweiz. Unfalltagung. Hefte zu der Unfallchirurg Heft 230, 1329-1333. 1-1-1993. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
16. Breasted JH. The Edwin Smith Papyrus. 1930. University of Chicago, Illinois.
17. Bühren V. [Pathophysiology of shock]. *Unfallchirurg*. 1996;99:207-220.
18. Carrillo EH, Richardson JD, Malias MA, Cryer HM, Miller FB. Long term outcome of blunt trauma care in the elderly. *Surg Gynecol Obstet*. 1993;176:559-564.
19. Cera SM, Mostafa G, Sing RF, Sarafin JL, Matthews BD, Heniford BT. Physiologic predictors of survival in post-traumatic arrest. *Am Surg*. 2003;69:140-144.
20. Champion HR, Copes WS, Buyer D, Flanagan ME, Bain L, Sacco WJ. Major trauma in geriatric patients. *Am J Public Health*. 1989;79:1278-1282.
21. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ et al. A new characterization of injury severity. *J Trauma*. 1990;30:539-545.
22. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ et al. The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care. *J Trauma*. 1990;30:1356-1365.
23. Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, Copes W, Fouty WJ. Trauma score. *Crit Care Med*. 1981;9:672-676.
24. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 1989;29:623-629.

25. Champion HR, Sacco WJ, Hunt TK. Trauma severity scoring to predict mortality. *World J Surg.* 1983;7:4-11.
26. Champion HR, Sacco WJ, Lepper RL, Atzinger EM, Copes WS, Prall RH. An anatomic index of injury severity. *J Trauma.* 1980;20:197-202.
27. Cheadle WG, Wilson M, Hershman MJ, Bergamini D, Richardson JD, Polk HC, Jr. Comparison of trauma assessment scores and their use in prediction of infection and death
1. *Ann Surg.* 1989;209:541-545.
28. Committee on Injury Scaling. Abbreviated injury scale 1990 revision. Association for the Advancement of Automovement Medicine, Des Plaines, Ill. 1990.
29. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ et al. Progress in characterizing anatomic injury. *J Trauma.* 1990;30:1200-1207.
30. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ, Lawnick MM, Keast SL, Bain LW. The Injury Severity Score revisited. *J Trauma.* 1988;28:69-77.
31. Cowley RA, Dunham CM. Shock trauma/critical manual. Initial assessment and management. University Park Press . 1982. Baltimore.
32. Feinstein AR. *Clinical epidemiology. The architecure of clinical research.* Philadelphia: Saunders; 1985.
33. Fialka C, Sebok C, Kemetzhofer P, Kwasny O, Sterz F, Vecsei V. Open-chest cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest in cases of blunt chest or abdominal trauma: a consecutive series of 38 cases. *J Trauma.* 2004;57:809-814.
34. Finelli FC, Jonsson J, Champion HR, Morelli S, Fouty WJ. A case control study for major trauma in geriatric patients. *J Trauma.* 1989;29:541-548.
35. Foltin E, Helml F, Rodemund C, Haller H. [Polytrauma and predicting fatality. Comparative evaluation of the value of the Kirkpatrick-Youmans Trauma Index (TI), Schreinlechner-Eber modified TI (TI mod.), and the Baker Injury Severity Score]. *Unfallchirurgie.* 1993;19:81-88.
36. Foltin E, Stockinger A. [Effects of injury pattern on the predictability of 4 multiple trauma scores. Presentation of a method for identifying artifacts]. *Unfallchirurg.* 1999;102:98-109.

37. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart
1. *J Trauma*. 1985;25:60-64.
38. Grote S, Bocker W, Mutschler W, Bouillon B, Lefering R. Diagnostic value of the glasgow coma scale for traumatic brain injury in 18,002 patients with severe multiple injuries. *J Neurotrauma*. 2011;28:527-534.
39. Gustafson DH, Fryback DG, Rose JH et al. An evaluation of multiple trauma severity indices created by different index development strategies
1. *Med Care*. 1983;21:674-691.
40. Haas NP, Lindner T, Bail HJ. [Developments in polytrauma management. Priority-based strategy]. *Chirurg*. 2007;78:894-901.
41. Harviel JD, Landsman I, Greenberg A, Copes WS, Flanagan ME, Champion HR. The effect of autopsy on injury severity and survival probability calculations
2. *J Trauma*. 1989;29:766-772.
42. Hawkins ML, Treat RC, Mansberger AR, Jr. The trauma score: a simple method to evaluate quality of care
1. *Am Surg*. 1988;54:204-206.
43. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M et al. Outcome in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. *Resuscitation*. 2007;75:276-285.
44. Huber-Wagner S, Qvick M, Mussack T et al. Massive blood transfusion and outcome in 1062 polytrauma patients: a prospective study based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *Vox Sang*. 2007;92:69-78.
45. Huber-Wagner S, Stegmaier J, Mathonia P et al. The sequential trauma score - a new instrument for the sequential mortality prediction in major trauma. *Eur J Med Res*. 2010;15:185-195.
46. Jennett B, Teasdale G, Galbraith S et al. Severe head injuries in three countries. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1977;40:291-298.
47. Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytrauma. *Injury*. 2005;36:691-709.
48. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system
1. *Crit Care Med*. 1985;13:818-829.
49. Kohlhammer W. *Handbuch der internationalen Klassifikationen der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen*. Statistisches Bundesamt Wiesbaden; 1968.

50. Lefering R. Development and validation of the Revised Injury Severity Classification (RISC) score for severely injured patients. *Europ J Trauma Emerg Surg.* 2009;437-447.
51. Levati A, Farina ML, Vecchi G, Rossanda M, Marrubini MB. Prognosis of severe head injuries. *J Neurosurg.* 1982;57:779-783.
52. MacKenzie EJ, Shapiro S, Eastham JN. The Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score. Levels of inter- and intrarater reliability
4. *Med Care.* 1985;23:823-835.
53. Malone DL, Dunne J, Tracy JK, Putnam AT, Scalea TM, Napolitano LM. Blood transfusion, independent of shock severity, is associated with worse outcome in trauma. *J Trauma.* 2003;54:898-905.
54. Martin SK, Shatney CH, Sherck JP et al. Blunt trauma patients with prehospital pulseless electrical activity (PEA): poor ending assured. *J Trauma.* 2002;53:876-880.
55. Moreau M, Gainer PS, Champion H, Sacco WJ. Application of the trauma score in the prehospital setting. *Ann Emerg Med.* 1985;14:1049-1054.
56. Morris JA, Jr., Auerbach PS, Marshall GA, Bluth RF, Johnson LG, Trunkey DD. The Trauma Score as a triage tool in the prehospital setting
1. *JAMA.* 1986;256:1319-1325.
57. Nast-Kolb D, Ruchholtz S. [Quality management in early clinical treatment of severely injured patients]. *Unfallchirurg.* 1999;102:337.
58. Nast-Kolb D, Waydhas C, Jochum M et al. [Biochemical factors as objective parameters for assessing the prognosis in polytrauma]. *Unfallchirurg.* 1992;95:59-66.
59. Norwood S, Fernandez L, England J. The early effects of implementing American College of Surgeons level II criteria on transfer and survival rates at a rural based community hospital. *J Trauma.* 1995;39:240-244.
60. Obertacke U, Neudeck F, Wihs HJ, Schmit-Neuerburg KP. [Cost analysis of primary care and intensive care treatment of multiple trauma patients]
1. *Unfallchirurg.* 1997;100:44-49.
61. Oestern HJ, Kabus K. Der Polytraumaschlüssel PTS: Ein einfaches Kriterium zur Analyse der Verletzungsschwere. *Heft Unfallheilkd.* 1993;230:1316-1321.
62. Oestern HJ, Kabus K. Allgemeine Aspekte. *Unfallchirurgie Traumamanagement.* Berlin: Tscherne H.; Regel G.; 1997:225-238.

63. Oestern HJ, Kabus K. [Comparison of various trauma score systems. An overview]. *Unfallchirurg*. 1994;97:177-184.
64. Oestern HJ, Kabus K. [The classification of the severely and multiply injured-- what has been established?]. *Chirurg*. 1997;68:1059-1065.
65. Oestern HJ, Kabus K, Neumann C. Der Hannoversche Polytraumaschlüssel. *Hefte Unfallheilkd*. 1991;220:210-215.
66. Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M. [Classification of the severity of injury]. *Unfallchirurg*. 1985;88:465-472.
67. Ornato J, Mlinek EJ, Jr., Craren EJ, Nelson N. Ineffectiveness of the trauma score and the CRAMS scale for accurately triaging patients to trauma centers 1. *Ann Emerg Med*. 1985;14:1061-1064.
68. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997;43:922-925.
69. Pal J, Brown R, Fleischer D. The value of the Glasgow Coma Scale and Injury Severity Score: predicting outcome in multiple trauma patients with head injury. *J Trauma*. 1989;29:746-748.
70. Perdue PW, Watts DD, Kaufmann CR, Trask AL. Differences in mortality between elderly and younger adult trauma patients: geriatric status increases risk of delayed death. *J Trauma*. 1998;45:805-810.
71. Peterson DL, Schinco MA, Kerwin AJ, Griffen MM, Pieper P, Tepas JJ. Evaluation of initial base deficit as a prognosticator of outcome in the pediatric trauma population. *Am Surg*. 2004;70:326-328.
72. Pickens JJ, Copass MK, Bulger EM. Trauma patients receiving CPR: predictors of survival. *J Trauma*. 2005;58:951-958.
73. Powell DW, Moore EE, Cothren CC et al. Is emergency department resuscitative thoracotomy futile care for the critically injured patient requiring prehospital cardiopulmonary resuscitation? *J Am Coll Surg*. 2004;199:211-215.
74. Probst C, Richter M, Haasper C et al. [Trauma and accident documentation in Germany compared with elsewhere in Europe]. *Chirurg*. 2008;79:650-656.
75. Regel G, Schmidt U, Tscherne H. Allgemeine Aspekte. *Unfallchirurgie Traumamanagement*. Berlin: Regel G; Tscherne H; 1997:3-13.
76. Regel G, Lobenhoffer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H. [Results of treatment of polytraumatized patients. A comparative analysis of

3,406 cases between 1972 and 1991]

1. *Unfallchirurg*. 1993;96:350-362.

77. Regel G, Pape HC, Pohlemann T, Seekamp A, Bosch U, Tscherne H. [Scores as decision aids]. *Unfallchirurg*. 1994;97:211-216.
78. Reih HB, Reith C, Kozuschek W, and Lauserg G. Klassifizierung der Verletzungsschwere durch verschiedene Polytraumascor- eine Analyse des eigenen Patientengutes. 6.Deusch-Österr.-Schweiz.Unfalltagung Heft 230, 1325-1329. 1-1-1993. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
79. Renner N., Rosso R., Harder F. Chirurgie. In: Bruch H.P., Trezz O., eds. München: Urban und Fischer; 2001:327-331.
80. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Lefering R, Neugebauer E. Base deficit development and its prognostic significance in posttrauma critical illness: an analysis by the trauma registry of the Deutsche Gesellschaft für unfallchirurgie. *Shock*. 2001;15:83-89.
81. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Neugebauer E. [Base excess as prognostic indicator in patients with polytrauma]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2002;37:347-349.
82. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Schlosser LE, Neugebauer E. [Predicting the outcome in severe injuries: an analysis of 2069 patients from the trauma register of the German Society of Traumatology (DGU)]. *Unfallchirurg*. 2001;104:230-239.
83. Rocca B, Martin C, Viviani X, Bidet PF, Saint-Gilles HL, Chevalier A. Comparison of four severity scores in patients with head trauma. *J Trauma*. 1989;29:299-305.
84. Ruchholtz S. [The Trauma Registry of the German Society of Trauma Surgery as a basis for interclinical quality management. A multicenter study of the German Society of Trauma Surgery]. *Unfallchirurg*. 2000;103:30-37.
85. Ruchholtz S, Waydhas C, Ose C, Lewan U, Nast-Kolb D. Prehospital intubation in severe thoracic trauma without respiratory insufficiency: a matched-pair analysis based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *J Trauma*. 2002;52:879-886.
86. Schweiberer L, Dambe LT, Klapp F. [Multiple injuries: severity and therapeutic measures]. *Chirurg*. 1978;49:608-614.
87. Seefelder C, Matzek M, Rossi R. Polytrauma-Bewertungsskalen-Teil I:Aufgaben, Anforderungen, Einteilungen. *Notfallmedizin*. 1988;14:227-236.

88. Shaftan GW. The initial evaluation of the multiple trauma patient. *World J Surg.* 1983;7:19-25.
89. Shimazu S, Shatney CH. Outcomes of trauma patients with no vital signs on hospital admission. *J Trauma.* 1983;23:213-216.
90. Siegel JH, Rivkind AI, Dalal S, Goodarzi S. Early physiologic predictors of injury severity and death in blunt multiple trauma. *Arch Surg.* 1990;125:498-508.
91. Smith EJ, Ward AJ, Smith D. Trauma scoring methods
1. *Br J Hosp Med.* 1990;44:114-118.
92. Soar J, Deakin CD, Nolan JP et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 7. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation.* 2005;67 Suppl 1:S135-70.:S135-S170.
93. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. GENESIS-Online Datenbank.
<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> . 1-4-2011.
94. Taylor MD, Tracy JK, Meyer W, Pasquale M, Napolitano LM. Trauma in the elderly: intensive care unit resource use and outcome. *J Trauma.* 2002;53:407-414.
95. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet.* 1974;2:81-84.
96. Teijink JA, Dwars BJ, Patka P, Haarman HJ. Scoring multitrauma patients: which scoring system? *Injury.* 1993;24:13-16.
97. Trenz O., Stocker R. Klinische Versorgung des Polytraumatisierten. *Unfallchirurgie.* München (u.a.): Rüter A; 1996:237-243.
98. Trupka A, Waydhas C, Nast-Kolb D, Schweiberer L. Early intubation in severely injured patients. *Eur J Emerg Med.* 1994;1:1-8.
99. Tryba M, Brüggemann H, Echtermeyer V. Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen im Notarzteinsetzsystem. *Notfallmedizin.* 1980;6:725-727.
100. Tscherne H, Regel G, Pape HC, Pohlemann T, Krettek C. Internal fixation of multiple fractures in patients with polytrauma. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;62-78.
101. Tscherne H, Sturm JA, Regel G. [Prognostic significance of early management as exemplified by the accident patient]
5. *Langenbecks Arch Chir.* 1987;372:37-42.

102. Vincent JL, Moreno R, Takala J et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine
1. *Intensive Care Med.* 1996;22:707-710.
103. Waydhas C, Nast-Kolb D. Scores in polytrauma--do they help? *Langenbecks Arch Surg.* 1998;383:209-213.
104. Waydhas C, Nast-Kolb D, Trupka A et al. [Trauma scores: reproducibility and reliability]. *Unfallchirurg.* 1992;95:67-70.
105. Weiss M, Bernoulli L, Zollinger A. [The NACA scale. Construct and predictive validity of the NACA scale for prehospital severity rating in trauma patients]
4. *Anaesthetist.* 2001;50:150-154.
106. Welkerling H, Wening JV, Langendorff HU, Jungbluth KH. [Computer-assisted data analysis of injuries of the skeletal system in polytrauma patients]
14. *Zentralbl Chir.* 1991;116:1263-1272.
107. Wick M, Ekkernkamp A, Muhr G. [The epidemiology of multiple trauma].
Chirurg. 1997;68:1053-1058.

Lebenslauf

“Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.“

Erklärung

„Ich, Thomas Rösner, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: ‚Vergleich des Injury Severity Score und des Polytraumaschlüssels hinsichtlich ihrer Aussagekraft für das Outcome beim polytraumatisierten Patienten‘ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, 21.02.2012

Unterschrift

Danksagung

Herzlich bedanken möchte ich mich für das Thema, die fachliche Unterstützung und Anregungen bei PD Dr.H.J.Bail

Ich danke meinen lieben Eltern, die mich auf dem Weg durch meine Ausbildung immer begleitet und unterstützt haben.

Ich danke Imke für ihren liebevollen Rückhalt,
ihre Ermutigung und Unterstützung

Anhang

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der gebräuchlichsten Traumascores	11
Tabelle 2: SOFA-Score ab Schweregrad > 2	16
Tabelle 3: „Abbreviated Injury Scale“ (Revision 1990) ²⁸	18
Tabelle 4: Erfassungsbogen des Injury Severity Score	19
Tabelle 5: Erfassungsbogen des Polytraumaschlüssels	20
Tabelle 6: Revised Trauma Score. Ermittlung der Werte	21
Tabelle 7: TRISS-Koeffizienten bei unterschiedlichem Traumamechanismus	22
Tabelle 8: Altersverteilung des Patientenkollektives	26
Tabelle 9: Letalität innerhalb der Altersgruppen	27
Tabelle 10: Geschlechterverteilung der Patientenpopulation	28
Tabelle 11: Einteilung des Todeszeitpunktes in drei Phasen	29
Tabelle 12: Transportmittel	30
Tabelle 13: Unfallursachen	31
Tabelle 14: Unfallhergang	32
Tabelle 15: Unfallursache und Unfallhergang	33
Tabelle 16: Vitalparameter zum Zeitpunkt der Prädiktion	38
Tabelle 17: Vergleich von präklinischen Therapiemaßnahmen	39
Tabelle 18: Vitalparameter in der Notaufnahme	40
Tabelle 19: Verlauf bis zur Aufnahme auf die Intensivstation	41
Tabelle 20: Vergleich von klinischen Therapiemaßnahmen	42
Tabelle 21: Aufenthalt und Beatmung auf der Intensivstation	43
Tabelle 22: Vergleich des Status bei Aufnahme auf der Intensivstation	44
Tabelle 23: Vergleich von Parametern zu Organdysfunktion auf der Intensivstation	45
Tabelle 24: Vergleich von Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation	46
Tabelle 25: NACA-Index	47
Tabelle 26: PTS-Gruppenverteilung	52
Tabelle 27: Verteilung der Letalität innerhalb der PTS-Gruppen	53
Tabelle 28: Mittelwertvergleich der Traumascores und des Alters (Gesamtkollektiv)	56
Tabelle 29: Mittelwertvergleich der Traumascores und des Alters (Kollektiv der Verstorbenen)	58
Tabelle 30: Vergleich des PTS mit Kriterien der Morbidität (Inzidenzen ICU)	60
Tabelle 31: Vergleich des ISS mit Kriterien der Morbidität (Inzidenzen ICU)	63
Tabelle 32: Korrelation von PTS und ISS	66

Tabelle 33: Korrelation der Traumascores mit der Mortalität	67
Tabelle 34: Korrelation der Traumascores mit der Morbidität (Inzidenzen ICU)	69
Tabelle 35: Korrelation der Traumascores mit der Morbidität (Hospitalisation).....	70
Tabelle 36: Ermittlung der Cut-Off-Punkte	71
Tabelle 37: Validitätsmerkmale und Cut-Off-Punkte	72
Tabelle 38: Vergleich von falsch-negativen und richtig negativen Daten beim PTS	74
Tabelle 39: Vergleich von falsch-negativen und richtig negativen Daten beim ISS	75
Tabelle 40: Vergleich von falsch-positiven und richtig-positiven Daten beim PTS.....	76
Tabelle 41: Vergleich von falsch-positiven und richtig-positiven Daten beim ISS	76
Tabelle 42: Outcomevergleich bei gegebenem Cut-Off beim Polytraumaschlüssel.....	77
Tabelle 43: Outcomevergleich bei gegebenem Cut-Off beim Injury Severity Score	78
Tabelle 44: Vorhersagegenauigkeit beim TRISS	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der verstorbenen und überlebenden Patienten in verschiedenen Altersgruppen	27
Abbildung 2: Verteilung der Letalität innerhalb der Altersgruppen	28
Abbildung 3: Geschlechterverteilung innerhalb der Altersgruppen	29
Abbildung 4: Unfallursachen.....	31
Abbildung 5: Prozentuale Verteilung des Verletzungsmusters.....	36
Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Verletzung bei ISS \geq 16 und AIS \geq 3	37
Abbildung 7: Verteilung des NACA-Index.....	47
Abbildung 8: Verteilung der Glasgow Coma Scale.....	48
Abbildung 9: Verteilung der Glasgow Coma Scale bei Überleben und Tod	49
Abbildung 10: Verteilung des Polytraumaschlüssels.....	50
Abbildung 11: Verteilung des Polytraumaschlüssels bei Überleben und Tod	51
Abbildung 12: Gruppenverteilung des Polytraumaschlüssels	52
Abbildung 13: Verteilung des Injury Severity Score	54
Abbildung 14: Verteilung des Injury Severity Score bei Überleben und Tod.....	55
Abbildung 15: Darstellung der Traumascores und des Alters in den Gruppen	57
Abbildung 16: Darstellung der Traumascores und des Alters der Gruppen.....	59
Abbildung 17: Darstellung des PTS bei verschiedenen Komplikationen auf der Intensivstation im Boxplot-Diagramm. Y-Achse: PTS [Punkte]	61
Abbildung 18: Darstellung des PTS bei verschiedenen Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation im Boxplot-Diagramm. Y-Achse: PTS [Punkte]	62
Abbildung 19: Darstellung des ISS bei verschiedenen Komplikationen auf der Intensivstation im Boxplot. Y-Achse: ISS [Punkte]	64
Abbildung 20: Darstellung des ISS bei verschiedenen Therapiemaßnahmen auf der Intensivstation im Boxplot. Y-Achse: ISS [Punkte]	65
Abbildung 21: Korrelation des Injury Severity Score mit der Krankenhausmortalität und	67
Abbildung 22: Korrelation des Polytraumaschlüssels mit der Krankenhausmortalität und	68
Abbildung 23: Receiver Operating Characteristic beim PTS und ISS	73
Abbildung 24: Vergleich der ROC-Kurven von TRISS, PTS und ISS.....	80

Glossar

AF	Atemfrequenz
AI	Anatomic Index
AIS	Abbreviated Injury Scale
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AP	Anatomisches Profil
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ASCOT	A Severity Classification of Trauma
AUC	Area Under Curve
BE	Base Excess
CK	Creatinkinase
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
CT	Computertomographie
Cutt-Off	Trennpunkt
DC	Damage Control
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
EC	Early to Care
EDH	Epiduralhämatom
EK	Erythrozytenkonzentrat
FFP	Fresh Frozen Plasma
GCS	Glasgow Coma Scale
GOS	Glasgow Outcome Scale
Hb	Hämoglobin
HTI	Hospital Trauma Index
ICB	Intracerebrale Blutung
ICD	International Classification of Diseases
ICU	Intensiv Care Unit
ISS	Injury Severity Score
KH	Krankenhaus
MOV	Multiorganversagen
MW	Mittelwert
Na	Natrium
NACA	National Advisory Committee of Aeronautics
NAW	Notarztwagen
NISS	New Injury Severity Score
OP	Operation, Operationsaal

OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PaO ₂ / FiO ₂	Horowitz-Index
PTS	Polytraumaschlüssel
ROC	Receiver Operating Characteristic
rPTS	Revidierter Polytraumaschlüssel
RRsys.	Systolischer Blutdruck
RTH	Rettungshubschrauber
RTS	Revised Trauma Score
RTW	Rettungswagen
SAB	Subarachnoidalblutung
SD	Standardabweichung
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
SIRS	Systemic Inflammatory Response Syndrome
SOFA	Sequential Organ Failure Assesement
SpO ₂	Sauerstoffsättigung
SMR	Standartisierte Mortalitätsrate
TPZ	Thromboplastinzeit
TRISS	Trauma Injury Severity Score
TS	Trauma Score
ZNS	Zentrales Nervensystem

Traumaregister-Erhebungsbogen



Leitfaden zur Ausfüllung des Traumaregister – Erhebungsbogens

Der Erhebungsbogen besteht aus 5 Seiten, die zu 4 festgelegten Zeitpunkten ausgefüllt werden.
Eingeschlossen werden alle Patienten, die über den Schockraum aufgenommen werden und potentiell intensivpflichtig sind.
 Weitere Einzelheiten können auch dem Manual über das Traumaregister bzw. unter www.traumaregister.de entnommen werden.

Zeitpunkt A: Präklinik (Erstbefund, Therapie)

Dieser Befund ist am besten mit dem einliefernden Notarzt oder anhand des Notarztprotokolles unmittelbar bei Schockraumaufnahme zu erheben. Die AG Polytrauma empfiehlt die Verwendung des Notarzteinsatzprotokolls nach den Empfehlungen der DIVI ab Version 4.0, da die Inhalte durch die Fachgesellschaften abgestimmt sind.

Der Bogen sollte für alle primär aufgenommenen Patienten ausgefüllt werden. Für die sekundär zuverlegten Patienten ist nur der hervorgehobene Kasten **Unfall-Anamnese** zu erfassen.

Index: Der Index besteht aus zwei Zahlengruppen. Die vorangestellte 5-stellige Zahlengruppe für die Postleitzahl Ihrer Klinik und die nachgestellte 5-stellige Zahlengruppe für eine klinikinterne, eindeutige Dokumentationsnummer, die Sie selbst vergeben (z.B. 02001 für Patient 001 im Jahr 2002).

Vitalparameter: Es sollten die von der Therapie unbeeinflussten Werte bei Eintreffen des Notarztes erfasst werden.

Therapie: **Thoraxdrainage** erfasst jede Form der Pleuraentlastung.
Analgesiedierung erfasst Analgetika, Sedativa oder Narkotika.

NACA-Index: I=geringfügige Störung, II=ambulante Abklärung, III=station. Behandlung, IV=akute Lebensgefahr nicht auszuschließen, V=akute Lebensgefahr, VI=Reanimation, VII=Tod

Zeitpunkt B: Notaufnahme (Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)

Weiterversorgung: Wurde Ihr klinikeigenes Schockraum-Protokoll regulär beendet oder musste die Diagnostik vorzeitig abgebrochen werden? Wenn die Diagnostik vorzeitig abgebrochen wurde, sollten Sie angeben, ob die **fehlende** Diagnostik vor Aufnahme auf die Intensivstation komplettiert wurde.

Therapie: Alle Angaben beziehen sich auf den Zeitraum von Schockraum bis Intensivstation, ggf. einschließlich Operation. Die präklinische Phase wird nicht berücksichtigt. Eine **akute externe Frakturstabilisierung** umfasst alle während der Schockraumphase *ausserhalb des OP* durchgeführten Frakturstabilisierungen, wie Beckenfixateur, Beckenzwinge, Halo-Fixateur und jede sonstige Fraktur-Fixation.

Zeitpunkt C: Intensivstation (Aufnahmebefund, Verlauf)

Organversagen: Der **SOFA-Score** (Vincent et al (1996), *Intensive Care Med.* 22: 707-710) bewertet die Organdysfunktion bzw. -versagen von 6 Organen in jeweils 4 Schweregradstufen. Im Rahmen der Traumaregister-Dokumentation soll ein Schweregrad > 2 dokumentiert werden:

Organsystem	Parameter	SOFA-Score > 2 Punkte
1. Atmung (Lunge)	Pa O ₂ /Fi O ₂ (mit Beatmung)	< 200 mm Hg
2. Koagulation	Thrombozyten	< 50.000 / mm ³
3. Leber	Bilirubin	≥ 6,0 mg/dL
4. Herz-Kreislauf	Katecholamindosis	Dopamin > 5 µg/kg·min oder jegliche Adrenalin- / Noradrenalin-Gabe
5. ZNS	Glasgow Coma Scale (GCS)	< 10 Punkte
6. Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge pro Tag	≥ 3,5 mg/dL oder < 500 ml/Tag

Sepsis: Nach den Kriterien von **Bone et al (1991)**, *Critical Care Med.* 19: 973-976: Klinischer Beweis einer Infektion mit Tachypnoe >20/min oder Beatmung >10l/min, Tachykardie >90/min, Hyper- bzw. Hypothermie >38,0° bzw. <35,5° C.

Beatmungstherapie: Intubation endet mit endotrachealer Extubation bzw. Dekanülierung bei Tracheotomie.

Zeitpunkt D: Abschluss (D1: Outcome, D2 und D3: Diagnosen, Operationen, Therapieschema)

D2 und D3: D3 entspricht D2 und dient lediglich dazu, weitere Diagnosen erfassen zu können.

Diagnose: ICD10(2) dient dazu, offene Verletzungen zu klassifizieren, da der ICD10 diese nicht mehr abbildet.

Operation: Unter 1. und 2. sollten die beiden führenden Operationen der Diagnose aufgeführt werden (z.B. 1. Fixateur externe, 2. Plattenosteosynthese). Alle weiteren Operationen für diese Diagnose können mit ihrer Anzahl erfasst werden, ohne genauer klassifiziert zu werden.

Im Zweifel sollte für alle Bögen immer das ausführliche Manual zu Rate gezogen werden.



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Schwerverletzten-Erhebungsbogen

© DGU 03/2002

Zeitpunkt A: Präklinik (Erstbefund, Therapie)

Index _____ M

Geburtsdatum ____ . ____ . ____ W

Unfall-Anamnese (Pflichtdokumentation für alle Pat.)

Unfalldatum ____ . ____ . 20__
Unfallzeit ____ : ____ Uhr

Ursache: Unfall
V. a. Gewaltverbrechen
V. a. Suizid
Andere _____

Trauma: stumpf
penetrierend

Hergang: Verkehr: PKW/LKW-Insasse
Motorradfahrer
Fahradfahrer
Fußgänger angefahren
Sturz: > 3m Höhe
< 3m Höhe
Sonstiges: _____

Eintreffen des Notarztes ____ : ____ Uhr
Abfahrt vom Unfallort ____ : ____ Uhr
Transportmittel RTW NAW/NEF RTH

Verletzungen (Verdachtsdiagnosen Notarzt)

	keine	leicht	mittel	schwer
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vitalparameter

RR syst. / diast. _____ mm Hg
Puls _____ /min
Atemfrequenz (spontan) _____ /min
Sauerstoffsättigung (Sp O₂) _____ %

Therapie bis zur Klinikaufnahme

Kristalloide _____ ml Intubation nein ja
Kolloide _____ ml Analgosedierung nein ja
hyperonkot. / hyperosmol. Katecholamine nein ja
Lösungen _____ ml Thoraxdrainage nein ja
Herzmassage nein ja

Glasgow Coma Scale

Augenöffnung	Verbale Antwort	Motorische Antwort
<input type="checkbox"/> spontan	<input type="checkbox"/> orientiert	<input type="checkbox"/> Aufforderung
<input type="checkbox"/> Aufforderung	<input type="checkbox"/> verwirrt	<input type="checkbox"/> gezielt (Schmerz)
<input type="checkbox"/> Schmerz	<input type="checkbox"/> inadäquat	<input type="checkbox"/> ungezielt (Schmerz)
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> unverständlich	<input type="checkbox"/> Beugekrämpfe
	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Streckkrämpfe
		<input type="checkbox"/> keine

Summe aus: _____ + _____ + _____ = **GCS** _____

Extremitätenbewegung

	Sensibilität		Motorik	
	rechts	links	rechts	links
Arm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Erläuterung:
0 - nicht prüfbar 1 - stark vermindert 2 - leicht vermindert 3 - normal

Pupillengröße	Lichtreaktion
rechts links	rechts links
eng <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
mittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
weit <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ausgefüllte Bögen bitte senden an:

NACA-Index (I -VII):

Klinikinterne Zusatz-ID: _____

www.traumaregister.de



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Schwerer Verletzten-Erhebungsbogen

© DGU 03/2002

Zeitpunkt B: Notaufnahme
 (Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)
Index _____ M Geburtsdatum _____ W
 Eintreffen Datum ____ . ____ . 20__ Uhrzeit ____ : ____ Uhr Zuverlegung aus anderem KH nein ja
Vitalparameter + Atmung
 RR systol. _____ mm Hg
 Puls _____ /min
 Atemfrequenz (spontan) _____ /min
 Sauerstoffsättigung (Sp O₂) _____ %
 Bereits bei Ankunft intubiert? nein ja
 - wenn ja: FiO₂ _____
 PaO₂ _____ mm Hg
Glasgow Coma Scale

Augenöffnung	Verbale Antwort	Motorische Antwort
<input type="checkbox"/> spontan	<input type="checkbox"/> orientiert	<input type="checkbox"/> Aufforderung
<input type="checkbox"/> Aufforderung	<input type="checkbox"/> verwirrt	<input type="checkbox"/> gezielt (Schmerz)
<input type="checkbox"/> Schmerz	<input type="checkbox"/> inadäquat	<input type="checkbox"/> ungezielt (Schmerz)
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> unverständlich	<input type="checkbox"/> Beugekrämpfe
	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Streckkrämpfe
		<input type="checkbox"/> keine

Summe aus: _____ + _____ + _____ = **GCS** _____

Pupillengröße

	rechts	links
eng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
weit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lichtreaktion

	rechts	links
prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
träge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

WeiterversorgungSR-Diagnostik regulär beendet? nein ja

- wenn ja:

 Weiterverlegung: - Früh-OP
 - ICU
 - andere(s)

Uhrzeit: ____ : ____ Uhr

- wenn nein:

 Abbruch wegen: - Not-OP
 - sonstiges

Uhrzeit: ____ : ____ Uhr

und

 Komplettierung der Diagnostik
 vor ICU? nein ja
Diagnostik bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

	durchgeführt	Uhrzeit
Sono-Abd.	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rö.-Kopf	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rö.-Thorax	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rö.-WS	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rö.-Becken	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rö.-Extremitäten	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CCT	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-Thorax	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-Abdomen	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-Becken	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-WS	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-Ganzkörper	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
TEE	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Angiographie	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr

Labor bei Aufnahme
 Hb _____ g/dl BE (- / +) [] _____ mmol/l
 Leukozyten _____ / μ l Laktat _____ mmol/l
 Thrombozyten _____ / μ l Kreatinin _____ mg/dl
 TPZ (Quick) _____ % Na _____ mmol/l
 CK _____ U/l Temperatur _____ °C
Verlauf bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station
 schlechtesten RR systol. _____ mm Hg
 schlechtesten Hb _____ g/dl
 schlechtesten TPZ (Quick) _____ %
 schlechtesten BE (- / +) [] _____ mmol/l
Therapie bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

Kristalloide	_____ ml
Kolloide	_____ ml
Hyperonkot. / Hyperosmol. Lösung	_____ ml
Blut	_____ Ek's
FFP / Frischplasma	_____ ml
Thrombozyten	_____ ml
Intubation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Analgosedierung	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Herzmassage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Katecholamine	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Thoraxdrainage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Akute externe Fraktur stabilisierung (<i>ausserhalb des OP</i>)	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Schwererletzten-Erhebungsbogen

© DGU 03/2002

Zeitpunkt C: Intensivstation (Aufnahmebefund, Verlauf)		Index _____ M <input type="checkbox"/>
		Geburtsdatum _____ W <input type="checkbox"/>
Eintreffen Datum ____ . ____ . 20__ Uhrzeit ____ : ____ Uhr		
Vitalparameter + Atmung bei Aufnahme		Labor bei Aufnahme
RR systol. _____ mm Hg		Hb _____ g/dl BE (- / +) [] _____ mmol/l
Puls _____ /min		Leukozyten _____ / μ l Laktat _____ mmol/l
Atemfrequenz (spontan) _____ /min		Thrombozyten _____ / μ l Kreatinin _____ mg/dl
Sauerstoffsättigung (Sp O ₂) _____ %		TPZ (Quick) _____ % Na _____ mmol/l
Bereits bei Ankunft intubiert? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		CK _____ U/l Temperatur _____ °C
- wenn ja: FiO ₂ _____		
PaO ₂ _____ mm Hg		
Organversagen (SOFA-Score > 2)		Therapie
1. Atmung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Tracheostomie nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
2. Koagulation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Thoraxdrainage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
3. Leber nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Katecholamine nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
4. Herz-Kreislauf nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Massentransfusion (> 10 EKs / 24 h) nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
5. ZNS nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Dialyse / Hämofiltration nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
6. Niere nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		
MOV nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage (mind. 2 Organe, mind. 2 Tage gleichzeitig)		Aufenthaltsdauer + Beatmungstherapie
Sepsis : nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage		Intensivtage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
		Intubationstage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
		Bauchlagerung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
		Rotorest nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> _____ Tage
Patienten-ID der IAG Qualitätssicherung in der Intensivmedizin der DIVI: _____		
Zeitpunkt D: Abschluss (1) (Outcome)		
Tod nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	Vorerkrankungen	
Datum ____ . ____ . 20__ um ____ : ____ Uhr	keine <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> (bitte angeben vgl. Manual)	
Glasgow Outcome Scale (GOS)	<input type="checkbox"/> Gesicherter Herzinfarkt vor weniger als 6 Monaten <input type="checkbox"/> Gesicherter Herzinfarkt vor mehr als 6 Monaten <input type="checkbox"/> Instabile Angina pectoris <input type="checkbox"/> Herzinsuffizienz (NYHA III-IV) <input type="checkbox"/> Arterielle Verschlusskrankheit (pAVK Stadium IV) <input type="checkbox"/> COPD (medikamentös behandelt od. Ruhedyspnoe od. Sauerstoffbedarf) <input type="checkbox"/> Asthma bronchiale (medikamentös behandelt) <input type="checkbox"/> Diabetes mellitus (medikamentös behandelt) <input type="checkbox"/> Terminale Niereninsuffizienz (dialysepflichtig) <input type="checkbox"/> Chronische Niereninsuffizienz (mit Kreatinin > 2,0 mg/dl) <input type="checkbox"/> Angeborene oder erworbene Gerinnungsstörung <input type="checkbox"/> Leberzirrhose (gesichert) <input type="checkbox"/> Alkoholismus (gesichert), Entzugsdelir (neurolog./psych. Manifestation) <input type="checkbox"/> Lymphom, Leukämie, metastasierendes Carcinom <input type="checkbox"/> HIV-Infektion, AIDS <input type="checkbox"/> Immunsuppression <input type="checkbox"/> andere _____	
gut erholt <input type="checkbox"/>		
mässig behindert <input type="checkbox"/>		
schwer behindert <input type="checkbox"/>		
nicht ansprechbar <input type="checkbox"/>		
tot <input type="checkbox"/>		
Entlassung		
Datum ____ . ____ . 20__	nach Hause <input type="checkbox"/>	
	Reha-Klinik <input type="checkbox"/>	
	Krankenhaus <input type="checkbox"/>	
	sonstiges <input type="checkbox"/>	
DRG-Nr.: _____		



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Schwerverletzten-Erhebungsbogen

© DGU 03/2002

Zeitpunkt D: Abschluss (2)
 (Diagnosen, Operationen, Therapieschema)
Index _____ M Geburtsdatum _____ W

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____

Diagnose: _____ Diagnosestellung nach ICU-Aufnahme? nein ja
 ICD10(1): _____ ICD10(2): _____ AIS: _____ AO: _____ offen Grad (I-IV): _____

Operation: OPS 301 Datum Schnitt Dauer
 1. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min
 2. _____ . 20 ____ : ____ h ____ min

Initiales Therapiekonzept: konservativ operativ sofort operativ sekundär Anzahl weiterer OP's (z.B. Revisionen): n = ____