

Universität Ulm
Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie
Klinik für Chirurgie III
Leiter: Prof. Dr. med. F. Gebhard

Vergleich der Letalität polytraumatisierter Patienten abhängig von
Rettungsregion und Rettungszeit anhand der Revised Injury Severity
Classification (RISC)

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

vorgelegt von
Katja Altmann
Dresden

2011

Amtierender Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Florian Gebhard

2. Berichterstatter: PD Dr. med. Bernd Mühling

Tag der Promotion: 11.05.2012

Meiner Mutter

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
1.1. Epidemiologie und Bedeutung des Polytraumas	1
1.2. Organisation des deutschen Rettungswesens	2
1.3. Zeit als kritischer Faktor	3
1.4. Präklinischer und klinischer Behandlungsalgorithmus	4
1.5. Scoresysteme	5
1.6. Fragestellung	7
2. Material und Methoden	8
2.1. Das Traumaregister	8
2.2. Datenerhebung	8
2.2.1. Zeitpunkt S: Stammdaten	9
2.2.2. Zeitpunkt A: Befunde am Unfallort	9
2.2.3. Zeitpunkt B: Befunde in der Notaufnahme	11
2.2.4. Zeitpunkt C: Befunde bei Aufnahme auf die Intensivstation	14
2.2.5. Zeitpunkt D: Befunde bei Entlassung	16
2.3. Verwendete Scores	18
2.3.1. Abbreviated Injury Scale und Injury Severity Score	18
2.3.2. Trauma Injury Severity Score	19
2.3.3. Revised Injury Severity Classification	21
2.3.4. Glasgow Coma Scale	22
2.4. Einschlusskriterien	23
2.4.1. Einteilung der Patientenkollektive	24
2.5. Statistische Methoden	24
3. Ergebnisse	26
3.1. Epidemiologie	26
3.1.1. Altersstruktur	27
3.1.2. Geschlechterstruktur	28
3.1.3. Unfallzeitpunkte	29
3.1.4. Unfallmechanismen	30
3.2. Verletzungsart und Verletzungsschwere	33
3.2.1. Verletzungsmuster	33

3.2.2. Glasgow Coma Scale	35
3.2.3. Injury Severity Score	37
3.2.4. Revised Injury Severity Score	39
3.3. Präklinik	43
3.3.1. Transportmittel zur Einlieferung	43
3.3.2. Rettungszeiten	44
3.3.3. Versorgungszeiten	46
3.4. Klinik	48
3.4.1. Gesamtaufenthaltsdauer	48
3.4.2. Letalität.	49
3.5. Anschlussbehandlung	54
3.5.1. Glasgow Outcome Scale	54
4. Diskussion	55
4.1. Methodenkritik	55
4.2. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse	56
4.2.1. Epidemiologie	56
4.2.2. Verletzungsmuster und Verletzungskombinationen	59
4.2.3. Scoresysteme	60
4.2.4. Präklinik und klinische Versorgung	62
4.2.5. Letalität	67
4.2.6. Anschlussbehandlung	72
5. Zusammenfassung	73
6. Literaturverzeichnis	75
7. Abbildungsverzeichnis	82
8. Danksagung	84
9. Lebenslauf	85

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AG	Arbeitsgemeinschaft
AIS	Abbreviated Injury Scale
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASCOT	A Severity Characterization of Trauma
ATLS	Advanced Trauma Life Support
CT	Computertomographie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
FiO ₂	Arterielle Sauerstoffkonzentration
GCS	Glasgow Coma Scale
ISS	Injury Severity Score
MHH	Medizinische Hochschule Hannover
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MTA	Medizinisch-technische/r Assistent/inn
MOV	Multiorganversagen
n	Anzahl
NAW	Notarztwagen
OPS	Operations-Prozeduren-System
PaO ₂	Sauerstoffpartialdruck
PTS	Hannover Polytrauma Score
RISC	Revised Injury Severity Classification
RTS	Revised Trauma Score
RTW	Rettungswagen
SOFA	Sepsis-related Organ Failure Assessment
TRISS	Trauma Injury Severitiy Score

1. Einleitung

1.1. Epidemiologie und Bedeutung des Polytraumas in der Bundesrepublik Deutschland

Das Polytrauma stellt nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Tumorleiden und zerebro-vaskulären Erkrankungen die vierthäufigste Todesursache in der Bundesrepublik Deutschland dar, im Alter bis 45 Jahren sogar die häufigste Todesursache [25,59,61]. Etwa 7 bis 8 Millionen Unfälle mit circa 580 000 Verletzungen ereignen sich jährlich in Deutschland. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um leichtere Verletzungen, die ausschließlich einer ambulanten oder kurzen stationären Behandlung bedürfen. Schwere Verletzungen stellen auch heute noch eine große Herausforderung für unser Gesundheitssystem dar. Nach aktuellen Berechnungen erleiden in Deutschland jährlich etwa 33 000 bis 38 000 Patienten ein schweres Trauma mit einem ISS von über 16 Punkten. Jährlich sterben in der Bundesrepublik Deutschland etwa 5 000 Menschen an den Folgen einer Polytraumatisierung [76]. Der Behandlung kommt sowohl medizinisch als auch sozioökonomisch eine große Bedeutung zu, da nicht nur im Falle des Todes, sondern auch bei bleibenden mentalen und mechanischen Funktionsstörungen volkswirtschaftlich gesehen vom Verlust von mehr produktiven Lebensjahren als im Todesfalle bei Karzinomen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen zusammen ausgegangen werden muss [25,61,58].

Der schwerstverletzte Unfallpatient ist aber nicht nur quantitativ eine Herausforderung für das Rettungssystem, ebenso die Qualität der medizinischen Versorgung vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Hier muss die Rettungskette nahtlos ineinander greifen, sowohl was den zeitlichen Ablauf der Notfallversorgung angeht als auch das koordinierte Miteinander verschiedener Fachdisziplinen im Krankenhaus [54].

Die präklinische und klinische Behandlung dieser Patienten weist in vielen Regionen unseres Landes aufgrund des intensiven Engagement der deutschen Unfallchirurgie, aller beteiligten Disziplinen und der Rettungsdienste ein hohes Niveau auf [58]. Allerdings geht aus einzelnen, in der Öffentlichkeit intensiv diskutierten verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen hervor, dass die Qualität der Schwerverletztenversorgung in Deutschland sehr inhomogen ist [79]. So zeigen beispielsweise die Berichte des statistischen Bundesamtes, dass die Rate an tödlichen Verkehrsunfällen in den einzelnen Bundesländern stark variieren. Des Weiteren können anhand der Daten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie deutliche Unterschiede in den Letalitätsraten nach schwerem Trauma in den teilnehmenden Krankenhäusern aufgezeigt

werden. Um in Zukunft die Behandlungsqualität nachhaltig verbessern zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, dass Informationen über Stärken und Schwächen im Versorgungsablauf erfasst werden und an die verantwortlichen Krankenhäuser, Rettungsdienste und beteiligten medizinischen Fachgruppen zurück übermittelt werden [78].

1.2. Organisation des deutschen Rettungswesens

In der BRD gibt es knapp 400 Rettungsleitstellen in 326 Rettungsdienstbereichen. Ein Rettungsdienstbereich erstreckt sich im Durchschnitt über eine Fläche von etwa 1.100 km² mit ca. 2,5 Mio. Einwohnern. In einem Rettungsdienstbereich befinden sich im Mittel 3,7 Notarztstandorte und 6,5 Rettungswachen, so dass auf jede Rettungswache etwa 410 000 Einwohner entfallen. Von den 1800 Rettungswachen sind etwa 90% ständig mit mindestens einem Rettungsfahrzeug besetzt; 1,65 Mio. Einsätze werden vom Notarzt begleitet, davon 98,1% im bodengebundenen Rettungsdienst. Rettungssanitäter und Notärzte sind in ländlichen Regionen unabhängig voneinander stationiert und treffen sich nach dem „Rendezvoussystem“ durch die Rettungsleitstelle koordiniert am Unfallort. Im Stadtgebiet sind Sanitäter und Notärzte meist an derselben Stelle stationiert [16].

Das Luftrettungswesen mit mehr als 50 Hubschrauberstationen führt 52.000 Rettungsflüge pro Jahr durch. Von diesen Flügen sind rund 30.000 Primäreinsätze. Bei 9% war 1997 der Anlass ein Verkehrsunfall, während dieser Anteil 1985 noch 15,7% betrug. Der internistische Notfall führt mit 44,9% [52]. Im Durchschnitt war das erste Rettungsmittel 7,6 Minuten nach Eingang der Meldung in der Leitstelle am Unfallort; 95% der Verkehrsunfälle werden innerhalb von 15,9 Minuten versorgt. Der bodengebundene Notarzt war im Durchschnitt 10,1 Minuten nach Eingang der Meldung am Unfallort, 95% der Notärzte sind innerhalb von 20,9 Minuten eingetroffen. Innerorts ist das erste Rettungsmittel am Tage 6,7 Minuten und nachts 7,7 Minuten nach Meldungseingang am Unfallort. Außerorts liegen die Zeiten bei 8,8 Minuten tags und 10,4 Minuten nachts.

Die Verteilung der Notarztstandorte kann nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt werden. Betrachtet man die Einwohnerzahl als Maß, so versorgt ein Notarztstandort in Berlin 247.000 Einwohner, dagegen in Mecklenburg-Vorpommern 39.000 und in Brandenburg 45.000 Menschen. Wird die Fläche/km²/Notarztstandort betrachtet, so beträgt das Verhältnis in Berlin 1:64, im benachbarten Brandenburg betreut dagegen ein Notarztstandort 574 km². Die Notarzteinsätze pro Standort sind in Berlin mit 3.335 pro Jahr am höchsten, dagegen in Rheinland-Pfalz mit 800 Einsätzen am niedrigsten [63].

1.3. Zeit als kritischer Faktor

Von den Patienten, welche lebend die Klinik erreichen, sterben während des Krankenhausaufenthalts 16%, davon die Hälfte innerhalb der ersten 24 Stunden [25]. Daher ist die initiale Zeitphase der Polytraumaversorgung in ihrer Bedeutung für den weiteren Krankheitsverlauf nach wie vor Diskussionsgrundlage [59].

Cowley [41], ein Pionier der modernen Traumaversorgung, prägte den Begriff der „golden hour of shock“. Er postulierte, dass die meisten Patienten im Schock versterben würden, wenn durch unzureichende oder nicht vorhandene Blutzirkulation entsprechende biochemische Veränderungen im Körper entstünden. Er ging davon aus, dass die meisten Traumapatienten gerettet werden könnten, wenn es gelänge, in der ersten Stunde des Schocks die Blutung zu stoppen und den Blutdruck zu stabilisieren. Neuere Arbeiten bestätigen ebenfalls die zentrale Rolle des Faktors Zeit bei der Behandlung von Schwerverletzten [60]. Hierbei ist die Letalitätskurve dreigipflig mit dem ersten Gipfel sofort bzw. wenige Minuten nach dem Trauma, dem zweiten nach einer Stunde und dem letzten Tage bis Wochen nach dem Trauma. Verbesserungen im Fahrzeugbau und der allgemeinen Verkehrssicherheit, insbesondere die Anschnallpflicht, konnten die Sofortletalität, welche meist durch massivste Schädelhirntraumata bestimmt wurde, in den letzten beiden Dekaden deutlich senken, so dass das konsekutive Multiorganversagen der führende Letalitätsfaktor polytraumatisierter Patienten wurde [41]. In diesem Zusammenhang wird auch immer wieder die präklinische Rettungszeit diskutiert, die sich seit Einführung des Traumaregisters kaum verändert hat und konstant bei im Mittel 70 Minuten liegt. In jüngster Zeit scheinen sich die Zeiten am Tage zu verkürzen, dagegen werden die Rettungszeiten in der Nacht etwas länger. Insgesamt ist aber eine Halbierung der Zeiten, wie gefordert, nicht realistisch erreichbar; Optimierungspotential ist hier aber gegeben [54]. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass die Überlebenschance eines Patienten häufig durch die gleichen Faktoren negativ beeinflusst wird. Dies sind Verzögerungen in der Diagnostik, Nichterkennen oder Unterschätzung von Verletzungen und die zu spät eingeleitete adäquate Therapie [60].

Ein effizientes modernes Schockraummanagement muss dazu beitragen, dies zu vermeiden. Lebensbedrohliche Verletzungen müssen frühzeitig erkannt und behandelt werden, um die für den sekundären Verlauf verantwortlichen Folgemechanismen des traumatisch-hämorrhagischen Schockgeschehens zu reduzieren. Auf diese Weise kann das Outcome schwer Traumatisierter positiv beeinflusst werden [61].

1.4. Präklinischer und klinischer Behandlungsalgorithmus von Schwerverletzten

Das Vorgehen des Notarztes am Unfallort findet in den Leitlinien zur Polytraumaversorgung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie Beachtung. Der primäre Notarzt führt folgende präklinische Maßnahmen durch [52]:

- Monitoring des Patienten
- Respiratorische Therapie
- Kardiozirkulatorische Therapie
- Analgesie
- Primäre Stabilisierung von Frakturen, Lagerung auf einer Vakuummatratze.

Aufgrund dieser nur vorläufigen Therapie soll die Zeit bis zur Einlieferung in eine Klinik kurz gehalten werden.

In Deutschland wird nach dem Grundsatz „stay and play“ viel Wert auf die präklinische Stabilisierung des Verletzten durch den Notarzt am Unfallort gelegt. Im anglo-amerikanischen Sprachraum hingegen wird das „load and go“-System, d.h. Rettung des Verletzten und schnellstmöglicher Transport ins nächste geeignete Krankenhaus, präferiert. Der Vorteil des zuletzt genannten liegt in einer wesentlich kürzeren Verweildauer am Unfallort und einem rascheren Eintreffen in einem Klinikum der Optimalversorgung mit der benötigten personellen und technischen Ausstattung. Trotz des umgehenden Transports ist das Intervall ohne ärztliche Behandlung länger als in Deutschland, da das dortige Paramedic-Rettungsdienst-System im Gegensatz zum deutschen Rettungswesen ausschließlich auf nicht ärztlichen Personal basiert. Aus diesem Grund sind amerikanische Sanitäter ATLS-trainiert, was ihnen erlaubt, weitgreifendere Therapiemaßnahmen durchzuführen als ihre deutschen Kollegen [49].

Das „load and go“-System bietet sich für Länder wie die USA an, in denen aufgrund geographischer Gegebenheiten die Entfernungen bis zur nächsten Klinik vielerorts sehr groß sind. Die Vorteile des deutschen Systems hingegen sind in einer Primärversorgung durch einen Notarzt am Unfallort und dadurch einer sofort nach Trauma beginnenden ärztlichen Behandlung zu sehen [49,27,50]. Auch bei professioneller präklinischer Stabilisierung muss der Transport in die nächstgelegene Klinik der Optimalversorgung kurz gehalten werden. Erst dort sind die personellen und strukturellen Bedingungen gegeben, die die aufwendige Versorgung eines Schwerstverletzten erfordert [12].

Um das oberste Ziel der Primärversorgung im Krankenhaus, nämlich das umgehende Erkennen und Behandeln von lebensbedrohlichen Verletzungen zu erreichen, sind nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie folgende Voraussetzungen rund um die Uhr notwendig [1,60]:

- Ein komplettes Schockraumteam (bestehend aus 10 Personen: 3 Chirurgen, 2 Anästhesisten, 1 Ambulanzschwester, 1 Ambulanzpfleger, 1 Anästhesieschwester, 1 Röntgen-MTA, 1 Radiologen als Hintergrund)
- Leistungsfähige bildgebende Verfahren (Sonographie, Röntgen, CT)
- Eine sofortige und umfassende Labordiagnostik
- Eine einsatzbereite Blutbank
- Die im Bedarfsfall prompte Zusammenarbeit mit weiteren Fachbereichen (Neurologie, Neurochirurgie, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, HNO-Heilkunde, Kieferchirurgie, Augenheilkunde, Urologie)
- Ein standardisierter Behandlungsalgorithmus für die Maßnahmen im Schockraum

In der versorgenden Klinik werden zunächst in der akuten Reanimationsphase lebensrettende Sofortmaßnahmen und ggf. Notfalloperationen durchgeführt. In der anschließenden Primärphase werden im Schockraum abhängig vom Verletzungsmuster ausgedehnte diagnostische und therapeutische Maßnahmen eingeleitet, in der Sekundärphase liegt das Hauptaugenmerk auf der Stabilisierung und Prophylaxe von Organfunktionsstörungen bzw. deren Behandlung auf einer intensivmedizinischen Station. Nun können in Abhängigkeit der pathophysiologischen Gesamtlage elektive Eingriffe an Extremitäten, Wirbelsäule, Becken und Gesichtsschädel durchgeführt werden. In der abschließenden Rehabilitationsphase stehen Mobilisierung und Physiotherapie im Vordergrund, um das funktionelle Langzeitoutcome positiv zu beeinflussen [45].

1.5. Scoresysteme

Der Begriff „Score“ stammt aus dem Englischen und bedeutet „Punktzahl“. In der Medizin ist ein Score der Versuch, eine komplexe klinische Situation auf einer eindimensionalen Scala, also auf einen einzigen Wert, abzubilden. Dabei werden einzelne Aspekte des Zustand eines Patienten separat gewichtet und anschließend zusammengefasst, sodass das Ergebnis als Punktwert den Zustand des Patienten beschreibt. Oft wird statt eines Punktwertes auch direkt eine daraus abgeleitete Wahrscheinlichkeit oder Prognose ermittelt. Ein Score ist demnach der Versuch, eine komplexe Situation durch die Konzentration auf das Wesentliche überschaubar zu machen und damit vergleichbare Betrachtungen unter vielen Patienten erst zu ermöglichen [78].

Bei der Erstellung eines Scores hängt die Auswahl und die Gewichtung der einzelnen Komponenten natürlich von der beabsichtigten Fragestellung ab. In der Traumatologie und in der Intensivmedizin beziehen sich die meisten Scoresysteme auf den Schweregrad oder die eng damit zusammen hängende Prognose eines Patienten. Daher werden nur solche Faktoren betrachtet, die

einen positiven oder negativen Einfluss auf das Überleben haben. Die Historie von Scoresystemen in der Traumatologie beginnt Ende der 1960er Jahre, als ein gemeinsames Komitee der American Medical Association, der American Association for Automotive Medicine und der Society of Automotive Engineers nach einem einfachen System zur Beschreibung der Verletzungsschwere von Verkehrsunfallopfern in den USA gesucht hat. Aus den anfangs nur 73 stumpfen Verletzungen hat sich bis heute ein wiederholt revidiertes, hierarchisch gegliedertes System zur Klassifizierung von Verletzungen entwickelt, die Abbreviated Injury Scale [62]. Im Verlauf der folgenden Jahre entstanden weitere Scoresysteme mit unterschiedlich vielen Einflussfaktoren.

Grundsätzlich unterschieden werden physiologische von anatomischen Scoresystemen zur Erfassung der Verletzungsschwere. Deutsche Scoresysteme unterscheiden sich von angloamerikanischen Scoresystemen hinsichtlich einiger Kriterien: Das in den USA übliche nicht-ärztliche Rettungspersonal benötigt zur Scoreberechnung physiologische Parameter, die leicht zu erheben sind. Zu nennen sind beispielsweise Herz- und Atemfrequenz, Blutdruck u.ä. In Deutschland ist der Einsatz anatomisch gewichteter Scores gebräuchlicher, da kurze Rettungszeiten und sofortige Therapie durch einen Notarzt bereits am Unfallort physiologische Parameter beeinflussen, sodass der Einsatz von physiologischen Scores unpräzisere Prognosen mit sich bringen würde [67]. In der aktuellen Literatur zum Thema Polytrauma finden nachfolgende Scoresysteme die größte Beachtung:

- Abbreviated Injury Scale von der American Association for Automotive Medicine (1971) [26]
- Injury Severity Score nach Baker et Al. (1974) [8]
- Hannover Polytrauma Score nach Oestern et Al. (1983) [67]
- Glasgow Coma Scale nach Teasdale und Jennet (1974) [92]
- Trauma Score/Revised Trauma Score nach Champion et Al. 1981/1989 [24]
- TRISS-Methode nach Boyd et Al. 1981 [19]
- Schockindex nach Allgöwer (1967) [62]
- A Severity Characterization of Trauma nach Champion et Al. (1990) [23]
- Revised Injury Severity Classification AG-Polytrauma der DGU (2003) [78]

1.6. Fragestellung und Ziel dieser Untersuchung

Die Versorgung des Polytraumatisierten war immer eine vordringliche Aufgabe des Chirurgen. Schon 1938 erkannte Kirschner [49] die Notwendigkeit der präklinischen Frühversorgung. Während seine aus einem LKW und 2 Anhängern bestehende "fahrbare chirurgische Klinik" noch sehr am möglichen Kriegsfall orientiert war, führte Bauer 1957 [11] sein Klinomobil zur Versorgung verunfallter Patienten ein. Die Taktik war damals, möglichst alle Verletzten noch am Unfallort zu behandeln. Die Behandlung des polytraumatisierten Patienten ist in der Frühphase sehr zeit-sensibel. Dies gilt insbesondere für die präklinische und initial klinische Phase.

Ziel dieser Arbeit ist es zum einen die Epidemiologie, Verletzungscharakteristika und die Behandlung von polytraumatisierten Patienten am Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 zu analysieren. Zum anderen wird ein besonderer Schwerpunkt auf den Vergleich von polytraumatisierten Patienten in ländlichen und städtischen Regionen anhand des Jahresberichts des Traumaregisters der DGU 2005 gelegt, wobei Ulm zu einer ländlichen Region zählt. Dabei sollen folgende Hypothese hinsichtlich ihrer Gültigkeit überprüft werden:

- Die Rettungszeiten unterscheiden sich abhängig von einer Region. Die Rettungszeiten sind in einer eher ländlichen Region deutlich länger.
- Verlängerte Rettungszeiten haben Auswirkung auf die Letalität eines schwerstverletzten Patienten.
- Die Letalität eines polytraumatisierten Patienten ist in einem ländlichen Raum höher als in einem städtischen Gebiet.
- Das Verletzungsmuster eines polytraumatisierten Patienten unterscheidet sich im regionalen Vergleich.

2. Material und Methoden

2.1. Das Traumaregister

Als Grundlage dieser Studie dient die Polytraumadatenbank der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie unter Mitwirkung der Abteilung für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Ulm. Diese wird von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie geführt und stellt mit einer Laufzeit von bisher 16 Jahren (1993-2009) den größten flächendeckenden Datenpool deutscher Traumapatienten dar. Das Traumaregister der DGU bietet vielfältige Möglichkeiten, in einem der komplexen Felder der Unfallchirurgie, der Versorgung Schwerverletzter, verlässliche Daten unter Beteiligung möglichst vieler Kliniken zu erheben. Ziel ist es einen Qualitätsstandard zu definieren und in der weiteren Folge, Konzepte zur Qualitätsverbesserung zu erarbeiten und zu überprüfen [4]. Das Traumaregister wurde 1993 von der Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) zur multizentrischen Erfassung der Behandlungsdaten Schwerverletzter im deutschsprachigen Raum ins Leben gerufen [4]. Es dokumentiert seither prospektiv jeden Traumapatienten, der in eine der 113 beteiligten Schwerpunktkliniken eingeliefert wird. Das Traumaregister ist eine prospektive, standardisierte und anonymisierte Dokumentation schwerverletzter Patienten zu fünf festgesetzten Zeitpunkten vom Unfallort bis zur Klinikentlassung. Es enthält routinemäßig verfügbare anatomische und physiologische Variablen, sowie Daten über diagnostische und therapeutische Interventionen, Komplikationen nach Trauma und die Letalität während des Krankenhausaufenthalts [80].

Die Anonymität der Daten wird im Rahmen der zentralisierten Erfassung sowohl für einzelne Patienten als auch für die teilnehmenden Kliniken gewährleistet. Jede am Traumaregister teilnehmende Klinik erhält einmal pro Jahr das Ergebnis der Datenauswertung vertraulich übermittelt. Die Datenausgabe erfolgt hierbei jeweils im Herbst des Folgejahres.

2.2. Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurde der Traumaregister–Erhebungsbogen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie verwendet. Der Erhebungsbogen besteht aus 6 verschiedenen Seiten, die zu vier festgelegten Zeitpunkten ausgefüllt werden. Die Zeitpunkte sind wie folgt festgelegt [28]:

- Zeitpunkt S: Stammdaten
- Zeitpunkt A: Befund am Unfallort

- Zeitpunkt B: Befund in der Notaufnahme
- Zeitpunkt C: Befund bei Aufnahme auf die Intensivstation
- Zeitpunkt D: Befund bei Entlassung

Die Daten werden zentral computerisiert erfasst, Plausibilitätskontrollen unterzogen und mit Hilfe von standardisierter Statistik-Software ausgewertet.

2.2.1. Zeitpunkt S: Stammdaten

Diese Daten sind, mit Ausnahme der klinikinternen Zusatz-ID, für alle Patienten verpflichtend:

1. Index: Der Index besteht aus zwei verschiedenen Zahlengruppen. Die vorangestellte fünfstellige Zahlengruppe steht für die Postleitzahl der einzelnen Kliniken und die nachgestellte Zahlengruppe bezeichnet eine klinikinterne, eindeutige Dokumentationsnummer, die die Klinik selbst vergibt.

2. Geburtsdatum des Patienten

3. Geschlecht des Patienten

4. Unfall/Anamnese

- Unfalldatum
- Unfallzeit: definiert als der Zeitpunkt des Alarmeinganges in der Rettungsleitzentrale
- Unfallursache:
 - Unfall
 - Gewaltverbrechen
 - Suizid
- Unfallhergang
 - Verkehr: PKW/LKW-Insasse, Motorrad-, Fahrradfahrer, Fußgänger
 - Sturz: Sturz < 3 Meter/ Sturz > 3 Meter
- Unfalltrauma: stumpf/penetrierend

5. Zuerlegung aus einem anderen Krankenhaus

2.2.2. Zeitpunkt A: Befund am Unfallort

Der erste Bogen erfasst technische Daten, den Befund beim Eintreffen des Notarztes sowie die präklinische Phase. Dokumentiert wird der Zustand des Patienten (Vitalfunktion), die Verdachtsdiagnosen des Notarztes und die am Unfallort durchgeführten Maßnahmen, weiterhin

werden die Zeitabläufe festgehalten. Es werden aufgeführt:

1. Erfassen der Zeitdaten:

- Unfalldatum
- Unfallzeit

2. Zeitdaten des notärztlichen Einsatzes:

- Eintreffen des Notarztes
- Abfahrt des Notarztes vom Unfallort

3. Transportmittel in drei Gruppen gegliedert:

- Rettungstransportwagen
- Notarztwagen/Notarzteinsatzfahrzeug
- Rettungstransporthubschrauber

4. Dokumentationskomplex der physiologischen Parameter:

- Vitalparameter:
 - Systolischer Blutdruck in mmHg
 - Atemfrequenz pro Minute
 - Puls pro Minute
 - Sauerstoffsättigung in Prozent
- Zerebraler Status:
 - Glasgow Coma Score
 - Pupillengröße/Lichtreaktion
- Peripher neurologischer Befund:
 - Sensibilität und Motorik der Arme und Beine

5. Anatomische Erfassung der Verletzungen:

- Schädel-Hirn
- Gesicht
- Thorax
- Abdomen
- Wirbelsäule
- Becken
- obere/untere Extremität
- Weichteile

Die 9 genannten Verletzungsareale wurden jeweils nach Verletzungsschwere, angelehnt an den Abbreviated Injury Scale (AIS), gegliedert in:

- keine Verletzung
- leichte Verletzung
- mittlere Verletzung
- schwere Verletzung

6. Therapie bis zur Klinikaufnahme:

Es wurden die Infusionsmengen sowohl bei den kristalloiden (alle Elektrolytinfusionen), den kolloidalen Lösungen (Humanalbumin, HAES, Dextrane usw.) als auch bei den hyperonkotischen/hyperosmolaren Lösungen in Milliliter erfasst. Fünf weitere therapeutische Maßnahmen wurden binär (ja/nein) erhoben:

- Physikalische Therapie: Intubation, Herzmassage, Thoraxdrainage
- Medikamentöse Therapie: Analgosedierung, Katecholamine

7. Schweregraderfassung des Unfallpatienten mittels NACA-Index:

Der NACA-Index beschreibt adäquat die Vitalgefährdung eines Unfallpatientens in der präklinischen Phase und korreliert mit der zu erwartenden Morbidität und Mortalität. Es erfolgt die Einteilung in 7 Schweregrade:

- I° : geringfügige Störung
- II° : ambulante Abklärung
- III° : stationäre Behandlung
- IV°: akute Lebensgefahr nicht auszuschließen
- V° : akute Lebensgefahr
- VI° : Reanimation
- VII° : Tod

Die erfassten Daten zum Zeitpunkt A wurden dem Notarzt-Einsatzprotokoll entnommen.

2.2.3. Zeitpunkt B : Befund in der Notaufnahme

Der zweite Bogen hält den Befund bei Klinikaufnahme und die Phase in der Notaufnahme bis zur Intensivstation fest. Dieser Abschnitt des Schwerverletzten- Erhebungsbogen erfasst neben den anonymisierten Personendaten (Geburtsdatum, Geschlecht und klinikinterner Index) den Zeitpunkt des Eintreffens im Schockraum mit Datum und Uhrzeit sowie die zusätzlichen Angaben einer Verlegung. Im zweiten Datenkomplex dieser Seite wurden erneut die schon aus dem Bogen A bekannten physiologischen Parameter erhoben:

1. Vitalparameter und Atmung:

- Systolischer Blutdruck in mmHg
- Puls pro Minute
- Atemfrequenz pro Minute
- Sauerstoffsättigung in Prozent
- Bereits bei Ankunft intubiert: ja/nein
 - wenn ja: FiO₂ in Prozent
 - PaO₂ in mmHg

2. Zerebraler Status

3. Bildgebende Diagnostik bis zur Aufnahme auf die Intensivstation:

Die durchgeführten bildgebenden Untersuchungen wurden mit Zeitdaten versehen, die im radiologischen Bildmaterial dokumentiert waren (Zeitpunkt des ersten Röntgenbildes, Zeitpunkt des Beginns der Sonographie oder der Computertomographie).

4. Labordaten:

Nach der Erfassung der Bildgebenden Diagnostik wurden die quantitativen Ergebnisse der Blutentnahme (im Schockraum oder bereits durch den Notarzt) erfasst. Insgesamt wurden 18 Laborparameter bestimmt:

- Korpuskuläre Größen:
 - Hämoglobin in g/dl
 - Leukozytenzahl/ μ l
 - Thrombozytenzahl/ μ l
- Gerinnungsfunktion:
 - Partielle Thromboplastinzeit in Sekunden
 - Thromboplastinzeit in Prozent
 - Fibrinogen in mg/dl
 - Antithrombin III in Prozent
- Elektrolyte:
 - Natrium in mmol/l
 - Kalium in mmol/l
- Kohlenhydratstoffwechsel:
 - Glukose in mg/dl
- Nierenfunktion:
 - Kreatinin in mg/dl
- Säure-Basen-Haushalt:

- Base-excess (+/-) in mmol/l
- Bikarbonat in mmol/l
- Leitenzyme bei Schädigung von Herz- und Muskelgewebe:
 - Kreatinin-Kinase in U/l
- Anaerobe Stoffwechsel:
 - Laktat in mmol/l
 - pH

5. Verlauf der Laborparameter bis zur Aufnahme auf die Intensivstation:

- Schlechtestes Hämoglobinwert in g/dl
- Schlechteste Thromboplastinzeit in Prozent
- Schlechtestes Base-excess in mmol/l

6. Therapie vom Schockraum bis zur Aufnahme auf die Intensivstation:

Die Therapie bis zur Aufnahme auf die Intensivstation wurde erneut wie zum Zeitpunkt A erfasst. Die verabreichten kristalloiden, kolloidalen und hyperonkotisch/hyperosmolaren Lösungen wurden in Milliliter eingetragen, die Zahl der erhaltenen Erythrozytenkonzentrate, der Frischplasma-Konzentrate und die Anzahl der Thrombozyten-Konzentrate, wurden festgehalten. Die weiteren therapeutischen Angaben erfolgten nach dem binären ja/nein – Schema:

- Intubation
- Thoraxdrainage
- Analgosedierung
- Herzmassage
- Katecholamine
- Akute externe Frakturstabilisierung (außerhalb des Operationssaales)

7. Weiterversorgung des Unfallpatienten:

Hierbei wurde angegeben, ob das klinikeigene Schockraum-Protokoll regulär beendet wurde oder ob die Diagnostik vorzeitig abgebrochen werden musste. Konnte die Schockraum-Diagnostik regulär beendet werden, erfolgt die Angabe der Weiterverlegung:

- Früh-Operation
- Intensivstation
- Andere(s)

Falls es zu einem vorzeitigen Abbruch kam, wurde der Grund für den Abbruch festgehalten:

- Not-Operation
- Sonstiges

Es folgte anschließend die Angabe, ob die Diagnostik noch vor Aufnahme auf die Intensivstation komplettiert wurde.

2.2.4. Zeitpunkt C: Befund bei Aufnahme auf die Intensivstation

Erneut wurden auf dem dritten Schwerverletzten-Erhebungsbogen die anonymisierten Personendaten wie Klinik-Index, das Geburtsdatum und das Geschlecht des Patienten festgehalten, sowie das Datum und die Uhrzeit bei dem Eintreffen auf der Intensivstation. Anschließend wurde der Zustand des Patienten, d. h. die physiologische Befundgrößen bei der Aufnahme auf die Intensivstation abgefragt:

1. Vitalparameter:

- Systolischer Blutdruck in mmHg
- Puls pro Minute
- Atemfrequenz pro Minute
- Sauerstoffsättigung in Prozent
- Bereits bei Ankunft intubiert: ja/nein

wenn ja: FiO_2 in Prozent

PaO_2 in mmHg

2. Zerebraler Status

3. Labor bei Aufnahme:

Die 18 Laborparameter sind identisch mit denen zum Zeitpunkt B; Befund in der Notaufnahme.

4. Therapie jeweils in den ersten 48 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation:

- Anzahl der Frischplasmakonzentrate
- Anzahl der Erythrozytenkonzentrate
- Angabe einer stattgefundenen Dialyse/Hämofiltration, sowie die Dauer der Behandlung in Tagen

5. Komplikationen:

- Abschätzung des Grades von Organfehlfunktionen mittels SOFA-Score

Der SOFA-Score ist ein von Experten der European Society for Intensive Care Medicine festgelegter Konsens zur objektiven Beschreibung der Organ(dys)funktion nicht nur bei Sepsis [96]. Der Score besteht aus sechs Einzelscores, die jeweils für ein Organsystem stehen:

Tabelle 1: Sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA-Score)

Organsystem	Parameter	Sepsis-related Organ Failure Assessment > 2 Punkte
1. Atmung	PaO ₂ /FiO ₂	< 200 mmHg
2. Koagulation	Thrombozyten	< 50 000/mm ³
3. Leber	Bilirubin	> 6,0 mg/dl
4. Herz-Kreislauf	Katecholamindosis	Dopamin > 5µg/kg/min oder jegliche Adrenalin-/Noradrenalingabe
5. Zentrales Nervensystem	Glasgow Coma Score	< 9 Punkte
6. Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge pro Tag	> 3,5 mg/dl oder < 500 ml/d

Dabei kann jedes Organsystem einen Wert von Null (keine Dysfunktion) bis vier (stärkste Dysfunktion) annehmen. Die Summe der sechs Einzelscores ergibt den SOFA-Score. Für die tägliche Bestimmung wird jeweils der schlechteste Wert innerhalb von 24 Stunden benutzt. Im Rahmen der Traumaregister- Dokumentation wird ein Schweregrad > 2 und die Dauer des Organversagens in Tagen dokumentiert (siehe Tabelle 1).

- Multiorganversagen

Das Multiorganversagen ist definiert als das gleichzeitige oder sequentielle Versagen oder die schwere Funktionseinschränkung verschiedener lebenswichtiger Organsystem des Körpers. Der Schwerverletzten-Erhebungsboden der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie definiert ein MOV mittels des SOFA-Scores, wenn mindestens zwei Organe zur selben Zeit versagen oder ein Organ über mindestens 2 Tage. Es erfolgt eine binäre Eintragung in den Bogen mit ja/nein und über die Anzahl der Tage.

- Sepsis

Nach den Kriterien von Bone et al. [3] ist ein klinischer Beweis einer Infektion mit:

- Fieber $\geq 38^{\circ}$ C oder einer Hypothermie $\leq 36^{\circ}$ C
- Tachykardie mit einer Herzfrequenz > 90/min
- Tachypnoe mit einer Atemfrequenz > 20/min oder einer Hyperventilation mit einem PaCO₂ $\leq 4,3$ kPa/ ≤ 33 mmHg
- Leukozytose $\geq 12\ 000$ /mm³ oder einer Leukopenie ≤ 4000 /mm³

als Sepsis definiert. Anhand dieser Definition wurde im Schwerverletzten Erhebungsbogen die Frage nach einer Sepsis mit ja oder nein ausgefüllt.

6. Aufenthaltsdauer und Beatmungstherapie:

- Intensivtage: Liegezeiten auf der Intensivstation in Tagen
- Anzahl der Tage der Intubation und Beatmungspflichtigkeit

2.2.5. Zeitpunkt D: Befund bei Entlassung

Der vierte Bogen dokumentiert den Befund bei Entlassung des Patienten und die gesamte stationäre Phase. Hier werden abschließend der Zustand des Patienten (Vitalfunktion), die durchgeführten Operationen, eventuell vorhandene Vorerkrankungen und Risikofaktoren, sowie die Traumadiagnose und der eventuelle Tod festgehalten. Zunächst erfolgten erneut die Angaben des Klinik-Indexes, das Geburtsdatums und das Geschlecht des Patientens.

1. Datum der Entlassung: Datum an dem der Patient entlassen, verlegt oder eventuell verstorben ist mit der dazugehörigen Uhrzeit.

2. Entlassung:

- Nach Hause: der Patient wurde definitiv nach Hause entlassen, eine stationäre Rehabilitation innerhalb der folgenden vier Wochen ist nicht vorgesehen
- Rehabilitationsklinik: der Patient wird direkt oder nach wenigen Tagen oder maximal nach vier Wochen in eine weiterführende Rehabilitationsklinik verlegt
- Krankenhaus: Verlegung des Patienten in eine andere Klinik
- Sonstiges

3. Zustand des Patienten bei Entlassung anhand des:

- Glasgow Outcome Score
 - gut erholt
 - mäßig behindert
 - schwer behindert
 - nicht ansprechbar
 - tot

4. Vorerkrankungen:

Hierzu wurde die Checkliste „Vorerkrankungen“ für den Schwerverletzten-Erhebungsbogen herangezogen. Es werden die acht Organsysteme:

- Herz
- Kreislauf
- Atmung
- Stoffwechsel
- Leber
- Niere
- Gerinnung

- Psyche

erfasst, die vier wichtigsten sollen eingetragen werden. Die Checkliste liegt im Manual der DGU vor und kann dort eingesehen werden [29].

5. Verletzungsübersicht und Traumadiagnose:

Der letzte Abschnitt des Schwerverletzten-Erhebungsbogens dient der kompletten Verletzungsübersicht mit AO- und AIS-Kodierung und gibt eine Darstellung über Maßnahmen am Patienten und über Operationen, die durchgeführt wurden mit der Angabe der Zeiten (Zeitpunkt und Dauer der Operation). Zunächst folgte die Erfassung aller bis zur Entlassung diagnostizierten Verletzungen, welche in Anlehnung an den Injury Severity Score nach Körperregionen getrennt, aufgezeichnet wurden. Die Daten wurden zu den sechs Körperregionen erhoben:

- Kopf
- Thorax
- Abdomen
- Wirbelsäule
- Becken
- Extremitäten
- Weichteile

Initial wurden die sechs anatomischen Regionen nach offenen Verletzungen abgefragt, die bei den Extremitäten und der Wirbelsäule in vier Stufen klassifiziert werden [66].

- Gradeinteilung I° bis IV° bei allen offenen Frakturen:
 - I° : Durchspießung von innen nach außen
 - II° : Verletzung von außen nach innen
 - III°: komplexe Verletzung mit Gefäß- und Nervenbeteiligung
 - IV°: subtotal bzw. komplette Amputation

Parallel dazu wurden die knöchernen Verletzungen nach der AO-Klassifikation eingeteilt. Alle Verletzungen wurden schließlich mittels des Abbreviated Injury Score nach dem Manual des Traumaregisters eingeteilt. Dieser Score ist ein anatomisch orientierter Score, der jede Einzelverletzung mit einem Punktwert von 1 bis 6 bewertet (1 entspricht einer leichten, 6 einer nicht überlebenden Verletzung). Hierbei allerdings erfolgt nicht die geschätzte AIS-Zuweisung der Verletzungsschwere, vielmehr wurde jede Diagnose zunächst sechsstellig kodiert. Die siebte angehängte Wertungszahl entsprach anschließend den Abbreviated Injury Score und war ein Maß für die Verletzungsschwere. Alle weiteren operativen Maßnahmen sollten angegeben werden. Es wurde der Operations- und Prozedurenschlüssel OPS verwendet. Es folgten die Angaben:

- Art des Eingriffs
- OPS-Verschlüsselung
- Datum des Eingriffs
- Uhrzeit des Operationsbeginns und des Operationsendes
- unter der Operation gelegte Thoraxdrainagen, suprapubische Blasenableitungen und perkutan oder operativ angelegte enterale Ernährungssonden.

Zum Abschluss wurde nach dem initialen Therapiekonzept gefragt, welches wie folgt angegeben werden sollte:

- konservativ
- operativ sofort
- operativ sekundär
- Anzahl weiterer Operationen

6. Datenschutz:

Die Patientendaten wurden anonymisiert mit Indexnummern versehen, so dass eine klinikexterne Personenidentifizierung nicht möglich war, klinikintern die Daten jedoch zugeordnet werden konnten.

2.3. Verwendete Scores zur Klassifizierung von Verletzungen

Scoringssysteme dienen der Klassifizierung der Verletzungsschwere und der Abschätzung der Prognose von Patienten sowie der wissenschaftlichen Evaluation im Rahmen von Qualitätsmanagement- und Qualitätsforschung [70]. Das Ziel von Scoresystemen besteht in der exakten Beschreibung aller Verletzungen, einer Definition der Schwere der Einzelverletzungen und der Abschätzung der physiologischen Reaktion auf die Gesamtheit der Verletzungen. Damit ist eine Vergleichbarkeit, Kostenanalyse und Prognose von schwerverletzten Patienten erreichbar [64]. Für die Charakterisierung der Verletzungsschwere und Prognose schwerverletzter Patienten wurden seit den ersten Veröffentlichungen 1971 und 1974 mehr als 50 verschiedene Scoresysteme publiziert. Die von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie und somit in dieser Arbeit verwendeten Scoresysteme sollen im nächsten Abschnitt vorgestellt werden:

2.3.1. Abbreviated Injury Scale und Injury Severity Score

Der Injury Severity Score stellt eine Weiterentwicklung des Abbreviated Injury Scale dar und ist

von Baker et al. 1974 entwickelt worden [9]. Der ISS errechnet sich aus den anatomischen Verletzungen des Patienten, die man aus der entsprechenden AIS-Klassifikation erhält. Der Abbreviated Injury Scale ist ein anatomischer Score zur Klassifizierung der Verletzungsschwere eines Polytraumapatienten. Alle Verletzungen werden in einem AIS-Manual nach sechs Körperregionen geordnet aufgelistet: Verletzungen von Kopf/Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen/Becken, Extremitäten/Beckengürtel und äußere Verletzungen [2]. Der AIS weist jeder Verletzung einen Wert zwischen 1 und 6 zu, wobei eins einer leichten Verletzung und sechs einer nicht überlebenden Verletzung entspricht. Die Werte des AIS sind nun Grundlage des ebenfalls anatomisch orientierten Injury Severity Score. Da der AIS nur die Schwere der einzelnen Verletzungen eines Patienten bewerten kann, nicht aber die Wirkung ihrer Kombination, entwickelte Baker 1974 den Injury Severity Score [9,66]. Dieser wird definiert als die Summe der Quadrate der drei höchsten AIS-Werte aus den drei am schwersten verletzten Körperregionen, so dass eine maximale Punktzahl von 75 ($5^2 + 5^2 + 5^2$) resultiert. Bei einer Verletzung der Schwere 6 in einer oder mehreren Körperregionen erhält der Patient per definitionem sofort den Maximalscore von 75 Punkten [2]. Ab einer Einstufung des ISS ≥ 16 gilt der Patient als polytraumatisiert, ab einem ISS ≥ 20 gilt er als lebensgefährlich verletzt. Ab einem ISS von 50 ist das Überleben eines polytraumatisierten Patienten sehr unwahrscheinlich, jedoch nicht unmöglich. Der ISS korreliert mit der Behandlungsdauer, der Dauer der intensivmedizinischen Betreuung, der Überlebenszeit und der Operationshäufigkeit eines polytraumatisierten Patienten [43]. Er ist dazu geeignet Rettungssysteme und Therapiekonzepte zu bewerten und erlaubt einen Vergleich des Krankengutes verschiedener Kliniken. Die Ermittlung des ISS ist erst in der Klinik nach Kenntnis aller Einzeldiagnosen des Patienten möglich. Die Nachteile des ISS bestehen in der relativen Unterbewertung der Schädel-Hirn-Verletzungen und in der fehlenden Berücksichtigung mehrerer schwerer Verletzungen einer Körperregion [64]. Gleiche ISS-Werte können sehr inhomogene Gruppen von Verletzungen enthalten. Hinzu kommt die Vernachlässigung des Alters, obwohl bekannt ist, dass zwischen Ergebnis und Alter eine hohe Korrelation besteht. Dennoch ist der ISS bis heute ein international gebräuchliches Scoringssystem mit einer guten Korrelation zur Mortalität und Behandlungsdauer, welches relativ leicht anwendbar ist und darüber hinaus von der Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ zur Auswertung der Traumaregister-Patienten und somit auch in dieser Studie verwendet wird.

2.3.2. Trauma Injury Severity Score

Einige andere Scores gehen über die reine Bewertung der Verletzungsschwere hinaus und dienen der Abschätzung von Überlebenswahrscheinlichkeit bzw. des Mortalitätsrisikos eines polytraumatisierten Patienten. Hier sei stellvertretend der TRISS genannt, der ein zentrales Element der Qualitätssicherung im Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie darstellt. Die TRISS-Methode wurde 1981 von Champion et al. erstmals veröffentlicht. An über 23000 Patienten der Major Trauma Outcome Study wurde die TRISS-Methode entwickelt und auch in Deutschland validiert. Sie ist eine Funktion der regressionsanalytisch verknüpften Variablen Trauma-Score bzw. revidierter Trauma-Score, ISS und dem Alter des Patienten mit dem Ziel, durch Verknüpfung vorhandener Scores und prognostisch relevanter Faktoren die Vorhersagegenauigkeit zu verbessern [31]. Mit Hilfe der TRISS-Methode ist es nun Möglich beobachtete Mortalitätsraten der eigenen Traumapatienten mit einer aus dem Schweregrad der Verletzung abgeleiteten Prognose zu vergleichen [89]. Der Trauma-Score bzw. der Revised Trauma Score orientiert sich an den physiologischen Parametern eines Patienten, wobei je nach Ausprägung der einzelnen Parameter Punkte vergeben werde. Auf der Basis von kodierten Messungen des systolischen Blutdruckes, der Atemfrequenz und des Glasgow Coma Scales wird der kodierte Wert mit einem zuvor festgelegten Koeffizienten (ermittelt nach Regressionsanalysen) multipliziert und die Summe der drei Parameter ergibt den RTS. Die TRISS-Methode ist also sowohl eine anatomische als auch eine physiologische Traumaklassifikation. Über den ISS fließen die anatomisch orientierten Daten der gewichteten Verletzungsschwere und über den RTS die physiologischen Komponenten mit ein. Darüber hinaus berücksichtigt die TRISS - Methode noch weitere Parameter wie den Verletzungstyp (stumpf versus penetrierend) und das Alter des Patienten, indem die Patienten in zwei Gruppen geteilt werden: unter 55 Jahre versus über 55 Jahre und älter. Aus der Kombination dieser Variablen berechnet man einen Ps-Wert (Probability of survival) für die erwartete Überlebenswahrscheinlichkeit des Patienten.

Der TRISS wird also wie folgt berechnet:

$$\text{TRISS} = 1 / [1 + \exp(-X)]$$

$$\text{mit } x = 0,9544 \cdot \text{RTS} - 0,0768 \cdot \text{ISS} - 1,9052 \cdot (\text{Alter} \geq 55 \text{ Jahre}) - 1,2470$$

für stumpfe Traumen und

$$x = 1,1430 \cdot \text{RTS} - 0,1516 \cdot \text{ISS} - 2,6676 \cdot (\text{Alter} \geq 55 \text{ Jahren}) - 0,6029$$

für penetrierende Traumen.

Das Ergebnis der TRISS-Berechnung liegt zwischen 0 und 1 und kann direkt als die erwartete Überlebenswahrscheinlichkeit interpretiert werden [31].

2.3.3. Revised Injury Severity Classification

Ein neues und weiteres Element der Qualitätssicherung im Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie zum Vergleich beobachteter Mortalitätsraten der Traumapatienten ist die Revised Injury Severity Classification. Aufgrund der Erfahrungen im Traumaregister der DGU bei der Identifikation neuer Prognosefaktoren wie Base Excess oder Gerinnung wurde 2001 der Versuch unternommen, einen neuen, verbesserten Prognosescore zu entwickeln [33]. Der so genannte RISC Score kommt seit dem Jahr 2003 zur Ermittlung der Letalitätsprognose im Traumaregister zum Einsatz. Er berücksichtigt 11 verschiedene Informationen eines Traumapatienten und ist besser an die Daten des Traumaregisters angepasst als der TRISS [31]. Mit Daten des Traumaregisters von 1993 bis 2000 wurde er entwickelt und an den Daten aus 2001 und 2002 validiert. Er stellt somit ein wesentlich präziseres Instrument zur Qualitätssicherung der Verletzungsschwere dar als der bisher verwendete TRISS [31]. Nachfolgend wird die Berechnung des RISC Scores dargestellt:

RISC Revised Injury Severity Classification		
Parameter	Wert	Koeffizient
Alter	55 – 64	- 1,0
	65 – 74	- 2,0
	ab 75	- 2,3
New ISS	Score	- 0,03
AIS Kopf	4	- 0,5
	5/6	- 1,8
AIS Extremitäten	5	- 1,0
GCS	3 – 5	- 0,9
Gerinnung (PTT)	40 – 49	- 0,8
	50 – 79	- 1,0
	ab 80	- 1,2
Base Excess	- 9 bis -19,9	- 0,8
	≤ - 20	- 2,7
Herzstillstand / RR = 0	ja	- 2,5
Indir. Blutungszeichen*	1	- 0,4
	2	- 0,8
	3	- 1,6
Konstante	...	5,0

* RR_{syst.} < 90 mmHg / Hb < 9 mg/dl / Anzahl EK > 9

Beginnend mit der Konstanten + 5,0 werden für jeden Patienten entsprechend den jeweiligen Ausprägungen der einzelnen Parameter Punkte abgezogen (die „Koeffizienten“). Liegt der Wert außerhalb der genannten Bereiche (z. B. Alter unter 55 Jahre) werden keine Punkte abgezogen. Der so ermittelte Gesamtwert X wird dann mit Hilfe der logistischen Funktion:

$$P = 1 / [1 + \exp(-X)]$$

in eine Zahl zwischen 0 und 1 überführt, die als Überlebenswahrscheinlichkeit interpretiert werden kann. Bei einem X-Wert von 0 ergibt sich 50% Überlebenswahrscheinlichkeit, positive Werte entsprechen einer höheren und negative Werte einer niedrigeren Überlebenswahrscheinlichkeit. Bei vielen Patienten fehlen einzelne Werte für den RISC, was zu einem Ausschluss dieser Fälle aus der Prognoseberechnung führen würde. Aus diesem Grunde wurde für fast alle Parameter des RISC sogenannte „Ersatzvariablen“ bestimmt, die im Falle fehlender Daten eingesetzt werden. Es gibt zwei Ausnahmen, wo keine Ersetzung fehlender Werte vorgenommen wird. Dieses Vorgehen soll vermeiden, dass Patienten, denen wesentliche Daten fehlen, eine RISC-Prognose erhalten:

1. wenn die AIS-Codierung der Diagnose fehlt und
2. wenn mehr als die Hälfte der benötigten Parameter fehlen [31].

2.3.4. Glasgow Coma Scale

Als letzter Score sei die Glasgow Coma Scale eingeführt. Die Glasgow Coma Scale, von Teasdale und Jennett 1974 entwickelt, ist ein rein physiologischer Score. Nachfolgend ein Überblick zur Einteilung der Glasgow Coma Scale:

Tabelle 2: Glasgow Coma Scale

	Parameter	Bewertung	Punkte
A	Augenöffnen	Spontan	4
		Auf Anruf	3
		Auf Schmerz	2
		Keine	1
B	Antworten	Orientiert	5
		Verwirrt	4
		Inadäquat	3
		Unverständlich	2
		Keine	1
C	Motorik	Auf Aufforderung	6
		Gezielt auf Schmerz	5
		Ungezielt auf Schmerz	4
		Beugesynergien	3
		Streckersynergien	2
		Keine	1

Er wird am Unfallort von den erstversorgenden Notärzten verwendet, um die Vigilanz der Patienten zu beurteilen und damit eine ungefähre Prognoseeinschätzung für die Überlebenschancen des polytraumatisierten Patienten zu erhalten. Anhand drei einfach zu erhebenden Variablen - dem Augenöffnen, der besten motorischen Antwort, und der besten verbalen Antwort - können der Zustand und die Veränderungen des Patienten beschrieben und dokumentiert werden. Eine schlechte Bewusstseinslage korreliert mit einer niedrigen Punktzahl (Minimum 3), eine hohe Punktzahl (Maximum 15) mit einer guten Bewusstseinslage und damit mit einer hohen Überlebenschancen [92].

2.4. Die Einschlusskriterien

Untersucht wurden in dieser Arbeit Patienten, welche in der Zeit vom 01.01.2004 bis 31.12.2004 über den Schockraum einer Abteilung für Unfallchirurgie in einer am Traumaregister teilnehmenden Klinik der Maximalversorgung aufgenommen wurden und nachfolgende Einschlusskriterien erfüllten. Erfasst wurden zunächst alle Patienten, die die gebräuchliche Polytrauma- Definition nach Tscherne erfüllten und lebend über den Schockraum einer teilnehmenden Klinik aufgenommen wurden. Aus dieser Studie ausgeschlossen wurden sowohl Patienten, die das Krankenhaus nicht mehr lebend erreichten als auch solche, die in einer anderen Klinik notfallmäßig versorgt und dann sekundär in ein am Traumaregister teilnehmendes Klinikum verlegt wurden. Ebenso wurden Patienten ausgeschlossen, die nach initialer Schockraumaufnahme nicht weiter intensivpflichtig waren und somit auf eine Normalstation verlegt wurden. Als ein weiteres Einschlusskriterium wurde eine Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 ISS-Punkten festgelegt. Um ein möglichst homogenes Patientengut zu erhalten, schränkten wir die Einschlusskriterien weiter ein. Der erstmals im Jahresbericht 2003 der DGU verwendete RISC-Score zur Quantifizierung der Verletzungsschwere und der daraus ableitbaren Prognose wurde als weiteres Einschlusskriterium benutzt. Es wurden daher nur Patienten ausgewählt, die hinreichende Angaben für die Berechnung einer RISC-Prognose aufwiesen.

Gegenstand dieser Arbeit stellt ein Vergleich der Rettungszeiten im ländlichen und städtischen Vergleich dar. Um auch hier möglichst vergleichbare Patientenkollektive zu erhalten und Fehlerquellen zu vermeiden, legten wir zwei weitere Kriterien für das Patientengut fest. Zum einen wurden alle Patienten mit einer Rettungszeit von über 120 Minuten ausgeschlossen und zum anderen betrachteten wir nur polytraumatisierte Patienten die per Bodenrettung in eine Klinik eingeliefert wurden. Die Rettungszeit wurde als Zeitspanne vom Zeitpunkt der Alarmierung in der Rettungsleitstelle bis zum Eintreffen des Rettungsteams samt Patient in der Notaufnahme gewertet.

2.4.1. Einteilung der Patientenkollektive

Kernpunkt der Arbeit ist ein Vergleich der ländlichen und städtischen Rettungszeiten und deren Auswirkung auf die Letalität eines polytraumatisierten Patienten. Wir nahmen somit eine Einteilung der am Traumaregister teilnehmenden Kliniken in ländliche und städtische Gebiete (Ballungszentren) wie folgt vor: Zunächst wählten wir die an dieser Arbeit beteiligten Kliniken nach unten genannten Kriterien aus:

- Kriterien eines städtischen Gebietes:
 - Einwohnerzahl > 500 000 bis max. 3.400 000
 - Bevölkerungsdichte 2500 Einwohner/km² bis max. 4000 Einwohner/km²
- Kriterien eines ländlichen Gebietes:
 - Einwohnerzahl 20 000 bis 150 000
 - Bevölkerungsdichte 100 Einwohner/km² bis 1500 Einwohner/km²

Darüber hinaus wählten wir nur Häuser der Maximalversorgung aus, die im Jahr 2004 mehr als 20 dokumentierte Fälle im Traumaregister verzeichnen konnten. Insgesamt ergaben sich somit von 104 teilnehmenden Kliniken im Jahre 2004 30 Häuser, die die Einschlusskriterien für unsere Studie erfüllten. Insgesamt konnten die 30 Kliniken in 20 Kliniken in der ländlichen Region und 10 Kliniken in einem Ballungszentrum unterteilt werden. Die Region Ulm gehört nach oben beschriebenen Kriterien zu der ländlichen Region mit einer Einwohnerzahl von 120.000 und einer Bevölkerungsdichte von 1019 Einwohner/km². Es wird in der hier vorliegenden Arbeit als drittes Patientenkollektiv mit den Kollektiven der ländlichen und der städtischen Region verglichen.

2.5. Statistische Methoden

Die statistisch Beratung erfolgte durch Frau Hay und Herrn Dreyhaupt, Mitarbeiter der Abteilung Biometrie der Universität Ulm. Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm SPSS für MS Windows in der Version 17.0 durchgeführt. Die erhobenen Parameter wurden vornehmlich nach deskriptiven statistischen Gesichtspunkten ausgewertet. Von den nominal- und ordinalskalierten Messgrößen wurden die Häufigkeiten (absolut und relativ) bestimmt. Bei intervallskalierten Merkmalen wurde der Mittelwert \bar{x} und die Standardabweichung s berechnet. Als Maß der zentralen Tendenz rangskaliertter Merkmale wurde der Median mit dem dazugehörigen Quartilen berechnet.

Der Zusammenhang zwischen Rettungszeiten, Region und der Letalität polytraumatisierter Patienten wurde mit einer linearen Regressionsanalyse geprüft. Dabei wurde die Mortalität als Zielgröße (abhängige Variable Y), die Rettungszeiten und die Region als Einflussgrößen (unabhängige Variablen X) definiert.

Die Beschreibung des Einflusses der unabhängigen Variablen X auf die abhängige Variable Y kann ganz unterschiedliche mathematische Funktionen erfordern. Die einfache lineare Regression benutzt dafür die Funktion $Y=a+b X$.

Diese Funktion ist in graphischer Darstellung eine Gerade mit

a= Y-Achsenabschnitt für $X=0$

b= Steigerung der Regressionsgeraden

= Regressionskoeffizient

Der Regressionskoeffizient gibt die mittlere Veränderung der abhängigen Variablen an, wenn die unabhängige Variable um eine Einheit zunimmt.

Die Gleichung der Regressionsgeraden sagt aus, wie der Zusammenhang zwischen X und Y ist. Zur Angabe, wie eng der Zusammenhang zwischen X und Y ist, d.h. wie sehr Y und X abhängig ist, wird ein Bestimmtheitsmaß (=Maß für die Güte der Anpassung) verwendet. Für die einfache lineare Regression wird als Bestimmtheitsmaß r^2 (Pearson'scher Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient zum Quadrat) verwendet. Ist r^2 nahe Null, dann ist der Einfluss von X und Y minimal. Ist r^2 nahe 1, dann ist Y fast ausschließlich durch X bestimmt.

3. Ergebnisse

3.1. Epidemiologie

Im Zeitraum vom 01. Januar 2004 bis 31. Dezember 2004 konnten 125 vom Notarzt oder von der Rettungsleitstelle als Polytrauma gemeldete Patienten in dieser Studie ausgewertet werden. Insgesamt erfüllten alle 125 Patienten die Einschlusskriterien dieser Studie und wurden lebend über den Schockraum der Universitätsklinik Ulm aufgenommen und anschließend intensivmedizinisch weiter versorgt. Im Vergleich dazu werden für die DGU gesamt 20.815 Fälle angegeben von denen 3.281 Patienten auf das Jahr 2004 fallen. Damit hat die Universitätsklinik Ulm einen Anteil von rund 4% an der Fallzahl der DGU im Jahre 2004. Der Anteil primär versorgter Patienten an der Universität Ulm lag im Jahr 2004 bei 87,2% (n = 109) und der Anteil sekundär-zuverlegter Patienten innerhalb 24h nach dem Unfall bei 12,8% (n = 16), wobei ein Patient später als 24 h nach dem Unfall in das Klinikum Ulm zu verlegt wurde.

Zunächst werden in dieser Arbeit die Ergebnisse des Traumaregister- Jahresbericht 2005 für das Universitätsklinikum Ulm vorgestellt. Anschließend folgt ein Vergleich der Unfalldaten zwischen ländlichen und städtischen Regionen mit den Daten des Universitätsklinikums Ulm im Jahre 2004, anhand von bereits im Abschnitt „Material und Methoden“ erwähnten Einschlusskriterien der einzelnen Patientenkollektive. Im Zeitraum vom 01. Januar bis 31. Dezember 2004 wurden insgesamt 384 Patienten in ländlichen Regionen und 1235 Patienten in städtischen Regionen vom Notarzt als Polytrauma in Kliniken der Maximalversorgung aufgenommen und in unserer Studie ausgewertet. Insgesamt wurden für das Jahr 2004 von der DGU 3281 Patienten dokumentiert und somit hat der ländliche Raum mit 384 Patienten einen Anteil von 11,7% am Gesamtpatientenkollektiv und der städtische Raum mit 1235 einen Anteil von 37,64%. Primär wurden in der ländlichen Region insgesamt 356 (92,7%) Patienten versorgt, während in den städtischen Regionen 1006 (81,45%) Patienten primär aufgenommen wurden. Schränkt man nun das Patientenkollektiv weiter ein und betrachtet nur Patienten die zusätzlich mit einem ISS Score über 16 eingeliefert wurden, erhält man für die ländliche Region eine Anzahl Patienten von 214 und für die städtische Region einen Anteil von 453 Patienten. Von diesem Patientenkollektiv wurde für 205 Patienten der ländlichen Region ein RISC dokumentiert und für 337 der städtischen Region. Insgesamt wurden von diesen Patienten 166 für den ländlichen Raum und für den städtischen Raum 202 Patienten per Bodenrettung in die Klinik transportiert. Darüber hinaus wurden Patienten mit einer primären Rettungszeit über 120 Minuten für diese Arbeit ausgeschlossen und somit konnten

die Patientenkollektive für die städtische Region auf 174 Patienten und für die ländliche Region auf 141 Patienten verkleinert werden. Des Weiteren zeigt diese Arbeit einen Vergleich der beiden Patientenkollektive mit dem Raum Ulm und somit wurden die bereits oben erwähnten Kriterien auch für die Daten des Ulmer Patientenkollektives angewendet. Für 19 Patienten aus dem Raum Ulm trafen die Einschlusskriterien zu.

3.1.1. Altersstrukturen

Für das Patientenkollektiv der Region Ulm ergaben sich folgende Werte: Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt des Unfalldatums 1 Jahr alt und der älteste Patient 88 Jahre alt. Das durchschnittliche Alter lag bei 37,2 Jahren. Das mediane Alter der polytraumatisierten Patienten lag bei 33,0 Jahren. Die Altersverteilung ist der Abbildung 1 zu entnehmen:

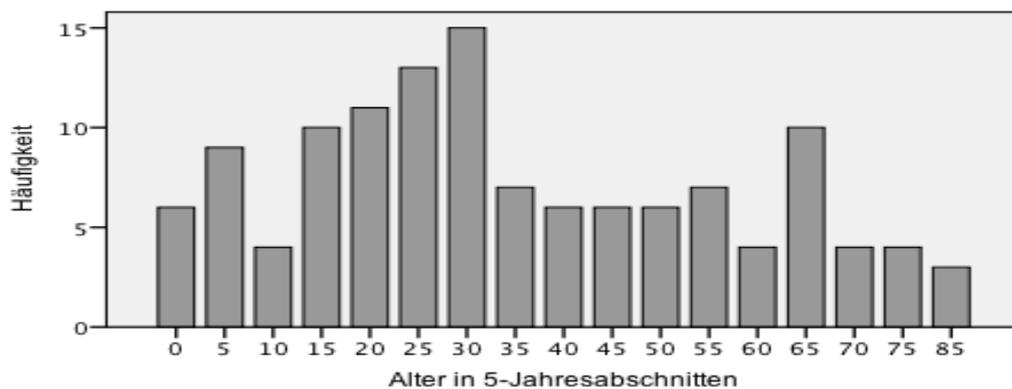


Abbildung 1: Die Altersverteilung polytraumatisierter Patienten in 5-Jahresabschnitten am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=125) ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Deutlich ist ein Gipfel an Unfallverletzungen im dritten Lebensjahrzehnt zu erkennen und ein erneuter Anstieg um das 65. Lebensjahr. Des Weiteren zeigt sich ein verhältnismäßig hoher Anteil an verunglückten Kindern, die vorwiegend als PKW-Insassen ein Polytrauma erlitten. Verglichen werden nun die drei Vergleichskollektive Land, Stadt und Ulm anhand der unter 3.1. genannten Einschlusskriterien. Die folgende Tabelle 1 enthält die Daten der Häufigkeitsverteilung bezogen auf das Alter im städtisch-/ländlichen Vergleich mit der Gegenüberstellung des Ulmer Kollektives. Der Mittelwert für die ländliche Region beträgt 42,85 Jahre (Min: 5 Jahre, Max: 90 Jahre) und für die städtische Region 44,75 Jahre (Min: 4 Jahre, Max 93 Jahre). Das Ulmer Patientenkollektiv ist im Vergleich dazu etwas jünger, nämlich im Durchschnitt 38,53 Jahre (Min:1 Jahr, Max: 75 Jahre). Die Werte sind der unterstehenden Tabelle 3 zu entnehmen:

Tabelle 3: Die Darstellung der Altersstruktur der polytraumatisierten Patientenkollektive für die ländliche Region (n=141), für die städtische Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Alterstruktur	Klinikum Ulm	Ländliche Region	Städtische Region
	2004 (Jahre)	2004 (Jahre)	2004 (Jahre)
Patientenkollektiv	n = 19	n = 141	n = 174
Mittelwert	38,53	42,85	44,75
Median	33,00	39,00	43,00
Standardabweichung	24,49	21,06	19,97
Minimum	1	5	4
Maximum	75	90	93

3.1.2. Geschlechterverteilung

Die Geschlechtsverteilung, angewandt auf das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm, zeigte eine deutliche Häufung männlicher Schwerverletzter. Von den 125 polytraumatisierten Patienten betrug der Anteil der Männer 64% (n = 80) und der Anteil der Frauen 36% (n=45). 48,4% dieser 125 Patienten litten bereits zur Zeit des Unfalls an Vorerkrankungen. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Geschlechterverteilung an der Universitätsklinik Ulm im Vergleich mit den Zahlen der DGU des gesamten Dokumentationszeitraums:

Tabelle 4: Die Geschlechterverteilung polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=125) im Vergleich mit den Zahlen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie für polytraumatisierte Patienten im Jahre 2004 (n=3281) und in den Jahren 1993 bis 2004 (n=20815)

Geschlecht	Universitätsklinik Ulm 2004		Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2004		Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1993 - 2004	
	n	%	n	%	n	%
Männlich	80	64,0	2.376	72,4	14.967	71,9
Weiblich	45	36,0	905	27,6	5.848	28,1
Patienten mit Vorerkrankungen	60	48,4	979	32,4	4.106	21,0

Es lässt sich an Hand dieser Aufteilung erkennen, dass die Patienten im Vergleich zu der Patientengeschlechterverteilung der DGU für den gesamtdeutschen Raum, sowohl im Jahr 2004 als auch über den Zeitraum der letzten 14 Jahre, deutlich (8%) mehr Frauen im Raum Ulm betroffen waren als im Deutschlandweiten Vergleich. Vergleicht man die Geschlechterverteilung im

ländlichen und im städtischen Raum auf die, die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien zutreffen, mit der Geschlechterverteilung im Raum Ulm ergibt sich folgende Tabelle 5:

Tabelle 5 : Die Geschlechterverteilung der Patientenkollektive für die ländliche Region (n=141), für die städtische Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) für das Jahr 2004 anhand polytraumatisierter Patienten unter Anwendung der Einschlusskriterien

Geschlecht	Universitätsklinik Ulm 2004		Ländliche Region 2004		Städtische Region 2004	
	n	%	n	%	n	%
Patientenkollektiv	n = 19		n = 141		n = 174	
Männlich	10	52,6	105	74,5	128	73,6
Weiblich	9	47,4	36	25,5	46	26,4

Der Anteil der Männer beträgt im städtischen Raum 73,6% und im ländlichen Raum 74,5%. Der Anteil der Männer der gesamten DGU beträgt 71,9%. Im Patientenkollektiv der Universität Ulm ließ sich ein Männeranteil von nur 52,6% berechnen. Insgesamt litten 8 Patienten (42,1%) des Ulmer Kollektivs bereits vor Unfalldatum an Vorerkrankungen. Im städtischen Raum wiesen 61 von 163 (37,4%) dokumentierten Patienten Vorerkrankungen auf, im ländlichen Raum 47 von 138 (37,4%) Patienten.

3.1.3. Unfallzeitpunkte

Im Untersuchungszeitraum 2004 des gesamt Ulmer Patientenkollektivs zeigen sich tendenziell zwei Häufigkeitsgipfel, nämlich in den Frühlings- und in den Sommermonaten:

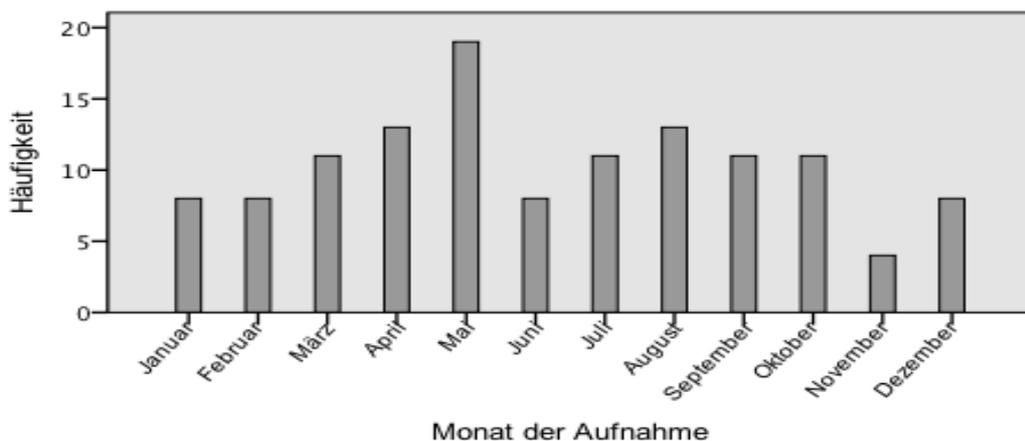


Abbildung 2: Die Verteilung der Unfallzeitpunkte pro Monat polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Polytraumatisierungen ereignen sich häufiger in der wärmeren Jahreszeit. Hierbei war eine Häufung im Zeitraum März bis August zu verzeichnen, nahezu doppelt so viele Polytraumen wurden in diesem Zeitraum eingeliefert. In der nachfolgenden Abbildung 3 werden nun die Häufigkeitsverteilungen der Polytraumen bezogen auf den Monat auf das Patientenkollektiv der unter 3.1. genannten Einschlusskriterien verwendet. Es zeigen sich die Verteilung der Unfälle im Vergleich städtische, ländliche und Ulmer-Region mit einer Häufung der Unfallverletzungen vor allem in den Wintermonaten in der städtischen Region, während in der ländlichen sowie in der Ulmer Region sich die Unfallverletzungen in den Sommermonaten häufen.

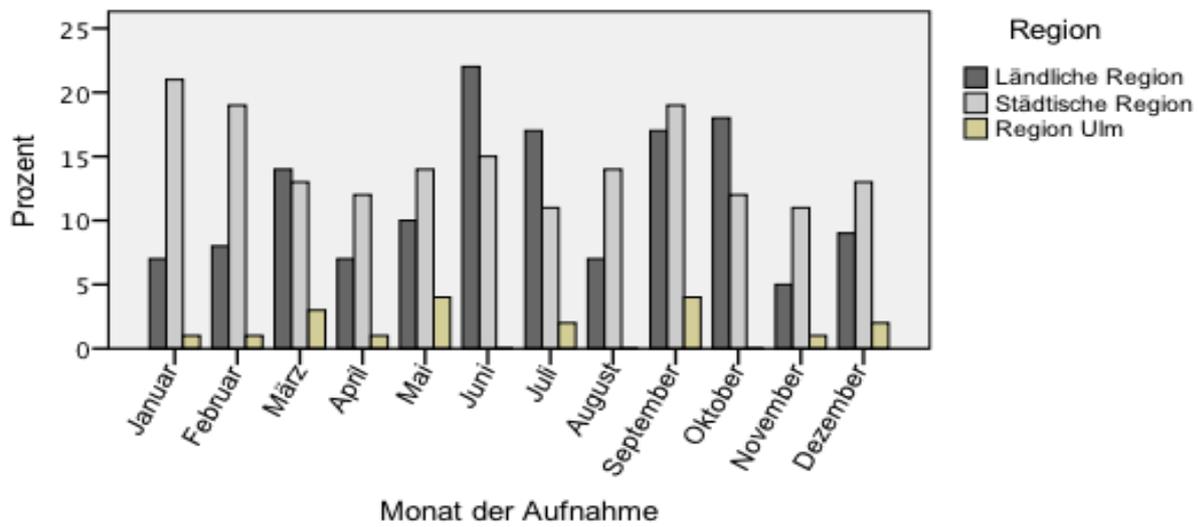


Abbildung 3: Die Verteilung der Unfallzeitpunkte pro Monat für das Patientenkollektiv der ländlichen Region (n=141), für das Kollektiv der städtischen Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) für das Jahr 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

3.1.4. Unfallmechanismen

Es fand sich die in Abbildung 4 aufgezeigte Verteilung für die 125 Polytrauma-Patienten der Universitätsklinik Ulm ohne die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien. Die häufigste Ursache für eine Polytraumatisierung am Patientenkollektive der Universitätsklinik Ulm stellte der Verkehrsunfall mit 58,4 % (n=73) dar. Hier zeigte sich, dass der häufigste Grund für eine Polytraumatisierung der PKW/LKW-Unfall (33,6%) war, gefolgt von den Unfallmechanismen, die unter "Sonstiges" fallen, welche in 23,2% der Fälle zu einer Verletzung führten. Darüber hinaus konnte bei den 125 Patienten zu 85,6% eine stumpfe und zu 14,4% eine penetrierende Verletzung diagnostiziert werden. Die nachfolgende Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Unfallmechanismen am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004.

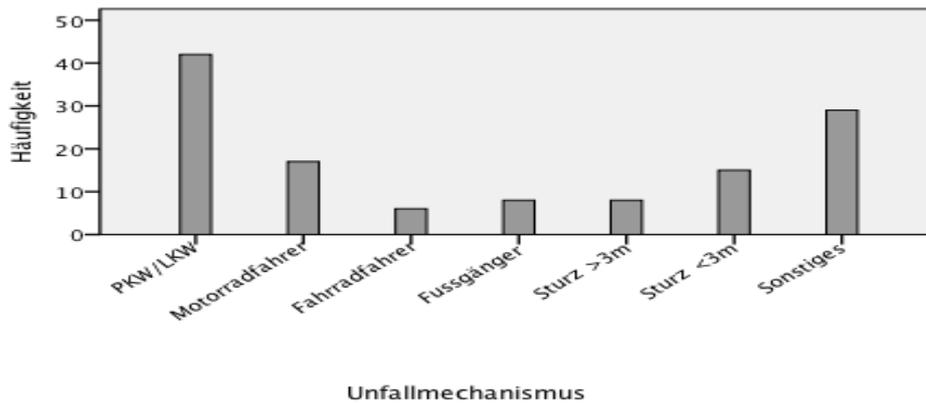


Abbildung 4: Die Häufigkeitsverteilung der Unfallmechanismen polytraumatisierter Patienten am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Abbildung 5 stellt einen Zusammenhang zwischen der Geschlechterverteilung und dem Unfallmechanismus anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 dar. Es zeigt sich, dass Männer überwiegend als Motorradfahrer verunglücken und Frauen häufiger als PKW-Insassin oder als Fußgängerinnen. Des Weiteren wird der Anteil "Sonstiges" vom männlichen Geschlecht dominiert.

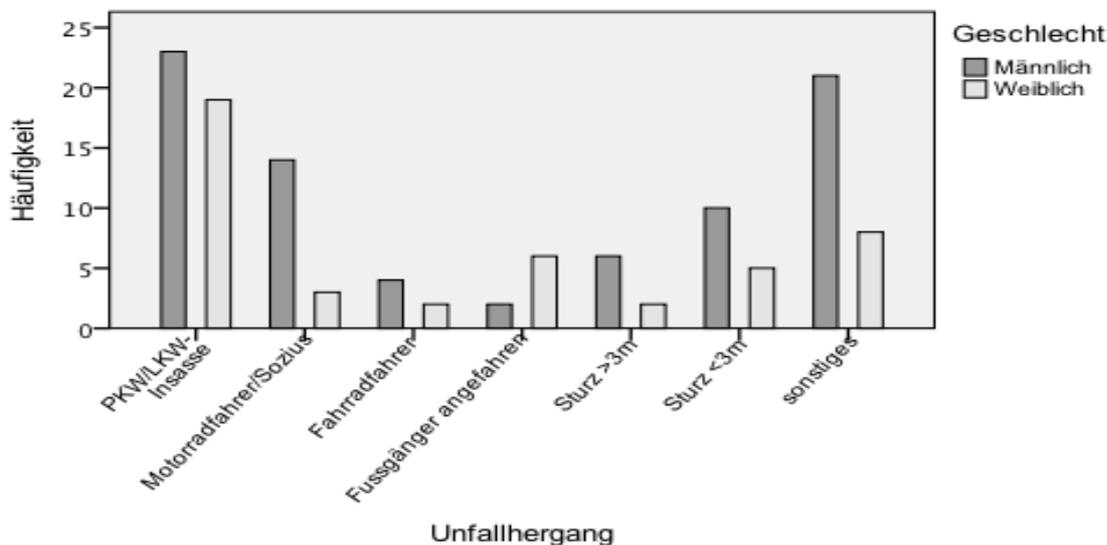


Abbildung 5: Die Geschlechterverteilung bezogen auf den Unfallhergang am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=125) für das Jahr 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Betrachtet man das Patientenkollektiv der Region Ulm, auf das die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewendet wurden, zeigen sich folgende Daten: Von insgesamt 19 Unfallopfern verunglückten 8 Personen (42,1%) an einem PKW-Unfall. Weitere 2 Personen erlitten einen Fahrradunfall, gefolgt von 2 Personen die als Fußgänger angefahren wurden. Lediglich einer

verunglückte bei einem Sturz unter 3 Meter Höhe, 4 verunglückten bei einem Sturz aus über 3 Meter Höhe. 2 Fälle fielen unter die Rubrik „Sonstiges“. Zusammenfassend lässt sich zeigen, dass im Raum Ulm der PKW-Unfall, ebenso wie in der ländlichen Region, an erster Stelle bei Polytraumaverletzungen steht. Der Anteil an Verkehrsunfällen insgesamt betrug 63,2%. Die unten angeführte Abbildung 6 soll einen Überblick über die verschiedenen Unfallmechanismen der Patientenkollektive für die ländliche und für die städtische Region aufzeigen und für das Patientenkollektiv der Region Ulm im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.

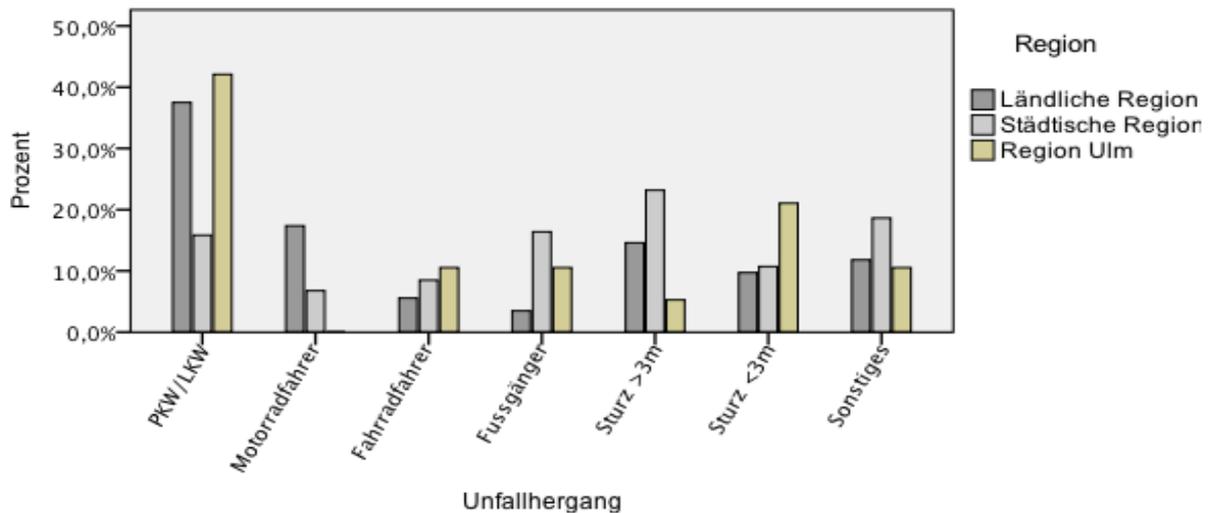


Abbildung 6: Die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Unfallmechanismen für das Patientenkollektiv der ländlichen Region (n=141), für das Patientenkollektiv der städtische Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Region Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Auch hier zeigt sich erneut die Häufigkeitsverteilung wie bereits zuvor erwähnt. Es stellen die PKW-Unfälle in der ländlichen und in der Region Ulm die häufigsten Ursachen für ein Polytrauma dar, während in der städtischen Region die Stürze aus über drei Meter Höhe führend sind. Der Anteil der Polytraumatisierungen, die auf ein Verkehrsunfall insgesamt zurückzuführen sind, beträgt in der ländlichen Region 63,8% und ist in der städtischen Region weit geringer mit einem Anteil von 46,5%.

3.2. Verletzungsart und Verletzungsschwere

3.2.1. Verletzungsmuster

Zunächst soll das Verletzungsmuster der Region Ulm dargestellt werden, anhand des Patientenkollektives auf das keine der oben genannten Einschlusskriterien angewandt wurden. Abbildung 7 zeigt die Häufigkeit, mit der die einzelnen Körperregionen im Rahmen einer Polytraumatisierung verletzt wurden:

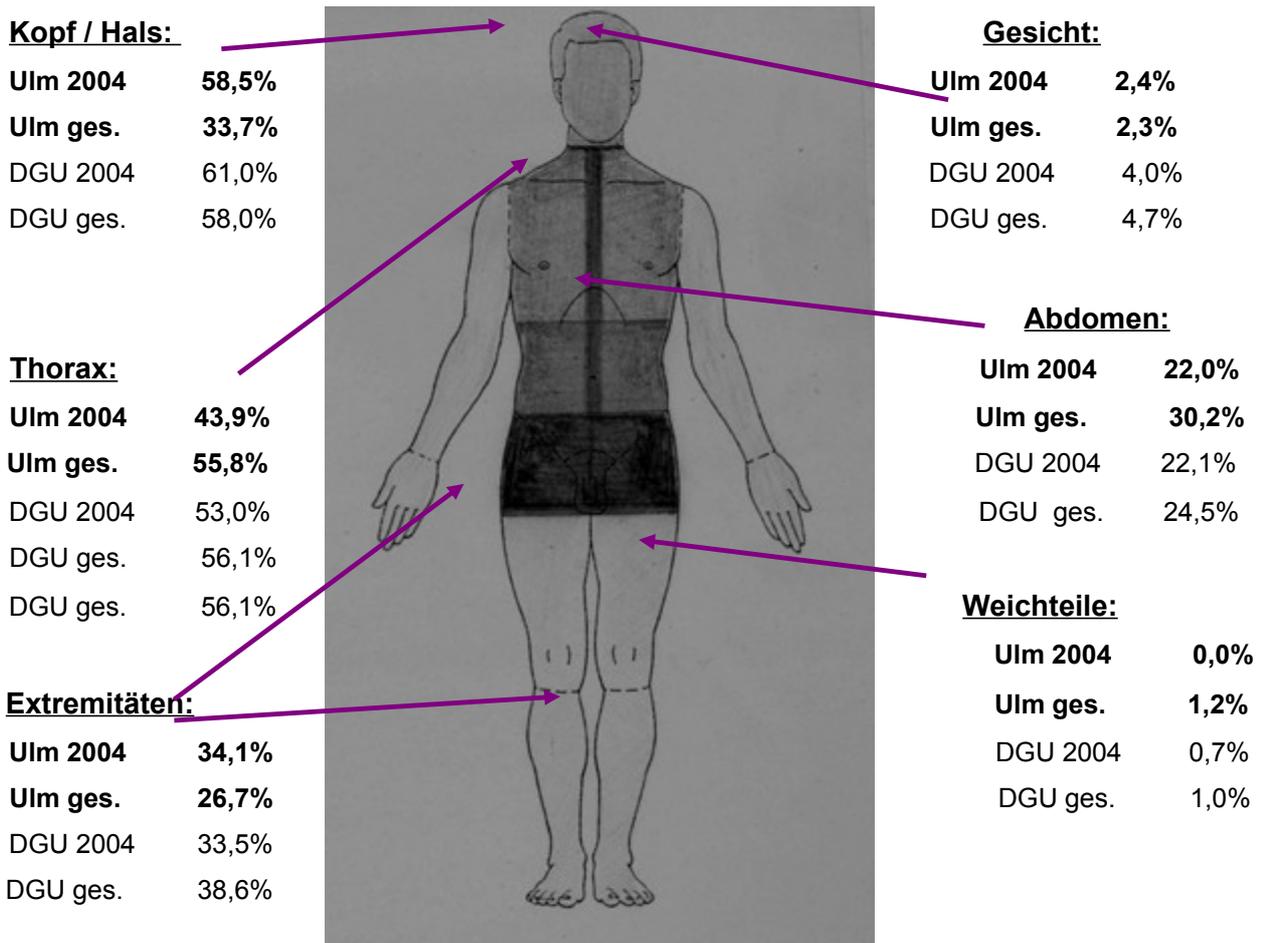


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung verletzter Körperregionen anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Um (n=125) im Vergleich mit den Daten polytraumatisierter Patienten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (n=2376; DGU) für das Jahr 2004 und für die Jahre 1993 bis 2004 (n=14967; DGU ges.)

Dargestellt sind die sechs Körperregionen, welche Grundlage des Injury Severity Score sind, wobei nur „schwere“ Verletzungen mit einem AIS von mindestens 3 oder mehr Punkten berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wurden nur schwer verletzte Patienten mit einem ISS \geq 16 in dieser Darstellung eingeschlossen. Des Weiteren sind Mehrfachverletzungen möglich. Diese Zahlen der

Klinik Ulm für das Jahr 2004 beruhen auf 41 Schwerverletzten mit einem ISS über 16. Das Patientenkollektiv der Region Ulm über den gesamten Erhebungszeitraum des Traumaregisters hatten 469 von 548 Patienten einen gültigen ISS. Von diesen hatten wiederum 172 Patienten einen ISS von mindestens 16 Punkten. Eindeutig am häufigsten verletzt in der Gruppe des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm im Jahr 2004 war der Kopf/Hals mit 58,5%, gefolgt von den Thoraxverletzungen, die sich 43,9% der Polytraumapatienten zuzogen. Die Extremitätenverletzungen rangierten an dritthäufigster Stelle mit 34,1%. Es folgt mit einem größeren Abstand die Abdominalverletzungen mit 22,0%. Den Schluss bilden die Gesichtsverletzungen mit einem Anteil von 2,4% im Jahr 2004. Betrachtet man nun die Zahlen des gesamten Patientenkollektives für die Region Ulm seit dem Erhebungszeitraumes der DGU zeigen sich einige Unterschiede. An erster Stelle der verletzten Körperregionen steht nun der Thoraxbereich mit 55,8%, gefolgt von der Kopf/Hals-Region mit 33,7%. Die Abdominalverletzungen folgen an dritter Stelle mit 30,2%, dicht gefolgt von den Extremitätenverletzungen mit 26,7%. Der Schluss wird gebildet von den Gesichtsverletzungen mit 2,3% und den Weichteilverletzungen mit 1,2%. Die Zahlen der DGU seit dem Erhebungszeitraum zeigen eine Verteilungshäufigkeit wie sie der Verteilung in der Region Ulm im Jahre 2004 entsprechen. Am häufigsten verletzt war die Kopf/Hals-Region mit 58,0%, dicht gefolgt von der Brustkorbläsion mit 56,1% und den Extremitätenverletzungen mit 38,6%. Die Abdominalverletzung steht auch hier an vierter Stelle mit 24,5%. Mit 4,7% bilden die Gesichtsverletzungen zusammen mit den Weichteilverletzungen mit 1,0% den Schluss. In der folgenden Tabelle 6 sind nun die Unfallverletzungen der drei Vergleichskollektive, auf die die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewendet wurden, im Überblick dargestellt. Es wurden ebenso nur „schwere“ Verletzungen mit einem AIS von mindestens 3 oder mehr Punkten berücksichtigt:

Tabelle 6: Die Häufigkeitsverteilung verletzter Körperregionen des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19), des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141) und des Patientenkollektives der städtischen Region (n=174) für das Jahr 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Unfallverletzungen	Klinikum Ulm		Ländliche Region		Städtische Region	
	2004		2004		2004	
	n	%	n	%	n	%
Patientenkollektiv	n = 19		n = 141		n = 174	
Kopf/Hals	14	73,7	81	57,4	95	54,6
Gesicht	1	5,3	2	1,4	6	3,4
Thorax	7	36,8	74	52,5	102	58,6
Abdomen	1	5,3	36	25,5	40	23,0
Extremitäten	5	26,3	41	20,1	68	39,1
Weichteile	0	0	1	0,7	3	1,7

Wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist, rangieren die Kopf/Hals-Verletzungen im ländlichen Gebiet und in der Region Ulm an erster Stelle. Gefolgt von schweren Thoraxverletzungen. In der ländlichen Region stehen die Abdominalverletzungen an dritter Stelle mit einem Anteil von 25,5%, während am Universitätsklinikum Ulm die Extremitätenverletzungen an dritter Stelle stehen. Auffällig erscheint die vergleichsweise niedrige Anzahl an Abdominalverletzungen mit 5,3% am Klinikum Ulm im Jahre 2004. Die städtischen Regionen hingegen zeigen einige Unterschiede zu den beiden zuvor genannten Kollektiven. An erster Stelle sind hier die Thoraxverletzungen mit einem Anteil von 58,6% (n = 102) zu nennen, die somit die häufigste Art der Unfallverletzung im städtischen Gebiet darstellen. An zweiter Stelle stehen dicht gefolgt mit 54,6% die Kopf/Hals-Verletzungen. Mit 39,1% stehen die Extremitätenverletzungen an dritter Stelle, gefolgt von den Abdominalverletzungen mit 23,0%.

3.2.2. Glasgow Coma Scale

Die Glasgow Coma Scale war bei 107 Patienten des Patientenkollektives des Klinikums Ulm im Jahre 2004 dokumentiert worden und basierte auf den Angaben des in Ulm verwendeten Notarzteinsatzprotokolls.

Der mediane GCS betrug 15, der Mittelwert für das Gesamtkollektiv lag bei 12,8 Punkten. Der Mittelwert des GCS der DGU für das Jahr 2004 lag bei 11,3 Punkten und der DGU über den Zeitraum der letzten 14 Jahre lag bei 11,0 Punkten. Darüber hinaus wiesen 18% (n = 20) der Traumapatienten am Klinikum Ulm im Jahre 2004 einen GCS unter 8 auf. Vergleichend dazu, lies sich ein GCS unter 8 bei 27% des Gesamtkollektives der dokumentierten Patienten im Jahr 2004 der DGU feststellen und bei 31% des DGU gesamt. Tabelle 7 soll eine Übersicht über die Häufigkeitsverteilung der Glasgow Coma Scale im Raum Ulm im Jahre 2004 geben:

Tabelle 7: Statistische Kennzahlen der Glasgow Coma Scale in Vergleich der Geschlechterverteilung am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=125) für das Jahr 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Kollektiv	N	Mittelwert	Median	Standard – abweichung	Minimum	Maximum
Weiblich	46	13,05	15	3,2	4	15
Männlich	79	12,7	15	3,9	3	15
Gesamt	125	12,8	15	3,7	3	15

Abbildung 8 zeigt, dass die Mehrheit der polytraumatisierten Patienten im Raum Ulm zum Zeitpunkt des Eintreffens des Notarztes einen GCS von 15 hatten. Somit war die Mehrheit der

Patienten trotz ihrer Verletzungen bei Ankunft des Notarztes noch in der Lage adäquat auf gezielte Reize zu antworten und sich zu bewegen.

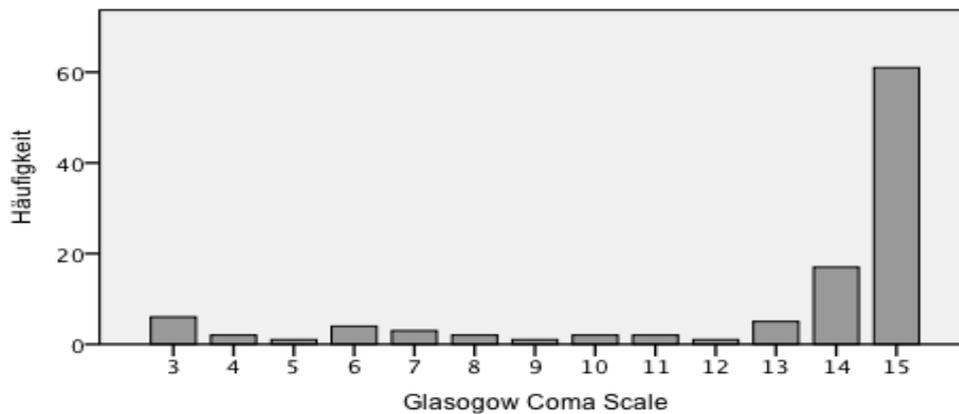


Abbildung 8: Die Verteilung der Glasgow Coma Scale am Unfallort anhand des Patientenkollektives des Universitätsklinikums Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Die folgende Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Glasgow Coma Scale für das Patientenkollektiv der ländlichen Region, der städtischen Region und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.

Tabelle 8: Statistische Kennzahlen des Glasgow Coma Scale im Vergleich anhand der Patientenkollektives der ländlichen Region (n=137), des Patientenkollektives der städtischen Region (n=165) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Kollektiv	N	Mittelwert	Median	Standard – abweichung	Minimum	Maximum
Klinikum Ulm 2004	19	10,1	13,0	4,9	3	15
Ländliche Region 2004	137	11,5	14,0	4,2	3	15
Städtische Region 2004	165	10,3	12,0	4,6	3	15

In 97,1% aller Fälle (137 Patienten) für die ländliche Region, in 94,8% aller Fälle (165 Patienten) für die städtische Region und in 100% (19 Patienten) für das Klinikum Ulm waren Angaben zum GCS in den Akten dokumentiert worden. Der mediane GCS für die ländliche Region betrug 14 Punkte, 12 Punkte für die städtische Region und 13 Punkte insgesamt für das Klinikum Ulm. Er unterscheidet sich für alle drei Kollektive nicht deutlich voneinander. Des Weiteren wiesen 22,6% (n=31) der Traumapatienten der ländlichen Region einen GCS unter 8 Punkten auf. In der städtischen Region war ein GCS unter 8 Punkten für 36,9% (n = 61) der Patienten dokumentiert und für die Region Ulm konnten für 42,1% (n = 8) der Patienten ein GCS unter 8 Punkten

festgestellt werden. Die folgende Abbildung 10 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Glasgow Coma Scale am Unfallort für alle drei Patientenkollektive:

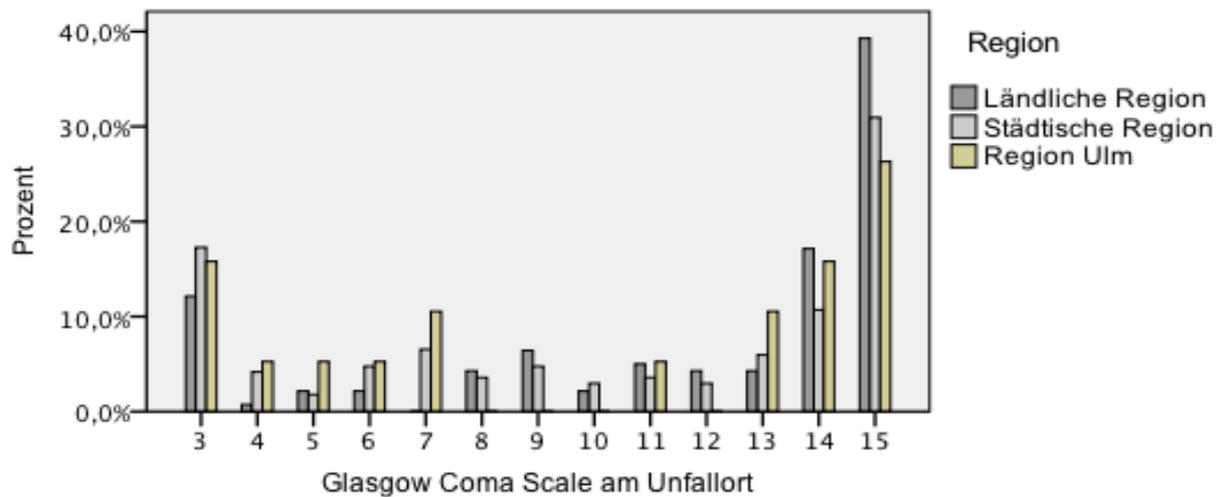


Abbildung 9: Die Verteilung der Glasgow Coma Scale anhand polytraumatisierter Patienten des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=137), des Patientenkollektives der städtischen Region (n=165) und des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

3.2.3. Injury Severity Score

Für alle Patienten der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 wurde der Injury Severity Score mittels der dokumentierten Diagnosen retrospektiv berechnet. Bei 119 Patienten der insgesamt 125 Patienten für das Klinikum Ulm war es möglich, den ISS zu berechnen. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Punkteverteilung des ISS am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 ohne die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien:

Tabelle 9: Statistische Kennzahlen des Injury Severity Scores für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=119) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Kollektiv	N	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
Weiblich	43	14,95	13,0	10,6	1	43
Männlich	76	12,9	9,0	10,2	1	50
Gesamt	119	13,7	9,0	10,3	1	50

Es errechnete sich ein Median für den ISS-Wert für das Patientenkollektive der Universitätsklinik Ulm von 9,0 Punkten und ein Mittelwert von 13,7 Punkten. Für das Patientenkollektiv der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie im Jahre 2004 konnte ein Mittelwert für den ISS von 22,8 Punkten ermittelt werden und für das Patientenkollektiv der DGU in den Jahren 1993 bis 2004

ergab sich ein Mittelwert von 24,0 Punkten. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die relative Häufigkeitsverteilung der ISS-Werte für die Region Ulm im Jahre 2004, eingeteilt in vier Gruppen:

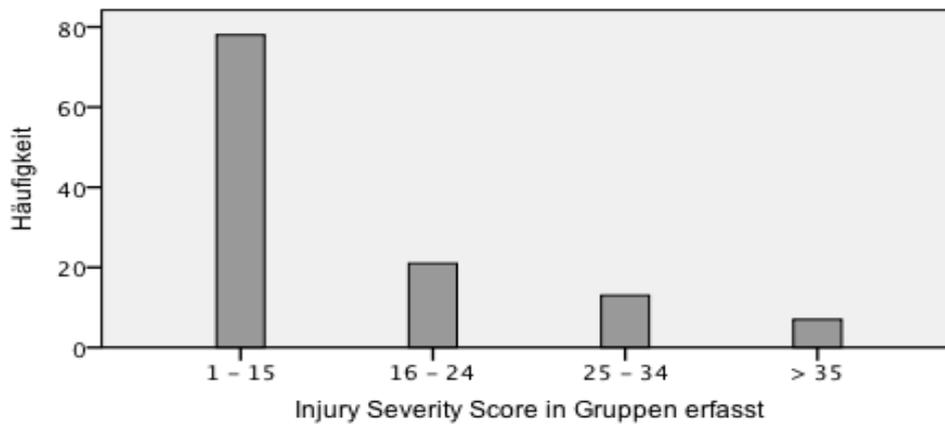


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung des Injury Severity Score anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=119) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Insgesamt hatten 35% des Patientenkollektivs unserer Studie einen ISS über 16 und gelten somit als Polytrauma. Im Vergleich dazu wiesen 70% der DGU gesamt des Jahres 2004 einen ISS über 16 und 72% der DGU gesamt der letzten 14 Jahre auf. In der nachfolgenden Tabelle 10 werden die ISS- Werte der Vergleichskollektive der ländlichen-, städtischen und der Region Ulm auf die, die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewandt wurden, dargestellt:

Tabelle 10: Statistische Kennzahlen des Injury Severity Scores im Vergleich anhand des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Kollektiv	N	Mittelwert	Median	Standart – abweichung	Minimum	Maximum
Klinikum Ulm 2004	19	22,9	21,0	6,3	16	36
Ländliche Region 2004	141	28,6	25,0	13,2	16	75
Städtische Region 2004	174	31,4	26,0	15,7	16	75

Da bei allen drei Patientenkollektiven Patienten mit einem ISS-Wert unter 16 Punkten ausgeschlossen wurden, lag das Minimum der erreichten Punkte für das gesamte Patientengut bei 16 Punkten. Als Maximum wurden die maximal möglichen 75 Punkte erzielt. Der Median für das Patientenkollektiv der ländlichen Region für das Jahr 2004 betrug 25 Punkte, der Mittelwert 28,6 Punkte. Die städtische Region erreichte einen Median von 26 Punkten im Jahre 2004, einen Mittelwert von 31,4 Punkten und die Region Ulm wies einen Median von 21 Punkten im Jahre

2004 auf, einen Mittelwert von 22,9 Punkten. In der Region Ulm ergibt sich somit der niedrigste ISS-Wert im Vergleich zu der städtischen und der ländlichen Region. Für die städtische Region hingegen mit einem Median von 26 Punkten liegt der ISS - Wert am höchsten. Da die Verletzungsschwere mit einem hohen ISS-Wert korreliert, lässt sich daraus ableiten, dass die Patienten des Vergleichskollektives, die im städtischen Gebiet verunglückten, deutlich schwerere Verletzungen aufweisen. Die folgende Abbildung 11 stellt nochmals die Häufigkeitsverteilung der ISS-Werte, eingeteilt in drei Gruppen, in der ländlichen-, städtischen und der Region Ulm dar, auf die die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewendet wurden:

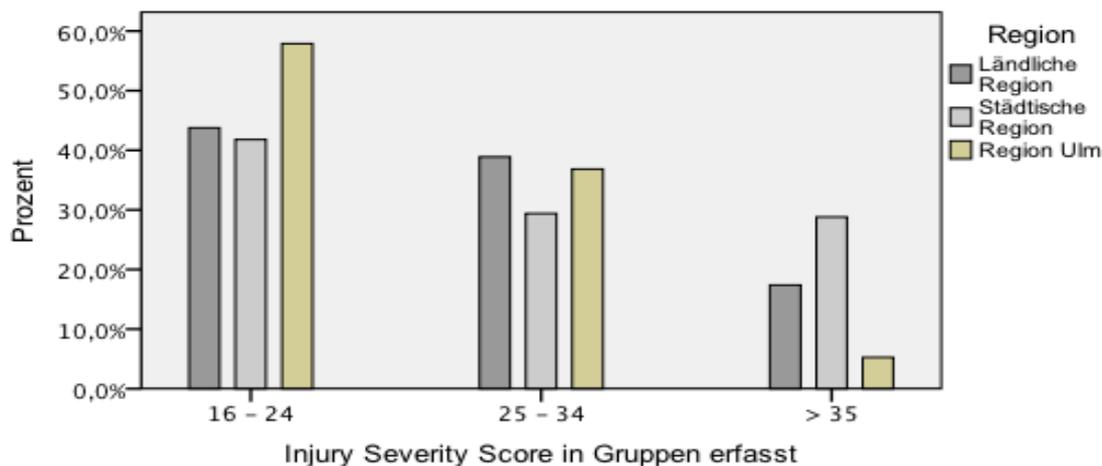


Abbildung 11: Die Verteilung des Injury Severity Score polytraumatisierter Patienten am Unfallort im Vergleich anhand des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

3.2.4. Revised Injury Severity Classification

Ein zentrales Element der Qualitätssicherung im Traumaregister ist der Vergleich der beobachteten Mortalitätsrate der eigenen Traumapatienten mit einer aus dem Schweregrad der Verletzungen abgeleiteten Prognose. Zur Berechnung dieser Prognose wird der sog. RISC – Score herangezogen - wie bereits im Kapitel "Material und Methoden" beschrieben. Die Abbildung 12 gibt zunächst eine Übersicht der RISC-Prognose für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 im Vergleich der Geschlechterverteilung, auf das die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien nicht angewendet wurden. Eine RISC-Prognose unter 10% bedeutet ein niedriges Letalitätsrisiko und somit eine niedrigere Verletzungsschwere. Eine RISC-Prognose von über 75% bedeutet ein deutlich erhöhtes Letalitätsrisiko aufgrund der erheblichen Verletzungsschwere. Es wurden nur primär versorgte Patienten betrachtet, die hinreichende Daten zur Berechnung des RISC besitzen:

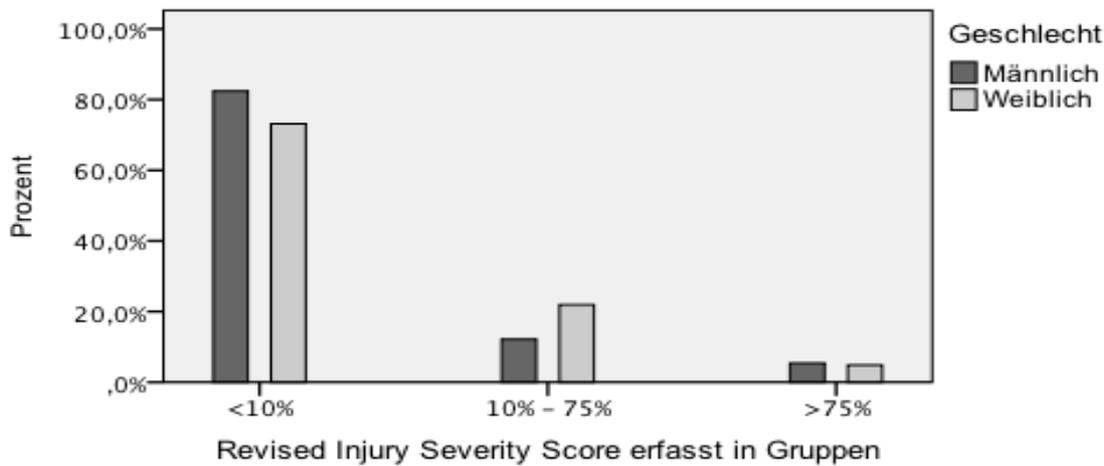


Abbildung 12: Verteilung der Revised Injury Severity Classification nach Geschlecht anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=101) ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Die Gesamtzahl der Patienten aus der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 betrug 125. 109 von 125 Patienten wurden primär versorgt. Davon hatten 92% (n=101) hinreichende Angaben für die Berechnung einer RISC-Prognose. Das mittlere Alter dieser 101 Patienten betrug 36,7 Jahre und 64% waren männlich. Der ISS lag im Mittel bei 12,8 Punkten. Von diesen Patienten sind 4 im Krankenhaus verstorben, d.h. die Mortalitätsrate beträgt 4,0% (95% Konfidenzintervall: 1,4 – 9,0). Die mittlere RISC-Prognose der 101 Patienten lag bei 8,5%. Die Differenz dieser beiden Werte ergibt -4,5%, was zugleich bedeutet, dass die Mortalität am Universitätsklinikum Ulm für das Jahr 2004 deutlich niedriger ist, als die zu erwartende Prognose. Nachfolgende Tabelle 11 gibt einen Überblick über die RISC-Prognose im Vergleich:

Tabelle 11: Die Revised Injury Severity Classification polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=101) im Vergleich mit den Zahlen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie für polytraumatisierte Patienten im Jahre 2004 (n=1902) und in den Jahren 1993 bis 2004 (n=13803)

Revised Injury Severity Classification	Universitätsklinik Ulm 2004	Universitätsklinik Ulm 1993 - 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1993 - 2004
Patientenkollektiv	n = 101	n = 332	n = 1.902	n = 13.803
Letalität in dieser Gruppe	4,0%	3,9%	15,4%	16,8%
Revised Injury Severity Classification (Mittelwert)	8,5%	7,5%	16,7%	16,7%
Differenz zwischen der Revised Injury Severity Classification und der Letalität	<u>- 4,5%</u>	<u>- 3,6%</u>	<u>- 1,3%</u>	<u>0,1%</u>

In Tabelle 11 werden die beobachteten Letalitäten in den Krankenhäusern mit der RISC- Prognose für alle oben aufgeführten Kliniken verglichen. Es zeigt sich für das Universitätsklinikum Ulm über den gesamten Dokumentationszeitraum eine mittlere RISC-Prognose von 7,5% und eine Letalitätsrate von 3,9%. Dies bedeutet erneut, dass die beobachtete Letalität am Klinikum Ulm deutlich niedriger ist, als der zu berechnende RISC-Score. Vergleicht man die RISC-Prognose von 16,7% im Gesamtkollektiv (Traumaregister 1993 - 2004) der DGU mit der tatsächlichen Letalitätsrate von 16,8% sind die beiden Werte nahezu identisch. Die RISC-Prognose stimmt hier sehr gut mit der beobachteten Letalität überein. Nachfolgend werden nun die RISC-Prognosen und die Letalitätsraten der ländlichen-/städtischen und der Region Ulm im Jahre 2004 am Patientenkollektiv, auf das die unter 3.1. genannten Kriterien angewendet wurden, verglichen. Alle polytraumatisierten Patienten dieser Kollektive hatten ausreichende Daten zur Berechnung einer RISC-Prognose. Veranschaulicht wird dies durch die folgende Tabelle 12:

Tabelle 12: Die Revised Injury Severity Classification polytraumatisierter Patienten im Vergleich anhand des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Revised Injury Severity Classification	Klinikum Ulm 2004	Ländliche Region 2004	Städtische Region 2004
Patientenkollektiv	n = 19	n = 141	n = 174
Revised Injury Severity Classification (Mittelwert)	15,69 %	17,13 %	25,23 %
Standardabweichung der Revised Injury Severity Classification	23,30	23,40	31,45
Minimum der Revised Injury Severity Classification	1,2	1,1	1,0
Maximum der Revised Injury Severity Classification	83,2	99,9	100,0
Letalität in dieser Gruppe	5,3 % (n = 1)	13,5 % (n = 19)	19,5 % (n = 34)
Differenz zwischen der Revised Injury Classification und der Letalität	<u>-10,39 %</u>	<u>-3,63 %</u>	<u>-5,73 %</u>

Es zeigt sich hier für die Region Ulm eine mittlere RISC-Prognose von 15,69% (95% Konfidenzintervall: 6,75–27,11) und eine beobachtete Letalität in dieser Gruppe von 5,3% (95%

Konfidenzintervall: 0,13–26,03). Es ergibt sich eine Differenz zwischen der beobachteten Letalität und der RISC-Prognose von -10,39%, was zur Aussage führt, dass die Letalität für die Klinik Ulm deutlich niedriger ist, als die zu berechnende Prognose. Für die ländliche Region errechnet sich eine mittlere RISC-Prognose von 17,13% (95% Konfidenzintervall: 13,41–20,76). Von diesen Patienten sind 19 im Krankenhaus verstorben, d.h. die Letalitätsrate beträgt 13,5% (95% Konfidenzintervall: 7,8–19,14). Die Differenz dieser beiden Werte ergibt -3,63%, was wiederum eine niedrigere Letalitätsrate als die zu erwartende Prognose ergibt. In den Ballungszentren dieser Studie ließ sich eine mittlere RISC-Prognose von 25,23% errechnen (95% Konfidenzintervall: 20,47–29,84) und eine Letalitätsrate von 19,5% (95% Konfidenzintervall: 13,79–25,86). Die Differenz dieser beiden Werte ergibt -5,73% und zeigt somit ebenfalls eine niedrigere Letalitätsrate als die zu erwartende RISC-Prognose. Insgesamt ergeben sich für alle drei Patientenkollektive niedrigere Letalitätsraten als die zu erwartende Prognose. Die folgende Abbildung 13 gibt abschließend einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der RISC-Prognosen der Vergleichskollektive:

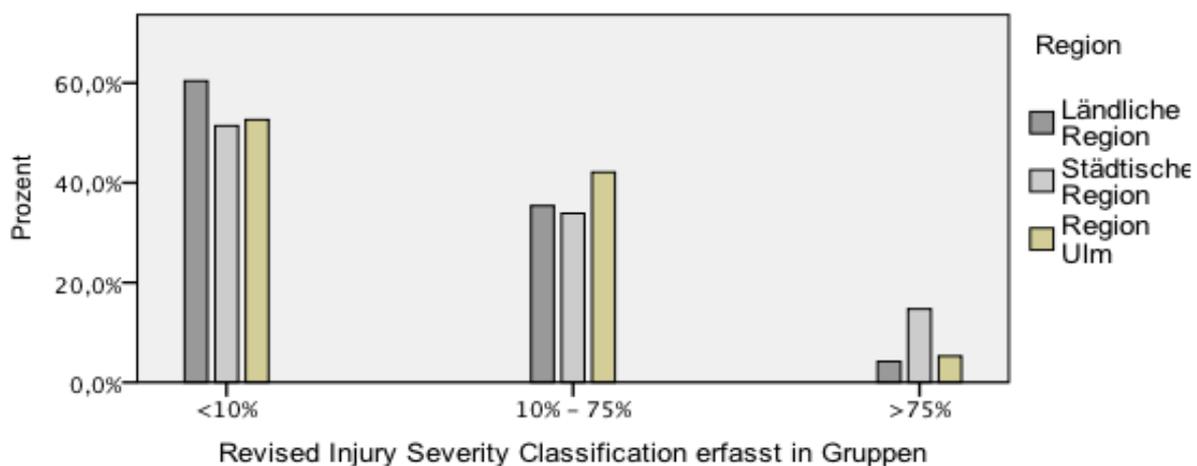


Abbildung 13: Die Darstellung der Revised Injury Severity Classification erfasst in Gruppen im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsmedizin Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Verwendung der Einschlusskriterien

3.3. Präklinik

3.3.1. Transportmittel zur Einlieferung

Ausgewertet wurden die Häufigkeiten der verschiedenen Transportarten zur Einlieferung der polytraumatisierten Patienten nach folgenden Kategorien: Die Einlieferung per Rettungshubschrauber (mit Notarzt an Bord), per Notarztwagen (mit Notarzt an Bord), per Rettungswagen (ohne Notarzt an Board) und „unbekannt“, falls sich das Transportmittel nicht sicher bestimmen ließ. Eine Übersicht gibt die Abbildung 14:

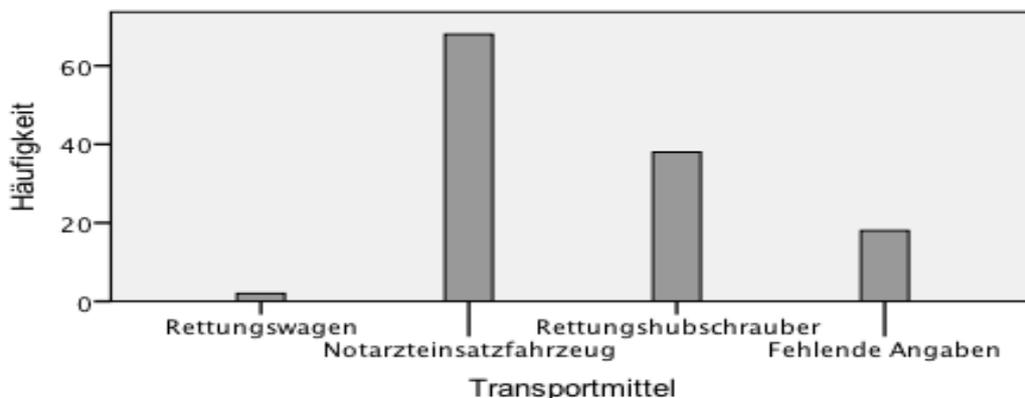


Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Transportmittel anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Dabei stellte sich heraus, dass im Gesamtkollektiv 68 der Patienten in Begleitung eines Notarztwagens (NAW) in die Klinik gebracht wurden. Dies entspricht einem Anteil von 84,4%. 38 Patienten wurden mit dem Rettungshubschrauber (RTH) und 2 Patienten wurden durch einen Rettungswagen in die Klinik eingeliefert. Von den restlichen Patienten fehlen die Angaben, die dem Notarzteinsatzprotokoll nicht entnommen werden konnten. Bei der Analyse der Transportmittel der Vergleichskollektiv der ländlichen-/städtischen und Ulmer Region wurde als Einschlusskriterium "nur bodengebunden Rettung" definiert. Somit wird hier auf eine Häufigkeitsverteilung der einzelnen Transportmittel verzichtet. Allerdings kann anhand der vorliegenden Daten ermittelt werden, dass im ländlichen Gebiet 89,3% per Notarzt in die Notaufnahme gelangten, im städtischen Gebiet kam insgesamt 93,3% per Notarzt in die Notaufnahme und im Klinikum Ulm waren es 100%. Der Notarztwagen kam am Klinikum Ulm mit einem Anteil von 63,2% zum Einsatz, im ländlichen Gebiet ergab sich ein Prozentanteil von 71,9% und einem Prozentanteil von 56,2% ließ sich für das städtische Gebiet errechnen.

3.3.2. Rettungszeiten

Die Rettungszeit wurde als Zeitspanne vom Zeitpunkt der Alarmierung in der Rettungsleitstelle bis zum Eintreffen des Rettungsteams samt Patient in der Notaufnahme gewertet. Für die Region Ulm, die als ländliche Region zu werten ist, ergibt sich bei allen primär versorgten Patienten (n=109) mit schweren Trauma (ISS \geq 16) ein Mittelwert in der Dauer der präklinischen Zeit zwischen Unfall und Klinikaufnahme von 66 Minuten. Insgesamt bestand das Gesamtkollektiv aus 31 Fällen, wobei Rettungszeiten von über 8 Stunden ebenfalls nicht berücksichtigt wurden. Der Median liegt bei 55 Minuten und die Standardabweichung liegt bei 27,92 Minuten. Die kürzeste Rettungszeit betrug 35 Minuten bis zum Eintreffen in die Notaufnahme und die längste Rettungszeit lag bei 180 Minuten. Die folgende Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Rettungszeiten im Raum Ulm im Vergleich zur gesamten DGU Dokumentation:

Tabelle 13: Mittelwerte der präklinischen Rettungszeiten in Minuten anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm für das Jahr 2004 (n=31) im Vergleich mit den Zahlen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie im Jahr 2004 (n=1383) und den Daten der Gesellschaft für Unfallchirurgie in den Jahren von 1993 bis 2004 (n=9230)

	Ulm 2004	Ulm 1993 - 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1993 - 2004
Patientenkollektiv (primär versorgte Patienten)	n = 31	n = 82	n = 1383	n = 9230
Dauer der Rettungszeit (Mittelwert)	66 \pm 28 min	74 \pm 34 min	77 \pm 51 min	73 \pm 41 min

Anhand dieser Tabelle wird deutlich, dass der Mittelwert der präklinischen Rettungszeiten für den Raum Ulm im Jahre 2004 11 Minuten unter dem Mittelwert der Rettungszeit für den gesamtdeutschen Raum der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie im Jahre 2004 liegt. Vergleichend dazu liegt der Mittelwert der Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie in den Jahren von 1993 bis 2004 7 Minuten über dem Mittelwert der Rettungszeit für den Raum Ulm im Jahr 2004. Für den gesamten Dokumentationszeitraum der Klinik Ulm ergibt sich ein allerdings ein Mittelwert von 74 Minuten, der somit deutlich über dem Mittelwert der Rettungszeit der Klinik Ulm für das alleinige Jahr 2004 liegt. Der Mittelwert für den gesamten Dokumentationszeitraum der Klinik Ulm liegt darüber hinaus eine Minute über dem Mittelwert des gesamten Dokumentation

der DGU. Die folgende Abbildung 15 gibt nun einen Überblick über die relative Häufigkeitsverteilung der einzelnen Rettungszeiten im Raum Ulm:

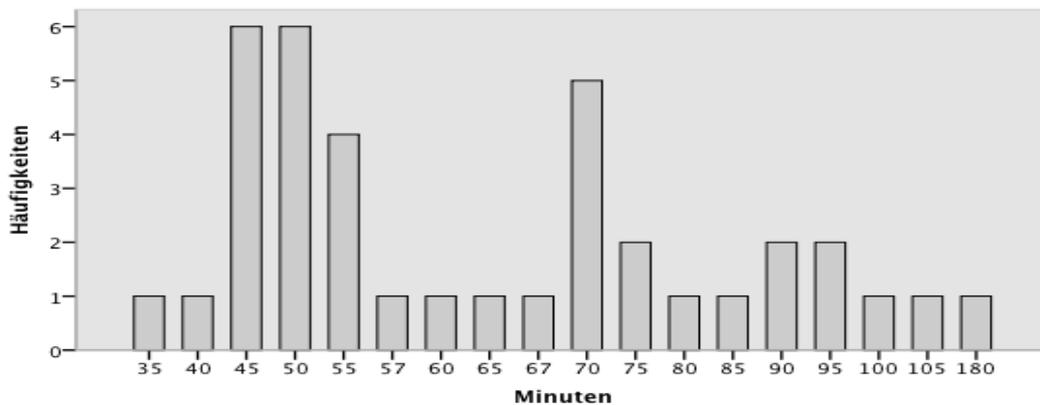


Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der Rettungszeiten in Minuten anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm für das Jahr 2004 (n=125) ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Ein deutliches Maximum der Rettungszeiten zeigt sich bei 45 bis 55 Minuten und ein weiteres Maximum zeigt sich bei 70 Minuten. Bei 90 und 95 Minuten gibt es einen erneuten Anstieg, der allerdings nicht stark ausfällt. Rettungszeiten die bis zu 180 Minuten dauern, blieben somit auch für die ländliche Region eher eine Ausnahme. Unterschieden wird nun, in Bezug auf die präklinischen Rettungszeiten, zwischen der ländlichen und der städtischen Region im Vergleich zu dem Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 anhand der unter 3.1. genannten Einschlusskriterien. Folgende Tabelle 14 stellt die Werte der präklinischen Rettungszeiten im Vergleich der ländlichen/städtischen Region und der Klinik Ulm dar:

Tabelle 14: Statistische Kennzahlen der Rettungszeiten im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Rettungszeit	Ulm 2004	Ländliche Region 2004	Städtische Region 2004
Patientenkollektiv	n = 19	n = 141	n = 174
Dauer der Rettungszeit (Mittelwert + Standardabweichung in min)	61,68 ± 19,9 min	61,90 ± 22,6 min	56,21 ± 22,4 min
95% Konfidenzintervall [untere Grenze; obere Grenze]	[53,38; 70,99]	[56,02; 63,08]	[51,96; 59,15]
Median	55 min	60 min	52 min
Minimum	35 min	3 min	14 min
Maximum	100 min	120 min	120 min

Aus Tabelle 14 geht hervor, dass die präklinischen Rettungszeiten für die ländliche Region um 5,69 Minuten länger sind als die Rettungszeiten der städtischen Region. Das Patientenkollektiv der Klinik Ulm weist dabei einen Mittelwert von 61,68 Minuten auf, der somit 22 Sekunden über dem Wert der ländlichen Region und somit 5,47 Minuten über dem der städtischen Region liegt. Aufgrund der hier zu untersuchenden Fragestellung, ob sich Rettungszeiten im regionalen Vergleich unterscheiden müssen, im Speziellen, dass die Rettungszeiten sich durch längere Anfahrtswege in einer ländlichen Region verlängern können, untersuchten wir diese hier beschriebene Differenz der Rettungszeiten weiter. Mit Hilfe der logistischen Regression-Berechnung, welche bereits ausführlich im Teil Material und Methoden vorgestellt wurde, setzten wir die Rettungszeiten und die Regionen in Korrelation zueinander. Es ergab sich ein berechneter Korrelationskoeffizient von $r^2 = 0,097$. Damit ergibt sich, dass der deskriptive Unterschied von 5,6 Minuten zwischen ländlicher und städtischer Region demnach auch nur zufällig entstanden sein kann, da der Korrelationskoeffizient r^2 einen Wert nahe Null einnimmt und somit der Einfluss der Region auf die Rettungszeiten nur minimal ist. Ein weiteres Kriterium dafür, dass sich die Rettungszeiten in dieser Studie nicht voneinander unterscheiden, sind die sich überlappenden Konfidenzbereiche der einzelnen Rettungszeiten.

3.3.3. Versorgungszeiten

Als Versorgungszeit ist die Zeit definiert, die das Notarztteam anwesend ist. Sie ist definiert durch die Zeit der Versorgung am Unfallort.

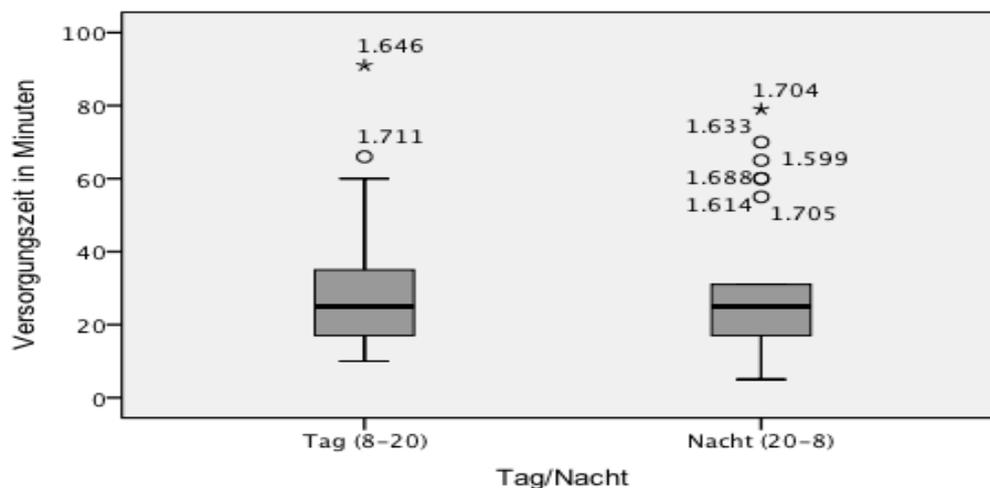


Abbildung 16: Versorgungszeiten polytraumatisierter Patienten im tageszeitlichen (Tag 8-20 Uhr/Nacht 20-8 Uhr) Vergleich anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=104) für das Jahr 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Es ließen sich für 83% (n = 104) der Fälle am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004, ohne die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien, Angaben finden, aus denen diese Zeitspanne berechnet werden konnte. Im Median war ein Polytraumapatient 25 Minuten in notärztlicher Behandlung (Min:0:05h, Max:0:91h). Analog zur verlängerten Rettungszeit liegt auch die im Einzelfall sehr lange Versorgungszeit zum einen an erschwerten Bergungsmaßnahmen, zum anderen an langen Transportwegen. Abbildung 16 gibt einen Überblick über die Versorgungszeiten im Raum Ulm im tageszeitlichen Vergleich. Der Tag wurde definiert als Zeitraum zwischen 8 Uhr morgens bis 20 Uhr abends. Die Nacht beginnt ab 20 Uhr und endet wiederum um 8 Uhr morgens. Insgesamt verunfallten 78 Patienten am Tage und nur 26 in der Nacht. Im Median befand sich ein Patient sowohl am Tage, als auch in der Nacht für 25 Minuten in notärztlicher Behandlung am Unfallort. Der Mittelwert für die Nacht betrug 30,65 Minuten (Min:0:10h, Max: 0:91h), für den Tag 28,15 Minuten (Min: 0:05h, Max: 0:79h). Es ergaben sich somit keine Unterschiede in den Versorgungszeiten im Vergleich "Tag/Nacht". Versorgungszeiten konnten in der ländlichen Region für 85,8% (n = 121) der Patienten berechnet werden, in der städtischen Region für 48,2% (n = 84) und in der Region Ulm für insgesamt 100% (n = 19) der Patienten. Im Median wurden die verunglückten Patienten im ländlichen Gebiet für 27 Minuten am Unfallort versorgt, in der städtischen Region für nur 23 Minuten und in der Region Ulm für 20 Minuten. Nachfolgende Abbildung 17 zeigt den Vergleich der Versorgungszeiten in der ländlichen-/städtischen und der Ulmer Region am Patientenkollektiv, auf das die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewandt wurden:

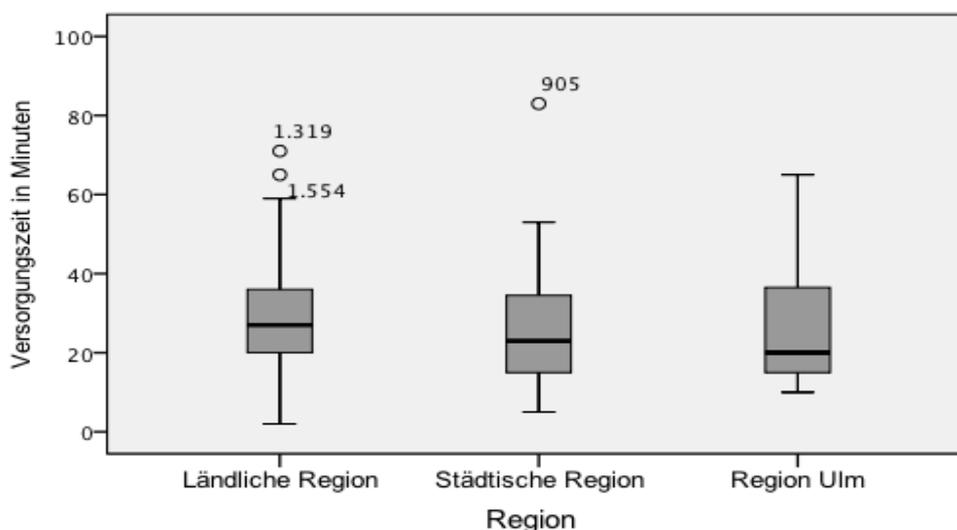


Abbildung 17: Versorgungszeiten in Minuten polytraumatisierter Patienten im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=121), der städtischen Region (n=84) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Somit zeigt sich in der Versorgungszeit ein Unterschied von 5 Minuten zum ländlich-/städtischen Raum. In der Region Ulm lassen sich die mit Abstand kürzesten Versorgungszeiten berechnen, im Median von 20 Minuten. Tabelle 15 informiert anhand des Patientenkollektives der ländlichen-/städtischen und Ulmer Region über die tageszeitlichen Unterschiede in den Versorgungszeiten:

Tabelle 15: Mittelwerte der Versorgungszeiten polytraumatisierter Patienten in Minuten im tageszeitlichen Vergleich (Tag 8-20 Uhr/Nacht 20-8 Uhr) anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=121), der städtischen Region (n=84) und anhand des Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Versorgungszeit	Ländliche Region 2004		Städtische Region 2004		Region Ulm 2004	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Patientenkollektiv	n=81	n=40	n=55	n=29	n=12	n=7
Dauer der Versorgungszeit (Mittelwert)	27,83 min	28,88 min	24,56 min	26,79 min	24,50 min	35,0 min
Median	26 min	28 min	23 min	20 min	22,5 min	20 min
Minimum	2 min	11 min	5 min	5 min	10 min	10 min
Maximum	71 min	55 min	53 min	83 min	49 min	68 min

Die ländliche Region zeigt eine im Mittel etwa eine Minute längere Versorgungszeit in der Nacht, während in der städtischen Region im Mittel eine zwei Minuten längere Versorgungszeit in der Nacht angegeben wird. Im Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm ergibt sich eine um 10 Minuten länger dauernde Versorgungszeit in der Nacht.

3.4. Klinik

3.4.1. Gesamtaufenthaltsdauer

Es ließen sich für 124 Patienten (99,2%) des Universitätsklinikums Ulm im Jahre 2004 Angaben zur Berechnung der Gesamtaufenthaltsdauer finden. Dabei zeigte sich, dass die mittlere Gesamtaufenthaltsdauer am Klinikum Ulm 14,9 Tage betrug. Um die Liegezeit eines nicht verstorbenen Schwerverletzten zu erhalten, wurde die Dauer noch einmal ausschließlich für die überlebenden Polytraumapatienten berechnet. Sie betrug dann im Mittel 15,46 Tage (Min 1 Tag,

Max 78 Tage) für das Gesamtkollektiv. Folgende Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Mittelwerte der Gesamtaufenthaltsdauer sowohl am Klinikum Ulm als auch im Vergleich zum gesamten Dokumentationszeitraum der DGU:

Tabelle 16: Mittelwerte der Gesamtaufenthaltsdauer in Tagen anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 im Vergleich mit den Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie in dem Jahr 2004 (n=3281) und mit den Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie in den Jahren 1993 bis 2004 (n=20815) ohne Anwendung der Einschlusskriterien

Aufenthaltsdauer	Klinik Ulm 2004	Klinik Ulm 1993 - 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1993 - 2004
Anzahl der Patienten	n = 124	n = 548	n = 3281	n = 20 815
Mittelwerte in Tagen	14,91	15,4	22,1	26,0

Im ländlichen Raum, unter Einschluss der unter 3.1. genannten Kriterien, verbrachte ein Polytraumapatient (n=141) im Mittel 20,9 Tage (Min 1 Tag, Max 116 Tage) im Krankenhaus. Für insgesamt 139 Patienten (98,6 %) konnten hinreichende Daten zur Bestimmung des Gesamtaufenthaltes gefunden werden. Unter Berücksichtigung der verstorbenen Patienten ergaben sich Aufenthaltszeiten von 23,63 Tagen (Min 1 Tag, Max 116 Tage). Im städtischen Gebiet (n=174) ergaben sich Aufenthaltszeiten von 20,5 Tagen (Min 1 Tag, Max 125 Tage) und unter Ausschluss der verstorbenen Patienten ließ sich eine Aufenthaltsdauer von 23,83 Tagen ermitteln. Am Klinikum Ulm im Jahre 2004 anhand dieses Patientenkollektives (n=19) ergaben sie Aufenthaltszeiten von 15,7 Tagen (Min 1 Tag, Max 78 Tage) und unter Berücksichtigung der verstorbenen Patienten verlängerte sich die Krankenhausaufenthaltsdauer auf 16,39 Tage (Min 1 Tag, Max 78 Tage). Abschließend unterscheidet sich die Krankenhausaufenthaltsdauer in der ländlichen zur städtischen Region nicht signifikant. Im Vergleich zum Klinikum Ulm unterscheidet sich die Aufenthaltsdauer im Durchschnitt um 5 Tage. Darüber hinaus bleibt zu erwähnen, dass die Aufenthaltsdauer bei allen drei Patientenkollektiven im Schnitt, unter Berücksichtigung der verstorbenen Patienten, um etwa 2 Tage länger ist.

3.4.2. Letalität

Die Letalität der Patienten wurde nach folgenden Kategorien eingehender betrachtet:

- Frühletalität (innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall verstorbene Patienten)

- Spätletalität (nach den ersten 24 Stunden nach dem Unfall verstorbene Patienten)
- 30 - Tage - Letalität

Zur Erfassung von spezifischen Merkmalen der Letalität erfolgen vergleichende Analysen unter verletzungs- und rettungszeitabhängigen Gesichtspunkten. Die Erfassung der Verletzungsschwere erfolgt sowohl unter Anwendung des Injury Severity Score (ISS) und des Revised Injury Severity Classification (RISC) zur Beurteilung der Gesamtverletzungsschwere. Zur detaillierten Beschreibung von rettungszeitabhängigen Merkmalen wird der Verlauf der Letalität zur Rettungszeit der jeweiligen Kollektive dargestellt. Betrachtet wurden alle primär versorgen Patienten, die im Untersuchungszeitraum verunglückten. Bei allen diesen Patienten (n=109) ließ sich die Letalität und die Überlebenszeit ermitteln. Insgesamt verstarben am Klinikum Ulm im Jahre 2004 vier Patienten (3%). Von diesen 4 Patienten verstarben 3 (2%) innerhalb der ersten 24 Stunden. Einer der Patienten starb nach 77 Stunden. Somit fiel ein Patient in die Kategorie "Spätletalität" und kein Patient verstarb nach 30 Tagen. Tabelle 18 gibt einen Überblick der Letalität am Klinikum Ulm im Vergleich zum Dokumentationszeitraum der DGU:

Tabelle 18: Vergleich der Letalitäten anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=109) im Vergleich mit den Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie im Jahre 2004 (n=3281) und anhand der Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie in den Jahren 1993 bis 2004 (n=20815)

Letalität	Klinik Ulm 2004	Klinik Ulm 1999 - 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2004	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1993 - 2004
Anzahl der Patienten	109	548	3281	20815
Frühletalität	3 %	2 %	7 %	7 %
Gesamtletalität	4 %	5 %	14 %	16 %

Die durchschnittliche Verletzungsschwere dieser 4 verstorbenen Patienten lag bei einem mittleren ISS von 30 Punkten und bei einer mittleren RISC-Prognose von 16%. Verglichen mit den überlebenden polytraumatisierten Patienten dieses Kollektives, welche einen mittleren ISS von 12 Punkten und einen mittleren RISC von 5% aufzeigen, ergibt sich eine doppelt- und dreifach so hohe Verletzungsschwere bei den verstorbenen Patienten. Von diesen 4 Patienten verstarb ein Patient (76 Jahre) an den Verletzungsfolgen bei einem Sturz aus unter 3 Meter Höhe, eine Patient (13 Jahre) wurde als Fußgänger angefahren und erlag seinen Verletzungen und weitere 2 (19 Jahre und 68 Jahre) begingen Suizid. Die Darstellung der Verletzungsschwere der traumatypischen Region zeigt, dass 3 von 4 Patienten aufgrund eines schweren Schädel-Hirntrauma verstorben sind, ein weiterer erlitt eine Abdominalverletzung. Betrachtet man nun die Rettungszeiten dieser 4 verstorbenen

Patienten zeigt sich, dass im Mittel die Zeit zwischen Eintreffen des Notarztes am Unfallort und Eintreffen in der Ambulanz des jeweiligen Krankenhauses 70,67 Minuten betrug (Min: 57 Min, Max: 85 Min). Vergleicht man dies mit den Rettungszeiten der Überlebenden ergibt sich bei den Überlebenden eine um 0,77 Minuten kürzere Rettungszeit. In den Vergleichskollektiven der ländlichen-/städtischen und der Region Ulm, auf die die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewandt wurden, ergeben sich folgende Daten zur Letalität der Regionen im Untersuchungszeitraum:

Tabelle 19: Darstellung der Früh-, Spät-, 30-Tage-, und Gesamtletalität im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Letalität	Ulm 2004	Ländliche Region 2004	Städtische Region 2004
Anzahl der Patienten	n = 19	n = 141	n = 174
Frühletalität	0 %	9,2 % (n=13)	11,4 % (n=19)
Spätletalität	5,2 % (77h)	4,3 % (n=6)	6,3 % (n=11)
30- Tage- Letalität	0 %	0 %	2,2 % (n=4)
Gesamtletalität	5,3 % (n=1)	13,5 % (n = 19)	19,5 % (n = 34)

Auch hier konnten für alle Patienten die Letalität und die Überlebenszeit errechnet werden. Am Klinikum Ulm ergab sich eine Gesamtletalität von 5,3% (95% Konfidenzintervall: 0,13–26,03). Ein Patient von insgesamt 19 verstarb nach 77 Stunden. In der ländlichen Region lag die Letalität bei 13,5% (95% Konfidenzintervall: 7,8–19,14) der Patienten, davon verstarben 9,2% innerhalb von 24 Stunden und 4,3% nach 24 Stunden des stationären Aufenthaltes. Im Patientenkollektiv der städtischen Region verstarben 34 Patienten, dies ergibt eine Gesamtletalität von 19,5% (95% Konfidenzintervall: 13,79–25,86). Ein verstorbener Schwerverletzter in der ländlichen Region überlebte im Mittel 74,4 Stunden (Min:1h, Max: 460h). Ein verstorbener Patient aus dem Vergleichskollektiv der städtischen Region überlebte im Mittel 156,9 Stunden (Min:1h, Max:1097h). Da ein direkter Vergleich der Letalitätsraten zwischen den Kliniken aufgrund der unterschiedlichen Verletzungsschwere der Patienten oft irreführend sein kann, ist eine Adjustierung erforderlich. Unter Verwendung des RISC-Scores wurden jeweils für die einzelnen Patientenkollektive die Prognose in Form der erwarteten Letalität entsprechen der anatomischen und physiologischen Verletzungsschwere berechnet. Diese wurde dann der tatsächlichen Letalität gegenüber gestellt. Während das Verhältnis von tatsächlicher gegenüber erwarteter Letalität im ländlichen Raum 13,5% zu 17,13% (-3,63%) betrug, konnte für den städtischen Raum ein Verhältnis von 19,5% zu 25,23% (-5,73%) nachgewiesen werden, was bedeutet, dass in den

Ballungszentren 5,73% weniger Patienten an einem Polytrauma verstorben sind, als die Prognose erwarten lässt. Das gleiche gilt für den ländlichen Raum. Hier verstarben allerdings nur 3,63% weniger Patienten an den Folgen ihrer Verletzungen, als zu erwarten gewesen wären. Die durchschnittliche Verletzungsschwere der verstorbenen Patienten im ländlichen Raum ergab bei einem mittleren ISS von 41 Punkten und einer RISC-Prognose von 41%. Verglichen mit den überlebenden Patienten (ISS von 25 Punkten, RISC von 10%) aus diesem Kollektiv der ländlichen Region zeigt sich nahezu eine doppelt so hohe Verletzungsschwere bei den verstorbenen Patienten. In der städtischen Region konnte für die verstorbenen Patienten ein mittlerer ISS von 49 Punkten und eine RISC - Prognose von 35% errechnet werden. Im Kollektiv der Überlebenden in einem Ballungszentrum zeigte sich ein mittlerer ISS von 27 Punkten und eine RISC-Prognose von 14%. Am Klinikum Ulm verstarb ein Patient, welcher einen ISS von 30 Punkten und einen RISC von 83% aufwies. Tabelle 20 soll einen Überblick über die Unfallmechanismen im Patientengut der Verstorbenen im regionalen Vergleich informieren:

Tabelle 20: Verteilung des Verletzungshergangs im Vergleich anhand des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141) und anhand der städtischen Region (n=174) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Unfallursache	Verstorbene in der ländlichen Region 2004		Verstorbene in der städtischen Region 2004	
Anzahl der Patienten	141		174	
PKW/LKW Unfall	9	47,4 %	8	22,9 %
Motorradfahrer	1	5,3 %	0	0 %
Fahrradfahrer	0	0 %	4	11,4 %
Fußgänger	1	5,3 %	4	11,4 %
Sturz > 3 Meter	3	15,8 %	9	25,7 %
Sturz < 3 Meter	3	15,8 %	2	5,7 %
Sonstiges	2	10,5 %	8	22,9 %
Gesamt	19	100 %	35	100%

Anhand des Patientenkollektives, auf das die Einschlusskriterien angewandt wurden, ergeben sich einige Auffälligkeiten. Im ländlichen Raum ist der PKW-Unfall mit Abstand die führende Todesursache, während in der städtischen Region die Stürze aus über 3 Meter Höhe die häufigste Todesursache darstellen. Dicht gefolgt mit 22,9 % von den Verkehrsunfällen und den angeführten Verletzungsmechanismen, die unter "Sonstige" fallen. Am Klinikum Ulm beging der eine verstorbene Patient Suizid und verstarb an den Folgen eines schweren Schädel-Hirn-Traumas. Vergleicht man nun die Rettungszeiten der Patientenkollektive der Verstorbenen und der Überlebenden sowohl für die ländliche, als auch für die städtische Region, ergeben sich folgende

Werte. In der ländlichen Region beträgt die mittlere Rettungszeit am Patientengut der Verstorbenen 57,79 Minuten, im Kollektiv der Überlebenden aber 61,30 Minuten. Im städtischen Gebiet ließ sich eine mittlere Rettungszeit für die Verstorbenen von 55,11 Minuten errechnen, im Kollektiv der Überlebenden hingegen konnte eine Rettungszeit von 57,52 Minuten ermittelt werden. Für den einzelnen verstorbenen Patienten der Universitätsklinik Ulm ließ sich eine Rettungszeit von 57 Minuten berechnen. Insgesamt zeigt sich, dass weder für den ländlichen noch für den städtischen Raum längere Rettungszeiten für das Patientenkollektiv der Verstorbenen vorhanden waren. Um diese Ergebnisse weiter zu untersuchen, verwendeten wir erneut die logistische Regressionsberechnung. Wir setzten die Rettungszeiten, die RISC-Prognose und die Region in Abhängigkeit zueinander und es kann gezeigt werden, dass in unserer Untersuchung kein Zusammenhang zwischen Rettungszeiten und der Letalität in unterschiedlichen Regionen in der Bundesrepublik Deutschland besteht ($r^2 = 0,067$) und dass der deskriptiv-statistische Unterschied der Differenzen zwischen den Letalitätsraten abhängig von einer Region und dem RISC-Score nur zufällig entstanden sein kann. Dies spiegelt sich ebenfalls in den sich überlappenden Konfidenzintervallen wieder. Tabelle 21 soll abschließend einen Gesamtüberblick der erhobenen Daten über die drei Patientenkollektive geben:

Tabelle 21: Gesamtübersicht über die erhobenen Daten im Vergleich anhand des Patientenkollektives der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien

Letalität	Ulm 2004	Ländliche Region 2004	Städtische Region 2004
Patientenkollektiv	n = 19	n = 141	n = 174
Unfallmechanismus Anteil Verkehrsunfall	63,2%	63,8%	46,5%
Glasgow Coma Scale (Mittelwert)	10,1 Punkte	11,5 Punkte	10,3 Punkte
Injury Severity Score (Mittelwert)	22,9 Punkte	28,6 Punkte	31,4 Punkte
Revised Injury Severity Classification (Mittelwert)	15,69% (KI95: 6,75-27,11)	17,13% (KI95: 13,41-20,76)	25,23% (KI95: 20,47-29,84)
Rettungszeiten (Mittelwert)	61,68 min (KI95: 53,38-70,99)	61,90 min (KI95: 56,02-63,08)	56,21 min (KI95: 51,96-59,15)
Gesamtletalität	5,3 % (n=1) (KI95: 0,13-26,03)	13,5 % (n = 19) (KI95: 7,8-19,14)	19,5 % (n = 34) (KI95: 13,79-25,86)
Differenz zwischen der Revised Injury Severity Classification und der Letalität	<u>-10,39%</u>	<u>-3,63%</u>	<u>-5,73%</u>

3.5. Anschlussbehandlung

3.5.1. Ergebnisse des Glasgow Outcome Scale

Von den 125 Patienten des Universitätsklinikums Ulm im Jahre 2004 konnte für 124 eine Glasgow Outcome Scale berechnet werden. Die Verteilung ergab sich folgendermaßen:

- gut erholt traf für 13 Patienten zu (10,4 %)
- mäßig behindert traf für 71 Patienten zu (56,8 %)
- schwer behindert traf für 32 Patienten zu (25,6 %)
- nicht ansprechbar traf für 3 Patienten zu (2,4 %)

Somit verließ der überwiegende Anteil der verunglückten, polytraumatisierten Patienten das Klinikum Ulm mäßig behindert. Anhand unserer drei Vergleichskollektive der ländlichen-/städtischen und der Region Ulm, auf die die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien angewandt wurden ergaben sich folgende Daten:

Für den ländlichen Raum ließen sich für 134 von 141 Patienten Daten zur Bestimmung des Glasgow Outcome Scale finden.

- gut erholt traf für 52 Patienten zu (36,9 %)
- mäßig behindert traf für 38 Patienten zu (27 %)
- schwer behindert traf für 15 Patienten zu (10,6 %)
- nicht ansprechbar traf für 10 Patienten zu (7,1 %)

Für das städtische Gebiet konnten Daten von 164 Patienten ermittelt werden, die sich wie folgt aufschlüsselten:

- gut erholt traf für 70 Patienten zu (40,2 %)
- mäßig behindert traf für 33 Patienten zu (19 %)
- schwer behindert traf für 18 Patienten zu (10,3 %)
- nicht ansprechbar traf für 8 Patienten zu (4,6 %)

Am Universitätsklinikum Ulm verließen die Patienten die Klinik folgendermaßen:

- gut erholt traf für 3 Patienten zu (15,8 %)
- mäßig behindert traf für 10 Patienten zu (52,6 %)
- schwer behindert traf für 3 Patienten zu (15,8 %)
- nicht ansprechbar traf für 2 Patienten zu (10,5 %)

4. Diskussion

4.1. Methodenkritik

Der Begriff Polytrauma wurde 1987 von Tscherne definiert. Im Laufe der Zeit zeigte sich jedoch, dass dies speziell für die Diagnose "Polytrauma" schwierig ist, da eine schwere Mehrfachverletzung sehr unterschiedliche Ausprägung annehmen kann. International hat sich noch keine einheitliche Definition durchgesetzt. Dieser Arbeit liegt die Polytrauma- Definition nach Tscherne [94] zugrunde, die das Komplexe Bild einer schweren Mehrfachverletzung am zutreffensten beschreibt und auch in der deutschsprachigen Literatur am häufigsten Verwendung findet. Doch auch innerhalb dieser Definition kommt es zu Ungenauigkeiten, da die Festlegung bezüglich eines Schweregrades der Verletzung mit "potentiell lebensbedrohlich" einen weiten Spielraum offen lässt. Zur Vermeidung dieser Inhomogenität wurden Verletzungsschwere-Scores verwendet und zudem analog zu den Polytrauma-Leitlinien der DGU eine Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 Punkten anhand des ISS-Score festgelegt [29]. Doch auch die in dieser Arbeit verwendeten Scoresysteme erreichen Grenzen. Die hier benutzten Scoresysteme wurden ausführlich validiert und evaluiert [29]. Trotzdem bergen auch sie Einschränkungen, die selbst bei fachgerechter Anwendung nicht zu vermeiden sind. So spielt die subjektive Einschätzung des Anwenders der jeweiligen Verletzung für die Höhe der vergebenen Punktzahlen eine wesentliche Rolle.

Ferner ist die schwierige Definition "städtisches" und "ländliches" Gebiet zu beachten. Die letzte einheitliche Definition für eine Großstadt stammt aus der Internationalen Statistikkonferenz aus dem Jahre 1887, wonach alle Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern als Großstadt definiert wurden [22]. Im vorindustriellen Europa hatten die großen Städte, von wenigen Ausnahmen abgesehen, weit geringere Einwohnerzahlen. Im Mittelalter genügten 20.000, im 18. Jahrhundert noch 50.000 Einwohner als untere Großstadtgrenze. Für die heutige Zeit fehlt eine Erneuerung und international einheitliche Definition der Großstadt. Geographisch wird heutzutage die Großstadt definiert als ausgedehnte, geschlossene Ortsform mit überregionalem Einzugsgebiet, das auch Einflussbereiche von Mittel- und Kleinstädten umschließt [32]. In dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass ein Vergleich zwischen ländlichen- und städtischen Gebiet insbesondere hinsichtlich der Rettungszeiten und der sich darauf auswirkenden Letalität bei einer Grenze von max. 150.000 Einwohnern als ländliches Gebiet und einer Mindesteinwohnerzahl von 500.000 als Großstadt sinnvoll erscheint. Darüber hinaus ergeben sich natürliche Grenzen einer retrospektiven Datenerhebung. Selbst mit exakter Recherche in den verschiedenen Krankenakten ist es nicht

möglich eine absolut vollständige Datenlage zu erhalten. Die Durchsicht von 170 Patientenakten für das Universitätsklinikum Ulm ergaben Ergebnisse für 125 Patienten (73,5 %), die der Definition nach Tscherne und den weiteren Einschlusskriterien entsprachen. Die Daten anderer Kliniken, die in dieser Arbeit Verwendung finden, wurden uns vom Traumaregister der DGU zur Verfügung gestellt. Allerdings gelten auch hier die Grenzen einer, in einigen Teilbereichen, unvollständigen Datenlage. Des Weiteren ist der Untersucher in einer retrospektiven Studie auf die Diagnosestellung Dritter angewiesen, die Richtigkeit der dokumentierten Angaben kann alleine auf ihre Plausibilität geprüft werden. Auch die Übertragung von Daten in ein elektronisches Datenformat mittels Tastatur birgt das Risiko der Datenverfälschung. Diesem Umstand wurde versucht, durch sorgfältige Eingabe und standardisierter Datenprüfung ungültiger oder deutlich abweichender Werte zu begegnen.

Ein weiterer Kritikpunkt in Hinblick auf die statistische Auswertung ist die Inhomogenität des Patientenkollektives. Ein Kollektiv, das z.B. Patienten im Alter von wenigen Monaten bis über 90jährige einschließt, keinen Unterschied zwischen Geschlechtern, eventuell bestehenden Vorerkrankungen und anderen prognoserelevanten Parametern macht, muss als inhomogen bezeichnet werden. Die dadurch statistisch gegebene Inhomogenität spiegelt jedoch die große Variabilität polytraumatisierter Patienten im klinischen Alltag wider und ist wie bereits von Tscherne, Neugebauer und Bouillon angeführt als repräsentativ anzusehen [72,82]. Des Weiteren darf beim Vergleich mit der aktuellen Literatur nicht vergessen werden, dass andere Länder mitunter andersartige Rettungssysteme (z.B. in den Vereinigten Staaten das Paramedic-System), Versorgungsstrukturen (unterschiedliche Gesundheitssysteme, größere Einzugsgebiete, fehlende Aufteilung in Traumacenter unterschiedlicher Level) und Behandlungsstrategien aufweisen als Deutschland [97].

4.2. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse

4.2.1. Epidemiologie

Das durchschnittliche Alter von 37,2 Jahren im Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm, auf das die unter 3.1. genannten Einschlusskriterien nicht angewandt wurden, ist vergleichbar mit dem Altersdurchschnitt der Patienten anderer Arbeiten. So liegt das durchschnittliche Alter in einer Studie von Ruchholz [77] bei 39,2 Jahren. Das Traumaregister der DGU beschreibt ein durchschnittliches Alter aller polytraumatisierter Patienten im Jahre 2004 von 42,1 Jahren [33].

Das durchschnittliche Alter der drei Vergleichskollektive unterscheidet sich ebenfalls nicht von dem Altersdurchschnitt anderer Studien [97,83,89,77,81]. Für die ländliche Region wurde ein mittlerer Altersdurchschnitt von 42,8 Jahren, für die städtische Region von 44,7 Jahren und für die Region der Universitätsklinik Ulm wurde ein Altersdurchschnitt von 38,5 Jahren berechnet. Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Altersdurchschnitt im Patientenkollektiv des städtischen Gebietes mit 44,7 Jahren am höchsten liegt, insgesamt lässt sich aber kein relevanter Unterschied zwischen ländlichen- und städtischen Patientenkollektiven hinsichtlich des Alters aufzeigen. Weitere Studien bestätigen dies. So zeigt zum Beispiel Schlepphorst [83] an einem polytraumatisierten Patientenkollektiv einer ländlichen Region ein durchschnittliches Alter von 43,1 Jahren. Hingegen beschreibt Sales [81], welche ebenfalls ein Patientenkollektiv einer ländlichen Region untersuchte, ein durchschnittliches Alter von 36,4 Jahren. Zörb [97] errechnete an einem Patientenkollektiv für einen Ballungsraum ein durchschnittliches Alter von 34 Jahren für polytraumatisierte Patienten.

Hinsichtlich des Alters lässt sich sowohl in dieser Arbeit als auch in anderen Arbeiten zeigen, dass der Altersdurchschnitt polytraumatisierter Patienten im Durchschnitt unter 45 Jahren liegt. Die Erkrankung "Trauma" trifft alle Altersgruppen, am häufigsten betroffen sind jedoch junge Erwachsene [10]. Ursache hierfür könnte zum einen die höhere Risikobereitschaft jüngerer Patienten sein und zum anderen die vermehrte Nutzung von Freizeitangeboten und die damit häufig verbundene Mobilität.

Das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm, auf das die Einschlusskriterien nicht angewandt wurden, weist jedoch einen zweiten Häufigkeitsgipfel - bezogen auf die Altersverteilung - ab dem 65. Lebensjahr auf. Hauptursache für eine Einweisung in ein Traumazentrum für diese Patientengruppe war der Verkehrsunfall. Die Gründe hierfür liegen unter anderem in der altersbedingten Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit, der sensorischen und kognitiven Fähigkeiten und der Gehgeschwindigkeit [74,75].

Die Geschlechterverteilung der Vergleichskollektive bestehen zu jeweils rund zwei Dritteln aus männlichen Patienten. Diese Verteilung steht im Einklang mit anderen Studien im In- und Ausland zum Thema Polytrauma [6,21,38,48]. Ebenso im Vergleich mit anderen Studien bezüglich regionaler Unterschiede [81,97,83,89] zeigen sich keine relevanten Unterschiede in der Geschlechterverteilung in einer städtischen- und einer ländlichen Region. Es verunglücken sowohl auf dem Land als auch in der Stadt zu einem zwei Drittel höheren Anteil die Männer. Ursache für das deutliche Überwiegen männlicher Verletzter sind häufig überschätzte Fähigkeiten, Übermut und höhere Risikobereitschaft im Straßenverkehr sowie Arbeitsunfälle, die in männlich dominierten Berufen überwiegen [40].

Anhand des Patientenkollektives der Region Ulm, auf das die Einschlusskriterien nicht angewandt wurden, zeigt sich ein deutlich vermehrtes Aufkommen von polytraumatisierten Patienten in der wärmeren Jahreszeit. Dies ist durch ein aktiveres Freizeitverhalten und die sommerliche Lebensgestaltung im Freien zu erklären. Insbesondere steigt gerade in den Sommermonaten die Häufung von Motorradunfällen. Der Einfluss widriger Wetterverhältnisse (Regen, Schnee, Glatteis) der Wintermonate schien dagegen keine bedeutende Rolle für die Häufigkeit von Schwerverletzten zu spielen. Diese Erklärungsansätze fanden auch Oestern, Flach und Kramer [65,51].

Betrachtet man die Unfallzeitpunkte der Vergleichskollektive, auf die die Einschlusskriterien angewandt wurden, zeigen sich auch hier die Häufungen der Polytraumatisierungen in den wärmeren Sommermonaten in der ländlichen Region und in dem Einzugsgebiet der Universitätsklinik Ulm. Diese Ergebnisse werden von anderen Studien bestätigt [97,83]. Eine Ausnahme stellt allerdings das städtische Gebiet dar. Hier zeigen sich zwei Häufigkeitsgipfel, nämlich zum einen in den Wintermonaten Januar und Februar und zum anderen in den Sommermonaten August und September. Ein Grund für diese Häufigkeitsverteilung kann ein Unterschied in den Unfallmechanismen im Vergleich zur ländlichen- und städtischen Region sein. So ist der Anteil für eine Polytraumatisierung, welcher unter der Kategorie "Sonstiges" zusammengefasst wird, in der städtischen Region doppelt so hoch als im Vergleich zur ländlichen Region. Unter dieser Kategorie werden unter anderen suizidale Handlungen subsummiert, welche sich vorwiegend in der kälteren Jahreszeit und in den Ballungszentren häufen [7]. Eine Ursache für den zweiten Häufigkeitsgipfel in den Wintermonaten könnte hierin begründet sein. Die Häufung der Polytraumatisierungen in der städtischen Region während der Sommermonate erklärt sich, wie auch in der ländlichen Region, durch die Verlagerung des Lebens ins Freie und die damit verbundene Mobilität.

Den Verletzungshergang betrachtend wird der Vergleich mit anderen Studien dadurch erschwert, dass die Kategorisierung uneinheitlich erfolgt. Verkehrsunfälle sind oft die einzige Gemeinsamkeit. Weitere Polytraumen werden nach Bereich (Arbeit-, Haus-, Sportunfall etc.) oder nach Mechanismen (Dezelerationstrauma, Falltrauma, stumpf/penetrierend etc.) unterteilt. Ein Konsens besteht in vergleichbaren Studien hinsichtlich des Verkehrsunfalls. In dieser Arbeit wurde nach Verkehrsunfällen sowie nach Art der Unfälle, die vergleichbare Verletzungsmuster hervorrufen, unterschieden. Aus diesem Grunde wurden Teile der Arbeitsunfälle mit Gewaltverbrechen zusammengefasst und außerdem Stürze im Rahmen von Arbeitsunfällen o. ä. von Sprüngen in suizidaler Absicht unterschieden. Analog zu anderen Studien ist auch in dieser Arbeit der

Verkehrsunfall Hauptverursacher von Polytraumatisierungen. In der vorliegenden Studie liegt der Anteil an Verkehrsunfällen am Patientengut des Universitätsklinikums Ulm, auf das die Einschlusskriterien nicht angewandt wurden, bei 58,4%. Dieser Anteil an Verkehrsunfällen entspricht den Angaben in ähnlich durchgeführten Studien [10,38,6,85,89].

Betrachtet man nun die Vergleichskollektive so ergeben sich hier einige Unterschiede. Im ländlichen Gebiet und am Patientenkollektiv der Region Ulm, auf die die Einschlusskriterien angewandt wurden, lassen sich die Polytraumatisierungen gleichermaßen auf Verkehrsunfälle zurückführen, nämlich 63,2% für das Patientengut der Universitätsklinik Ulm und 63,8% für das Kollektiv des ländlichen Raumes. Dies ist vergleichbar mit den Daten ähnlich durchgeführter Studien [20,10,83,98]. Eine Ausnahme stellt allerdings das städtische Gebiet dar, in dem der Anteil an Verkehrsunfällen zwar führend mit 46,5% ist, aber dennoch im Vergleich mit anderen Studien und mit dem ländlichen Gebiet einen weitaus kleineren Prozentanteil einnimmt. Zörb [97], Frucht 38], Siegmann [89] und Azvedo [6], welche ähnliche Patientenkollektive ausschließlich in Ballungszentren beschreiben, weisen in ihren Studien weitaus höhere Anteile an Polytraumatisierungen, welche auf einen Verkehrsunfall zurückzuführen sind, auf.

Betrachtet man weiter die Unfallmechanismen für den ländlichen und den städtischen Raum im Einzelnen, dann zeigen sich auch hier einige Unterschiede, die den geringeren Prozentanteil an Verkehrsunfällen erklären. So ist der Anteil an Polytraumatisierungen in einer Großstadt zu einem erheblichen Teil, nämlich zu 23,2%, auf einen Sturz aus über drei Meter Höhe zurückzuführen. Im ländlichen Raum beträgt der Anteil an Stürzen aus über drei Meter Höhe nur 14,5%. Als Ursache hierfür sei die unterschiedliche Infrastruktur, das heißt das Vorhandensein hoher Gebäude in einer Großstadt, im Vergleich zur ländlichen Region genannt. Ein weiterer großer Anteil an Polytraumatisierungen im städtischen Gebiet fällt unter die Rubrik "Sonstiges". Der Anteil beträgt 18,7 % während er in der ländlichen Region nur 11,8 % beträgt. Knapp 60% der Polytraumatisierungen, die unter diese Kategorie fallen, sind aufgrund von Gewalteinwirkungen durch kriminelle Handlungen verursacht. Ein Grund hierfür ist die sicherlich geringere Kriminalitätsbelastung in einer strukturschwachen ländlichen Region, denn laut Aussage des ersten Periodischen Sicherheitsberichts der Bundesregierung im Jahr 2001 zur Gewaltkriminalität weisen Großstädte im Vergleich zu ländlichen Regionen eine höhere Quote von Gewaltopfern auf [22].

4.2.2. Verletzungsmuster und Verletzungskombinationen

Analog zur einschlägigen Literatur erleiden Patienten im Rahmen einer Polytraumatisierung am häufigsten Verletzungen in den Körperregionen Kopf, Thorax und Extremitäten. Die in dieser

Arbeit beobachtete Verteilung der am häufigsten verletzten Körperregion zeigt im Vergleich zur Literatur keinen relevanten Unterschied. Sowohl das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm, auf das die Einschlusskriterien nicht angewandt wurden, als auch die Vergleichskollektive zeigen eine ähnliche Häufigkeitsverteilung der verletzten Körperregionen. Auch in dieser Arbeit werden bei allen Patientenkollektiven die Körperregionen Kopf, Thorax und Extremitäten am häufigsten genannt und die Zahlen entsprechen den Daten aus vergleichbaren Studien [97,83,20,6,10]. Es lassen sich somit keine regionalen Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung der verletzten Körperregionen im Vergleich zur ländlichen- und städtischen Region erkennen. Jeweils ein Drittel des Patientengutes der eigenen Studie ist zweifach oder dreifach verletzt. Das restliche Drittel ist in abfallender Reihenfolge vier-, fünf- und sechsfach verletzt. Regel [72] gibt eine Summe von durchschnittlich 7,6 Einzelverletzungen pro Patient an, ohne dabei in Körperregionen zusammenzufassen.

4.2.3. Scoresysteme

Die am Unfallort erhobene Glasgow Coma Scale für das Gesamtkollektiv Ulm 2004 lag im Mittel bei 12,8 Punkten. Der mittlere GCS-Wert der Vergleichskollektive lag für das Kollektiv der Universitätsklinik Ulm bei 10,1 Punkten, für den ländlichen Raum bei 11,5 Punkten und im städtischen Gebiet bei 10,3 Punkten. Der GCS wird zur Prognosestellung in Polytraumastudien äußerst selten verwandt, obwohl der GCS vom Rettungsteam durchweg erhoben wird und er in vielfachen Studien einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen ermitteltem GCS-Wert und der Letalität der Patienten zeigte [29]. In einer Studie von Liebler [55] anhand polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Köln ergab sich einen durchschnittlicher GCS-Wert von 9,9 Punkten. Zörb [97] zeigte in ihrer Studie einen GCS-Wert im Mittel von 9 Punkten anhand polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Hamburg. Das Patientenkollektiv der Humboldt Universität Berlin wies einen GCS-Wert von 9,6 Punkten auf [38]. Diese Studien repräsentieren jeweils GCS-Werte großer Ballungsräume. Schleppehorst [83] hingegen untersuchte polytraumatisierte Patienten in einem ländlichen Gebiet, nämlich am Marienhospital in Osnabrück und berechnete einen mittleren GCS von 12,6 Punkten. Diese Daten entsprechen den ermittelten GCS-Werten für den ländlichen Raum des Patientenkollektives der vorliegenden Studie. Schlussfolgernd ergeben sich um etwa einen Punkt höhere GCS-Werte für den ländlichen Raum im Vergleich zu einem Ballungszentrum. Dies lässt vermuten, dass Bewusstseinsstörungen, oft verursacht durch ein Schädel-Hirn-Trauma, in einem Ballungszentrum etwas schwerwiegender sind als vergleichsweise in einem ländlichen Gebiet. Des Weiteren ergab sich in der vorliegenden

Untersuchung ein mittlerer ISS-Wert für das Gesamtkollektiv Ulm 2004 von 13,7 Punkten. In den Vergleichskollektiven zeigten sich deutlich höhere ISS-Werte. Im ländlichen Gebiet ergab sich ein ISS-Wert im Mittel von 28,6 Punkten, im städtischen Raum von 31,4 Punkten und am Universitätsklinikum Ulm von 22,9 Punkten. Auffällig erscheint der hohe durchschnittliche ISS-Wert der eigenen Vergleichskollektive. Zu erklären ist dies unter anderem durch die definierte Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 ISS Punkten der Vergleichskollektive im Gegensatz zum Gesamtkollektiv Ulm 2004. In einer Studie anhand polytraumatisierter Patienten der Universitätsklinik Hamburg, somit zugehörig zu einem Ballungsraum, errechnete Zörb [97] einen ebenso einen höheren mittleren ISS-Wert, nämlich von 34,5 Punkten, als im Vergleich zur ländlichen Region in der vorliegenden Arbeit. Ebenso errechnete Liebler [55], Siegmann [89] und Azvedo [6], welche ebenfalls mit polytraumatisierten Patienten großer Ballungszentren arbeiteten, ähnlich hohe ISS-Werte. Schlepffhorst [83] hingegen untersuchte ein polytraumatisiertes Patientenkollektiv im ländlichen Raum und berechnete weitaus niedrigere ISS-Werte, nämlich von 28,8 Punkten. Weiterhin erbrachte Grünes [44] in seiner Studie, welcher ebenfalls ein polytraumatisierte Patientenkollektiv in einem ländlichen Gebiet untersuchte mittlere ISS-Werte von 25 Punkten. Auffällig hingegen erscheinen die Angaben von Gauff [40], welcher ein polytraumatisiertes Patientenkollektiv der Universitätsklinik Frankfurt a. Main untersuchte. Hier liegen die ISS-Werte deutlich unter den Werten der oben genannten Daten für Ballungszentren. Es muss allerdings hinzugefügt werden, dass Gauff [40] keine Einschlusskriterien für sein Patientenkollektiv benutzt. Ebenso verhält es sich mit den Daten der DGU gesamt für das Jahr 2004 [72]. Der durchschnittliche ISS-Wert liegt bei 22,8 Punkten, doch auch hier wird keine Mindestverletzungsschwere genannt. Vergleicht man nunmehr Studien, welche vergleichbare Einschlusskriterien verwendeten, ergeben sich deutlich höhere ISS-Werte und somit weit schwerwiegendere Unfallverletzungen für den städtischen Raum im Vergleich zu einem ländlichen Gebiet. Ähnliche Ergebnisse werden bereits in den GCS-Werten widerspiegelt.

Für das Gesamtkollektiv Ulm 2004 konnte für 101 (92%) Patienten eine RISC- Prognose im Mittel von 8,5% errechnet werden. Alle polytraumatisierten Patienten der drei Vergleichskollektive hatten hinreichende Daten zur Berechnung einer RISC-Prognose. Der RISC-Wert für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm betrug im Mittel 15,69% (95% Konfidenzintervall: 6,75–27,11), für den ländlichen Raum konnte ein mittlerer RISC-Wert von 17,13% (95% Konfidenzintervall: 13,41–20,76) und für den städtischen Raum von 25,23% (95% Konfidenzintervall: 20,47–29,84) errechnet werden. Für die Vergleichskollektive ließen sich zum einen, im Gegensatz zum Gesamtkollektiv Ulm 2004, deutlich höhere RISC-Prognosen bestimmen - ein Grund hierfür ist wieder die im Vorfeld definierte Mindestverletzungsschwere (ISS ≥ 16) der

Vergleichskollektive - zum anderen zeigt sich erneut, im Vergleich zum GCS und ISS, dass die RISC-Werte in einem Ballungsraum deutlich über den Werten für eine ländliche Region liegen. Betrachtet man nun die Konfidenzintervalle der RISC-Prognosen wird deutlich, dass sich die Konfidenzbereiche überlappen: Es kann also sein, dass die Vergleichsgruppen den gleichen wahren Wert (hier Mittelwert) haben. Somit lässt sich zunächst kein Zusammenhang zwischen einer schwerwiegenderen Verletzung in einem Ballungsraum, im Vergleich zu der Verletzungsschwere des Patientenkollektives, welches in einer ländlichen Region verunglückte, feststellen. Gleiches gilt für des GCS- und den ISS-Wert. Auf Grund der Aktualität des RISC-Scores ließen sich allerdings keine ausreichenden Daten in der nationalen Vergleichsliteratur zu RISC-Prognosen im geographischen Vergleich finden. Bisher wird der Score nur im DGU Traumaregister eingesetzt. Als problematisch gilt, bei der Berechnung der RISC-Prognose, dass sich der RISC-Wert aus einer Vielzahl von Informationen zusammensetzt, die zwar unmittelbar nach Aufnahme des Patienten zur Verfügung stehen, dennoch nicht immer dokumentiert werden. Somit konnten nicht alle polytraumatisierten Patienten, welche einen ISS-Wert von über 16 Punkten aufwiesen, in die Datenerhebung eingebunden werden. Die Nutzung mehrerer prognostischer Faktoren erlaubt zwar zum einen eine spürbare Verbesserung der Prognoserichtigkeit, birgt aber auch die Gefahr, dass sich aufgrund einzelner fehlender Werte keine RISC-Prognose berechnen lässt. Strategien zum Ersetzen fehlender Werte werden daher im Traumaregister bereits angewandt, dennoch konnten nicht alle Patienten mit ISS-Werten über 16 Punkten in die Studie eingebunden werden, da zu viele Faktoren für die Berechnung des RISC-Wertes nicht dokumentiert waren und somit spiegelt der mittlere RISC-Wert nur ein Teilkollektiv polytraumatisierter Patienten wieder.

Des Weiteren muss man sich bei der Bildung eines Score-Wertes oder der daraus abgeleiteten Prognose immer vor Augen halten, dass zwar viele ausgewählte und wichtige Informationen in diese Werte einfließen, dass aber aufgrund dieser Reduktion der Score-Wert nicht die Ausgangssituation vollständig repräsentieren kann. Der Vorteil der einfachen, objektiven und vergleichbaren Beschreibung komplexer Situationen, ohne die vieles nicht machbar wäre, wird also immer auch mit einem gewissen Verlust an Information „bezahlt“[54].

4.2.4. Präklinische und Klinische Versorgung

Insgesamt kamen 84,4 % aller Polytraumapatienten des Gesamtkollektives Ulm 2004 notarztbegleitet in die Klinik. Davon wurden 54,4% per NAW und 30,4% per RTH in die Notaufnahme eingeliefert. Für 18 Patienten ließen sich den Einsatzprotokollen keine Daten

hinsichtlich des Einsatzfahrzeuges entnehmen, so dass möglicherweise die Rate der per Notarzt eingelieferten Patienten höher liegt.

Für die Gruppe der Vergleichskollektive wurde das Einschlusskriterium der nur bodengebundenen Rettungsfahrzeuge bestimmt. Ein Grund dafür war, dass wir einen validen Vergleich der Rettungszeiten abhängig von den infrastrukturellen Gegebenheiten erhalten wollten. Aufgrund der ungleichen Verteilung von Luftrettungsstationen und der dadurch bedingten unterschiedlichen Verfügbarkeit von RTHs, wollten wir eine Verfälschung der Rettungszeiten ausschließen. Des Weiteren darf nicht unbeachtet bleiben, dass polytraumatisierte Patienten, welche in einer ländlichen Region verunglücken, häufig aufgrund von vorhandenen Spezialabteilungen vom Rettungshubschrauber zu einem Krankenhaus der Maximalversorgung in einen Ballungszentrum geflogen werden. Aus diesen Gründen schlossen wir die luftgebundene Rettung aus. Es ist also ein Vergleich der Einsatzfahrzeuge in unterschiedlichen Regionen so nicht möglich. Eine Diskussionsgrundlage ist daher in diesem speziellen Punkt nicht gegeben, soll auch nicht Gegenstand dieser Arbeit sein. Dennoch kann man den Daten entnehmen, dass für das Patientenkollektiv der Region Ulm 100% der polytraumatisierten Patienten notarztbegleitet in die Klinik eingeliefert wurden, während in der städtischen Region 93% und in der ländlichen Region 89% notarztbegleitet in eine Notaufnahme kamen.

Das präklinische Zeitmanagement hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und ist Gegenstand andauernder Diskussionen [84,15,14,34]. Mit dem Ausbau der Rettungs- und Notarzte Dienste haben sich die Möglichkeiten für eine umfassende Behandlung von Notfallpatienten vor Ort und während des Transports ins Krankenhaus erheblich erweitert. In den 90er-Jahren hatte die präklinische Versorgungszeit daher stark zugenommen, was jedoch nicht zu einer Verbesserung des Outcomes geführt hatte [88]. Maßnahmen wie endotracheale Intubation und differenzierte Beatmung, Schaffung großlumiger venöser Zugänge und Volumenersatztherapie sowie invasive medikamentöse Maßnahmen sind aber nicht nur potentiell lebensrettend, sie bergen auch Risiken in sich und sind vor allem zeitintensiv. So ergibt sich unter Umständen eine Verzögerung des Transportbeginns und damit der Ankunft in der weiterversorgenden Klinik, wo definitive, ggf. lebensrettende Maßnahmen möglich sind [37]. In Einzelfällen waren daher eher negative Effekte zu beobachten [88]. Zur Optimierung der Erstbehandlungsmaßnahmen sind in der Vergangenheit verschiedene Programme entwickelt worden. In der Diskussion über die präklinische Therapie stehen vor allem zwei Konzepte. Im angloamerikanischen Raum wird der sofortige Transport in die Klinik im Sinn des "load and go" bzw. "scoop and run" favorisiert, wohingegen in der deutschsprachigen Literatur das "stay and play" - Vorgehen mit primärer Stabilisierung der Vitalparameter bevorzugt wird. Diese interkontinentalen Unterschiede in der Polytraumaversorgung

können zum Teil durch strukturelle und kulturelle Unterschiede erklärt werden [41]. Das Patientengut in den Vereinigten Staaten besteht weit häufiger aus offenen Verletzungen mit nicht stillbaren Blutungen, verursacht durch Schuss- und Stichverletzungen, während in Europa das stumpfe Trauma überwiegt. Die 1994 veröffentlichte Studie von Bickell et al. konnte hier zeigen, dass bei penetrierenden Thoraxverletzungen eine kurze Rettungszeit entscheidend für die Letalität ist [13]. In Europa ist die führende Ursache hingegen für eine Polytraumatisierung mit 60-70% der Verkehrsunfall. Transatlantisch sind hinzukommend deutlich größere Entfernungen zu Trauma Centern Level 1 zurück zulegen, welche fast exklusiv die Versorgung von Polytraumatisierten durchführen. Nach einer sehr lebhaft geführten transatlantischen Diskussion im Jahre 2002 kann aus den Ergebnissen aller Studien für den deutschsprachigen Raum gefolgert werden, dass eine primäre Versorgungszeit unter 30 Minuten und eine Aufnahme in ein Haus der Maximalversorgung binnen 90 Minuten die Letalität von Polytraumen senkt [41]. Nur bei offenen nicht stillbaren Blutungen ist das "stay and play" Vorgehen zu überdenken. Ivatury [47] begründete diese Aussage mit ihrer Untersuchung über den klinischen Verlauf von Patienten mit perforierendem Thoraxtrauma durch Schuß- oder Stichverletzungen. Von 51 Patienten bei denen eine präklinische Behandlung eingeleitet worden war, überlebte nach durchschnittlichen präklinischen Zeiten von 21,6 Minuten nur ein Patient. In der Vergleichsgruppe, die innerhalb durchschnittlich 8,5 Minuten von Polizisten, Angehörigen etc. ins Krankenhaus gebracht wurden, ohne dass eine Behandlung eingeleitet worden war, überlebten letztlich 9 das Ereignis. Auch andere Untersuchungen stellen (perforierende) Thoraxverletzungen bezüglich größerer Zeitverluste als besonders sensibel heraus. Nur wenn es gelänge, unter Zurückstellung der ohnehin in dieser Situation unzureichender Maßnahmen zum Volumenersatz, den Patienten schnellstmöglich in eine geeignete Behandlungseinrichtung zu bringen, könne ein günstiges Ergebnis erzielt werden [42]. So hat sich in den letzten Jahren zunehmend das Konzept "treat and run" mit erweiterten lebensrettenden Maßnahmen en route ohne Zeitverlust bei penetrierenden Verletzungen durchgesetzt. Voraussetzung eines optimalen präklinischem Zeitmanagements und somit einer adäquaten Behandlung schwer- und schwerstverletzter Patienten sind neben optimalen strukturellen und personellen Gegebenheiten vor Ort und in der jeweiligen Klinik auch demographische und geographische Unterschiede. So gibt es in Deutschland knapp 400 Rettungsleitstellen in 326 Rettungsdienstbereichen. Ein Rettungsdienstbereich erstreckt sich im Durchschnitt über eine Fläche von etwa 1.100 km² mit ca. 2,5 Mio. Einwohner [63]. Die Verteilung der Notarztstandorte kann nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt werden. Betrachtet man die Einwohnerzahl als Maß, so versorgt ein Notarztstandort in Berlin 247.000 Einwohner, dagegen in Mecklenburg-Vorpommern 39.000 und in Brandenburg 45.000 Menschen. Wird die Fläche/km²/Notarztstandort betrachtet, so deckt ein

Notarztstandort in Berlin eine Fläche von 59 km² ab, hingegen im benachbarten Brandenburg eine Fläche von 526 km² [63]. Darüber hinaus existieren durchschnittlich pro Bundesland ca. 20 Maximal- und Schwerpunktkrankenhäuser zur Versorgung polytraumatisierter Patienten. Entsprechend der jeweiligen Fläche der Bundesländer differiert die Zahl der Krankenhäuser der Maximal- und Schwerpunktversorgung in den einzelnen Bundesländern stark. So werden z.B. im Saarland nur 4 Krankenhäuser dieser Versorgungsstufen vorgehalten, entsprechend in Nordrhein-Westfalen, Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen hingegen zwischen 28 und 81 Krankenhäuser zur (Akut-)Behandlung Mehrfachverletzter. Das beste Verhältnis von Krankenhaus/Einwohner hierbei hat Bremen (81 000 Einwohner/Krankenhaus), das ungünstigste findet sich in Brandenburg (321 000 Einwohner/Krankenhaus) [53]. Aufgrund der vergleichsweise größeren zu versorgenden Flächen und eines schlechten Straßenverkehrsnetzes ist von einer deutlichen Verlängerung der Transportzeit polytraumatisierter Patienten in ein entsprechendes Krankenhaus auszugehen, so Kühne [53], mit einer möglichen Verschlechterung der Gesamtprognose. Numerisch finden sich in Deutschland ausreichend Krankenhäuser zur Versorgung polytraumatisierter Patienten. Allerdings bestehen regionale Unterschiede in der Vorhaltung ausreichend ausgestatteter Traumazentren und den infrastrukturellen Gegebenheiten. Eine flächendeckende Notfallversorgung existiert daher de facto nicht in Deutschland; vielmehr muss von einer "einwohnerdeckenden" Versorgung gesprochen werden [53]. Kühne fordert daher in seiner Arbeit eine Verbesserung der Traumaversorgung über eine Optimierung des Rettungstransportsystems. Auch Oestern [62] postuliert in seiner Studie, trotz flächendeckender Notarztstandorte, regionale Unterschiede in den Rettungszeiten aufgrund infrastruktureller Unterschiede.

In der vorliegenden Arbeit ließen sich nun für das Gesamtkollektiv Ulm 2004 mittlere Versorgungszeiten von 28,15 Minuten errechnen. Die mittleren Versorgungszeiten für die Vergleichskollektive ergeben ähnliche Zahlen. Für das Patientenkollektiv des ländlichen Raumes konnten im Mittel Versorgungszeiten von 24,56 Minuten berechnet werden, für den städtischen Raum von 24,50 Minuten und für das Kollektiv der Region Ulm von 27,83 Minuten. In dieser Studie liegen demnach die Versorgungszeiten aller Patientenkollektive, sowohl für den ländlichen als auch für den städtischen Raum, unter den vorgeschriebenen 30 Minuten. Der bundesweite Durchschnitt der Versorgungszeiten von 15,9 Minuten - nach einer Studie von Oestern [62] - werden weit überschritten. Jedoch beschreibt Oestern alle Patienten, die in ein Traumazentrum eingewiesen wurden, unabhängig vom Schweregrad der Polytraumatisierung und der Art des Transportmittels. In den Untersuchungen von Zörb [97], welche polytraumatisierte Patienten der Universitätsklinik Hamburg untersuchte, ergaben sich Versorgungszeiten, die zum einen weit über

den bundesweiten Durchschnitt und über den geforderten 30 Minuten lagen, nämlich von durchschnittlich 52 Minuten. Hingegen beschrieb Liebler [55] an einem Patientenkollektiv der Stadt Köln Versorgungszeiten von 34 Minuten und Sokolowski, anhand eines ländlichen Raumes Versorgungszeiten von 33 Minuten.

Die Rettungszeiten in dieser Arbeit liegen im Mittel bei allen Patientenkollektiven, ob städtischer oder ländlicher Raum, unter den geforderten 90 Minuten bis zum Erreichen einer Klinik der Maximalversorgung. Die Rettungszeiten für das Gesamtkollektiv Ulm 2004 beträgt 66 Minuten. Die Rettungszeiten der Vergleichskollektive unterscheiden sich aber zum anderen hinsichtlich der Zeiten im städtischen Gebiet. Es zeigt sich, dass die Rettungszeiten in der ländlichen und in der Region der Universitätsklinik Ulm bei rund 61 Minuten liegen. In der städtischen Region hingegen lassen sich kürzere Zeiten, nämlich im Mittel von 56,21 Minuten errechnen. Dies bedeutet eine rund 5,6 Minuten kürzere Zeitspanne in einem städtischen Gebiet von der Alarmierung des Notarztes bis zum Eintreffen des Rettungsteams in der Notaufnahme einer Klinik der Maximalversorgung.

Regel [71] weist in seiner Arbeit ähnliche Ergebnisse auf. Er untersuchte polytraumatisierte Patienten der MHH, welche in einer Zeitspanne von unter einer Stunde in die Notaufnahme der MHH eingeliefert werden konnten. Hingegen beschreibt Sturm [91] eine durchschnittliche Rettungszeit in einer ländlichen Gegend von 78 Minuten. Zörb [97] und Liebler [55] hingegen untersuchten jeweils Patientenkollektive eines Ballungsraumes und erbrachten im Mittel Rettungszeiten, die in unserer Studie den Rettungszeiten des ländlichen Raumes entsprechen. Schlepphorst [83] weist sogar für den ländlichen Raum Rettungszeiten im Mittel von 51 Minuten nach. In der Studie von Bouillon [17] wird sogar eine Rettungszeit von im Mittel 31 Minuten beschrieben. Allerdings betrachtete Bouillon in dieser Studie nicht nur Polytraumapatienten, sondern alle Patienten, welche mit einem Rettungseinsatzfahrzeug in der Stadt Köln in eine Notaufnahme eingeliefert wurden. In der vorliegenden Studie zeigt sich also eine Differenz von einer um 5,6 Minuten kürzeren Rettungszeit in einem städtischen Gebiet verglichen zu einer ländlichen Region. Die logistische Regressionsberechnung ergab aber einen Korrelationskoeffizient von $r^2=0,097$. Hieraus ergibt sich, dass ein Unterschied der Rettungszeiten im regionalen Vergleich nicht gesichert werden kann. Der deskriptiv-statistische Unterschied von 5,6 Minuten zwischen ländlicher und städtischer Region kann auch nur zufällig entstanden sein, da der Korrelationskoeffizient r^2 einen Wert nahe Null einnimmt und somit der Einfluss der Region auf die Rettungszeiten nur minimal ist. Kühne [53] fordert, dass eine qualitätsorientierte Traumaversorgung nicht alleine durch hierfür personell und strukturell adäquat ausgerüstete Krankenhäuser der Maximal- und Schwerpunktversorgung erreicht werden kann, sondern durch eine Anpassung der

infrastrukturellen Bedingungen geschehen muss. In dieser vorliegenden Arbeit mit definierten Einschlusskriterien kann hingegen kein Unterschied in den Rettungszeiten aufgrund infrastruktureller Bedingungen nachgewiesen werden. Zu berücksichtigen bleibt, wie auch bereits im Abschnitt "Methodenkritik" erwähnt, dass der Untersucher in einer retrospektiven Studie auf die Richtigkeit der dokumentierten Angaben Dritter angewiesen ist. Des Weiteren ist ein zentraler Punkt dieser Arbeit, dass im Rahmen dieses Studienmodells die Patientenkollektive sehr klein sind, aufgrund der im Vorfeld definierten Einschlusskriterien.

Die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus des Gesamtkollektives Ulm 2004 betrug im Mittel 14,9 Tage - unter Ausschluss der Verstorbenen ergab sich eine mittlere Aufenthaltsdauer von 15,4 Tagen. Die Vergleichskollektive weisen ähnliche Daten für die Aufenthaltsdauer auf. Im ländlichen Gebiet ergab sich eine mittlere Aufenthaltsdauer von 20,9 Tagen - unter Ausschluss der Verstorbenen von 23,6 Tagen. Im städtischen Raum konnte eine mittlere Aufenthaltsdauer von 20,9 Tagen und unter Ausschluss der Verstorbenen von 23,6 Tagen errechnet werden. Für das Patientenkollektiv der Region Ulm wurden für die Aufenthaltsdauer 15,7 Tage ermittelt - unter Ausschluss der Verstorbenen von 16,3 Tagen. Im Rahmen der Literaturrecherche fiel auf, dass die durchschnittlichen Liegezeiten bei stark unterschiedlich gewichtete Einschlusskriterien und damit stark heterogenen Kollektiven erheblich schwanken. Einige Studien schlossen Patienten mit einem ISS < 16 nicht aus, daher ist die Liegezeit deutlich geringer. Ersichtlich wurde auch, dass die Patienten mit sehr hohen ISS- und RISC-Werten wiederum weniger Zeit im Krankenhaus verbringen als leichter verletzte Patienten, was an der höheren Letalitätsrate des schwer verletzten Patientengutes liegt. Dies zeigen die Daten der Patientenkollektive, wenn man die verstorbenen Patienten der einzelnen Patientengruppen hinein rechnet, so lässt sich erkennen, dass der gesamt stationäre Aufenthalt kürzer wird. Dennoch konnte in dieser Studie, wie auch in Vergleichsarbeiten, ein Anstieg der Gesamtaufenthaltsdauer bei steigenden ISS- und RISC-Werten nachgewiesen werden [98,55,90]. Einen weiteren Einfluss auf die Aufenthaltsdauer hat ebenfalls das Auftreten von Komplikationen, welche die Behandlung Schwerverletzter um Tage bis Wochen verzögern können.

4.2.5. Letalität

Betrachtet man die Verteilung von Krankenhäusern der Maximal- und Schwerpunktversorgung in Deutschland fällt auf, dass sich diese Häuser überwiegend in Ballungsräumen befinden. Große Landstriche sind hingegen weit entfernt von einer optimalen Versorgungsstruktur. Hierdurch

bedingt können sich Transportzeiten boden- und luftgebundener Rettungssysteme bei polytraumatisierten Patienten verlängern und damit die Gesamtprognose verschlechtern, so Kühne [53]. Auf einen Quadratkilometer Fläche entfallen durchschnittlich 1,5 km überörtliche Straßen (Bundes- und Landstraße). Neben den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg, haben hierbei die neuen Bundesländer das schlechteste Verhältnis zwischen Fläche (km²) und Bundes- und Landstraßennetz [53]. Im Jahre 2003 verstarben durchschnittlich 1,4% aller Unfallverletzten, im Stadtstaat Hamburg betrug der Anteil dabei 0,4%, zum Vergleich dazu in Mecklenburg-Vorpommern 2,7% [53]. Sind dies mögliche Gründe, warum sich in diesen Bundesländern überdurchschnittlich viele tödliche Verkehrsunfälle - gemessen an der Gesamtverletzungshäufigkeit - finden. Kühne [53] postuliert eine Korrelation zwischen der Anzahl tödlicher Unfälle und den jeweiligen geographischen bzw. infrastrukturellen Gegebenheiten. Es stellt sich also die Frage, ob eine partielle Umverteilung bzw. geographische Umstrukturierung zur Verbesserung der Qualität in der Polytraumaversorgung sinnvoll ist. Pape [69] hingegen zeigte in seiner Untersuchung, dass bei leichtverletzten Patienten (Trauma Score: 16-11) die prähospitalen Verweilzeit überhaupt keinen Einfluss auf die Überlebenschancen des Patienten hatte. Hingegen mittelschwerverletzte Patienten (Trauma Score: 10-6) sogar von einer länger dauernden Behandlung vor Ort und während des Transports profitierten. Doch, so Pape, kann die Überlebensrate von Schwerverletzten mit Kreislaufstillstand, angesichts der meist zugrunde liegenden extremen Blutverluste, selbst durch aggressives Vorgehen vor Ort und auf dem Transport kaum nennenswert beeinflusst werden. Im Gegensatz dazu zeigte Schmidt [84], in einem kritischen Vergleich des deutschen und nordamerikanischen Luftrettungssystems mit polytraumatisierten Patienten, dass durch qualifizierte und entsprechend aggressive Primärtherapie und rascher Transport die Mortalität und Morbidität gesenkt werden konnte. Die beobachtete Letalität polytraumatisierter Patienten in dieser Studie betrug im Gesamtkollektiv Ulm 2004 3,67%. In den Vergleichskollektiven ergaben sich Letalitätsraten für die Region Ulm von 5,3% (95% Konfidenzintervall: 0,13–26,03; n=1), für das ländliche Gebiet von 13,5% (95% Konfidenzintervall: 7,8–19,14; n=19) und für den städtischen Raum von 19,5% (95% Konfidenzintervall: 13,79–25,86; n=34). Letalitätsraten anderer vergleichbarer Arbeiten mit polytraumatisierten Patienten liegen zwischen 22% und 34% [97,77,90,83]. Da ein direkter Vergleich der Letalitätsraten zwischen den einzelnen Regionen oft irreführend sein kann, erfolgte eine Adjustierung mittels der RISC-Prognose für die einzelne Region. Des Weiteren setzten wir mittels einer logistischen Regressionsberechnung die Rettungszeiten, die RISC-Prognose und die Region in Abhängigkeit zueinander. Es zeigte sich, dass in unserer Untersuchung kein Zusammenhang zwischen Rettungszeiten und der Letalität in unterschiedlichen Regionen in der Bundesrepublik Deutschland besteht ($r^2 = 0,067$) und dass der

deskriptiv-statistische Unterschied der Differenzen zwischen den Letalitätsraten abhängig von einer Region und dem RISC-Score nur zufällig entstanden sein kann. Somit kann anhand dieser Daten in diesem Studienmodell kein Zusammenhang zwischen den Letalitätsraten und der geographischen Unterschiede beschrieben werden. Dennoch kann das Traumaregister hier nur bedingt Antworten geben, da ein strenger kausaler Zusammenhang nur in experimentellen, also randomisierten Studien zweifelsfrei nachweisbar ist [54]. Eine Überprüfung der Effektivität einer notfallmedizinische Maßnahme ist durch die Vielzahl der einflussnehmenden Parameter erschwert. Ethische Bedenken und die praktische Unmöglichkeit verhindern die Durchführung valider klinischer Prüfungen wie einer prospektiven, randomisierten und doppelblinden Studie [15]. Alle untersuchten Arbeiten sind pro-/retrospektiv, vergleichende 2-Kohorten-Studien und können daher nur als Level-2/3-Studien angesehen werden. Die Datenqualität und Fallzahl aller Arbeiten ist aber als ausreichend bis sehr gut zu beurteilen. Es ist daher, mit der Datenbank des Traumaregisters möglich, Entwicklungen und Tendenzen aufzuzeigen [54].

Biewener [15] untersuchte, an einem polytraumatisiertem Patientenkollektiv des Großraum Dresdens, den Einfluss von logistischem und medizinischem Rettungsaufwand auf die Mortalität dieses Patientenkollektives. In seiner Arbeit konnte er ähnliche Ergebnisse aufzeigen, nämlich das kurze Rettungszeiten und kurze Anfahrtswege für eine ausreichende Zahl und günstige Verteilung der Rettungswachen sowie der bodengebundenen Notarztstützpunkte spricht. Investitionen in diesem Bereich, so Biewener, lassen keine Verbesserung der notfallmedizinischen Versorgung mehr erwarten. Vielmehr zeigten seine Daten, dass insbesondere beim schweren Thoraxtrauma und in der präklinischen Schocktherapie die notärztliche Therapie oftmals nicht den allgemein anerkannten Ansprüchen genüge. Die Qualitätsschwächen lagen in seiner Studie in der Unterschätzung des schweren Rumpf- und Beckentraumas und Unterlassung etablierter therapeutischer Maßnahmen. Die Chance zur Verbesserung der Überlebenschancen polytraumatisierter Patienten liegt laut Schweiberer [86] und Biewener [15] nicht in einer Verbesserung der infrastrukturellen Gegebenheiten sondern vielmehr in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess, dass heißt der stetigen Fortbildung der Notärzte insbesondere in der Durchführung invasiver Maßnahmen. Im Kontrast zu diesen Ergebnissen wird in Rettungsdienstbereichen im Großraum Hannover über die Gefahr der "Übertherapie" diskutiert und der deutliche Rückgang notärztlich unzureichend versorgter schwerverletzter Patienten anerkannt [15]. Die Ergebnisse von Biewener sind kritisch zu sehen, da er zum einen nur ein sehr kleines Patientenkollektiv betrachtet und zum anderen ausschließlich den Großraum Dresden beschreibt. In der hier vorliegenden Arbeit wird zwar der Gesamtdeutsche Raum betrachtet, doch auch hier werden aufgrund der Vielzahl der Einschlusskriterien nur ein sehr kleines Patientenkollektiv dargestellt. Dennoch unterstützt diese

Studie die Annahme von Biewener und Schweiberer, dass eine Qualitätsverbesserung in der Erstversorgung polytraumatisierter Patienten nicht in der Verbesserung infrastruktureller Gegebenheiten liegt. Ruchholtz [76] hingegen sieht die Chance zur Verbesserung und damit den Rückgang der Mortalität von Schwerverletzten als multifaktoriell an, bedenkt man die langwierige und komplexe Behandlung dieser Patienten in Präklinik, Schockraum, Operationssaal und Intensivstation. So sieht Ruchholtz [76] einen entscheidenden Faktor in der Qualitätsverbesserung in der Behandlung Polytraumatisierter in der internen Ausstattung der einzelnen an der Polytraumversorgung beteiligten Krankenhäuser und den differierenden Behandlungskonzepten. Biewener [15] begründet den Vorteil des Rettungshubschraubers darin, dass polytraumatisierte Patienten in ein Klinikum der Maximalversorgung transportiert werden können. Sein Datenpool ließ allerdings keine Aussage zu, ob der 26%ige Anteil Schwerstverletzter, welche in kein Klinikum der Maximalversorgung eingeliefert worden waren, ein negativeres Outcome zeigten. Auch Tscherne [95] sieht den besonderen Vorteil in der Luftrettung Schwerstverletzter heute nicht mehr im kürzeren therapiefreien Intervall im Vergleich zum bodengebundenen Rettungsdienst, sondern vor allem in der raschen Zuführung eines gut versorgten Patienten an ein auch weiter entferntes Traumazentrum mit den erforderlichen personellen und apparativen Ressourcen.

In der hier vorliegenden Arbeit wurde, um das Patientenkollektiv zum einen vergleichbar zu machen, nur Patienten eingeschlossen, welche primär in ein Krankenhaus der Maximalversorgung eingeliefert und behandelt worden. Zum anderen sollten die Daten nicht durch unterschiedliche Behandlungsstrategien und Verfügbarkeit moderner Untersuchungs- und Behandlungsmethoden verfälscht werden. Eine systematisch "schlechtere" klinische Behandlung einer Patientengruppe erscheint deswegen unwahrscheinlich. Biewener [14], welcher den Einfluss von Rettungsmitteln und Zielklinik auf die Mortalität nach Polytrauma untersuchte, konnte - bei gleicher Zielklinik und eindeutigen Zeitnachteilen der Luftrettung - einen Trend zu besseren Ergebnissen durch den Einsatz des Rettungshubschraubers zeigen. Dies begründete er durch eine bessere klinische Diagnostik und Behandlung aufgrund von Ausbildungs- und Erfahrungsvorteilen des RTH-Teams, obwohl die Zeit, in seiner Studie, zwischen Unfallgeschehen und Ankunft bei der RTH-Gruppe deutlich länger war.

Frink [34] untersuchte den Einfluss des Transportmittels auf die Mortalität polytraumatisierter Patienten zwei Jahre später und kam zu ähnlichen Ergebnissen. Seine analysierten Daten zeigten, dass das RTH-Team ebenfalls einen deutlich längeren Zeitraum am Unfallort verbrachte und häufiger Interventionen vor Ort durchführten. Es zeigten sich auch in seiner Studie Vorteile für den nicht bodengebundenen, aber länger dauernden Transport Polytraumatisierter. Allerdings sind die Aussagen dieser Studien durch die Dokumentation im Traumaregister limitiert. Die Datenbank enthält keine Information über eine eventuelle Nachalarmierung des Rettungshubschraubers. Daher

lässt sich über die Tatsache, dass in der RTH-Gruppe ein prolongierter Zeitraum zwischen Unfall und Ankunft beim Patienten bestand, nur spekulieren [34]. In einer weiteren systematischen Literaturrecherche durch Biewener [14] war erneut der Einsatz der Luftrettung mit einem deutlichen Überlebensvorteil für polytraumatisierte Patienten verbunden. In allen Studien zeigte sich eine Verlängerung des Prähospitalintervalls, bedingt durch größere Transportstrecken der RTH-Gruppe und durch eine verlängerte Vor-Ort-Zeit durch umfangreiche Therapiemaßnahmen. Biewener schlussfolgerte daraus, dass der Zeitfaktor offensichtlich keine so bedeutende Rolle für den Überlebensvorteil der RTH-Kohorte spielt. Als Mögliche Ursachen für das bessere Outcome der RTH-Gruppe postuliert er eine erhöhte Ausbildungsanforderungen für den RTH-Dienst und durch die höhere Frequenz polytraumatisierter Patienten im Luftrettungsdienst eine gesteigerte Erfahrung des RTH-Teams [14]. Diese auf den ersten Blick plausible Erklärung für den beobachteten Ergebnisvorteil wird aber dadurch eingeschränkt, dass die Effektivität der eingesetzten invasiven Maßnahmen in der präklinischen Situation durch Studien bislang nicht ausreichen belegt werden konnte. In der vorliegenden Studie schlossen wir das Transportmittel Rettungshubschrauber im Vorfeld der Untersuchung aus. Ziel der Untersuchung war eine Analyse des ausschließlich bodengebundenen Transports polytraumatisierter Patienten. Aufgrund der ungleichen Verteilung von Luftrettungsstationen und der dadurch bedingten unterschiedlichen Verfügbarkeit von RTHs, wollten wir ein Verfälschung der Rettungszeiten ausschließen. Wie bereits in oben beschriebenen Studien durch Biewener [15] und Frink [34] scheint der Faktor Zeit in der Rettung polytraumatisierter Patienten eine wohl eher untergeordnete Rolle zu spielen. In dieser Untersuchung anhand der vorliegenden Daten kann diese Annahme in Teilen unterstützt werden. Es konnte kein relevanter Unterschied des Outcomes Polytraumatisierter bei verlängerten Rettungszeiten im ländlichen Raum aufgezeigt werden. Einschränkend muss allerdings hinzugefügt werden, dass in unserer Studie keine Unterscheidung zwischen der Versorgungszeit vor Ort und der tatsächlichen Transportzeit gemacht wurde. Eine dahingehende Analyse scheitert an der mangelhaften Dokumentation dieser Daten. Es kann somit keine Aussage bezüglich der zurückgelegten Wegstrecke der Rettungsmittel, noch der Infrastruktur der Unfallstelle (Stadt, Land, Autobahn) getroffen werden. Des Weiteren muss bedacht werden, dass eine optimale Versorgung eines schwer Polytraumatisierten vor Ort im Sinne des "stay and play"-Prinzips eine deutlich längere Verweildauer am Unfallort benötigt und sich somit der Abtransport in eine Klinik, im Vergleich zu weniger schwer betroffenen polytraumatisierten Patienten, verzögert. Das müsste bedeuten, dass Patienten mit einem deutlich höherem RISC-Score auch deutlich längere Rettungszeiten aufweisen. Eine Unterteilung der Patientenkollektive in verschiedene Kategorien, betreffend den Schweregrad des RISC-Scores, erfolgt in dieser Studie allerdings nicht, daher

können dahingehend keine Aussagen getroffen werden, ob Patienten mit einer schwererer Verletzung auch längere Rettungszeiten aufweisen.

Unter Berücksichtigung dieser Kritikpunkte kann in diesem Studienmodell gezeigt werden, dass sowohl im ländlichen als auch im städtischen Raum die mittlere Rettungszeit unter den geforderten 90 Minuten liegt und das regionale Unterschiede keinen Einfluss auf die Überlebenschancen polytraumatisierter Patienten haben. Somit kann die Annahme von Kühne [53], dass eine Korrelation zwischen der Anzahl tödlicher Unfälle und den jeweiligen geographischen bzw. infrastrukturellen Gegebenheiten nicht bestätigt werden. Anhand dieser Untersuchung liegt die Verbesserung der Qualität in der Polytraumaversorgung nicht in der partiellen Umverteilung bzw. geographischen Umstrukturierung. Hier kann die Aussage von Biewener [15], dass eine ausreichende Zahl und auch günstige Verteilung der Rettungswachen sowie der bodengebundenen Notarztstützpunkte vorhanden sind, unterstützt werden. Das deutsche Notarztrettungssystem gilt als eines der weltweit Besten. Eine Verbesserung vor allem in der Erstversorgung polytraumatisierter Patienten wird wahrscheinlich nicht durch eine Verkürzung der Rettungszeiten erzielt werden können, es scheint anhand dieser Datenlage der Faktor Zeit bei einem bereits gut funktionierendem Rettungssystem nicht der Schlüssel zur Qualitätsverbesserung zu sein. Vielmehr scheint die Chance zur Verbesserung der Überlebenschancen Polytraumatisierter in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess, durch eine stetige Fort- und gute Ausbildung der Notärzte zur Durchführung invasiver Maßnahmen vor Ort, zu liegen.

4.2.7. Anschlussbehandlung

Für 124 Patienten des Gesamtkollektives Ulm 2004 ließ sich eine Glasgow Outcome Scale ermitteln. Es zeigte sich, dass die überwiegende Anzahl der Patienten, nämlich 56,8%, das Klinikum mäßig behindert verließen. Der Glasgow Outcome Score für die Vergleichskollektive unterscheidet sich von denen des Universitätsklinikums Ulm. Hier verließen sowohl im ländlichen, als auch im städtischen Gebiet, die Patienten überwiegend gut erholt das Krankenhaus. Es zeigt sich kein relevanter Unterschied im Glasgow Outcome Score für polytraumatisierte Patienten abhängig von der Region. Eine Ausnahme stellt erneut das Kollektiv der Region Ulm dar. Hier verließen die Patienten überwiegend die Klinik mäßig erholt.

Für die Bewertung der Glasgow Outcome Scale gilt die Einschränkung, dass selbst bei fachgerechter Anwendung, es nicht zu vermeiden ist, dass die subjektive Einschätzung des jeweiligen Verletzten und die des Anwenders eine Rolle in der Bewertung der Glasgow Outcome Scale spielt.

5. Zusammenfassung

Die präklinische und klinische Versorgung polytraumatisierter Patienten weist in vielen Regionen unseres Landes ein hohes Niveau auf. Allerdings geht aus einzelnen, in der Öffentlichkeit intensiv diskutierten Unfällen sowie verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen hervor, dass die Qualität der Schwerverletztenversorgung regional sehr inhomogen ist. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es Rettungszeiten polytraumatisierter Patienten im regionalen Vergleich zu untersuchen mit der Fragestellung, ob sich Rettungszeiten abhängig von infrastrukturellen Gegebenheiten verlängern und sich daher die Mortalität eines verunfallten Patienten erhöhen kann.

Aus 104 am Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie teilnehmenden Kliniken wurden anhand definierter Kriterien 30 Krankenhäuser der Maximalversorgung ausgewählt, welche wiederum in 10 Häuser eines Ballungsraumes und 20 Häuser einer ländlichen Region unterteilt werden konnten. In die Studie eingeschlossen wurden nur polytraumatisierte Patienten mit einem Injury Severity Score über 16, welche ausschließlich bodengebunden und primär in ein Krankenhaus der Maximalversorgung mit einer Rettungszeit unter 120 Minuten eingeliefert wurden. Somit ergab die retrospektive Erhebung 141 polytraumatisierte Patienten für ein ländliches, 174 Patienten für ein städtisches Gebiet und 19 Patienten für die Universitätsklinik Ulm im Zeitraum über ein Jahr (01/2004 - 12/2004).

Ausgewertet wurden insbesondere die präklinischen Rettungszeiten, welche den Notarztprotokoll zu entnehmen waren. Als präklinische Rettungszeiten wurde die Zeit von Eingang des Notrufes in der Leitstelle bis zum Eintreffen des Patienten in die jeweilige Notaufnahme definiert. Die durchschnittlichen Rettungszeiten betragen für die Universitätsklinik Ulm 61,68 Minuten, für den ländlichen 61,90 Minuten und für den städtischen Raum 56,21 Minuten. Davon wurden 100% per Notarzt in die Universitätsklinik Ulm eingeliefert, 89,3% kamen notarztbegleitet in einer ländlichen und 93,3% in einer städtischen Region in ein Krankenhaus der Maximalversorgung. Unfallursache war zu 63,2% der Verkehrsunfall in der Region Ulm, zu 63,8% in einem ländlichen und zu 46,5% in einem städtischen Gebiet. Die am häufigsten verletzte Körperregion war mit einem Anteil von 73,7% der Kopf/Halsbereich des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm. Polytraumatisierte Patienten der ländlichen Region wiesen mit einem Anteil von 57,4% ebenfalls als am häufigsten verletzte Region den Kopf/Halsbereich auf. In einem Ballungszentrum führte das Thoraxtrauma mit einem Anteil von 58,6%. Die durchschnittliche Verletzungsschwere anhand der

Revised Injury Severity Classification betrug für das Patientengut der Universitätsklinik Ulm 15,69%, für die ländliche Region 17,13% und für die städtische Region 25,23%. Der mittlere Injury Severity Score betrug für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm 22,9 Punkte, für den ländlichen Raum ergaben sich 28,6 Punkte und für ein Ballungszentrum ergaben sich 31,4 Punkte. Im Patientengut der Universitätsklinik Ulm verstarb ein Patient (5,3%) im Krankenhaus an den Folgen seiner Verletzungen. Im Patientenkollektiv der ländlichen Region verstarben 19 Patienten (13,4%), im städtischen Raum 34 (19,5%) der polytraumatisierten Patienten.

Anhand logistischer Regressionsberechnungen zeigte sich, dass weder die Rettungszeiten in einer ländlichen Region länger sind im Vergleich zu einem Ballungszentrum, noch diese einen Einfluss auf die Mortalität polytraumatisierter Patienten haben. Somit konnte in diesem Studienmodell kein Zusammenhang zwischen Rettungszeiten und der Mortalität in unterschiedlichen Regionen der Bundesrepublik Deutschland gezeigt werden. Der Schlüssel zur Verbesserung der Qualität in der Versorgung polytraumatisierter Patienten scheint nicht in der Umverteilung bzw. geographischen Umstrukturierung zu liegen. Vielmehr scheint die Chance in der Verbesserung der Überlebenschancen Polytraumatisierter in der qualifizierten Erstversorgung am Unfallort durch das Rettungspersonal zu liegen. Daher ist eine gute Aus- und stetige Fortbildung des Rettungspersonals, insbesondere zur Durchführung invasiver Maßnahmen vor Ort, von entscheidender Bedeutung.

6. Literaturverzeichnis

- [1] **AG Leitlinien der DGU.** Recommended Guidelines for Diagnostik and Therapy in Trauma. Surgery Eur J Trauma 27:137-150
- [2] **American Assoziation for Advancement of Automotiv Medicine.** The Abbreviated Injury Scale (AIS) 1985 Revision. Des Plains, Illinois 1985
- [3] **American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference.** Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. Crit Care Med. 20 864-874 (1991)
- [4] **Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie.** Das Traumaregister der DGU. Unfallchirurg 97: 230-237 (1994)
- [5] **Aufmolk M, Majetschak M, Voggenreiter G, Obertacke U, Schmit-Neuerburg KP.** Verlauf und Prognose schwerer Unfallverletzungen im Alter. Unfallchirurg 100: 477-482 (1997)
- [6] **Azvedo CT.** Langzeit-"Outcome" plytraumatisierter Patienten. Med. Dissertation, Universität Frankfurt am Main (2001)
- [7] **Baade M. Depression.** Ursachen, Zusammenhänge und Veränderungen. Diplomarbeit.Hamburg: Diplomica Verlag: 114-121 (2007)
- [8] **Baker SP, O'Neill B, Haddon W.** A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 14:187 (1974)
- [9] **Baker SP, O'Neill B., Haddon W, Long WB.** The Injury Severity Score: A methode for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J. Trauma.14(3):187-196 (1974)
- [10] **Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D.** Epidemiologie des Schwerverletzten. Unfallchirurg 103:355-363 (2000)
- [11] **Bauer K.H.** Erste Hilfe am Unfallort und Erstversorgung Verkehrsverletzter. Hefte der Unfallheilkunde 62: 89-99 (1960)
- [12] **Beattie TF.** Prehospital emergency care. Eur J Emerg Med 5: 47-51 (1998)
- [13] **Bickell WH, Wall MJ, Pepe PE, Martin RR, Ginger VF, Allen MK, Mattox KL.** Immediate versus delayed Fluid Resucitation for hypensive Patients with penetrating Torso injuries. N Engl J Med; 331:1105-1109 (1994)

- [14] **Biewener A., Aschenbrenner U., Sauerland S., Zwipp H., Rammelt S., Sturm J.** Einfluss von Rettungsmittel und Zielklinik auf die Letalität nach Polytrauma. *Der Unfallchirurg*:108: 370-377 (2005)
- [15] **Biewener A., Holch M., Müller U., Veitinger A., Erfurt C., Zwipp H.** Einfluss von logistischem und medizinischem Rettungsaufwand auf die Letalität nach schwerem Trauma. *Unfallchirurg*:103: 137-143 (2000)
- [16] **Bouillon B, Gärtner I, Imig R, Jacobi C, Lechleuthner A, Krämer M, Tiling T, Vorweg W, Walter T.** Effektivität des Rettungsdienstes bei der Versorgung von Traumapatienten - Untersuchung zum Rettungswesen. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach: 1-38 (1993)
- [17] **Bouillon B, Krämer M, Lechleuthner A, Tiling T.** Polytrauma - präklinische Erfordernisse, Rettungsmittel, Rettungszeiten. *Unfallchirurgie* 18:85-90 (1992)
- [18] **Boyd CR, Tolson MA, Copes WS** Evaluation trauma care: the TRISS method. TraumaScore and the Injury Severity Score *J Trauma*. Apr; 27(4): 370- 378 (1987)
- [19] **Boyd CR, Tolson MA; Copes WS.** Evaluating trauma care. The TRISS method. *J Trauma* 27: 370 (1987)
- [20] **Brandt A.** Der Injury Severity Score beim Polytrauma. Eine retrospektive Untersuchung an 432 Patienten. Med. Dissertation. Technische Universität München (1993)
- [21] **Bross S.** Vergleich der Wertigkeit verschiedener Polytraumaschlüssel. Med. Dissertation. Universität Ulm (1994)
- [22] **Bundesministerium der Justiz.** Erster Periodischer Sicherheitsbericht der Bundesregierung Deutschland, Seite 69 (2001)
- [23] **Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, Lawnick MM, Bain LW, Gann DS.** A new Characterization of Injury Severity. *J Trauma* 30: 539-546 (2006)
- [24] **Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, Copes WS, Fouty WJ.** Trauma Score. *Crit. Care Med.* 9:672 (1981)
- [25] **Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Lawnick M, Keast SR, Bain LW.** The MajorTrauma Outcome Study: Establishing National Norms for Trauma Care *J. Trauma*30:1356-1365 (1990)
- [26] **Commitee on Medical Aspects of Automotive Safety.** Rating the severity of tissue damage. *JAMA* 215: 277-280 (1971)
- [27] **Copass MK, Oreskovic MR, Bladergroen MR, Carrico CJ.** Prehospital cardiopulmonary resuscitation of the critically injured patient. *J of Surg* 148: 24-26 (1984)

- [28] **Rixen D., M. Raum, B. Bouillon, L. E. Schlosser, E. Neugebauer und die Arbeitsgemeinschaft Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie:** Prognoseabschätzung des Schwerverletzten – Eine Analyse von 2069 Patienten des Traumaregisters der DGU. Unfallchirurg 104 (3): 230-239 (2001)
- [29] **Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Arbeitsgemeinschaft Polytrauma:** Manual zum Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (1996)
- [30] **Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie** Traumaregister - Jahresbericht 2002 der AG Polytrauma
- [31] **Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie** Traumaregister - Jahresbericht für Klinik Uni Ulm 2004
- [32] **Deutsche Städte - und Gemeindebund.** Positionspapiere: 20 Thesen zum ländlichen Raum. Internet: <http://www.dstgb.de>
- [33] **DGU-Traumaregister.** Jahresbericht 2004 des Traumaregisters der "Polytrauma" der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) für die Abteilung Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie Universitätsklinikum Ulm.
- [34] **Fink M., Probst C., Hildebrand F., Richter M., Hausmanninger C., Wiese B., Krettek C., Pape H.** Einfluss des Transportmittels auf die Letalität bei polytraumatisierten Patienten. Der Unfallchirurg:110: 334-340 (2007)
- [35] **Flach A, Joppich J, Penzholz H, Vahlensiek W.** Der kindliche Unfall. Langenbecks Arch. Chir 332:671-673 (2001)
- [36] **Foltin E, Stockinger A.** Einfluss des Verletzungsmusters auf die Vorhersagekraft von vier Polytraumascoring Unfallchirurg. 102: 98-109 (1999)
- [37] **Freff M.** Behandlung penetrierender Abdominal- und Thoraxtraumen. Med. Dissertation. Universität Münster (2004).
- [38] **Frucht S.** Die Determinanten der Mortalität bei Polytrauma - Eine retro - und prospektive Analyse von 368 polytraumatisierten Patienten. Med. Dissertation. Humbolt Universität Berlin (2002)
- [39] **Gabriel, Petra.** Das Polytrauma. Organverletzungen und deren Management mit besonderer Berücksichtigung des Bauch- und Thoraxtraumas. Med. Dissertation, Universität Erlangen (1997)
- [40] **Gauff G.** Outcome und Lebensqualität nach Polytrauma: Ergebnisse an einem 2 Jahres Kollektiv mit Erfassung der Spätletalität und der Lebensqualität unter Berücksichtigung von geschlechts-, alters- und verletzungsabhängigen Faktoren sowie der beruflichen Reintegration. Med. Dissertation. Universität Duisburg-Essen (2007)

- [41] **Geldner G, Schwarz U.** Präklinische Polytraumaversorgung: Eilen oder Verweilen? Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerztherapie 37: 196-197 (2002)
- [42] **Gervin H., Fischer R.** The importance of prompt transport in salvage of patient with penetrating heart wounds. Journal of Trauma 22: 443 (1982)
- [43] **Greenspan L., Mc Lellan B., Greig H.** Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: A Scoring Chart. J. Trauma: 25 60-64 (1985)
- [44] **Grünes A.** Analyse und Vergleich zweier Schockraumversorgungsstrategien an einem Krankenhaus der Schwerpunktversorgung. Med. Dissertation. Universität Tübingen (2008)
- [45] **Guideline Committee of the German Registeres Society for Trauma Surgery (DGU).** Recommended Guidelines for Diagnostics and Therapy in Trauma Surgery Eur J Trauma 27: 137-150 (2001)
- [46] **Helm M, Hauke J, Eßer M, Lampl L, Bock KH.** Notärztliche Diagnostik bei stumpfen Thoraxtrauma. Chirurg 68: 606-612 (1997)
- [47] **Ivatury R., Nallathambi M., Roberge J., Rohmann M., Stahl W.** Penetrating thoracic injuries: In-field stabilization vs. prompt transport. Journal of Trauma 27: 1066 (1987)
- [48] **Katholnigg D.** Der Zeitpunkt der Osteosynthese von Extremitäten beim Polytrauma mit Schädel-Hirn-Trauma und sein Einfluss auf die postoperativen Komplikationen. Med. Dissertation. Universität Bonn (1996)
- [49] **Kirschner M.** Die fahrbare chirurgische Klinik. Chirurg 10: 713-717 (1938)
- [50] **Koch B.** Entwicklungstendenzen im Rettungsdienst und Verkehrsgeschehen. Notfallmed. 14: 414-436 (1988)
- [51] **Kramer K.** The pediatric polytrauma patient Clinical Orthopedics and related research 318:125-135 (1999)
- [52] **Kranz KG, Sturm JA, Mutschler W und AG Notfall der DGU.** Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. Kongreßheft: Präklinische Unfallchirurgie 105: 1007-1014 (2002)
- [53] **Kühne C., Ruchholtz S., Buschmann C., Sturm J., Lackner C., Wentzensen A., Bouillon B., Weber M.** Polytraumaversorgung in Deutschland. Eine Standortbestimmung. Unfallchirurg 109 : 357-366 (2006)
- [54] **Lefering R.** Das schwere Trauma. Qualitative und quantitative Herausforderung für das Rettungssystem. Notfall Rettungsmed 11: 373-376 (2008)
- [55] **Liebler D.** Analyse des Einflusses präklinischer Interventionen auf das Überleben und den Verlauf schwerverletzter Patienten. Med. Dissertation. Universität Köln (2002)

- [56] **Nerlich M.L., Tscherne H.:** Der Trauma-Algorithmus – Entscheidungshilfe bei der Erstversorgung Schwerverletzter. Zent. Bl. Chir. 112: 1465 – 1472 (1987)
- [57] **Matthes G, Seifert J, Ostermann P, Würfel S, Ekkernkamp A, Wich M.** Die Frühletalität des Schwerverletzten. Zentralbl Chir 126:995-999 (2001)
- [58] **Mutschler W, Marzi I, Ziegenfuß T.** Perspektiven der Polytraumaversorgung. Zentralbl. Chir 121:979-984 (1996)
- [59] **Mutschler W, Marzi I.** Editorial Polytraumamanagement. Zentralbl. Chir 121: 895 (1996)
- [60] **Nast-Kolb D, Waydhas C, Kranz KG, Schweiberer L.** Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma. Unfallchirurg 97: 292-302 (1994)
- [61] **Nast-Kolb D.** Grenzen der Behandlung Schwerstverletzter. Anaesthesist 49:51-57 (2000)
- [62] **Oestern H.-J.** Das Polytrauma. Präklinisches und klinische Management. 1 Auflage, Urban & Fischer Verlag. Seite 49-50 (2008)
- [63] **Oestern H.-J.** Versorgung Polytraumatisierter im internationalen Vergleich. Unfallchirurg; 102: 80-91 (1999)
- [64] **Oestern H.J., Kabus K.** Vergleich verschiedener Trauma Score Systeme. Ein Überblick. Unfallchirurg 97(4):177-184 (1994)
- [65] **Oestern HJ, Suren EG, Kolbow H, Sturm J, Trentz O.** Das mehrfachverletzte Kind (Prognose, Komplikation, Ergebnisse). Z. Kinderchir 23:221-223 (1998)
- [66] **Oestern HJ, Tscherne H., Sturm J., Nerlich M.;** Klassifizierung der Verletzungsschwere. Unfallchirurg 88: 465-472 (2005)
- [67] **Oestern HJ, Kabus K, Neumann C.** Der Hannoversche Polytraumaschlüssel. Unfallheilk. 220: 210-215 (1991)
- [68] **Otte D, Pohlemann T, Wiese B, Krettek C.** Änderungen des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren. Unfallchirurg 106: 448-455 (2003)
- [69] **Pepe P., Bickell W., Wyatt C., Bailey M., Mattox K.** Relationship between total prehospital time and outcome in patients with penetrating trauma. Emergency Medicine 15: 626 (1986)
- [70] **Lefering R.** Trauma Score Systems for Quality Assessment European Journal of Trauma No. 2: 52 – 63 Urban & Vogel (2002)
- [71] **Regel G, Lobenhofer P, Lehmann U.** Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter. Eine vergleichende Analyse von 3406 Fällen zwischen 1972-1991. Unfallchirurg 96:350-362 (1998)
- [72] **Regel G, Lobenhofer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H.** Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter. Unfallchirurg 96:S. 350-362 (1993)

- [73] **Regel G, Lobenhoffer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H.** Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter. Unfallchirurg 96:350-362 (1993)
- [74] **Rivera FB, Bergmann AB.** Factors associated with pedestrian vehicle collision and fatalities. West J Med 146:243 (1987)
- [75] **Rixen D, Raum M, Boullion B, Schlosser LE, Neugebauer E.** Prognoseabschätzung des Schwerverletzten - Eine Analyse von 2069 Patienten des Traumaregister der DGU. Unfallchirurg 104: 230-239 (2001)
- [76] **Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern H.-J., Neugebauer E, Nast-Kolb D, Pape H.-C., Bouillon B.** Rückgang der Traumaletalität. Ergebnisse der Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Deutsches Ärzteblatt 105: 225-231 (2006)
- [77] **Ruchholtz S.** Das Traumaregister der DGU als Grundlage des interklinischen Qualitätsmanagements in der Schwerverletztenversorgung. Unfallchirurg 103: 30-37 (2000)
- [78] **Ruchholtz S, Kuhne CA, Siebert H.** Arbeitskreis Umsetzung Weissbuch/Traumanetzwerk in der DGU – AKUT: Das Traumanetzwerk der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Zur Einrichtung, Organisation und Qualitätssicherung eines regionalen Traumanetzwerkes der DGU: Unfallchirurg 110: 373-380 (2007)
- [79] **Ruchholtz S.** AG Polytrauma der DGU: Das externe Qualitätsmanagement in der klinischen Schwerverletztenversorgung. Unfallchirurg 107: 835-847 (2004)
- [80] **Ruchholtz S.** Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie: Das Traumaregister der DGU als Grundlage der interklinischen Qualitätsmanagement in der Schwerverletztenversorgung. Unfallchirurg 103:30-37 (2000)
- [81] **Sales M.** Die Versorgung Polytraumatisierter und Schädel- Hirn- Verletzter unter besonderer Berücksichtigung mund-, kiefer-, und gesichtschirurgischer Verletzungen. Med. Dissertation. Universität Tübingen (2006)
- [82] **Schaefer A, Neugebauer E, Bouillon B, Tiling T, Troidl H.** Instrumente zur Messung der Lebensqualität bei Schwerverletzten. Unfallchirurg 97:223-229 (1994)
- [83] **Schlepphorst C.** Zur Versorgung und Überlebendwahrscheinlichkeit Schwerverletzter - eine vergleichende prospektive Studie am Marienhospital Osnabrück. Med. Dissertation. Universität Münster (2005)
- [84] **Schmidt U., Muggia-Sullam M., Holch M., Kant C., Brummerloh C.** Primärversorgung des Polytraumas. Vergleich des deutschen und amerikanischen Luftrettungssystems. Unfallchirurg 96: 287 (1993)

- [85] **Schüttler J, Schmitz B, Bartsch AC, Fischer M.** Untersuchungen zur Effizienz der notärztlichen Therapie bei Patienten mit Schädel-Hirn bzw. Polytrauma. *Anaesthesist*44:850-858 (1995)
- [86] **Schweiberer L.** Ist Qualitätsmanagement der Schlüssel zur Zukunftssicherung der Luftrettung? Kongreßbeitrag *Airmed* 1996, München (11.-14.6.) (Hrsg) ADAC-Luftrettungs-GmbH, München.
- [87] **Schweigkofler U, Reimertz C, Seekamp A, Hoffmann R.** Notärztliche Versorgung von Traumapatienten. *Orthopädie und Unfallchirurgie: up2date* (06/2008)
- [88] **Seekamp A, Mahlke L.** Präklinisches Polytrauma-Management. *Notfallmedizin up2date*1: 145-161 (2006)
- [89] **Siegmann S.** Primäre bildgebende Diagnostik von polytraumatisierten Patienten mittels Spiralcomputertomographie. *Med. Dissertation. Humbolt Universität Berlin* (2002)
- [90] **Sokolowski K.** Zur Überlebenswahrscheinlichkeit Schwerverletzter unter besonderer Berücksichtigung des Zeitfaktors bei der initialen Versorgung. Eine prospektive Analyse. *Med. Dissertation. Universität Münster* (2001)
- [91] **Sturm JA.** Polytrauma und Krankenhausstruktur. *Langenbecks Arch Chir [Suppl] II*: 123-129 (2002)
- [92] **Teasdale G., Jennett B.** Assessment of Coma and Impaired Consciousness *Lancet* 13: 81-84 (1974)
- [93] **Traumaregister der Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, AG Polytrauma:** Internetseite: [http:// www.traumaregister.de](http://www.traumaregister.de)
- [94] **Tscherne H, Trentz O:** Allgemeine Frakturenlehre. In: Heberer, Köle, Tscherne (Hrsg.) *Chirurgie: Lehrbuch für Studierende. 4. Auflage, Springer, S. 100-101* (1980)
- [95] **Tscherne H., Regel G., Friedl H.** Schweregrad und Prioritäten bei Mehrfachverletzungen. *Chirurg* 58: 631-640 (2002)
- [96] **Vincent, J.L., Moreno, R., Takala, J., Willatts, S., De Mendonca, A., Bruining, H., Reinhart, C.K., Suter, P.M., G, T.L.** The SOFA (sepsis-related organ failureassessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive-Care-Med* 22:707–710 (1996)
- [97] **Zörb J.** Aufkommen, Verletzungsschwere und Versorgung polytraumatisierter Patienten des UKE. Eine retrospektive Analyse der Jahre 1990-2001. Welchen Einfluss hat das Thoraxtrauma auf das Outcome polytraumatisierter Patienten. *Med. Dissertation. Universität Hamburg* (2005)

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die Altersverteilung polytraumatisierter Patienten in 5-Jahresabschnitten am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=125) ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	27
Abbildung 2:	Die Verteilung der Unfallzeitpunkte pro Monat der polytraumatisierten Patienten am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm im Jahre 2004 (n=125) ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	29
Abbildung 3:	Die Verteilung der Unfallzeitpunkte pro Monat für das Patientenkollektiv der ländlichen Region (n=141), für das Patientenkollektiv der städtischen Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) für das Jahr 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.....	30
Abbildung 4:	Die Häufigkeitsverteilung der Unfallmechanismen polytraumatisierter Patienten am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	31
Abbildung 5:	Die Geschlechterverteilung bezogen auf den Unfallhergang am Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=125) für das Jahr 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	31
Abbildung 6:	Die Häufigkeitsverteilung der verschiedene Unfallmechanismen für das Patientenkollektiv der ländlichen Region (n=141), für das Patientenkollektiv der städtischen Region (n=174) und für das Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.....	32
Abbildung 7:	Die Häufigkeitsverteilung verletzter Körperregionen anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Vergleich mit den Daten polytraumatisierter Patienten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie für das Jahr 2004 (n=2376) und für die Jahre 1993 bis 2004 (n=14967).....	33
Abbildung 8:	Die Verteilung der Glasgow Coma Scale am Unfallort anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) in Jahr 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	36
Abbildung 9:	Die Verteilung der Glasgow Coma Scale anhand polytraumatisierter Patienten des Patientenkollektiv der ländlichen Region (n=141), des	

	Patientenkollektiv der städtischen Region (n=174) und des Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahr 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.....	37
Abbildung 10:	Die Häufigkeitsverteilung des Injury Severity Score anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=109) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	38
Abbildung 11:	Injury Severity Score polytraumatisierter Patienten am Unfallort im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektiv der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.....	39
Abbildung 12:	Die Verteilung der Revised Injury Severity Classification nach Geschlecht anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=101) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	40
Abbildung 13:	Die Darstellung der Revised Injury Severity Classification erfasst in Gruppen im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Verwendung der Einschlusskriterien.....	42
Abbildung 14:	Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Transportmittel anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	43
Abbildung 15:	Die Häufigkeitsverteilung der Rettungszeiten in Minuten anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	45
Abbildung 16:	Die Versorgungszeiten polytraumatisierter Patienten im tageszeitlichen Vergleich anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=125) im Jahre 2004 ohne Anwendung der Einschlusskriterien.....	46
Abbildung 17:	Die Versorgungszeiten polytraumatisierter Patienten im Vergleich anhand der Patientenkollektive der ländlichen Region (n=141), der städtischen Region (n=174) und anhand des Patientenkollektives der Universitätsklinik Ulm (n=19) im Jahre 2004 unter Anwendung der Einschlusskriterien.....	47

8. Danksagung

Mein Dank gilt Herrn **Prof. Dr. med. Florian Gebhard** für die Möglichkeit zur Promotion in seiner Abteilung Zentrum für Chirurgie, Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie, des Universitätsklinikums Ulm.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn **Dr. med. C. Riepl** für den Einsatz bei der Betreuung dieses Werkes.

Die Grundlage dieser Studie lieferten die Daten der Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurg. Ich möchte mich für die Bereitstellung der Daten zur wissenschaftlichen Arbeit, insbesondere bei Herrn **Prof. Dr. med. R. Lefering** bedanken.

Für die statistische Betreuung danke ich ganz herzlich **Frau Hay** und **Herrn Dreyhaupt** der Abteilung für Biometrie der Universitätsklinik Ulm.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie und bei Herrn M. Frenzel für die Geduld und Unterstützung bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt.