

Aus der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Zentrum für Operative Medizin
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. med. Johannes M. Rueger

**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?**

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Jennifer Zörb
aus Wuppertal

Hamburg, 2005

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: *16.01.2006*

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: *Prof. Rueger*

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in: *PD Dr. Bischoff*

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter/in: *PD Dr. Sommerfeld*

Für Alex Schwoerer

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	EPIDEMIOLOGIE UND BEDEUTUNG DES POLYTRAUMAS IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	1
1.2	HISTORISCHE GRUNDLAGEN	2
1.3	ORGANISATION DES DEUTSCHEN RETTUNGSSYSTEMS UND KLINISCHER BEHANDLUNGsalGORITHMUS VON SCHWERSTVERLETZTEN.....	2
1.4	SCORE-SYSTEME	4
1.4.1	GLASGOW COMA SCALE (GCS).....	5
1.4.2	ABBREVIATED INJURY SCALE (AIS)	6
1.4.3	INJURY SEVERITY SCORE (ISS)	6
1.4.4	HANNOVERANER POLYTRAUMA SCHLÜSSEL (PTS)	6
1.4.5	SCHOCKINDEX NACH ALLGÖWER (SI)	7
1.5	DEFINITIONEN	7
1.6	DAS THORAXTRAUMA	8
1.7	BAULICHE EIGENHEITEN DES HAMBURGER UNIVERSITÄTSKLINIKUMS	10
1.8	ZIEL DER UNTERSUCHUNG	11
2	PATIENTENKOLLEKTIV UND METHODEN	12
2.1	PATIENTEN.....	12
2.2	PARAMETER.....	13
2.3	VERWENDETE SCORES.....	14
2.4	AUSWERTUNG MITTELS STATISTISCHER INSTRUMENTE	19
3	ERGEBNISSE	20
3.1	EPIDEMIOLOGIE.....	20
3.1.1	GESCHLECHT	21
3.1.2	ALTERSSTRUKTUR.....	21
3.1.3	UNFALLZEITPUNKT.....	23
3.1.3.1	JAHRESZEITLICHE VERTEILUNG.....	23
3.1.3.2	WOCHENTAGE	24
3.1.3.3	TAGESZEIT.....	25
3.1.4	VERLETZUNGSHERGANG.....	25
3.1.4.1	VERKEHRSTEILNEHMER	28
3.1.4.2	SICHERHEITSVORKEHRUNGEN DER VERUNFALLTEN VERKEHRSTEILNEHMER	29
3.1.5	VORERKRANKUNGEN	30
3.2	VERLETZUNGSART UND VERLETZUNGSSCHWERE	32
3.2.1	VERLETZUNGSMUSTER	32
3.2.2	VERLETZUNGSKOMBINATION	35
3.2.3	ART DER THORAXVERLETZUNGEN	36
3.2.4	GLASGOW COMA SCALE	38

3.2.5	INJURY SEVERITY SCORE	39
3.2.6	HANNOVERANER POLYTRAUMA SCHLÜSSEL	40
3.3	PRÄKLINIK.....	41
3.3.1	TRANSPORTMITTEL ZUR EINLIEFERUNG	41
3.3.2	ANFAHRTSZEIT	42
3.3.3	RETTUNGSZEIT.....	43
3.3.4	VERSORGUNGSZEIT.....	43
3.3.5	SCHOCKINDEX.....	44
3.3.6	MAßNAHMEN AM UNFALLORT	45
3.3.6.1	INTUBATION.....	45
3.3.6.2	THORAX-DRAINAGEN.....	46
3.3.6.3	REANIMATION.....	47
3.3.6.4	INFUSIONEN	47
3.4	KLINIK.....	49
3.4.1	PRIMÄRVERSORGUNG.....	49
3.4.1.1	SCHOCKINDEX.....	49
3.4.1.2	INTUBATIONEN	50
3.4.1.3	THORAXDRAINAGEN.....	51
3.4.1.4	REANIMATION.....	52
3.4.1.5	INFUSIONEN	52
3.4.1.6	TRANSFUSIONEN	53
3.4.1.7	LABOR	55
3.4.1.8	SONOGRAPHIE	58
3.4.1.9	RÖNTGENDIAGNOSTIK	59
3.4.1.10	COMPUTER-TOMOGRAPHIE.....	61
3.4.2	PRIMÄRE UND SEKUNDÄRE OPERATIVE VERSORGUNG	62
3.4.2.1	PRIMÄROPERATION	63
3.4.2.2	SEKUNDÄROPERATION.....	66
3.4.2.3	OPERATIONSGBIETE	69
3.4.2.4	THORAKOTOMIEN	71
3.4.2.5	VERFAHRENSWECHSEL BEI EXTREMITÄTENVERLETZUNGEN	71
3.4.3	STATIONÄRE VERSORGUNG	72
3.4.3.1	INTENSIVMEDIZINISCHE VERSORGUNG.....	72
3.4.3.2	GESAMTAUFENTHALTSDAUER	76
3.4.4	KOMPLIKATIONEN	77
3.4.5	LETALITÄT.....	78
3.5	ANSCHLIEßENDE VERSORGUNG	84
3.6	DATENLAGE	85
4	DISKUSSION.....	87
4.1	METHODENKRITIK.....	87
4.2	INTERPRETATION UND VERGLEICH DER ERGEBNISSE MIT DER LITERATUR.....	89

4.2.1	EPIDEMIOLOGIE.....	89
4.2.1.1	GESCHLECHTERVERHÄLTNIS UND ALTERSSTRUKTUR	89
4.2.1.2	UNFALLZEITPUNKT.....	90
4.2.1.3	VERLETZUNGSSHERGANG.....	91
4.2.1.4	VORERKRANKUNGEN	94
4.2.1.5	VERLETZUNGSMUSTER UND -KOMBINATION.....	96
4.2.1.6	ART DES THORAXTRAUMAS.....	98
4.2.1.7	VERLETZUNGSSCHWERE.....	99
4.2.1.7.1	INJURY SEVERITY SCORE	99
4.2.1.7.2	HANNOVERANER POLYTRAUMA SCHLÜSSEL UND GLASGOW COMA SCALE	101
4.2.2	PRÄKLINISCHE UND KLINISCHE VERSORGUNG.....	102
4.2.2.1	TRANSPORTMITTEL.....	102
4.2.2.2	VERSORGUNGSZEITEN.....	102
4.2.2.3	SCHOCKINDEX.....	103
4.2.2.4	INTUBATION.....	104
4.2.2.5	THORAXDRAINAGEN.....	105
4.2.2.6	REANIMATIONEN.....	106
4.2.2.7	INFUSIONEN	107
4.2.2.8	TRANSFUSIONEN	108
4.2.2.9	LABOR	108
4.2.2.10	BILDGEBENDE DIAGNOSTIK	109
4.2.2.11	PRIMÄRE UND SEKUNDÄRE OPERATIVE VERSORGUNG	111
4.2.2.12	STATIONÄRE VERSORGUNG	114
4.2.2.12.1	INTENSIVSTATIONÄRE AUFENTHALTSDAUER	114
4.2.2.12.2	GESAMTAUFENTHALTSDAUER	115
4.2.2.12.3	BEATMUNGSDAUER UND TRACHEOTOMIEN	117
4.2.2.12.4	KOMPLIKATIONEN.....	118
4.2.2.13	LETALITÄT.....	119
4.2.2.14	ANSCHLIEßENDE VERSORGUNG	123
4.3	SCHLUßFOLGERUNGEN.....	125
5	ZUSAMMENFASSUNG	127
6	LITERATURVERZEICHNIS	129
7	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	142
8	TABELLENVERZEICHNIS	144
9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	146
10	DANKSAGUNG.....	148
11	LEBENSLAUF	149
12	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	150

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie und Bedeutung des Polytraumas in der Bundesrepublik Deutschland

Laut Schätzung einer Studie der WHO von 1998 ist das Trauma weltweit für rund 5.800.000 Todesfälle jährlich verantwortlich. Es wird davon ausgegangen, daß diese Zahl bei zwar verbesserten Arbeitsbedingungen, jedoch bei erhöhtem Verkehrsaufkommen und steigender technischer Entwicklung der dritten Welt weiterhin steigen wird [185].

Im Jahr 2001 verstarben in der BRD nach Angaben des Statistischen Bundesamtes rund 35.000 Personen an den Folgen einer Polytraumatisierung, davon in Hamburg 807 [160].

In Deutschland stellt das Polytrauma für Menschen unter 45 Jahren die häufigste Todesursache dar. Für Personen höheren Alters liegt es nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Tumorleiden und zerebrovaskulären Erkrankungen auf dem vierten Platz der Todesursachen [33,102,103,104,159,174,186].

Allein durch die bleibenden mentalen und funktionellen Beeinträchtigungen nach Straßenverkehrsunfällen gehen pro Jahr über eine Millionen Arbeitsjahre volkswirtschaftlich verloren [100]. Von daher kommt der Behandlung polytraumatisierter Patienten nicht nur aus medizinischer, sondern auch aus sozioökonomischer Sicht eine große Rolle zu.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten konnte die Letalität nach Polytrauma aufgrund besserer Kenntnisse der pathophysiologischen Vorgänge nach schwerer Mehrfachverletzung und dank eines anspruchsvollen Qualitätsmanagementsystems um die Hälfte von ca. 40% auf ca. 20% gesenkt werden [48,50,104,136]. Somit rückt zunehmend das funktionelle Langzeit-Outcome, die Lebensqualität sowie die rasche Wiedereingliederung des Patienten ins berufliche und soziale Umfeld in den Mittelpunkt der Betrachtungen [21,09,134].

Das Thoraxtrauma gilt als die Achillesferse des schwer Mehrfachverletzten. In der frühen Behandlungsphase stehen akut lebensbedrohliche Zustände wie z.B. massive intrathorakale Blutungen im Vordergrund. Im weiteren Verlauf besteht ein hohes Risiko für sekundäre Komplikationen wie z.B. Pneumonien und ARDS. SCHWEIBERER beobachtete in seiner Arbeit von 1998 durch höhere Komplikationsraten und eine Letalität von bis zu 40% eine weitaus ungünstigere Prognose für Schwerstverletzte mit Thoraxtrauma Vergleich zu Polytraumapatienten ohne Thoraxverletzung [154]. Aus diesem Grund muß der Behandlung von Thoraxverletzungen nicht nur in der präklinischen und frühen klinischen Versorgung, sondern auch in der weiteren Behandlung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden [170].

1.2 Historische Grundlagen

Erste Studien zur Versorgung und Behandlung Schwerstverletzter wurden anhand von Kriegsverletzten durchgeführt. BALOCK und BRADBURN beschrieben das Versagen des kardiovaskulären Systems durch Blutungsschock noch bis zum 2. Weltkrieg als limitierenden Faktor für das Überleben polytraumatisierter Patienten [84]. Nachdem der hämorrhagische Schock durch Etablierung der Volumentherapie besser behandelt werden konnte [42,89,98], wurde in den 50er Jahren dem Problem des frühen Nierenversagens durch die Einführung der „künstlichen Niere“ (Dialyse) begegnet [29]. In den 60er und 70er Jahren beschäftigte das Versterben der Polytraumatisierten durch das „Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)“ die behandelnden Ärzte [6,15,55,57,58,132]. Dies führte zu einer aggressiveren kardiopulmonalen Therapie, intensivmedizinischen Behandlung und speziellen respiratorischen Therapiemaßnahmen wie z.B. der PEEP-Beatmung [12]. In den vergangenen zwei Jahrzehnten zeigt sich eine Zunahme des mit einem hohen Letalitätsrisiko (40-90%) behafteten Multi-Organ-Versagens (MOV), dem nach Gewinn genauerer pathophysiologischer Kenntnisse mit neuen Therapieansätzen und standardisierten Behandlungsschemata begegnet wird [55,62,67,134].

Die Epidemiologie des Thoraxtraumas ist in Friedens- und in Kriegszeiten sehr unterschiedlich. Penetrierende Thoraxverletzungen entstanden früher vornehmlich auf dem Schlachtfeld. Von Pfählungsverletzungen am Arbeitsplatz oder im Straßenverkehr abgesehen variieren penetrierende Thoraxverletzungen heutzutage eher von Kontinent zu Kontinent. Derlei Verletzungen entstehen zum einen hauptsächlich in Gebieten militärischer Auseinandersetzung sowie zum anderen - in Abhängigkeit von der sozialen Schicht - durch kriminelle Handlungen und suizidale Absichten. Stumpfen Thoraxverletzungen wurde in früheren Zeiten wenig Beachtung geschenkt wie KIRSCHNER 1938 auf dem 62. Chirurgenkongreß in seinem Vortrag über die unfallchirurgische Vorgehensweise nach Verkehrsunfall feststellte [75]. Heute dominiert jedoch hierzulande das stumpfe Thoraxtrauma aufgrund der stetigen Zunahme der Motorisierung. Bedingt durch die zum Teil intrathorakale Lage vieler abdomineller Organe tritt es häufig in Kombination mit Bauchtraumen auf [17,49].

1.3 Organisation des deutschen Rettungssystems und klinischer Behandlungsalgorithmus von Schwerstverletzten

Die deutschen Rettungsdienste werden zum großen Teil von staatlichen Einrichtungen (Feuerwehr), aber auch von privaten Einrichtungen (DRK, ASB) gestellt. Es gibt in Deutschland in 326 Rettungsdienstbezirken ca. 400 Rettungsleitstellen. Ein Rettungsdienstbezirk umfaßt ca. 2,5 Mio. Einwohner auf 1100 km². Die Leitstellen sind entweder den einzelnen Kliniken oder den Feuerwehrleitstellen angegliedert und rund um die Uhr besetzt [51,113]. Im Stadtgebiet sind Notärzte und Sanitäter meist am selben Ort stationiert, in ländlichen Regionen basiert das Rettungswesen auf dem von der Rettungsleitstelle organisierten „Rendezvous-System“, bei dem

sich Sanitäter und Notarzt erst am Einsatzort treffen. 1970 wurde der erste Hubschrauber für die Bergung und Versorgung Schwerverletzter eingesetzt. Heute gibt es ein flächendeckendes Hubschraubernetz mit 51 Stützpunkten. Rettungshubschrauber kommen allerdings überwiegend nur bei Tageslicht zum Einsatz.

In 95% aller Notfälle gelangt das Rettungsteam innerhalb von maximal 15 Minuten zum Einsatzort [19,77].

Vom Notarzt durchgeführte primäre Maßnahmen sind:

- Monitoring des Patienten
- Respiratorische Therapie
- Kardiozirkulatorische Therapie
- Analgesie
- Primäre Stabilisierung von Frakturen durch fachgerechte Lagerung

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 Sanitätern basiert. Aus diesem Grund sind amerikanische Sanitäter ATLS-trainiert (Advanced Trauma Life Support), was ihnen erlaubt, weitgreifendere Therapiemaßnahmen durchzuführen als ihre deutschen Kollegen. 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. Die deutschen Rettungszeiten sind aufgrund der zumeist geringen Entfernungen bis zum nächsten Krankenhaus ohnehin als kurz zu werten [14,37,53,77,80,95,157].

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 Schwerverletzten erfordert [16].

Um das oberste Ziel der Primärversorgung im Krankenhaus, nämlich das umgehende Erkennen und Behandeln von lebensbedrohlichen Verletzungen [107,144], zu erreichen, sind nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) folgende Voraussetzungen rund um die Uhr notwendig [1,105,107,156]:

- Ein komplettes Schockraumteam (bestehend aus 10 Personen: 3 Chirurgen, 2 Anästhesisten, 1 Ambulanzschwester, 1 Ambulanzpfleger, 1 Anästhesieschwester, 1 Röntgen-MTA, 1 Radiologe als Hintergrunddienst)
- 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

Die Behandlung eines Polytraumatisierten gliedert sich nach den 2001 verfaßten Richtlinien der DGU in folgende Phasen [64]:

- Reanimationsphase: Lebensrettende Sofortmaßnahmen, lebensrettende Operationen, Notfalldiagnostik, Notfallbehandlung
- Primärphase (1. Stabilisierungsphase): In Abhängigkeit von Verletzungsart und –schwere weitere Schockraumdiagnostik, Einleitung der entsprechenden Therapien, notfallmäßige chirurgische Eingriffe
- Sekundärphase (2. Stabilisierungsphase): Intensivstationäre Behandlung, erweiterte Diagnostik, in Abhängigkeit vom Zustand des Patienten lebens- und organerhaltende Frühoperationen
- Tertiärphase (Rehabilitationsphase): Elektive Eingriffe, Rehabilitationsmaßnahmen, Mobilisierung des Patienten und Physiotherapie

1.4 Score-Systeme

Im Sinne standardisierter Qualitätssicherungsmaßnahmen ist es nötig, die Verletzungsschwere zu klassifizieren, um den nationalen und internationalen Vergleich zu ermöglichen, die eigene Leistungsfähigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls Prognoseabschätzungen treffen zu können [49,51,113,133]. Hierzu bedient man sich unterschiedlicher Bewertungsschlüssel, die sich in physiologische, anatomische und gemischte Scoresysteme einteilen lassen. Um mit möglichst hoher Sensitivität und Spezifität Aussagen zur Verletzungsschwere und Prognose treffen zu können, ist die Erhebung verschiedener Parameter nötig, aus denen ein Punktwert errechnet wird.

In Deutschland werden zur Beurteilung der Verletzungsschwere anatomische bzw. gemischte Scoresysteme gegenüber den rein physiologischen bevorzugt. Die frühzeitig einsetzende notärztliche Therapie und die im allgemeinen kurzen Rettungszeiten beeinflussen einfache

physiologische Parameter und schränken daher die Aussagekraft ausschließlich auf diesen Parametern aufbauender Scores ein.

Im angloamerikanischen Sprachraum bietet sich zur Einschätzung der Verletzungsschwere die Verwendung auf physiologischen Parametern basierender Scoresysteme an, da ohne gründliche bildgebende Diagnostik, die erst nach Klinikaufnahme stattfindet, kein präziser anatomischer Score berechnet werden kann. Mit einem physiologischen Bewertungsschlüssel läßt sich dort trotz langer Transportwege schon vor Einlieferung eine Aussage bezüglich der Schwere der Polytraumatisierung treffen [116].

Zu den häufig verwendeten Scoresystemen in Deutschland gehören:

- Glasgow Coma Scale (GCS) nach TEASDALE und JENNETT, 1974 [167]
- Abbreviated Injury Scale (AIS) des COMMITTEE ON MEDICAL ASPECTS OF AUTOMOTIVE SAFETY, 1971 [36]
- Injury Severity Score (ISS) nach BAKER et al., 1974 [11]
- Hannoveraner Polytrauma Schlüssel (PTS) nach OESTERN, 1985 [118]
- Hannoveraner Polytrauma Schlüssel (PTS) nach OESTERN, 1989 [114]
- Trauma Score (TS) nach CHAMPION et al., 1981 [31]
- Revised Trauma Score (RTS) nach CHAMPION et al., 1989 [32]
- Schockindex (SI) nach ALLGÖWER und BURRI, 1967 [152]
- A Severity Characterization Of Trauma (ASCOT) nach CHAMPION et al., 1990 [30]
- Trauma and Injury Severity Score (TRISS method) nach BOYD et al., 1987 [24]

Die Auswahl der Scoresysteme Glasgow Coma Scale (GCS), Injury Severity Score (ISS) und Hannoveraner Polytrauma Schlüssel (PTS) in der Fassung von 1985 erfolgte für diese Studie anhand der Fragestellung und hinsichtlich des bestmöglichen Vergleichs mit nationaler und internationaler Literatur. So postulieren auch NAST-KOLB, WAYDHAS und SCHWEIBERER, daß der ISS und der PTS die im deutschen und angloamerikanischen Sprachraum am häufigsten benutzten Scoresysteme sind [118].

1.4.1 Glasgow Coma Scale (GCS)

Der GCS als rein physiologischer Score wird am Unfallort von den erstversorgenden Notärzten verwendet, um die Vigilanz der Patienten zu beurteilen und damit eine ungefähre Prognoseeinschätzung für die Überlebenschancen zu erhalten. Benutzt werden die Variablen *Augen öffnen*, *beste verbale Antwort* und *beste motorische Antwort*, um die Bewußtseinslage zu beurteilen. Eine schlechte Bewußtseinslage korreliert mit niedrigen Punktzahlen (Minimum 3), eine hohe Punktzahl (Maximum 15) mit einer guten Bewußtseinslage und hoher Überlebenschancen [167]. Es ist sinnvoll, dieses Bewertungssystem nur zum Zeitpunkt des Eintreffens am Einsatzort zu benutzen, weil der Patient zu diesem Zeitpunkt noch nicht analgosediert ist.

1.4.2 Abbreviated Injury Scale (AIS)

Zur Berechnung der AIS in der komprimierten Version von 1972 wird der Körper in fünf Körperregionen (Kopf mit Hals, Gesicht und Halswirbelsäule, Thorax mit Brustwirbelsäule, Abdomen mit Beckenorganen und Lendenwirbelsäule, Extremitäten und knöchernes Becken, Externes/Haut) eingeteilt.

Es werden Punktwerte von

- 1 = leicht
- 2 = mäßig
- 3 = schwer, nicht lebensbedrohlich
- 4 = schwer, lebensbedrohlich, Überleben möglich
- 5 = kritisch, Überleben unsicher

für die Verletzungen der einzelnen Körperregionen vergeben. Die AIS bildet die Grundlage zur Berechnung des ISS.

1.4.3 Injury Severity Score (ISS)

Der 1974 von BAKER et al. [11] publizierte ISS ist das international und vor allem im angloamerikanischen Sprachraum am häufigsten verwandte Scoresystem. Grundlage zur Berechnung ist die AIS [8, 180].

BAKER et al. [11] bewerteten bei der Fortentwicklung der AIS zum ISS die Regionen Kopf/Hals/Gesicht getrennt voneinander mit der Begründung, die im Zuge der immer häufigeren Autounfälle auftretenden Gesichtsverletzungen überlagerten in der Bewertung andere Kopfverletzungen, und die Entstellungen im Gesichtsbereich beeinflussten die Präzision des AIS-Punktwertes. So berücksichtigt der ISS demnach sechs Körperregionen, die Bewertung mit Punkten von 1-5 verhält sich wie bei der AIS.

Für die Berechnung des ISS werden die drei am schwersten verletzten Regionen einzeln quadriert und dann addiert. So ergeben sich Werte von 1 bis maximal 75 Punkte.

Ist eine Region so schwer verletzt, daß das Überleben nahezu unmöglich ist (z.B. Torsodurchtrennung), wird beim ISS eine 6 (=maximal verletzt) vergeben, die in der Endberechnung direkt mit 75 Punkten bewertet wird. Hohe Punktzahlen korrelieren mit schlechten Überlebensprognosen [11].

Mittels des ISS ist es möglich, den Verletzungsschweregrad zu bestimmen, eine kurzfristige Prognose zu stellen und Patientendaten international vergleichbar zu machen.

Für das Kriterium Letalität wird in der Literatur die Sensitivität mit 87,2% und die Spezifität mit 85,2% angegeben [23].

1.4.4 Hannoveraner Polytrauma Schlüssel (PTS)

Bisher sind zwei Versionen des PTS publiziert worden. Der 1985 veröffentlichte, auf anatomischen Parametern basierende PTS findet im deutschsprachigen Raum am häufigsten Verwendung.

Die Fassung von 1989 beinhaltet zusätzlich zu den anatomischen Parametern den Base Excess und den Quotienten aus Sauerstoffpartialdruck und inspiratorischer Sauerstoffkonzentration.

Der PTS summiert die diskriminanzanalytisch ermittelten Punktwerte für Einzelverletzungen aus 5 Körperregionen (Kopf, Abdomen, Extremitäten, Thorax, Becken/Wirbelsäule) zu einer Gesamtverletzungssumme. Hierdurch werden auch die Mehrfachverletzungen innerhalb einer Körperregion berücksichtigt. Ab dem vierzigsten Lebensjahr wird außerdem das Alter des Patienten mit Zusatzpunkten bewertet. Die Überlebenswahrscheinlichkeit wird durch Zuordnung der Gesamtpunktzahl zu 4 Schweregrad-Gruppen mit steigender Letalität definiert [118] (s.Tab.1).

Schweregrad	Punktzahl	Letalität in %
I	≤19	10
II	20-34	25
III	35-48	50
IV	≥49	75

Tabelle 1: PTS-Schweregrad Einteilung

So erlaubt der PTS nicht nur eine Klassifizierung des Verletzungsschweregrades, sondern auch eine Aussage zur kurzfristigen Prognose und einen Vergleich von Patientendaten auf nationaler Ebene.

Hinsichtlich Sensitivität und Spezifität für das Kriterium Letalität finden sich in der Literatur Angaben von 83,1% bzw. 83,7% [23].

1.4.5 Schockindex nach ALLGÖWER (SI)

Als Schockindex wird der Quotient aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck bezeichnet. Der physiologische Index sollte ca. 0,5 betragen. Ab einem Wert von >1 besteht Schockgefahr [152]. Sowohl Puls als auch Blutdruck werden routinemäßig am Unfallort bestimmt. Somit ist der SI ein einfach und schnell zu berechnender Anhaltspunkt zur Einschätzung des Zustands eines Patienten.

1.5 Definitionen

Als Voraussetzung zum Vergleich mit weiteren Studien zum Thema Poly- und Thoraxtrauma und um die Ergebnisse eindeutig darzustellen, ist eine einheitliche Begriffsbestimmung erforderlich.

Polytrauma (Definition nach TSCHERNE, 1978) [173]:

“Unter einem Polytrauma versteht man ein gleichzeitig entstandenes Verletzungsmuster mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, von denen mindestens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer lebensbedrohlich sein müssen.“

Thoraxtrauma

Unter einem Thoraxtrauma wird eine durch äußere Gewalteinwirkung entstandene stumpfe oder offene Verletzungen des Brustkorbs und/oder intrathorakaler Organe verstanden [17].

Schädelhirntrauma

Unter einem Schädelhirntrauma (SHT) versteht man eine vorübergehende oder dauerhafte Schädigung des Gehirns als Folge der Einwirkung eines stumpfen oder penetrierenden Traumas. In der klinischen Beurteilung hat sich die 1974 von TEASDALE und JENNETT [167] eingeführte Glasgow Coma Scale (GCS) international durchgesetzt. Sie dient der initialen Bestimmung der Schwere eines Schädelhirntraumas, der Verlaufsbeurteilung und der Prognoseabschätzung. Es erfolgt die Unterscheidung in:

- Leichtes SHT: 15-13 Punkte
- Mittelschweres SHT: 12-9 Punkte
- Schweres SHT: 8-3 Punkte [142]

Multi-Organ-Versagen

GORIS [56] definiert ein Multi-Organ-Versagen (MOV) folgendermaßen: „Wird bei mehr als zwei Organen über drei Tage hinweg ein Versagen festgestellt, liegt ein MOV vor.“

Sepsis

Eine Sepsis diagnostiziert sich nach den Definitionen der KONSENSUSKONFERENZ 1992 (Members of the american college of chest physicians / society of critical care medicine consensus conference committee 1992) [94] folgendermaßen: positive Blutkultur plus zwei weitere von 4 Kriterien (Temperatur $<36^{\circ}$ oder $>38^{\circ}$, Leukozyten <4000 oder >12000 oder Linksverschiebung $>10\%$, Herzfrequenz $>90/\text{min}$, Atemfrequenz $>20/\text{min}$ oder $\text{pCO}_2 <32\text{mmHg}$).

Pneumonie

Bei Vorliegen der Diagnose Pneumonie wird von den folgenden drei Kriterien nach KROPEK [7] ausgegangen: putrides Trachealsekret mit positivem Keimnachweis, neu aufgetretenes und persistierendes Infiltrat im Thoraxröntgenbild in zeitlicher Zuordnung zum pathologischen Trachealsekret, Temperaturen $>38^{\circ}$.

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)

Ein ARDS definiert sich nach MURRAY [101]: akutes Auftreten der Erkrankung, bilaterale Infiltrate auf dem Thoraxröntgenbild, $\text{pO}_2/\text{FiO}_2 <200\text{mmHg}$, fehlende Zeichen einer linksventrikulären Funktionsstörung.

1.6 Das Thoraxtrauma

Etwa zwei Drittel aller polytraumatisierten Patienten weisen Verletzungen des Brustkorbs und seiner Organe auf. Das isolierte Thoraxtrauma als Verletzung an sich wird selten beobachtet, 80-90% der schweren Thoraxverletzungen sind im Rahmen einer Polytraumatisierung zu finden [111,131].

Besonders Kontusionsverletzungen und instabile Thoraces gelten als Trigger für eine erhöhte Komplikationsrate und Letalität. Sie bereiten den Weg für die posttraumatische respiratorische Insuffizienz bis hin zum Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS), für Organfunktionsstörungen, Multi-Organ-Versagen (MOV) und septische Prozesse [96,111,126,161]. In einer Arbeit von WAYDHAS (1990) weisen Polytraumapatienten mit Thoraxverletzung im Vergleich zu Patienten ohne Thoraxverletzung eine beträchtlich höhere Morbidität und Letalität auf [181].

Stumpfe Brustkorbverletzungen, die vor allem durch Verkehrsunfälle, aber auch durch Stürze aus großen Höhen entstehen [96], werden von penetrierenden Thoraxtraumen, bei denen im wesentlichen nach Pfählungs-, Schuß- und Stichverletzungen unterteilt wird, unterschieden. Mit Gewichtung der Handlungsdringlichkeit wird nach dem American College of Surgeons (1990) [2] folgendermaßen eingeteilt:

Akut lebensbedrohliche Verletzungen:

- Atemwegsobstruktion
- Spannungspneumothorax
- Instabiler Thorax
- Perikardtamponade
- Massiver Hämatothorax
- Offener Pneumothorax („sucking wound“)

Potentiell lebensbedrohliche Verletzungen:

- Lungenkontusion
- Myokardkontusion
- Tracheobronchiale Verletzungen
- Traumatische Aortenruptur
- Zwerchfellruptur
- Ösophagusverletzungen

Einfachere Thoraxverletzungen:

- Rippenfraktur(en)
- Sternumfraktur
- Unkomplizierter Hämatothorax
- Hautemphysem

Die Diagnostik des Thoraxtraumas kann ohne technische Hilfsmittel insbesondere im präklinischen Bereich schwierig sein. Zur frühzeitigen exakten Diagnostik thorakaler Verletzungen gewinnt die Computertomographie des Brustkorbs bereits in der Frühphase des Polytraumamanagements eine zunehmende Bedeutung. Die Mehrzahl aller schweren Thoraxverletzungen (ca. 85-90%) lassen sich konservativ behandeln. Organkomplikationen soll durch frühe Intubation und druckkontrollierte PEEP-Beatmung, frühzeitige ventrale und dorsale Wechsellagerung des Patienten und einen differenzierten Behandlungsplan (besonders Art und Zeitpunkt der Stabilisierung von Femurfrakturen) vorgebeugt werden [8,60,68,170,178].

1.7 Bauliche Eigenheiten des Hamburger Universitätsklinikums

Während der frühen klinischen Versorgung durchläuft ein polytraumatisierter Patient folgende Wege:

1. Nach Transport im Notarztwagen (NAW) bis direkt vor die chirurgische Notaufnahme wird der Patient in den Schockraum verbracht. Bei Einlieferung per Rettungshubschrauber (RTH) führt der Weg vom Landeplatz durch die Endoskopie in den Schockraum (105 m).
2. Die sonographische Diagnostik findet während der Erstversorgung im Schockraum statt, der Röntgenapparat zur primären Röntgendiagnostik befindet sich gegenüber des Schockraums. Zur computertomographischen Diagnostik wird der Patient in die radiologische Klinik desselben Gebäudekomplexes transportiert (95 m).
3. Der Operationstrakt befindet sich im zweiten Stock desselben Gebäudekomplexes.
4. Nach der Primärversorgung wird der Patient zu einer von sechs zur Verfügung stehenden Intensivstationen transportiert, von denen sich eine neben der chirurgischen Notaufnahme, eine andere in einem höheren Stockwerk desselben Gebäudes sowie weitere in den entsprechenden weiterversorgenden Kliniken (Neurologie, Neurochirurgie, Kinderheilkunde) befinden. Der Transport in letztere findet arztbegleitet in einem hausinternen Rettungswagen statt.

Die mitunter langen Wege und baulichen Gegebenheiten bergen einige Nachteile für den Patienten wie beispielsweise eine verlängerte Primärversorgungszeit, häufiges Umlagern für die diagnostischen Maßnahmen sowie die Gefahr eines Sättigungsabfalls bei Ambubeutel[®]-Beatmung mit Raumluft während der Transporte (Reduktion des FiO₂ von 1 auf 0,21 [65,69,140]).

1.8 Ziel der Untersuchung

Ziel dieser Arbeit ist die Analyse epidemiologischer Parameter, Verletzungscharakteristika und Behandlungsstrategien polytraumatisierter Patienten im Universitätsklinikum Eppendorf (UKE) der Jahre 1990 bis 2001. Dies hat den Zweck einer Bestandsaufnahme der eigenen Leistungsfähigkeit im nationalen und internationalen Vergleich. Im Anschluß an diese Arbeit bietet sich die Möglichkeit zur Analyse von Verbesserungsmöglichkeit einzelner Ansätze und damit einer konsekutiven Leistungssteigerung.

Am Patientengut des UKE soll im Vergleich von Schwerstverletzten mit und ohne Thoraxtrauma folgenden Fragen nachgegangen werden:

- 1. Zeigen sich Unterschiede im Verletzungshergang bei Schwerstverletzten mit und ohne Thoraxtrauma?***
- 2. Welche Unterschiede zeigen sich in der präklinischen und frühen klinischen Versorgung bei Polytraumapatienten mit und ohne Brustkorbverletzung?***
- 3. Gibt es Unterschiede hinsichtlich des operativen Vorgehens bei Polytraumapatienten mit und ohne Thoraxtrauma?***
- 4. Müssen Polytraumapatienten mit Brustkorbverletzungen länger beatmet werden als Schwerstverletzte ohne Thoraxtrauma?***
- 5. Ist die Gesamtaufenthaltsdauer und die Liegezeit auf einer Intensivstation für Schwerstverletzte mit Thoraxtrauma länger?***
- 6. Ist die Komplikationsrate bei Polytraumapatienten mit thorakalen Verletzungen höher als bei Patienten ohne Thoraxverletzungen?***
- 7. Ist die Letalität für Schwerstverletzte mit Thoraxtrauma in unserem Patientengut höher als für Patienten ohne Thoraxtrauma?***

2 Patientenkollektiv und Methoden

2.1 Patienten

In einer ersten Erfassung wurden alle Patienten der Jahre 1990-2001 erhoben, die im Aufnahmebuch der chirurgischen Notaufnahme des UKE mit der vorläufigen Diagnose Polytrauma vermerkt waren. Hierbei handelte es sich um von der Rettungsleitstelle übermittelte Verdachtsdiagnosen. Aus diesem Grund wurden auch die Patientennamen mit der vorläufigen Diagnose Schädelhirntrauma (SHT) erfaßt, denn frühere Arbeiten der eigenen Klinik zeigten, daß sich nach der Primärdiagnostik ein von der Rettungsleitstelle angekündigtes SHT oft als Polytrauma darstellte. Andererseits konnte häufig bei als Polytrauma angekündigten Patienten nach der Aufnahme keine Mehrfachverletzung diagnostiziert werden.

Als Einschlußkriterium diente die im deutschsprachigen Raum gebräuchliche Polytrauma-Definition nach TSCHERNE (1978) [173]. Als weiteres Kriterium wurde eine Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 ISS-Punkten sowie ≥ 8 PTS-Punkten festgelegt. Aus der 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 ins UKE verlegt wurden.

Im Anschluß wurde im Zentralen Krankengeschichtenarchiv sowie in der Klinik für Innere Medizin, der neurologischen und neurochirurgischen Klinik, der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, der Kinderklinik und der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie Einsicht in die Krankenakten genommen. Alter und Geschlecht der Patienten wurden den Krankenakten direkt entnommen. Präklinische Parameter wurden anhand des Notarztprotokolls erhoben, der Verletzungshergang sowie die Anordnungen für die Erstversorgung waren üblicherweise im Unfallzimmerprotokoll verzeichnet. Das Anästhesieprotokoll gab Aufschluß über die Art und Zeiten der Erstversorgung. Den Operationsprotokollen waren exakte Schnitt- und Nahtzeiten der Primäroperation sowie das Datum der Sekundäroperationen zu entnehmen. Das erste Laborergebnis lag in Form eines eigenen Ausdrucks vor. In den Intensivkurven und im Intensivabschlußbericht fand sich die intensivstationäre Versorgung inklusive Beatmungsdauer. Den Verlauf, die therapeutische Vorgehensweise, Komplikationen, Verlegungen, Vorerkrankungen, die Gesamtaufenthaltsdauer und die exakten Abschlußdiagnosen waren den Verlaufsbögen und dem Arztbrief zu entnehmen. Über das Versterben eines Patienten informierte entweder ebenfalls der Arztbrief oder ein Sektionsprotokoll mit der genauen Todesursache und den exakten Angaben zu Vorerkrankungen. Nach Erhebung des Verletzungsmusters wurde das Gesamtpatientengut in ein Kollektiv A mit Thoraxtrauma und ein Vergleichskollektiv B ohne Thoraxtrauma unterteilt.

2.2 Parameter

Aus den Krankenakten wurden Parameter folgender Inhalte erhoben:

- Allgemeine Angaben zur verletzten Person:
Alter, Geschlecht
- Daten des Notarztprotokolls:
Zeitpunkte des Einsatzes (Alarm, Eintreffen am Unfallort, Intubation, Anlage von Thoraxdrainagen, Einlieferung ins Krankenhaus), Transportmittel, Verletzungshergang, Unfallort, GCS sowie systolischer Blutdruck und Herzfrequenz bei Eintreffen des Notarztes, Infusionstherapie vor Ort, Anzahl gelegter Thoraxdrainagen, Wiederbelebensmaßnahmen
- Daten des Unfallzimmerprotokolls:
Dokumentation von Sonographie, Röntgen, CT, Diagnosen nach abgeschlossener bildgebender Diagnostik
- Daten des Anästhesieprotokolls während der Primärversorgung:
Systolischer Blutdruck und Herzfrequenz bei Aufnahme, Infusionstherapie während der gesamten Primärversorgung, Transfusion von Blutprodukten, Zeitpunkte der Behandlungsmaßnahmen (Primäroperation, Intubation, Anlage von Thoraxdrainagen, bildgebenden Diagnostik), Dauer der Primäroperation, Anzahl gelegter Thoraxdrainagen, Wiederbelebensmaßnahmen
- Primäres Laborergebnis bei Klinikaufnahme:
Hämoglobin, Basenüberschuß, Sauerstoffsättigung, Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdrücke, pH-Wert, aktuelles und Standard-Bikarbonat, Lactat, Zeitpunkt der Untersuchung
- Daten der Dokumentationsunterlagen zur primären bildgebenden Diagnostik:
Zeitpunkte und Befunde von Abdomen-Sonographie, Röntgen, Computertomographie
- Operationsprotokolle:
Datum, Zeitpunkte, Dauer, Art, Verfahrenswechsel
- Intensivstationskurven:
Aufnahmezeitpunkt, Liegedauer, Beatmungsdauer, Tracheotomien
- Entlassungsbrief:
Diagnosen, Therapie, Operationen und zugehöriges Datum, Verlauf, Komplikationen, Überleben, Zeitpunkt des Versterbens, Todesursache, Gesamtaufenthaltsdauer, Vorerkrankungen, Verlegungen, Rückverlegungen, Anschlußheilbehandlungen

So ergaben sich pro Patient insgesamt 245 zu erfassende Parameter. Diese wurden mittels elektronischer Datenverarbeitung gespeichert, auf Plausibilität überprüft, anonymisiert und mit dem Statistikprogramm SPSS® Version 10.0.7 für Windows ausgewertet.

Indem jeder Parameter sowohl für das Gesamtkollektiv und als auch für das Kollektiv mit Thoraxtrauma (A) und ohne Thoraxtrauma (B) vergleichend betrachtet wurde, konnten Unterschiede in der Epidemiologie sowie bei der Versorgung der Schwerverletzten beider Kollektive analysiert werden.

Die Ergebnisse wurden mit der nationalen und internationalen Literatur sowie mit Arbeiten der eigenen Klinik zum Thema Polytrauma der 70er und 80er Jahre diskutiert [72,79,93,183]. So soll zum einen eine Standortbestimmung der eigenen Klinik im internationalen Vergleich und zum anderen im Sinne der Qualitätssicherung die eigene Leistungsfähigkeit überprüft werden.

2.3 Verwendete Scores

Mittels der in den Arztbriefen vermerkten Diagnosen wurde retrospektiv anhand des Injury Severity Score (ISS) und des Hannoveraner Polytrauma Schlüssels (PTS) die Verletzungsschwere ermittelt. Auf den nachfolgenden Seiten sind die AIS als Grundlage zur Berechnung des ISS (Abb.1 und 2) und der PTS (Abb.3) dargestellt.

Folgende Verletzungen (Abb.1) erhalten eine AIS-Bewertung von 6 Punkten, die beim ISS direkt mit 75 Punkten berücksichtigt wird:

	AIS	ISS
Verbrennung 2° oder 3° \geq 91 % KOF	6	75
Kopf-, Hirn- oder Hirnstammzerquetschung	6	75
Decapitation	6	75
Vollständige Aortendurchtrennung	6	75
Thoraxzerquetschung	6	75
Rumpfdurchtrennung	6	75
Zerquetschung oder vollständige Durchtrennung des Rückenmarks bei C ₃ oder cranial von C ₃	6	75

Abbildung 1: Verletzungen mit einem AIS-Punktwert von 6
Originalabbildung aus [26]

KOPF	AIS		AIS
Kopfschmerzen/Benommenheit	1	15-59 min bewusstlos mit	
Unterkieferfraktur	1	neurologischen Ausfällen	4
Nasenbeinfraktur	1	1-24 Std. bewusstlos ohne	
< 15 min bewusstlos m. Amnesie	2	neurologische Ausfälle	4
geschlossene Schädelfraktur	2	Schädeldach- oder Basisfraktur	
offene Unterkiefer- oder		mit Liquoraustritt, Pneum-	
Nasenbeinfraktur	2	encephalus oder offene Fraktur	
Le Fort I Fraktur	2	mit Hirnfreilegung	4
< 15 min bewusstlos mit		Hirn- oder Kleinhirneintrisse	
neurologischen Ausfällen	3	mit intracerebralem,	
15-59 min. bewusstlos ohne		epiduralem oder subduralem	
neurologische Ausfälle	3	Hämatom < 100 ml	4
Schädelbasisfraktur	3	Le Fort III Fraktur	4
Hirn- oder Kleinhirnkontusion		1-24 Std. bewusstlos mit	
ohne weitere Veränderungen	3	mit neurologischen Ausfällen	5
offene Orbitafraktur	3	Hirnstammkontusion m. Blutung	5
Le Fort II Fraktur	3	Diffuse Hirnverletzung mit	
		epiduralem oder subduralem	
		Hämatom > 100 ml	5
EXTREMITÄTEN			
Finger- oder Zehenfraktur	1	offene oder dislozierte	
Schulter-, Oberarm-, Unterarm-,		Unterschlenkelfraktur	3
Hand-, Unterschenkel-, Fuß-		Unterschlenkelsplitterfraktur	3
oder einfache Beckenfraktur	2	offene, dislozierte oder	
Finger- oder Zehenamputation	2	zersplitterte Beckenfraktur	3
Kollateral- oder Kreuzband-		Sacroiliacalfraktur	3
riß im Knie	2/3	Symphysis pubis Sprengung	3
Amputation der oberen Extremität		Anriß der A. Axillaris, Brachialis,	
oder der unteren distal des Knies	3	Femoralis oder Poplitea	3
offene oder dislozierte Ober-		Riß der Achilles- oder Patellarsehne	3
oder Unterarmfraktur oder		Beckenzerquetschung	4
Splitterfraktur	3	Zerquetschung oder Amputation	
		eines Beines proximal des Knies	4
THORAX			
Rippenfraktur	1	Bilateraler Hämato-/Pneumothorax	4
offene Rippenfraktur	2	Hämato-/Pneumomediastinum	4
> 2 Frakturen benachbarter Rippen	2	Aorten-, Bronchus-, Koronar-,	
Sternumfraktur	2	Myocard-, Pulmonalarterien-	
Lungenkontusion mit oder ohne		oder -veneneinriß	5
unilateralem Hämatothorax	3	Pericardtamponade	5
Unilateraler Hämato- oder		Aortenruptur	5
Pneumothorax	3	Abriß der Vena cava sup. oder inf.	5
Lungenkontusion mit		Schwere Myocardkontusion mit	
Hämato-/Pneumomediastinum	4	Hämato-/Pneumomediastinum	5
ABDOMEN/BECKEN			
Oberflächliche Bauchwandverletzung	1	Darm-, Leber-, Pankreaseinriß	4
Tiefe Bauchwandverletzung ohne		Milzruptur	4
Perforation oder Organverletzung	2	Darm-, Nieren-, Leber-,	
Retroperitoneale Blutung		Pankreasruptur	5
oder Hämatom	3	Einriß eines Hauptgefäßes	
Darm-, Leber-, Nieren-, Blasen-,		im Abdomen oder Becken	5
Pankreas- oder Milzkontusion	3		
WIRBELSÄULE			
Zerrung der Wirbelsäule	1	Kontusion des Cervicalrückenmarks	3
Processus spinosus oder		Inkomplette Läsion des Cervical-	
transversus Fraktur	2	rückenmarks mit sensiblen	
Kompressionsfraktur T ₁₋₁₂ /L ₁₋₅		und/oder motorischen Ausfällen	4
mit Höhenminderung ≤ 20 %	2	Komplette Querschnittsläsion bei C ₄	
Wirbelfraktur oder -subluxation	3	oder caudal von C ₄	5
Kompressionsfraktur T ₁₋₁₂ /L ₁₋₅			
mit Höhenminderung > 20 %	3		
HALS			
Schilddrüseneinriß	3	Kehlkopfverletzung	4
Tracheaeinriß	4	Ösophagus-, Kehlkopf-	
Einriß der A. carotis		oder Tracheaabriß	5
oder A. subclavia	4		
ÄUßERES			
Verbrennung I° bis 100% KOF	1	Verbrennung II° oder III° 6-15 % KOF	2
Verbrennung II° oder III° < 6 % KOF	1	Verbrennung II° oder III° 15 - 35 % KOF	3 / 4
Schürfwunden nach Tiefe		Verbrennung II° oder III° 36 - 90 % KOF	5
und Ausdehnung	1 - 2		

Abbildung 2: Verletzungen mit zugehörigen AIS-Punktwerten
Originalabbildung aus [26]

Für die Berechnung des ISS gilt: $ISS = AIS1^2 + AIS2^2 + AIS3^2$

Als Beispiel sei ein 50jähriger Patient mit folgenden Diagnosen dargestellt:

Diagnosen	Körperregion	AIS-Punktzahl	ISS-Einzelwert
SHT III°	Kopf/Hals	4	16
Pneumothorax li.	Thorax	3	9
Bauchwandverletzung	Abdomen	2	4
Multiple Extremitäten#	Extremitäten	3	9
Gesichtsschürfwunden	Gesicht	1	1
-	Äußeres/Externes	-	-

Tabelle 2: Beispiel zur Berechnung des Injury Severity Score

Es ergibt sich eine Gesamtverletzungsschwere nach ISS von $16 + 9 + 9 = 34$.

PTSS (Schädel)		PTST (Thorax)	
SHT I° = 13-15 Punkte GCS	4	Sternum, Rippenfraktur (1-3)	2
SHT II° = 8-12 Punkte GCS	8	Rippenserienfrakturen	5
SHT III° = 3-7 Punkte GCS	12	Rippenserienfraktur bds.	10
Mittelgesichtsfraktur	2	Hämato-, Pneumothorax	2
Schwere Mittelgesichtsfraktur	4	Lungenkontusion	7
		Lungenkontusion beidseitig	9
		Instabiler Thorax zusätzlich	3
		Aortenruptur	7
PTSA (Abdomen)		PTSB (Becken)	
Milzruptur	9	Einfache Beckenfraktur	3
Milz- und Leberruptur	13 (18)	Komb. Beckenfraktur	9
Leberruptur (ausgedehnt)	13 (18)	Becken- u. Urogenitalverl.	12
Darm, Mesenterium, Niere, Pankreas	9	Wirbelbruch	3
		Wirbelbruch/Querschnitt	3
		Beckenquetschung	15
PTSE (Extremitäten)		Alterseinfluß	
Zentraler Hüftverrenkungsbruch	12	Alter (Jahre)	
Oberschenkelfraktur einfach	8	0-9	0
Oberschenkelstück-, Trümmerfraktur	12	10-19	0
Unterschenkelfraktur	4	20-29	0
Knieband, Patella, Unterarm,		30-39	0
Ellenbogen, Sprunggelenk	2	40-49	1
Oberarm, Schulter	4	50-54	2
Gefäßverletzung		55-59	3
-oberhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	8	60-64	5
-unterhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	4	65-69	8
Oberschenkel-, Oberarmamputation	12	70-74	13
Unterarm-, Unterschenkelamputation	8	75-...	21
Je offene 2°- und 3°- Fraktur	4		
Große Weichteilquetschung	2		
PTS-Gruppierung:			
1-11: Gruppe I, 31-49: Gruppe III			
12-30: Gruppe II, 50-...: Gruppe IV			

Abbildung 3: Verletzungen mit zugehörigen PTS-Punktwerten
Originalabbildung aus [26]

Die Verletzungsschwere nach PTS berechnet sich für denselben Patient folgendermaßen:

Diagnosen	Körperregion	PTS-Punktzahl
SHT III°	Kopf/Hals	12
Pneumothorax li.	Thorax	2
Bauchwandverletzung	Abdomen	0
Multiple Extremitäten#	Extremitäten	12
Gesichtsschürfwunden	Gesicht	0
-	Becken	-
Alterseinfluß (58 Jahre)	-	3

Tabelle 3: Beispiel zur Berechnung des Hannoveraner Polytrauma Schlüssels

Als Gesamtverletzungsschwere nach dem PTS ergibt sich $12 + 2 + 12 + 3 = 29$, womit der Patient zur Schweregradgruppe II gehört (s.1.4.4).

2.4 Auswertung mittels statistischer Instrumente

Ausgewertet wurden die erhobenen Parameter nach deskriptiven statistischen Gesichtspunkten. Einzelne Variablen wurden hinsichtlich ihrer Häufigkeitsverteilung untersucht. Weiter wurde der Korrelationsgrad bestimmter Kombinationen verschiedener Variablen ermittelt. Statistisch signifikante Abweichungen von der Normalverteilung wurden mit dem Test nach Kolmogorow-Smirnow überprüft. Statistische Vergleiche für Variablen, die normalverteilt sind, gleiche Varianz in der Grundgesamtheit vorwiesen und voneinander unabhängig waren, wurden mit dem t-Test nach Student geprüft. Für solche Variablen, die nicht parametrisch voneinander unabhängig waren und nur Ordinalskalenniveau erreichten, wurde der U-Test nach Mann-Whitney verwendet. Im Falle von Variablen aus zwei unabhängigen Stichproben mit rein qualitativer Ausprägung wurde der χ^2 -Test benutzt.

Als statistisch signifikant wurden Korrelationen angesehen, bei denen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ vorlag, als hochsignifikant solche, bei denen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,01$ vorlag.

In den Box-Plot Abbildungen, die mit SPSS[®] erstellt wurden, gelten folgende Vereinbarungen: die grau hinterlegte Box (Interquartilsabstand Q) beschreibt die mittlere Hälfte der Daten, und der schwarze Strich in der Mitte stellt den Median dar. Die untere Begrenzung der Box ist definiert als die 25. Perzentile, die obere als die 75. Perzentile. Die nach oben bzw. unten ausgezogenen Linien (whiskers) geben die gesamte Streubreite der Daten wieder, solange diese nicht um mehr als den 1,5-fachen Interquartilsabstand über der 75. bzw. unter der 25. Perzentile liegen. Solche Werte werden als nicht ausgefüllte Kreise in die Graphik eingetragen. In wenigen Graphiken wichen Werte einiger Patienten soweit vom Interquartilsabstand ab, daß sie aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mehr dargestellt wurden. Dies findet im jeweiligen Text zur Abbildung Erwähnung.

Werden Werte als Mittelwerte angegeben, handelt es sich um den Mittelwert mit Standardabweichung.

3 Ergebnisse

3.1 Epidemiologie

Vom 01.07.1990 bis 31.12.2001 wurden 2081 Patienten mit der Verdachtsdiagnose Polytrauma oder Schädelhirntrauma in die chirurgische Notaufnahme des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf (UKE) eingeliefert. 714 Patienten entsprachen den Einschlusskriterien und der festgelegten Mindestverletzungsschwere. Aufgrund einer unvollständigen Datenlage in 128 Fällen standen schließlich Datensätze von 586 Patienten (82,1%) zur Auswertung zur Verfügung. 370 Patienten (63,1%) erlitten ein Thoraxtrauma (Kollektiv A), 216 Patienten blieben am Brustkorb unverletzt (Kollektiv B).

Insgesamt konnten Daten von durchschnittlich 51 Patienten pro Jahr ausgewertet werden. Hiervon boten im Mittel 32,2 Patienten eine Thoraxverletzung. Über die elf Jahre verteilte sich die Häufigkeit wie in Abb.4 dargestellt:

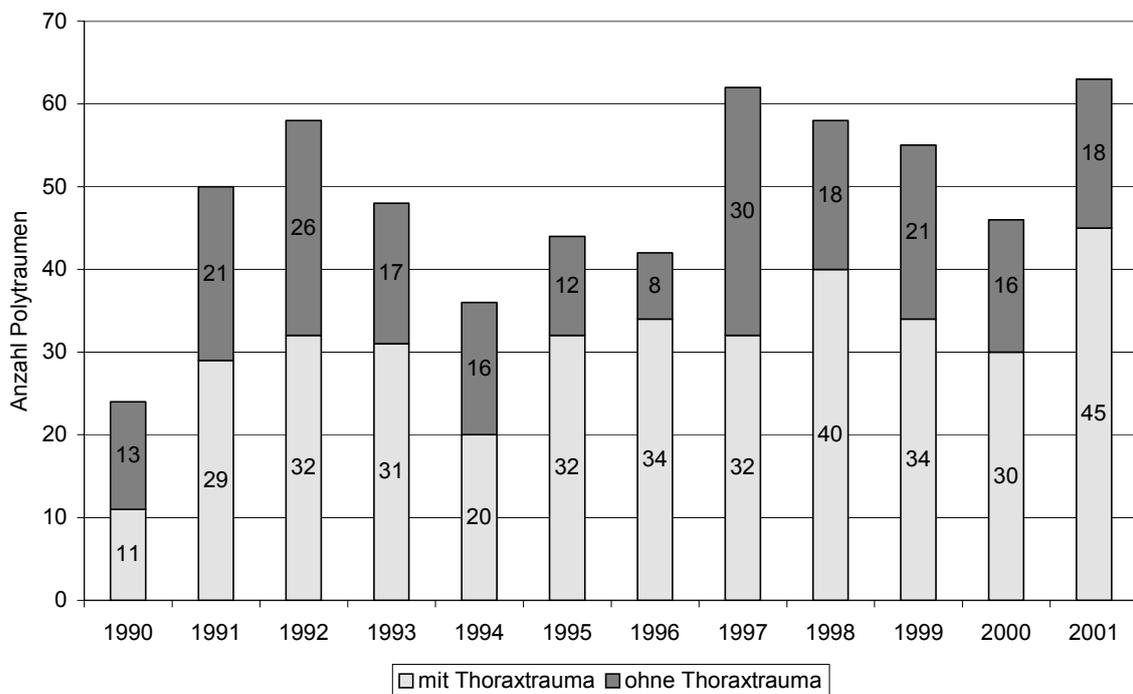


Abbildung 4: Aufkommen polytraumatisierter Patienten pro Jahr

Durch Wasserschäden war die Datenlage in einigen Jahren schlechter als in anderen, wodurch sich die geringeren Fallzahlen in den Jahren 1994-1996 erklären lassen. Die Erhebung begann erst im Juli 1990, so daß das Aufkommen Schwerverletzter in diesem Jahr auch nur rund halb so hoch war wie in den übrigen Jahren.

3.1.1 Geschlecht

Im Gesamtkollektiv waren rund zwei Drittel der Patienten männlich (64,5%, 378 Patienten; weiblich: 35,4%, 208 Patienten). Im Kollektiv A mit Brustkorbverletzung fanden sich 63,8% Männer und 36,2% Frauen, im Vergleichskollektiv B ohne Thoraxtrauma waren 65,7% männlich, 34,2% weiblich. Tab.4 zeigt das Geschlechterverhältnis der Kollektive. Die Verteilung der Thoraxtraumatisierten auf die Geschlechter war hochsignifikant (Kolmogorov-Smirnov $\alpha < 0,01$) im Sinne einer gleich großen Wahrscheinlichkeit für beide Geschlechter, ein Thoraxtrauma zu erleiden.

Geschlecht	Gesamtkollektiv	Kollektiv A	Kollektiv B
Männlich	64,5%	63,8%	65,7%
Weiblich	35,4%	36,2%	34,2%

Tabelle 4: Geschlechterverteilung

3.1.2 Altersstruktur

Das mediane Alter der Polytraumapatienten lag für das Gesamtkollektiv bei 34 Jahren (37 ± 20 Jahre). Der jüngste Patient war 1 Jahr, der älteste 91 Jahre alt. Abb.5 zeigt die entsprechende Altersverteilung.

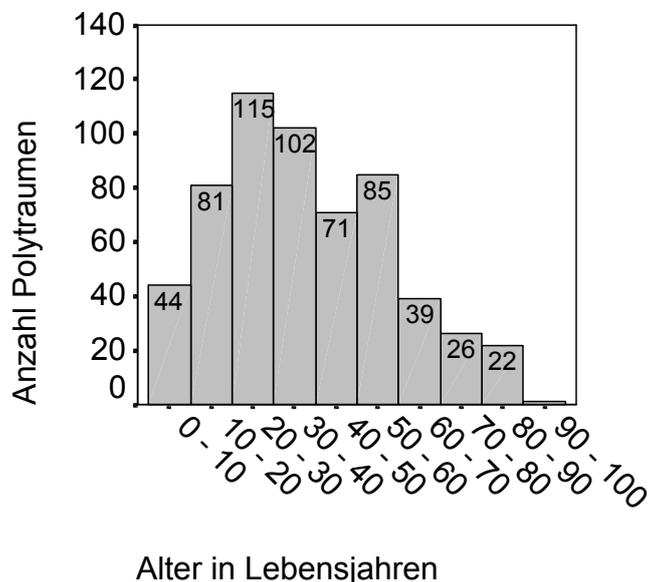


Abbildung 5: Polytraumen pro Lebensdekade

Schwerverletzte mit Thoraxtrauma (Kollektiv A) waren im Median 35 Jahre alt (39 ± 19 Jahre), das Kollektiv B war mit medianen 32 Jahren (36 ± 21 Jahre) 3 Jahre jünger. Die Verteilung war statistisch signifikant (Kolmogorov-Smirnov $\alpha < 0,05$), d.h. der gefundene Altersunterschied zeigte eine relevante Konstanz.

Tab.5 gibt einen Überblick über die mittleren Altersunterschiede zwischen den Geschlechtern und über das Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs sowie der zu vergleichenden Patientengruppen mit und ohne Thoraxtrauma.

Alter in Jahren (Median)	Gesamtkollektiv	Kollektiv A	Kollektiv B
Alle	34	35	32
Männer	32	33	30
Frauen	39	40	36

Tabelle 5: Medianes Alter

Auffällig ist der Altersunterschied zwischen Männern und Frauen von 7 Jahren im Gesamtkollektiv bzw. 7 und 6 Jahren im Kollektiv A und B im Sinne eines jüngeren medianen Alters der Männer. Dieser Altersunterschied war statistisch hochsignifikant (Kolmogorov-Smirnov $\alpha < 0,01$).

Betrachtet man in Abb.6 das mediane Alter des gesamten Patientengutes über die elf Jahre, zeigt sich, abgesehen von einem jüngeren Alter in den Jahren 1990 und 1999, eine konstante Verteilung.

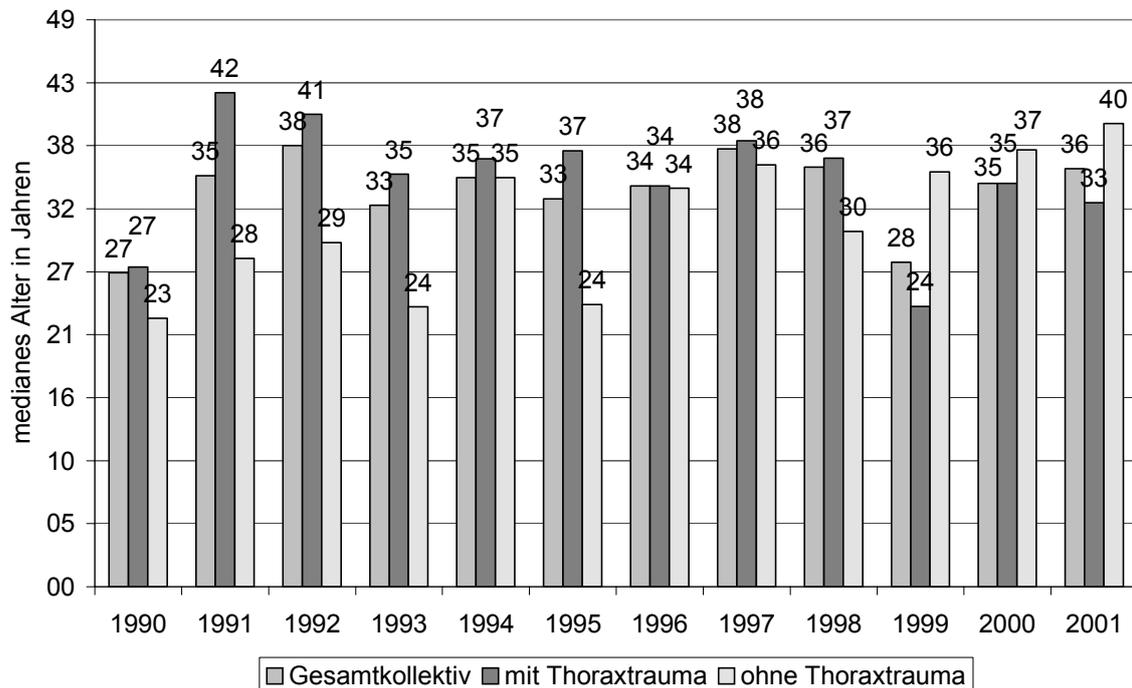


Abbildung 6: Medianes Alter pro Jahr im Untersuchungszeitraum

3.1.3 Unfallzeitpunkt

3.1.3.1 Jahreszeitliche Verteilung

Polytraumatisierungen ereigneten sich vermehrt in der wärmeren Jahreszeit. Polytraumapatienten mit Thoraxtrauma entstanden am häufigsten in den Frühjahr-/Sommermonaten mit einer Spitze von April bis Juni. Umgekehrt verhielt es sich für Polytraumen ohne Thoraxtrauma, die genau in diesen Monaten am seltensten entstanden und deren Häufigkeitsspitze im August lag. Abb.7 veranschaulicht die Häufigkeit von Schwerverletzungen mit und ohne Brustkorbverletzung über das Jahr verteilt. Zu beachten ist, daß es sich bei den hier dargestellten Werten um die Prozentzahlen schwerverletzter Patienten mit bzw. ohne Thoraxtrauma des gesamten Erhebungszeitraums handelt. In allen Januarmonaten zusammen verunfallten demnach 5,1% (29 Personen) des Gesamtkollektivs, von denen 3% (17 Personen) ein Thoraxtrauma erlitten und 2,1% (12 Personen) am Brustkorb unversehrt blieben.

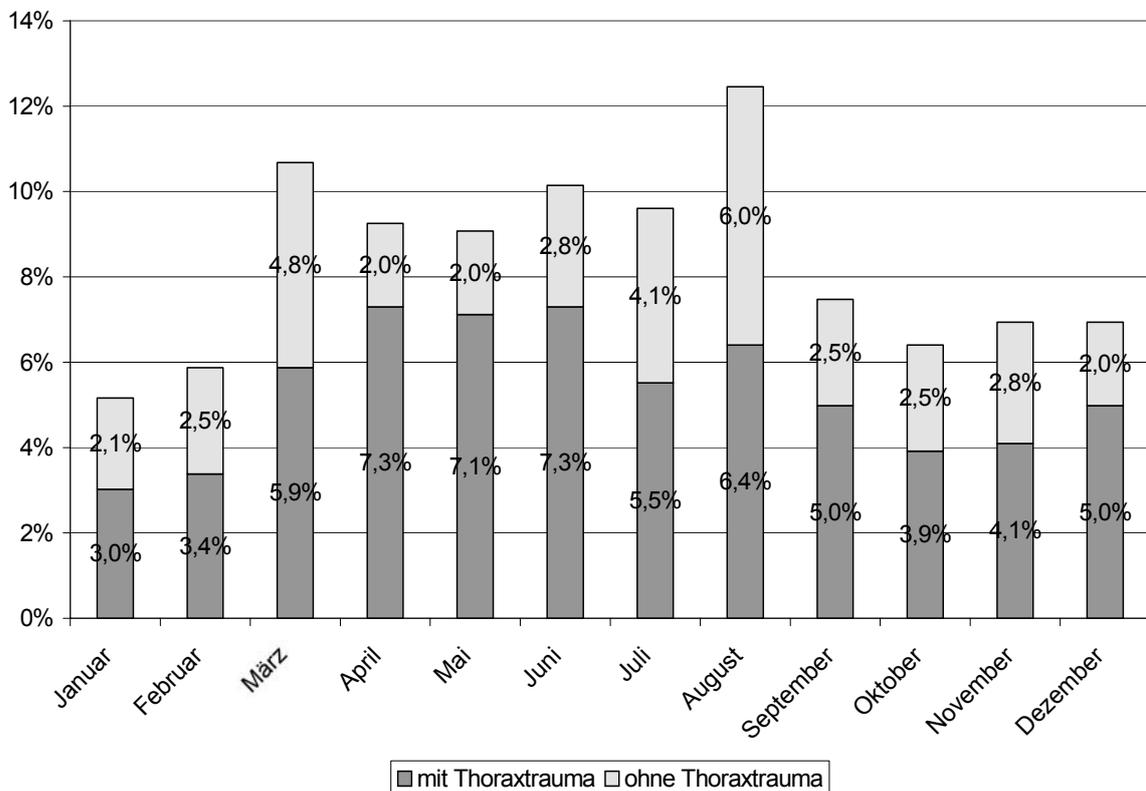


Abbildung 7: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen pro Monat

3.1.3.2 Wochentage

In dieser Studie ereigneten sich die Schwerverletzungen gleichmäßig über die Werkzeuge verteilt und seltener samstags und sonntags. Abb.8 zeigt die Häufung von im UKE behandelten Polytraumapatienten mit und ohne Thoraxverletzung pro Wochentag. Zu beachten ist, daß es sich bei den hier dargestellten Werten um die Prozentzahlen schwerverletzter Patienten mit bzw. ohne Thoraxtrauma des gesamten Erhebungszeitraums handelt. Montags verunglückten demnach insgesamt 13,1% (77 Personen) aller Schwerverletzten, von denen 7,8% (45 Personen) ein Thoraxtrauma aufwiesen.

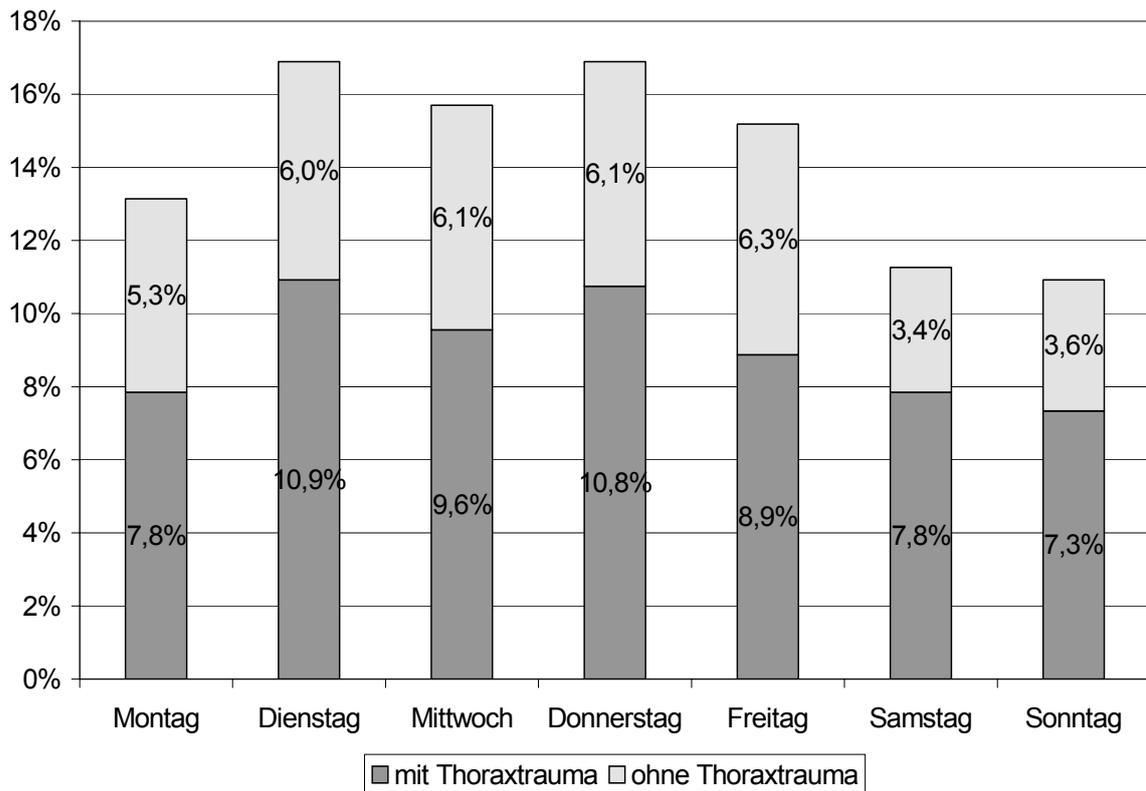


Abbildung 8: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen pro Wochentag

3.1.3.3 Tageszeit

Das Schockraumteam wurde am häufigsten in den Nachmittags- und Abendstunden zwischen 15 und 23 Uhr mit polytraumatisierten Patienten konfrontiert. Abb.9 zeigt die tageszeitliche Häufung von Schwerverletzten in der Notaufnahme. Daten zur genauen Einlieferungszeit waren in 93,1% der Fälle dokumentiert. Die Prozentangaben beziehen sich auf die gesamten 586 Patienten.

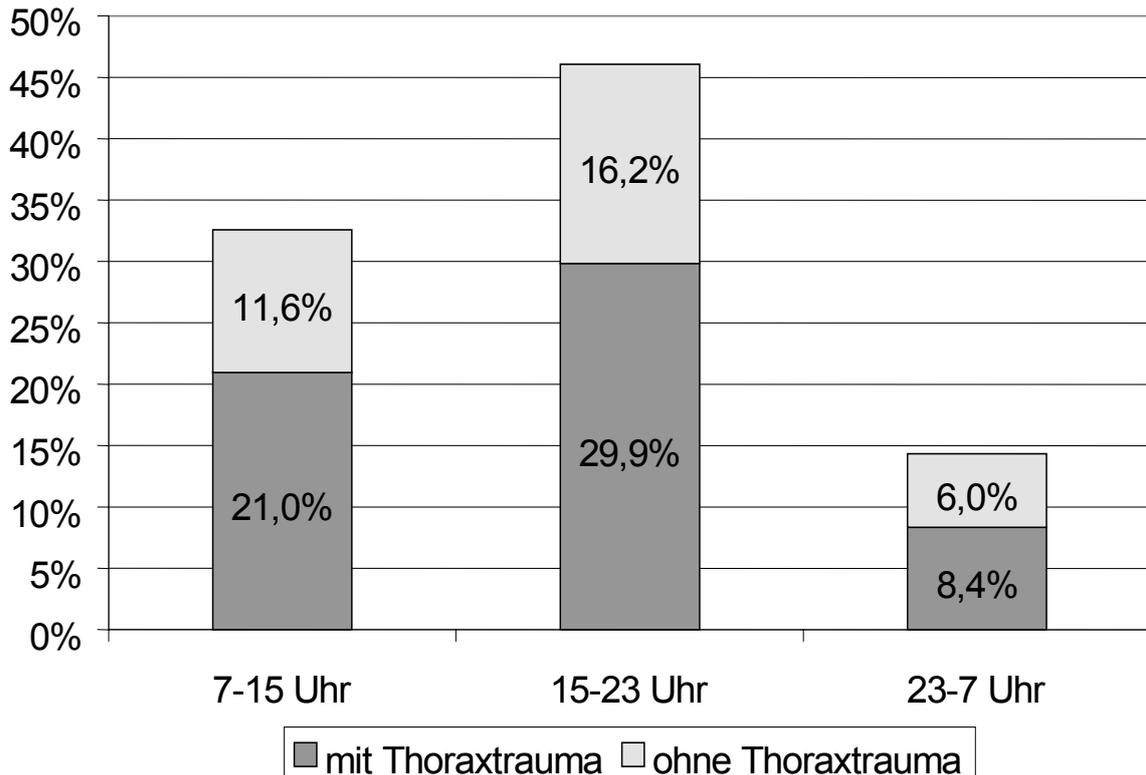


Abbildung 9: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen im Tagesverlauf

3.1.4 Verletzungshergang

Die Art des Unfallhergangs wurde in sechs Bereiche klassifiziert:

- Straßenverkehr
- Stürze aus großen Höhen
- Sprünge aus großen Höhen in suizidaler Absicht
- Zug- und Bahnunfälle
- Verletzungen durch Gewalteinwirkung
- Sportunfälle

Der mit Abstand häufigste Grund für eine schwere Mehrfachverletzung war mit 65,3% der Straßenverkehr (383 Personen), gefolgt von Stürzen mit 16,5% (97 Personen) und äußeren Gewalteinwirkungen mit 6,7% (39 Personen). Knapp dahinter lagen die Sprünge in suizidaler Absicht mit 6,1% (36 Personen). Einen geringeren Anteil bildeten die Zugunfälle mit 2,9% (17 Personen), bei denen es sich in zwei Drittel der Fälle (11 von 17 Patienten) ebenfalls um Suizidversuche handelte. Den kleinsten Teil machten die Sportunfälle mit 1,5% (9 Personen) aus, die sich hier ausschließlich als Reitunfälle bzw. Unfälle im Umgang mit Pferden darstellten.

Ein Vergleich des Unfallhergangs der Kollektive A und B zeigte, daß Polytraumen mit Brustkorbverletzung in dieser Untersuchung zu 2,8 Prozentpunkten seltener durch Verkehrsunfälle (A: 64,3% vs. B: 67,1%) und zu 1,6 Prozentpunkten seltener durch Stürze (A: 16% vs. B: 17,6%) verursacht werden. Schwerverletzungen mit thorakaler Beteiligung entstehen dafür fast doppelt so häufig durch Gewalteinwirkungen (A: 7,9% vs. B: 4,6%) und Reitsportunfälle (A: 1,9% vs. B: 0,9%). Für die dargestellten Ergebnisse war ein signifikanter Unterschied jedoch nicht nachweisbar.

In Abb.10 ist der Verletzungshergang für die Einzelkollektive dargestellt. Die Prozentangaben beziehen sich dabei auf das Gesamtkollektiv. Demnach erlitten 40,6% (238 Personen) aller Schwerstverletzten einen Verkehrsunfall, der im Rahmen der Polytraumatisierung zu einer Brustkorbverletzung führte.

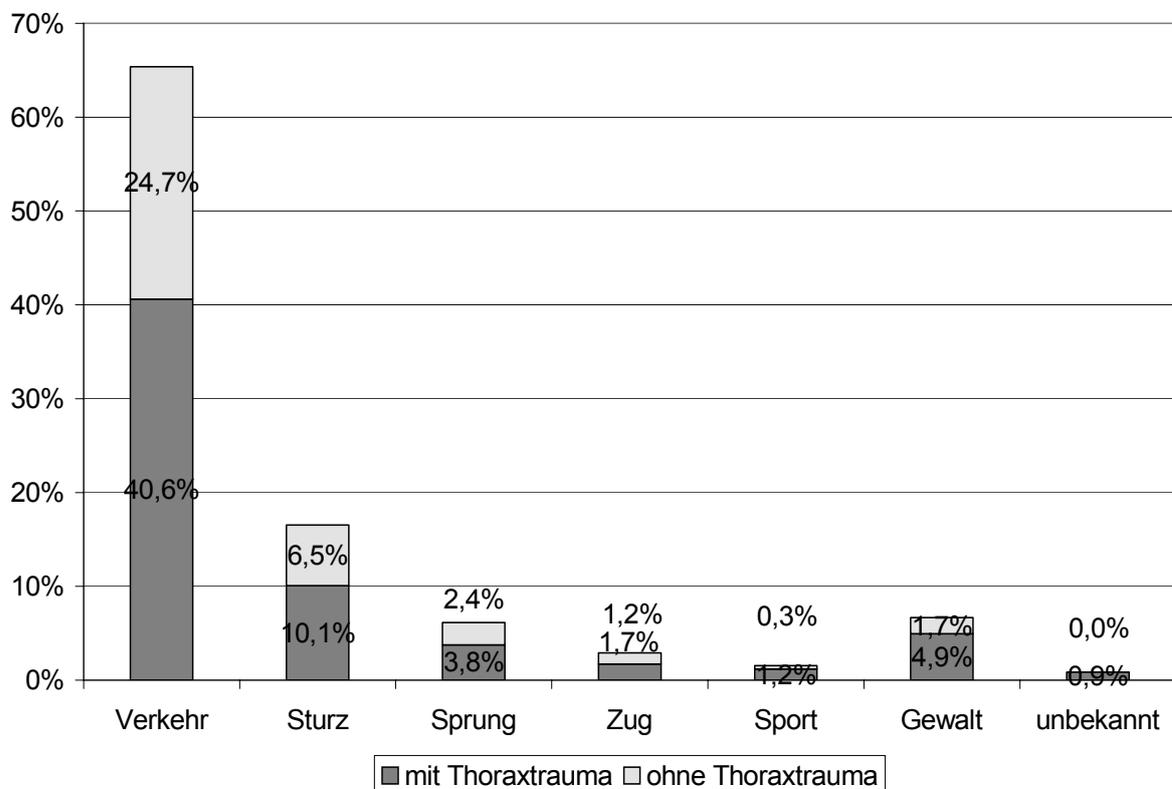


Abbildung 10: Verletzungshergang

Faßte man die im Rahmen eines Suizidversuches entstandenen Polytraumen zusammen, verletzten sich 8% (47 Personen) willentlich schwer. Der Selbstmord rangierte dann auf dem dritten Platz hinter Stürzen und vor Gewalteinwirkungen.

Abb.11 gibt Aufschluß über die mittleren Sturz- bzw. Sprunghöhen, aus denen in dieser Untersuchung Schwerverletzungen entstanden sind. Es wird ersichtlich, daß die Sprünge in suizidaler Absicht mit durchschnittlich $9,8 \pm 5,6$ Metern aus größeren Höhen stattfinden als akzidentelle Stürze aus durchschnittlich $7,7 \pm 5,4$ Metern.

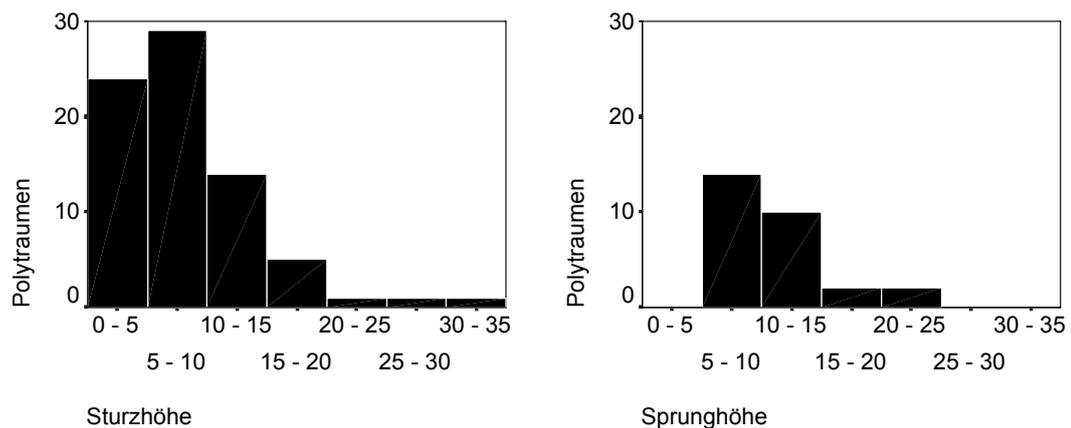


Abbildung 11: Sturz- bzw. Sprunghöhe in Metern

Als äußere Gewalteinwirkungen wurden die in Tab.6 dargestellten Verletzungsmechanismen zusammengefaßt:

Verletzungsursache	Anzahl N=39
Schlägereien	8
Schußverletzungen	7
Stürzende Lasten	7
Einklemmung	6
Messerstichverletzungen	5
Explosionen	3
Verschüttet	2
Bei der Hausarbeit	1

Tabelle 6: Ursachen der durch äußere Gewalteinwirkung induzierten Polytraumen

Weiter interessierte, ob sich der Unfallmechanismus bezüglich der beiden Geschlechter unterscheidet. Eine polytraumatisierte Frau verunglückte prozentual gesehen häufiger im Straßenverkehr (weiblich: 71%, männlich: 62%) und durch suizidale Handlungen (weiblich: 15%, männlich: 7%). Männer kommen häufiger durch Gewalteinwirkungen (weiblich: 3%, männlich:

11%) und Stürze (weiblich: 10%, männlich: 21%) zu Schaden. Deutlich macht diesen Sachverhalt Abb.12:

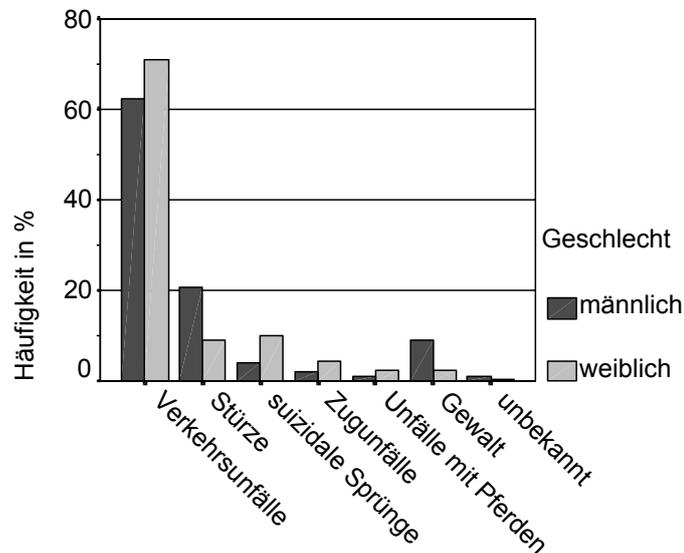


Abbildung 12: Verletzungshergang nach Geschlecht

3.1.4.1 Verkehrsteilnehmer

Der mit Abstand führende Verletzungshergang Straßenverkehr wurde nach einzelnen Verkehrsteilnehmern aufgeschlüsselt:

- Fahrer
- Beifahrer
- Motorradfahrer
- Fahrradfahrer
- Fußgänger

Es stellte sich heraus, daß 22,5% (132 Patienten) aller Polytraumen als Fahrer eines Fahrzeugs verunglückten, knapp gefolgt von 19,8% (116 Personen) aller Schwerverletzten, die als Fußgänger zu Schaden kamen. 10,6% (62 Patienten) der Verunglückten waren Beifahrer, 6,3% (37 Personen) fuhren Motorrad. 6,1% (36 Patienten) verunfallten als Fahrradfahrer.

Ein Vergleich der beiden Kollektive zeigte eine gleich große Gefahr für Beifahrer, Fahrrad- und Motorradfahrer, im Rahmen einer schweren Mehrfachverletzung ein Thoraxtrauma zu erleiden. Auffällig sind jedoch die häufiger brustkorbverletzten Fahrzeugfahrer (A: 26,2%, 97 Personen vs. B: 16,2%, 35 Personen) und die nur halb sooft betroffenen Fußgänger (A: 14,8%, 55 Personen vs. B: 28,2%, 61 Personen). Abb.13 veranschaulicht den Sachverhalt, die Prozentangaben beziehen sich hier auf die gesamten 383 im Verkehr verunglückten Patienten.

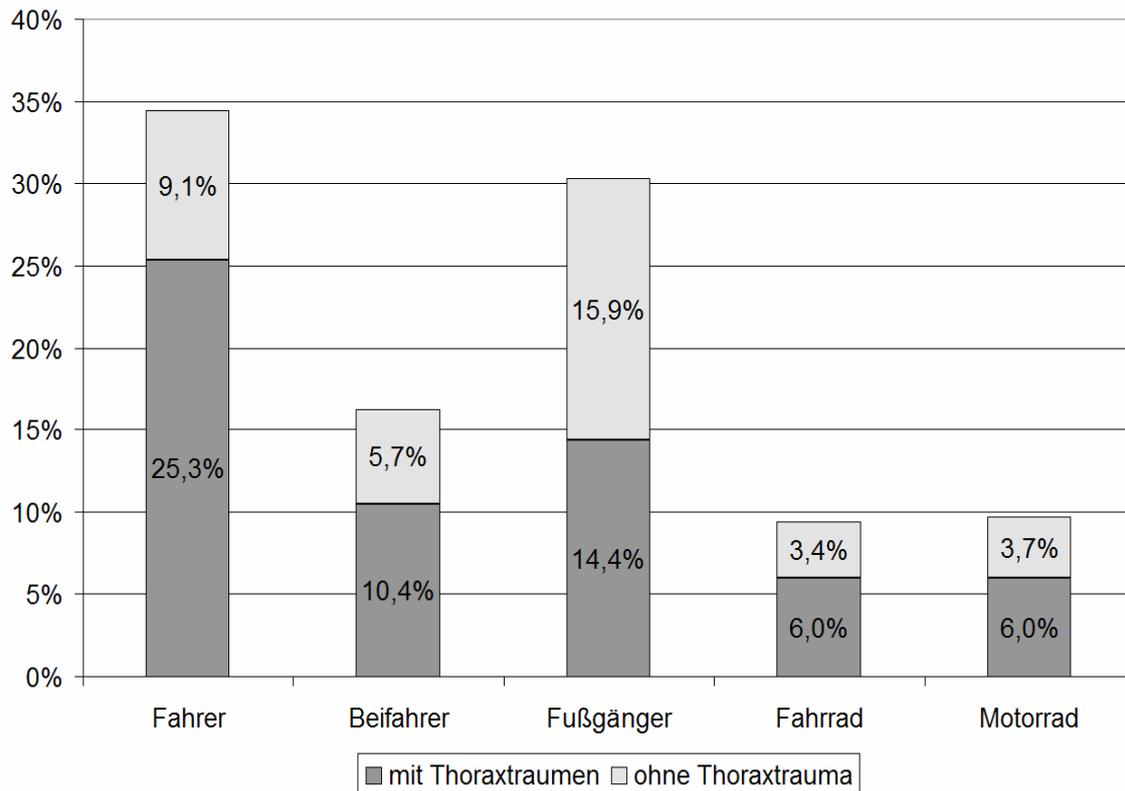


Abbildung 13: Verkehrsteilnehmer

3.1.4.2 Sicherheitsvorkehrungen der verunfallten Verkehrsteilnehmer

Die Dokumentation von getragenen Helmen für Motorrad- und Fahrradfahrer bzw. von angelegten Sicherheitsgurten für Fahrzeuginsassen war lückenhaft. Zur Benutzung von Sicherheitsgurten waren in 42,8% (83 von 194 Fahrzeuginsassen) Angaben zu finden.

Bei 52 von insgesamt 132 Fahrzeugführern (39,4%) fanden sich Angaben bezüglich der Anschnallsituation. Die Prozentzahlen im Folgenden beziehen sich allein auf die Patienten, zu denen Daten vorhanden waren. Es trugen 41 von 52 Fahrern mit Angaben zur Gurtbenutzung einen solchen (78,8%), und 21,2% (11 Fahrer) fuhren unangeschnallt.

Zu den Beifahrern und ihren Sicherheitsbemühungen lagen in der Hälfte der Fälle Daten vor (31 von insgesamt 62 Beifahrern): 18 von 31 Personen (58,1%) fuhren mit, 13 (41,9%) ohne angelegten Gurt.

Eine Dokumentation zur Benutzung von Helmen war bei einem Drittel (29,7%, 11 von insgesamt 37 Personen) der Motorradfahrer und bei 8,3% (3 von insgesamt 36 Personen) der verunfallten Fahrradfahrer vorhanden. Letztere waren durch diese Kopfbedeckung geschützt, nicht getragene Helme wurden zu Fahrradfahrern nicht vermerkt.

Ohne Helm fuhren 4 der 11 Motorradfahrer (36,4%), zu denen diesbezüglich Daten vorhanden waren. 7 Motorradfahrer (63,6%) verunglückten mit Helm.

Es interessierte, ob die Gurtbenutzung einen Einfluß auf die Entstehung einer Thoraxverletzung im Rahmen einer Polytraumatisierung ausübt. Die Prozentzahlen im Folgenden wurden jeweils auf die Anzahl der Patienten bezogen, bei denen Daten zu entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen zu finden waren.

In 36,1% der Fälle (35 von insgesamt 97 Fahrern) waren Daten zur Gurtbenutzung bei Fahrzeugführern mit Thoraxtrauma vorhanden. Im Kollektiv B ohne Thoraxverletzung fanden sich in 48,6% der Fälle Angaben zur Gurtbenutzung von Fahrern.

28 der 35 thoraxverletzten Fahrer (80%) verunglückten mit Gurt. Im Kollektiv B ohne Thoraxtrauma handelt es sich um 76,5% (13 von 17 Fahrzeugführern), die angeschnallt eine Polytraumatisierung erlitten. Die Zahl der ohne Sicherheitsgurt verunfallten Fahrer lag mit 20% (7 von 35 Personen) für das Kollektiv mit Thoraxverletzung demnach etwas niedriger als im Kollektiv ohne Brustkorbverletzung mit 23,5% (4 von 17 Personen).

In der Hälfte der Fälle wurden Daten zur Gurtbenutzung von Beifahrern sowohl in Kollektiv A als auch in Kollektiv B notiert.

In Kollektiv A verunfallten 60% (12 von 20 Beifahrern mit Dokumentation) mit Gurt. Im Kollektiv der Patienten ohne Brustkorbverletzung trugen 54,5% (6 von 11 Personen) der Beifahrer einen Gurt. Es verunglückten demnach 40% (8 von 20 Personen) der Beifahrer mit Thoraxtrauma und 45,5% (5 von 11 Personen) der Beifahrer ohne Thoraxtrauma ohne Sicherheitsgurt.

Es ist in allen drei Kollektiven festzustellen, daß Beifahrer seltener Sicherheitsgurte anlegten als die Fahrzeugführer. Eine signifikante Aussage zur Benutzung von Sicherheitsgurten und Thoraxverletzungen ließ sich aufgrund der lückenhaften Dokumentation und dadurch bedingten geringen Fallzahl jedoch nicht herstellen.

Tab.7 gibt einen Überblick zur Gurt- und Helmbenutzung.

Sicherheitsvorkehrung	Gesamtkollektiv				Kollektiv A		Kollektiv B	
	Fahrer	Beifahrer	Motorrad	Fahrrad	Fahrer	Beifahrer	Fahrer	Beifahrer
Mit Gurt	78,8%	58,1%	-	-	80%	60%	76,5%	54,5%
Ohne Gurt	21,2%	41,9%	-	-	20%	40%	23,5%	45,5%
Mit Helm	-	-	63,6%	100%	-	-	-	-
Ohne Helm	-	-	36,4%	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Benutzung von Sicherheitsmechanismen

3.1.5 Vorerkrankungen

Den Entlassungsberichten war zu entnehmen, daß 37,7% (221 Patienten) an zuvor bestehenden Erkrankungen litten.

Die im gesamten Patientengut führende Vorerkrankung ist mit Abstand der Alkoholabusus, dieser war bei 56 Patienten (9,6%) in den Unterlagen vermerkt. An zweiter Stelle lagen psychiatrische Erkrankungen im Sinne von Halluzinationen, Psychosen, Schizophrenien und Persönlichkeitsstörungen, an denen 33 Personen (5,6%) des Patientengutes litten. Als depressiv oder chronisch suizidal waren 2,9% (17 Patienten) in den Arztbriefen diagnostiziert. Weitere häufige

vorbestehende Erkrankungen waren zu etwa gleichen Teilen der Hypertonus (24 Personen, 4,1%), die Herzinsuffizienz (22 Personen, 3,8%) und der Diabetes mellitus (22 Personen, 3,8%).

Es zeigten sich hinsichtlich der Vorerkrankungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven. Lediglich internistische Erkrankungen wie Diabetes (11 Patienten, 5,1%), Herz- (19 Patienten, 8,8%) und Lungenleiden (15 Patienten, 6,9%) waren im Kollektiv ohne Thoraxtrauma im Vergleich mit Kollektiv A häufiger diagnostiziert.

Tab.8 zeigt die Verteilung aller in unserer Erhebung diagnostizierten Vorerkrankungen nach den verschiedenen Kollektiven aufgeschlüsselt.

Vorerkrankung	Kollektiv A		Kollektiv B		Gesamtkollektiv	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Chronischer Alkoholabusus	43	11,6%	13	6,0%	56	9,6%
Chronischer Drogenabusus	9	2,4%	5	2,3%	14	2,4%
Leberzirrhose	5	1,4%	2	0,9%	7	1,2%
Psychosen	22	5,9%	11	5,1%	33	5,6%
Depressionen/Chron. Suizid.	9	2,4%	8	3,7%	17	2,9%
Adipositas	4	1,1%	7	3,2%	11	1,9%
Herzinsuffizienz	12	3,2%	10	4,6%	22	3,8%
Diabetes	11	3,0%	11	5,1%	22	3,8%
Hypertonus	15	4,1%	9	4,2%	24	4,1%
Hyperlipidämie	9	2,4%	6	2,8%	15	2,6%
Hyperurikämie	0	0%	2	0,9%	2	0,3%
PAVK	6	1,6%	2	0,9%	8	1,4%
Absolute Arrhythmie	6	1,6%	5	2,3%	11	1,9%
Z.n. Herzinfarkt	5	1,4%	4	1,9%	9	1,5%
Z.n. Apoplexie	2	0,5%	4	1,9%	6	1,0%
Asthma / COPD	9	2,4%	9	4,2%	18	3,1%
Lungenemphysem	3	0,8%	2	0,9%	5	0,9%
Chron. Bronchitis	2	0,5%	4	1,9%	6	1,0%
Niereninsuffizienz	6	1,6%	3	1,4%	9	1,5%
Ulcus / Obere GIT-Blutung	5	1,4%	1	0,5%	6	1,0%
Demenz	2	0,5%	0	0,0%	2	0,3%
M. Parkinson	2	0,5%	2	0,9%	4	0,7%
Epilepsie	2	0,5%	0	0,0%	2	0,3%
Tumoren	12	3,2%	3	1,4%	15	2,6%
Aneurysma	1	0,3%	1	0,5%	2	0,3%
Hepatitis	5	1,4%	1	0,5%	6	1,0%
Akute Entzündung	5	1,4%	0	0,0%	5	0,9%
Sonstige Vorerkrankungen	34	9,2%	19	8,8%	53	9,0%
Summe	146	39,5%	75	34,7%	221	37,7%

Tabelle 8: Relative Häufigkeit der Vorerkrankungen

3.2 Verletzungsart und Verletzungsschwere

3.2.1 Verletzungsmuster

Zur Beschreibung des Verletzungsmusters wurde in folgende sechs Körperbereiche unterteilt:

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

Eindeutig am häufigsten verletzt war im Gesamtkollektiv der Kopf mit 79,7% (467 Patienten), gefolgt von Extremitätenverletzungen, die sich 69,8% (409 Personen) der Polytraumapatienten zuzogen. Das Thoraxtrauma rangierte im Gesamtpatientengut an dritthäufigster Stelle: 370 Patienten (63,1%) erlitten im Rahmen der Schwerverletzung eine Brustkorbläsion. Es folgten in größerem Abstand 195 Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen (33,3%), 177 Fälle von Abdominaltraumen (30,2%), und 162 Patienten (27,7%) boten eine Beckenverletzung. Abb.14 veranschaulicht das Verletzungsmuster eines Polytraumapatienten.

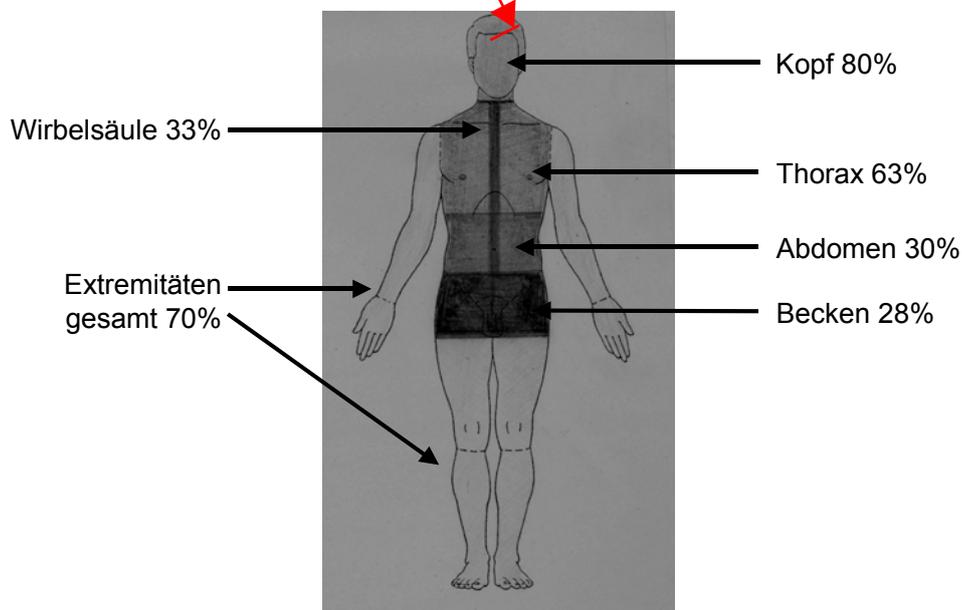


Abbildung 14: Verletzungsmuster polytraumatisierter Patienten

Thoraxverletzte Polytraumen wiesen an zweithäufigster Stelle Kopfverletzungen (75,1%, 278 Patienten) auf, gefolgt von Schädigungen der Extremitäten (63%, 233 Patienten).

An vierter Stelle rangierte das Abdominaltrauma, das 36,2% (134 Patienten) der Brustkorbverletzten Personen erlitten. 33,5% (124 Patienten) dieses Kollektivs trugen Schäden an der Wirbelsäule davon. Den Schluß bildeten die Beckenverletzungen mit 26,2% bzw. 97 Patienten.

Das Kollektiv B, dessen Brustkorb unversehrt blieb, wies vergleichsweise häufigere Verletzungen im Bereich des Kopfes (87,5%, 189 Personen) und der Extremitäten (81,5%, 176 Patienten) auf. Die Wirbelsäule wurde bei beiden Kollektiven gleich häufig in Mitleidenschaft gezogen: 32,9% (71 Personen) des Kollektivs B boten derartige Verletzungen. Das Becken wies bei 65 Personen (30,1%) Verletzungen auf und liegt damit auf Platz vier der Verletzungshäufigkeiten für das thoraxunversehrte Kollektiv. Einen großen Unterschied zwischen den zwei Kollektiven erkennt man bezüglich des Abdominaltraumas: Im Kollektiv B waren nur 19,9% (43 Personen) der Patienten von Bauchverletzungen betroffen, im Kollektiv A waren es fast doppelt so viele (36,2%, 134 Patienten). Abb.15 zeigt die Verletzungshäufigkeit der verschiedenen Körperregionen für die zu vergleichenden Kollektive.

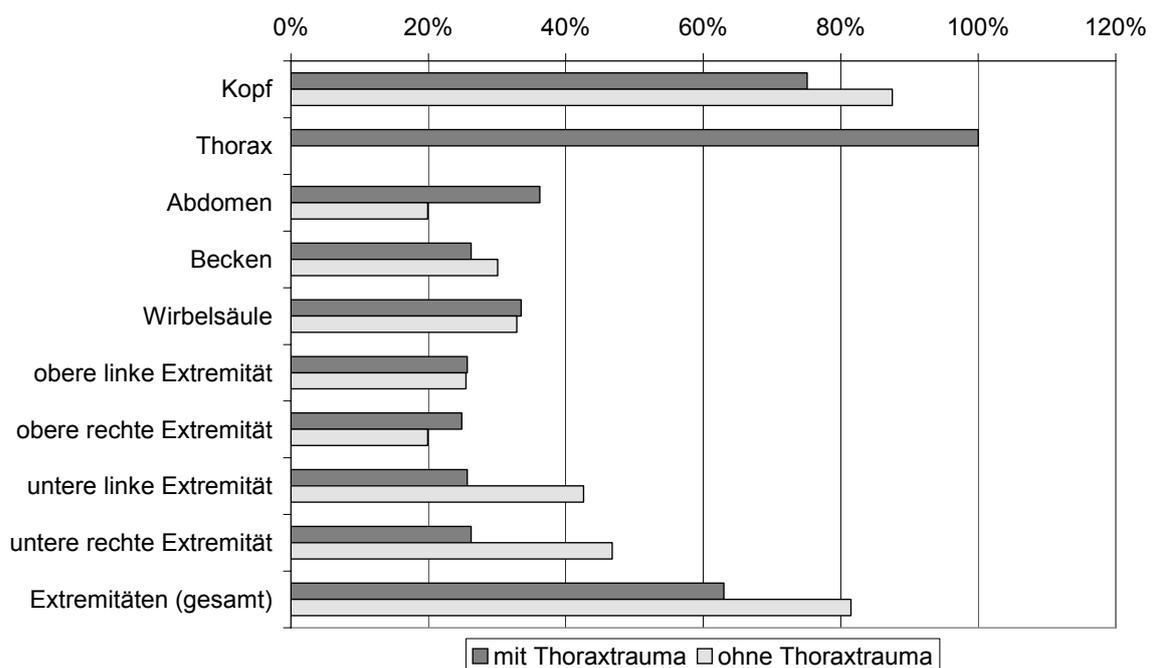


Abbildung 15: Verletzte Körperregionen

Da im Rahmen einer Polytraumatisierung der Kopf am häufigsten betroffen ist, wurden die Schädelhirntraumen anhand ihrer Schweregradeinteilung genauer aufgeschlüsselt. Deutlich sieht man in Abb.16 den hohen Prozentsatz an schweren Schädelhirntraumen in beiden Kollektiven.

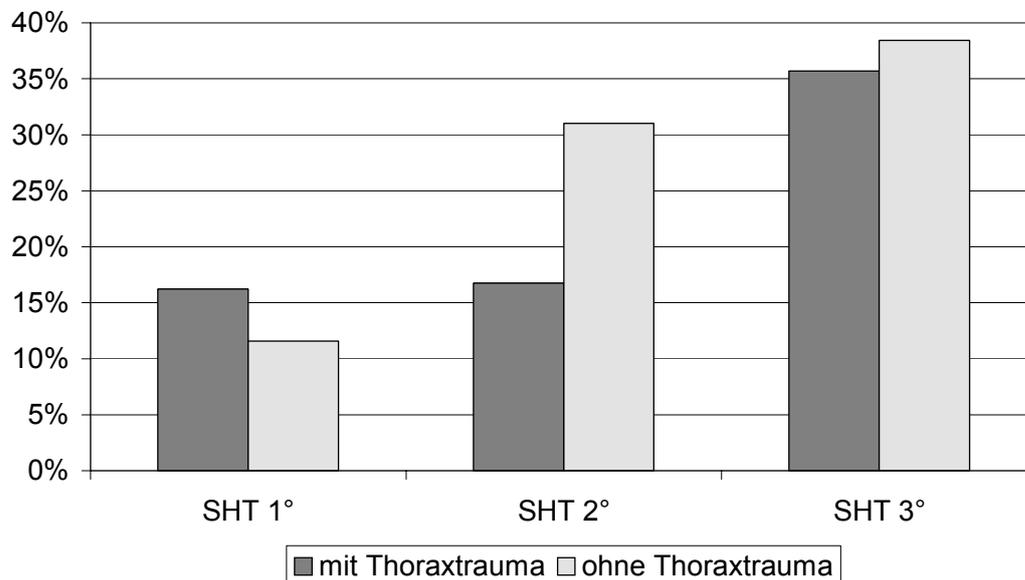


Abbildung 16: Grad des Schädelhirntraumas

Die Extremitätenverletzungen wurden unter Berücksichtigung der Seitenlokalisierung sowie getrennt nach oberer und unterer Extremität für Fahrzeuginsassen und Fußgänger genauer betrachtet, um einen eventuellen Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Ort der Verletzung darzustellen.

Die untere Extremität war insgesamt häufiger betroffen als die obere – bei Fußgängern, bedingt durch Anpralltraumen im Rahmen des Unfallmechanismus an sich, sogar doppelt so oft. Hinsichtlich der Seitenlokalisierung der Extremitätenverletzung ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Fahrern bzw. Beifahrern und der entsprechenden dem Verkehr exponierten Körperseite herstellen.

Über die genauen Verteilungen der Verletzungshäufigkeit an oberer und unterer Extremität aufgeschlüsselt nach der Verletzungsseite für Fahrzeuginsassen und Fußgänger gibt Tab.9 Auskunft.

Verkehrsteilnehmer	Obere Extremität				Untere Extremität			
	Links		Rechts		Links		Rechts	
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %
Fahrer	35	6	23	3,9	50	8,5	49	8,4
Beifahrer	13	2,2	11	1,9	16	2,7	18	3,1
Fußgänger	23	3,9	19	3,2	42	7,2	48	8,2

Tabelle 9: Seitenverteilung der Extremitätenverletzungen

3.2.2 Verletzungskombination

Einfach verletzte Patienten können per definitionem kein Polytrauma sein. Um festzustellen, ob die Anzahl der verletzten Körperregionen mit dem gesamten Schweregrad der Polytraumatisierung zusammenhängt, wurde die Zahl der verletzten Gebiete pro Patient untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß der Großteil des Gesamtkollektivs zwei- und dreifache Verletzungskombinationen aufwies: 214 Patienten (36,5%) waren an drei verschiedenen Körperregionen verletzt, nahezu gleich viele (35,2%, 206 Patienten) boten Verletzungen an zwei verschiedenen Gebieten. Knapp ein Fünftel der Polytraumen (19,1%, 112 Patienten) waren vierfach verletzt, 46 Personen (7,9%) erlitten eine fünffache Verletzung, und wenige Polytraumen (1,4%, 8 Patienten) sind an sechs unterschiedlichen Regionen verletzt wie die Abb.17 deutlich macht.

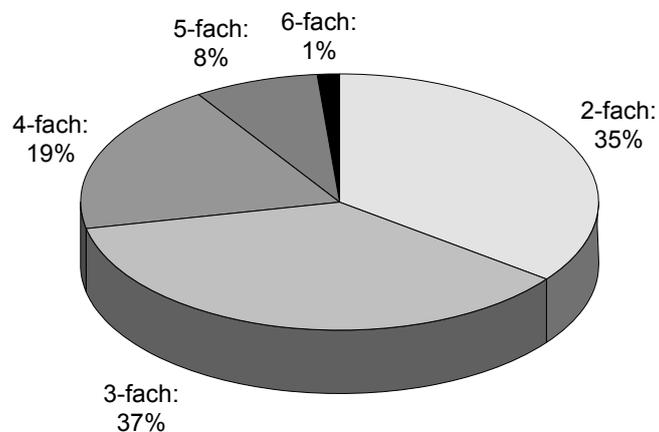


Abbildung 17: Verletzungskombination im Gesamtkollektiv

Im Kollektiv B kann es durch den Ausschluß der Thoraxverletzungen keine sechsfache Verletzungskombination geben. Die meisten Patienten (60,7%, 131 Personen) waren in zwei verschiedenen Regionen lädiert, ein knappes Drittel (28,7%, 62 Personen) wies eine dreifache Verletzungskombination auf. Knapp zehn Prozent (8,8%, 19 Patienten) waren vierfach und 1,9% (4 Patienten) fünffach verletzt.

Das Kollektiv A war zum größten Teil an drei unterschiedlichen Körperregionen zu schaden gekommen: 41,1% oder 152 Patienten wiesen eine dreifache Verletzungskombination auf. Am zweithäufigsten war dieses Patientengut vierfach verletzt (5,1%, 93 Patienten). Nur ein Fünftel (20,3%, 75 Personen) hatte Verletzungen an zwei verschiedenen Gebieten erlitten, fünffach verletzt war ein gutes Zehntel (11,4%, 42 Personen). 8 Personen bzw. 2,2% der vom Thoraxtrauma betroffenen Patienten waren sechsfach polytraumatisiert.

Abb.18 stellt die Häufigkeit der verschiedenen Verletzungskombinationen für Kollektiv A und B dar.

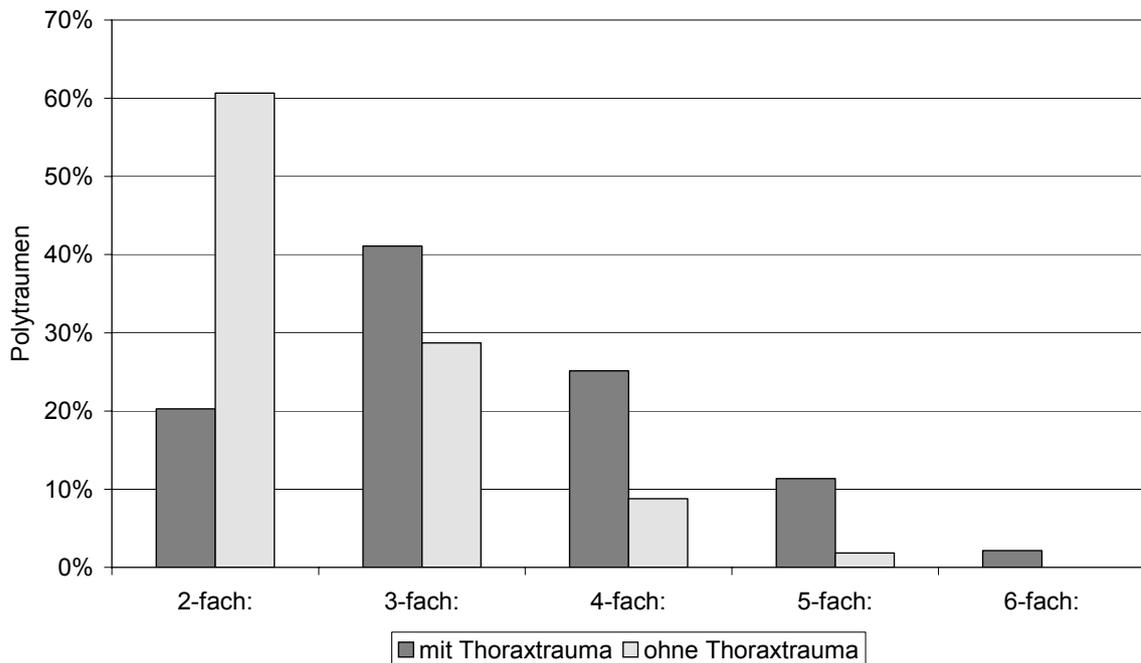


Abbildung 18: Verletzungskombination der zu vergleichenden Kollektive

3.2.3 Art der Thoraxverletzungen

Anhand der Diagnosen im Entlassungsbrief wurden folgende Thoraxverletzungen ermittelt:

- Fraktur einzelner Rippen, einseitig und beidseitig
- Rippenserienfraktur, einseitig und beidseitig
- Sternumfraktur
- Instabiler Thorax
- Pneumothorax, einseitig und beidseitig
- Spannungspneumothorax, einseitig und beidseitig
- Hämatothorax, einseitig und beidseitig
- Hämato-pneumothorax, einseitig und beidseitig
- Lungenkontusion, einseitig und beidseitig
- Lungenlazeration, einseitig und beidseitig
- Contusio cordis
- Herzbeutelruptur
- Ruptur der thorakalen Aorta und der thorakalen großen Venen
- Trachea- und Bronchusruptur
- Zwerchfellruptur
- Ösophagusruptur

Bei den insgesamt 370 thoraxverletzten Polytraumapatienten wurde am häufigsten die Diagnose einer Lungenkontusion (171 Patienten, 46,2%) sowie einer Rippenserienfraktur (169 Patienten, 45,7%) gestellt. Bei 78 Personen (21,1%) wurden einzelne Rippenfrakturen diagnostiziert, 65 Patienten (17,6%) erlitten den Abschlußdiagnosen zufolge einen einfachen Pneumothorax und 59 Patienten (15,9%) einen Hämatothorax. Zu beachten ist, daß es sich um kumulative Angaben handelt, ein Patient durchaus mehrere Thoraxverletzungen gleichzeitig aufweisen kann. Zu den Verletzungsarten Zwerchfellruptur, Ruptur der großen Venen und Ruptur der Hauptbronchien war den Unterlagen die Ein- oder Beidseitigkeit nicht zu entnehmen. Tab.10 zeigt die Häufungen der Thoraxtraumen sowie bei entsprechender Verletzung die Ein- oder Beidseitigkeit.

Art des Thoraxtraumas	Gesamt (in %)	Einseitig (in %)	Beidseitig (in %)
Lungenkontusion	46,2	28,9	17,3
Rippenserienfraktur	45,7	35,4	10,3
Fraktur einzelner Rippen	21,1	16,5	4,6
Pneumothorax	17,6	14,6	3,0
Hämatothorax	15,9	12,4	3,5
Hämatothorax	12,4	9,5	3,0
Sternumfraktur	4,3	4,3	-
Lungenlazeration	4,3	3,0	1,4
Zwerchfellruptur	4,1	4,1	-
Spannungspneumothorax	3,5	3,0	0,5
Aortenruptur	1,9	1,9	-
Ruptur der großen Venen	0,5	0,5	-
Trachearuptur	0,5	0,5	-
Ruptur der Hauptbronchien	1,1	1,1	-
Herzkontusion	1,4	1,4	-
Herzbeutelruptur	1,4	1,4	-
Ösophagusruptur	0,5	0,5	-
Instabiler Thorax	0,3	0,3	-

Tabelle 10: Verletzungen des Thorax

Abb.19 stellt die in Tab.10 aufgeführten Häufigkeiten der unterschiedlichen Thoraxtraumen graphisch dar.

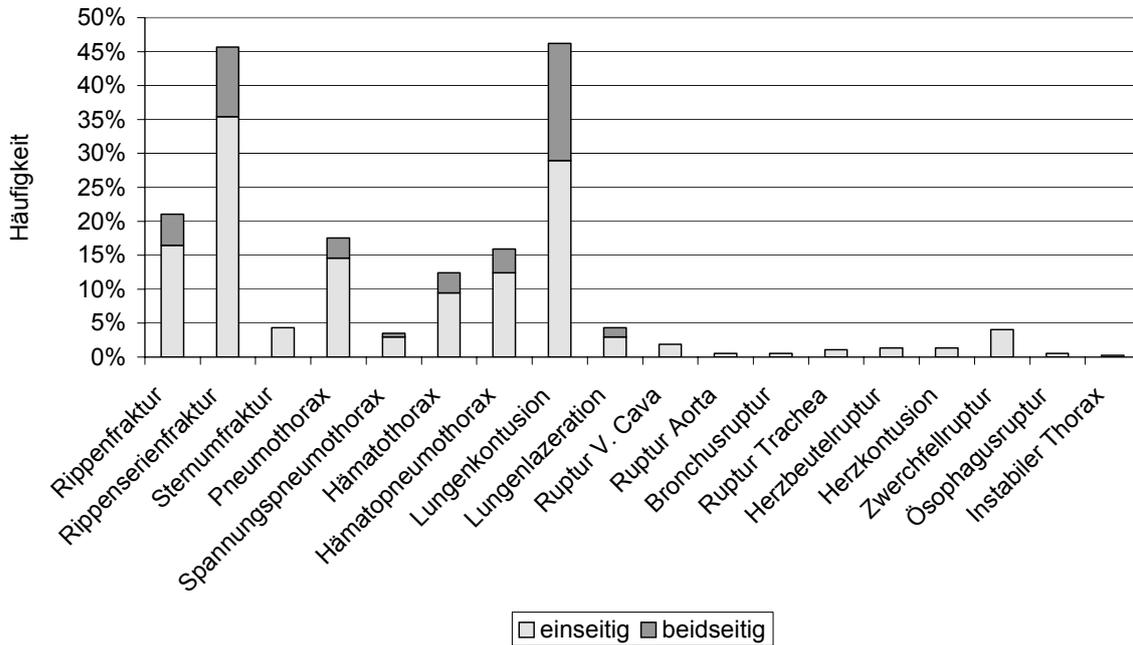


Abbildung 19: Art der Thoraxverletzungen

3.2.4 Glasgow Coma Scale

In 97,1% aller Fälle (568 Patienten) waren Angaben zum GCS in den Akten vorhanden.

Das Minimum der zu erreichenden Punktzahl war für alle Kollektive 3 Punkte, das Maximum 15 Punkte. Der mediane Wert für die Bewußtseinslage am Unfallort betrug sowohl für das Gesamtkollektiv als auch für die beiden Vergleichskollektive unabhängig von vorhandenen Thoraxverletzungen 9 Punkte. Tab.11 gibt einen Überblick.

Kollektiv	N	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
Gesamt	569	9	9,1	4,9	3	15
A	356	9	9,1	5,0	3	15
B	213	9	9,2	4,7	3	15

Tabelle 11: Statistische Kennzahlen der Glasgow-Coma-Scale

Die Verteilung der Patienten in GCS-Gruppen unterschiedlichen Schweregrads zeigt Abb.20. Zu sehen ist, daß ein Großteil der Patienten gleich welchen Kollektivs (A: 48% bzw. B: 43%) einen GCS-Punktwert zwischen 3 und 7 aufwiesen. Viele Patienten waren trotz ihrer Verletzungen bei Ankunft des Notarztes noch in der Lage, zu antworten und sich zu bewegen, so ist der große Anteil in der Gruppe mit einem GCS zwischen 13 und 15 (jeweils 38%) zu erklären.

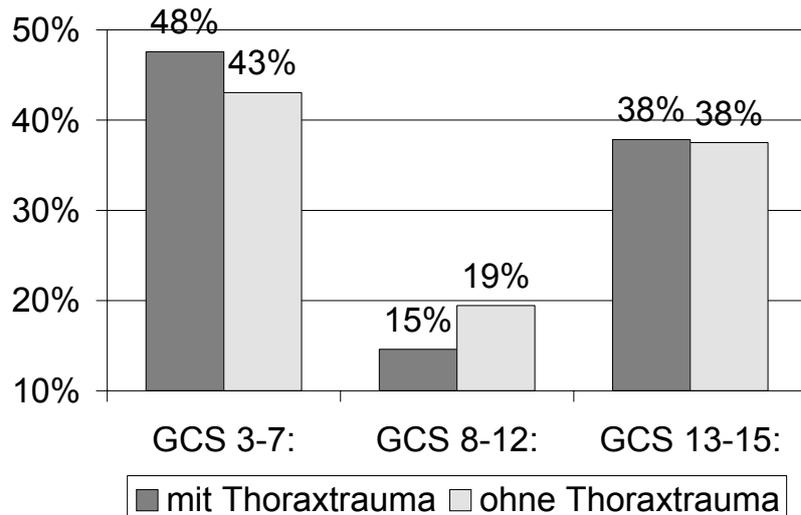


Abbildung 20: Verteilung der GCS-Subgruppen

3.2.5 Injury Severity Score

Für alle Polytraumapatienten wurde der ISS anhand der Diagnosen im Arztbrief berechnet. Da alle 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 alle Patienten betrug 34 Punkte, der Mittelwert 34,5 Punkte mit einer Standardabweichung von 13,3 Punkten.

Sowohl Minimum (16) und Maximum (75) als auch der Median (34) entsprachen für Kollektiv A den Werten des Gesamtkollektivs. Als maximaler Wert für Kollektiv B wurden 66 Punkte erreicht. Der Median für das thoraxunverletzte Patientengut betrug 29 Punkte. Auch Mittelwert und Standardabweichung lagen mit $30,2 \pm 10,7$ Punkten erwartungsgemäß unter den Werten von $37 \pm 14,1$ Punkten für das Kollektiv mit Brustkorbverletzung. Einen Überblick gibt Tab.12.

Kollektiv	N	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
Gesamt	586	34	34,5	13,3	16	75
A	370	34	37,0	14,1	16	75
B	216	29	30,2	10,7	16	66

Tabelle 12: Statistische Kennzahlen des Injury Severity Scores

Die Verletzungsschwere nach ISS korrelierte hochsignifikant mit dem Vorhandensein eines Thoraxtraumas (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R=0,248$, $\alpha < 0,01$), d.h. Patienten mit Thoraxtrauma haben wie zu erwarten war höhere ISS-Punktwerte.

3.2.6 Hannoveraner Polytrauma Schlüssel

Auch der PTS wurde anhand der Diagnosen im Arztbrief berechnet. Patienten mit einem PTS-Wert unter 8 Punkten wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen.

Für das gesamte Patientengut betrug dadurch der minimale PTS-Wert 8 Punkte, der maximale Wert lag insgesamt bei 84 Punkten. Im Median wurden alle Patienten mit 27 Punkten bewertet, der Mittelwert lag bei $29,4 \pm 13,1$ Punkten.

Ein Vergleich der Kollektive A und B zeigt, daß Polytraumen mit Thoraxtrauma durchschnittlich schwerer verletzt waren als Schwerverletzte mit unversehrttem Brustkorb. Der Median betrug für Kollektiv A 30 Punkte, für Kollektiv B 21 Punkte. Auch der Mittelwert lag mit $32,1 \pm 13,4$ Punkten weitaus höher als die Werte des Vergleichskollektivs B mit $24,7 \pm 11,2$ Punkte. Das Minimum betrug für die thoraxunversehrten Patienten 8 Punkte, das Kollektiv mit Thoraxtrauma erreichte minimal 10 Punkte. Als Maximum wurden 84 Punkte bzw. 75 Punkte für Polytraumen ohne Thoraxverletzung berechnet. Tab.13 gibt einen Überblick.

Kollektiv	N	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
Gesamt	586	27	29,4	13,1	8	84
A	370	30	32,1	13,4	10	84
B	216	21	24,8	11,2	8	75

Tabelle 13: Statistische Kennzahlen des Hannoveraner Polytrauma Schlüssels

Die anhand des PTS berechnete Verletzungsschwere korrelierte hochsignifikant mit dem Vorhandensein eines Thoraxtraumas (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R=0,269$, $\alpha < 0,01$), d.h. Patienten mit Thoraxtrauma haben erwartungsgemäß höhere PTS-Punktwerte.

Die Patienten teilten sich wie folgt in die verschiedenen Schweregrad-Gruppen des PTS auf (s. Abb.21):

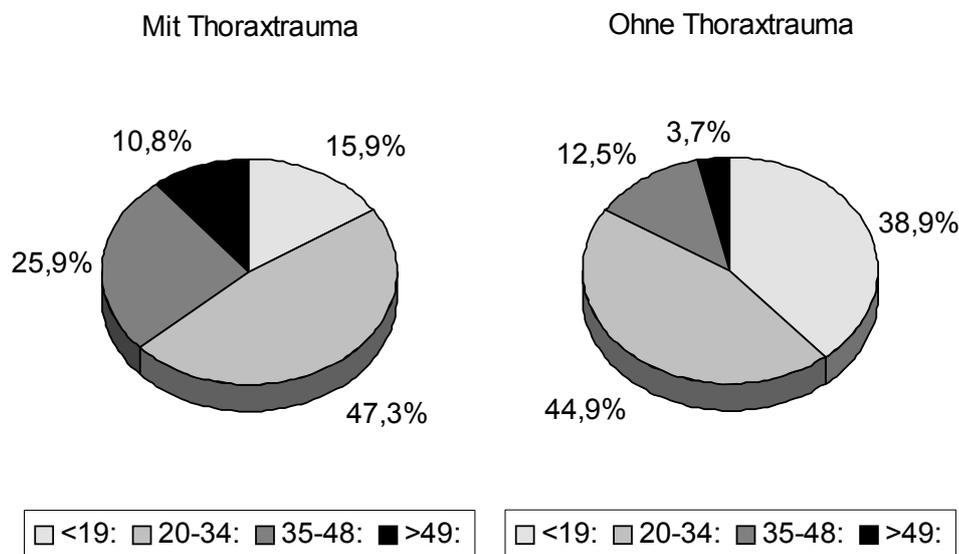


Abbildung 21: Verteilung der PTS-Schweregrad Gruppen

Fast die Hälfte (47,3%) der Patienten mit Thoraxtrauma lagen im Bereich des Schweregrads II, 25,9% gehörten zur Schweregradgruppe III, knapp 16% fielen in Schweregradgruppe I, und 10,8% erhielten PTS-Werte von mehr als 49 Punkten (Schweregrad IV).

Im Kollektiv ohne Thoraxtrauma wiesen die meisten Patienten (44,9%) einen PTS-Schweregrad II auf. Die mit 38,9% zweitgrößte Gruppe liegt in Schweregrad I, dahinter mit 12,5% Patienten, die einen PTS-Schweregrad III boten. 3,7% verletzten sich mit einer PTS-Verletzungsschwere von mehr als 49 (Schweregrad VI).

3.3 Präklinik

3.3.1 Transportmittel zur Einlieferung

Polytraumatisierte Patienten wurden auf vier verschiedene Weisen eingeliefert: per Rettungshubschrauber (RTH), Notarztwagen (NAW), Rettungswagen (RTW) oder anderweitig (privat, Taxi). Der größte Teil der Schwerverletzten (51%, 299 Patienten) wurde mit dem NAW, der andere große Teil (46,3%, 271 Verletzte) mit dem RTH eingeliefert. Ein geringer Prozentsatz (1,7%, 10 Personen) gelangte mit dem RTW zur Notaufnahme, 0,5% (3 Personen) kamen auf andere Weise. Bei 3 Patienten fehlten die Angaben zur Art des Krankentransportes. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß 97,3% der polytraumatisierten Patienten in Notarztbegleitung zur Aufnahme kamen.

Schwerverletzte mit Thoraxtrauma wurden zu 2,9 Prozentpunkten häufiger per Hubschrauber transportiert als solche ohne diese Verletzung (47,3% bzw. 175 Patienten vs. 44,4% bzw. 96 Patienten). Patienten ohne Brustkorbverletzung gelangten öfter mit dem RTW (3,2%, 7 Patienten vs. 0,81%, 3 Patienten) in die Klinik. Per NAW wurden aus beiden Kollektiven nahezu gleich viele Verletzte eingeliefert : 50,8% in Kollektiv A und 51,4% in Kollektiv B.

Abb. 22 zeigt die Verteilung der einzelnen Transportmittel.

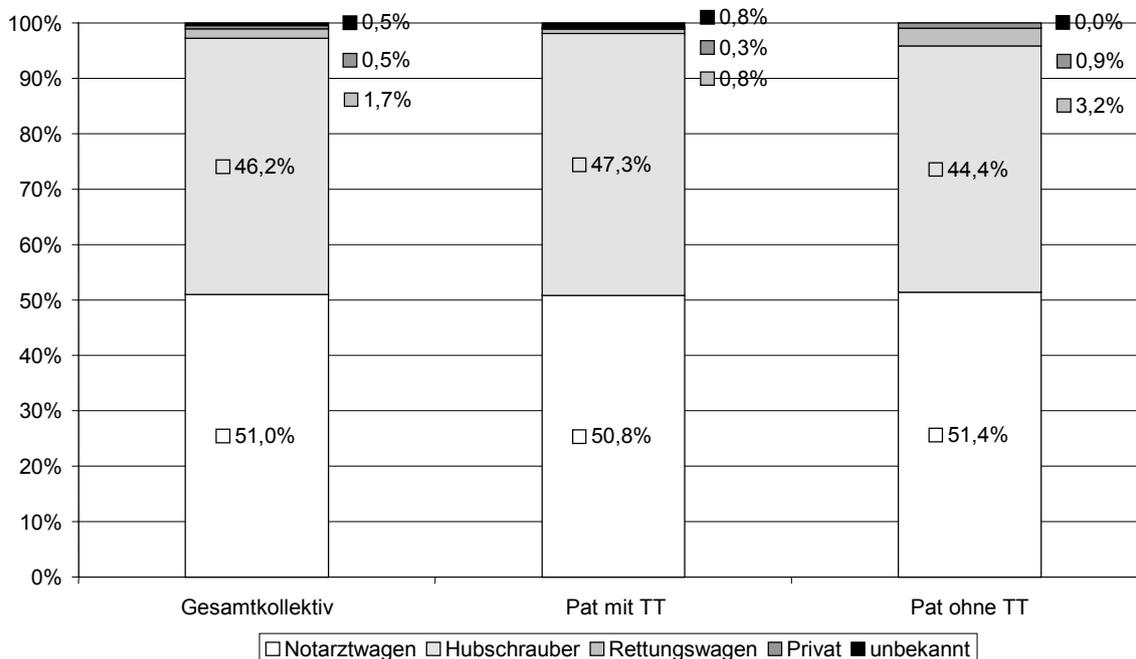


Abbildung 22: Einlieferungsart

3.3.2 Anfahrtszeit

Es wurde untersucht, wie lange das Rettungsteam vom Notruf bis zum Eintreffen am Unfallort benötigte. Dies waren im Median 8 Minuten (Min 1 Minute, Max 50 Minuten). In 72,7% (426 Patienten) der Fälle war es möglich, diese Zeitspanne zu berechnen.

Für die beiden Vergleichskollektive verhielten sich die Zeiten gleich, allerdings lag die minimale Anfahrtszeit für Patienten aus Kollektiv B (ohne TT) bei 2 Minuten und die maximale bei 30 Minuten, für Kollektiv A (mit TT) gelten als Minimum 1 Minute und als Maximum 50 Minuten.

Abb. 23 stellt die durchschnittlichen Anfahrtszeiten für die beiden Kollektive dar.

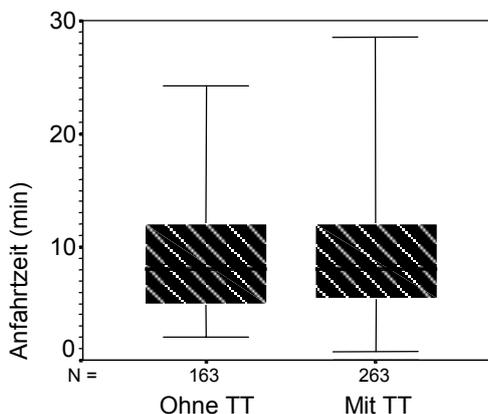


Abbildung 23: Anfahrtszeit in Minuten

3.3.3 Rettungszeit

Da es nicht möglich ist, die exakte Unfallzeit zu dokumentieren, wurde die Zeitspanne vom Alarm in der Einsatzzentrale bis zur Übergabe des Verletzten an das Schockraumteam als Rettungszeit definiert. Für 452 Patienten (77,1%) konnte diese Dauer berechnet werden.

Insgesamt dauerte es im Median 57 Minuten vom Notruf bis zur Einlieferung. Die kürzeste Rettungszeit dieser Erhebung dauerte eine Viertel Stunde. Die längste, bedingt durch spätes Auffinden des Verletzten und hinzukommende schwierige Bergung, zweieinhalb Stunden.

Es ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer längeren Rettungszeit und einem Einfluß auf die Letalität berechnen.

Vergleicht man Kollektive A und B miteinander, erkennt man eine im Median kürzere Rettungszeit bei Patienten ohne Brustkorbverletzung: Kollektiv A: 60 Minuten (Min 0:22h, Max 2:32h), Kollektiv B: 53 Minuten (Min 0:15h, Max 2:25h).

Abb.24 gibt einen Überblick über die statistischen Parameter der Rettungszeiten beider Kollektive.

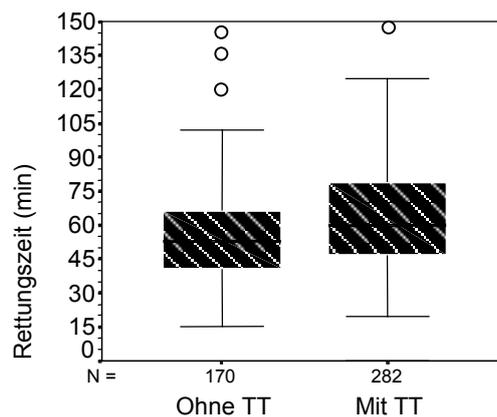


Abbildung 24: Rettungszeit in Minuten

3.3.4 Versorgungszeit

Als Versorgungszeit ist die Zeit definiert, die das Notarztteam anwesend ist, beinhaltet demnach die Versorgung am Unfallort und den Transport ins Krankenhaus. Es ließen sich in 80,6% der Fälle Angaben finden, aus denen diese Zeitspanne berechnet werden konnte. Im Median war ein Polytraumapatient 48 Minuten in notärztlicher Behandlung (Min 0:10h, Max 3:45h). Analog zur verlängerten Rettungszeit liegt auch die im Einzelfall sehr lange Versorgungszeit zum einen an erschwerten Bergungsmaßnahmen, zum anderen an langen Transportwegen.

Es ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer längeren Versorgungszeit durch den Notarzt und einem Einfluß auf die Letalität berechnen.

Patienten ohne Thoraxtrauma hatten eine etwas kürzere Versorgungszeit als solche mit Thoraxtrauma: Bei letzteren betrug die Dauer vom Eintreffen des Notarztes bis zur Übergabe im Median 50 Minuten (Min 0:10h, Max 2:27h), für Thoraxunverletzte waren es im Median 43 Minuten (Min 0:10h, Max 3:45h).

Abb.25 informiert über die Versorgungszeiten der beiden Kollektive, wobei drei Patienten mit einer Versorgungszeit von über zwei Stunden in der Darstellung keine Berücksichtigung fanden (siehe Definition der Box-Plots unter 2.4).

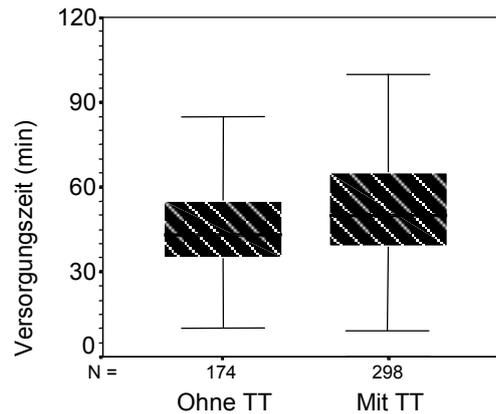


Abbildung 25: Versorgungszeit in Minuten

3.3.5 Schockindex

Der Quotient aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck wurde zum Zeitpunkt des Eintreffens von Notarzt oder Sanitätern und zum Zeitpunkt des Eintreffens des Patienten im Schockraum berechnet.

Der Schockindex am Unfallort konnte in 82,8% der Fälle errechnet werden und betrug bezogen auf das Gesamtkollektiv im Median 0,8. Das Maximum betrug in einem Fall 4, das Minimum lag bei 0,1. Insgesamt wurden 70,9% (344 Personen) der Patienten mit einem Wert unter 1 berechnet, woraus sich 29,1% (141 Patienten) mit einem Schockindex über 1 ergeben.

Polytraumatisierte Patienten mit Thoraxtrauma hatten im Median einen Schockindex von 0,76, für das andere Kollektiv betrug der Quotient 0,67. Von den thoraxverletzten Patienten in Kollektiv A wiesen 32,3% einen Schockindex über 1 und 67,8% einen Schockindex unter 1 auf. Im Kollektiv B lagen 23,6% der Patienten über 1, drei Viertel bzw. 76,4% hatten einen Wert unter 1. Für den Vergleich hinsichtlich der Entwicklung des Schockindexes von Unfallort zu Notaufnahme siehe 3.4.1.1.

3.3.6 Maßnahmen am Unfallort

Grundsätzlich ist zur Dauer bis zur Handlung, sei es das Anlegen von Drainagen oder auch die Intubation, festzuhalten, daß der Notarzt durch schwierige Verhältnisse am Unfallort wie z.B. Einklemmung des Patienten im Auto oder verlängerte Bergungszeiten in der Zügigkeit seiner Arbeit aufgehalten werden kann.

3.3.6.1 Intubation

Insgesamt wurden 92% (539 Personen) der Patienten im Laufe der Erstversorgung durch den erstversorgenden Notarzt oder durch das Schockraumteam intubiert. Zu diesem Aspekt fanden sich bei allen Patienten Angaben in den Akten.

80,4% aller Polytraumen (471 Patienten) wurden noch am Unfallort durch den Notarzt intubiert.

Um festzustellen wie lange der Notarzt bis zur Handlung brauchte, wenn ein Polytraumapatient noch am Unfallort beatmet werden mußte, wurde die verstrichene Zeit bis zur Intubation nur an den direkt am Unfallort intubierten Patienten berechnet. Der Notarzt benötigte vom Eintreffen bis zur Intubation im Median 10 Minuten (Min 0:01h, Max 1:15h).

Von den Polytraumen mit Thoraxtrauma wurden 92,4% intubiert, davon 80,8% noch an Ort und Stelle vom Notarzt. So verhielt es sich auch für thoraxunverletzte Polytraumen: 91,2% dieses Kollektivs wurden beatmet, 79,6% davon waren vom Notarzt intubiert worden.

Ein Vergleich der beiden Kollektive A und B zeigt einen Unterschied von im Median einer Minute im Sinne einer zügigeren Intubation am Unfallort beim thoraxunverletzten Kollektiv. Auch das Maximum der verstrichenen Zeit bis zur Intubation durch den Notarzt war für Kollektiv B kürzer (A: 1:15 Stunden vs. B: 1:07 Stunden). Weitere Angaben zur Dauer bis zur Intubation sind Abb.26 zu entnehmen. Fünf Patienten mit einer Latenz bis zur Intubation von über 50 Minuten wurden in der Abbildung nicht berücksichtigt (siehe Definition der Box-Plots unter 2.4).

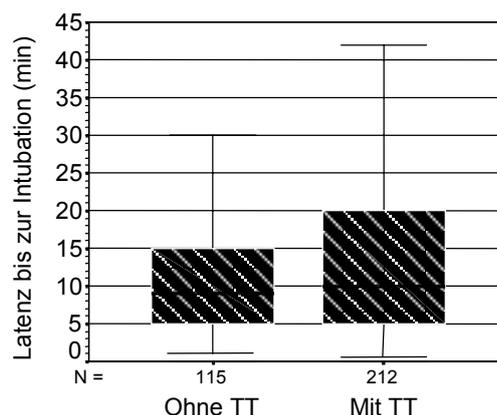


Abbildung 26: Latenz bis zur Intubation durch den Notarzt in Minuten

3.3.6.2 Thorax-Drainagen

Es fanden sich in 98,9% der Fälle Angaben, ob Thoraxdrainagen indiziert waren. Aufgrund lückenhafter Dokumentation des Zeitpunktes war es in 31,3% der Fälle möglich, die Dauer bis zum Anlegen der Drainagen zu berechnen.

Drainagepflichtige Thoraxverletzungen sind Pneumothorax, Hämatothorax, Hämatothorax und Spannungspneumothorax. Anhand der Unterlagen ließen sich 183 drainagepflichtige Thoraxverletzungen an 169 Patienten ermitteln. 14 Patienten wiesen demnach eine der aufgezählten Verletzungen beidseitig auf.

Insgesamt wurden 131 Thoraxdrainagen während der Erstversorgung gelegt. Hiervon wurden 43% der Punktionen (56 Stück) am Unfallort vorgenommen. Der Notarzt am Unfallort brauchte im Median 0:25h (Min 0:04h Max 1:20h), um eine der oben genannten Verletzungen zu diagnostizieren und zu therapieren.

Bezüglich der Therapie mittels Thoraxdrainagen fand sich erwartungsgemäß ein großer Unterschied zwischen den Kollektiven.

Vom Kollektiv B, das am Brustkorb unverletzt blieb, wurden aufgrund einer anfänglichen Verdachtsdiagnose auf Thoraxtrauma 7 Patienten (3,2%) mit Thoraxdrainagen versehen, der größte Teil davon (5 Patienten, 2,3%) noch am Unfallort.

Vom Kollektiv A waren die oben genannten 169 (45,7%) Patienten den Krankenakten zufolge drainagepflichtig. Davon wurden 103 Patienten je nach Ein- oder Beidseitigkeit der drainageindizierenden Verletzung mit mindestens einer Drainage versorgt, diese wurden bei 51 Patienten (13,8%) noch am Unfallort gelegt. Die übrigen 66 der 169 drainagepflichtigen Patienten wurden den Unterlagen zufolge nicht punktiert. Es ist zum einen zu bedenken, daß die Situation am Unfallort und im Schockraum nicht immer eine sorgfältigste Dokumentation erlaubt. Zum anderen wird eine Thoraxverletzung unter Umständen erst im stationären Verlauf drainagepflichtig (z.B. Pneumothorax). Diese später angelegten Drainagen wurden hier nicht erhoben. Weitere 14 der insgesamt 131 Thoraxdrainagen wurden an Thoraxtraumatisierten angelegt, die anderweitige Brustkorbverletzungen aufwiesen als die oben genannten.

Einen Überblick über die Anzahl und die Dauer bis zum Anlegen von Thoraxdrainagen gibt Tab.14.

Kollektiv	Drainpflichtige Patienten		Drainagen Gesamt		Drainagen am Unfallort		Dauer bis Punktion am Unfallort
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Median (in min)
Gesamtkoll.	169	28,8	131	22,4	56	9,6	25
Kollektiv A	169	45,7	124	33,5	51	13,8	25
Kollektiv B	0	-	7	3,2	5	2,3	-

Tabelle 14: Thoraxdrainagen während der präklinischen Versorgung

3.3.6.3 Reanimation

Knapp 5% (29 Patienten) der Polytraumapatienten waren reanimationspflichtig. Fast die Hälfte der Wiederbelebnungsmaßnahmen (an 12 Patienten) wurde durch das Rettungsteam vor Ort durchgeführt. In allen 12 Fällen verlief die Reanimation erfolgreich, sonst hätten diese Polytraumapatienten nicht dem Einschlußkriterium, lebend die Notaufnahme zu erreichen, entsprochen. 23 der 29 reanimationspflichtigen Patienten erlitten im Rahmen der Polytraumatisierung ein Thoraxtrauma, die restlichen 6 Patienten gehörten zum Kollektiv B. Von Letzteren wurden 2 Patienten durch das Rettungsteam wiederbelebt. Von den 23 Patienten aus Kollektiv A wurden 10 am Unfallort reanimiert.

Tab.15 gibt einen Überblick über die Wiederbelebnungsmaßnahmen am Unfallort.

Kollektiv	Card.-pulm. Reanimation		Am Unfallort	
	Anzahl	In %	Anzahl	In %
Gesamtkoll.	29	4,9	12	2,0
Kollektiv A	23	6,2	10	2,7
Kollektiv B	6	2,8	2	0,9

Tabelle 15: Reanimationen durch Notarzt

3.3.6.4 Infusionen

Das Rettungsteam verabreichte am Unfallort und auf dem Transportweg kristalloide oder kolloide Flüssigkeiten oder eine Kombination beider Lösungen. Bei 87,9% der Patienten waren Angaben zu Infusionen im Notarztprotokoll vorhanden.

Ein polytraumatisierter Patient bekam im Median sowohl 1000 ml kolloide als auch 1000 ml kristalloide Lösung infundiert, bevor er die Notaufnahme erreichte. Manchen Patienten wurde keine Infusion verabreicht, maximal wurden 5000 ml kolloide und 5500 ml kristalloide Lösung verabreicht. Vernachlässigt man solche Patienten, die keine Infusionen bekamen, ergaben sich 406 Patienten (69,3%), denen im Median 1106 ml Kolloide infundiert sowie 485 Patienten (82,8%), denen im Median 1209 ml Kristalle verabreicht wurden.

Ein Polytrauma aus Kollektiv A bekam im Median 650ml kolloidale und 1000ml kristalloide Lösung. Die Minima und Maxima unterschieden sich nicht von denen des Gesamtkollektivs. Unter Ausschluß der Patienten ohne Infusionstherapie erhielten 266 Patienten (71,9%) überhaupt Kolloide, und zwar im Median 1139ml. 312 Patienten (84,3%) wurden im Median 1285ml kristalloide Lösung infundiert.

Patienten aus Kollektiv B benötigten insgesamt weniger Infusionen. Einem nicht am Brustkorb verletzten Polytraumapatient wurden im Median 500ml kolloidale und 550ml kristalloide Lösung infundiert. Insgesamt bekamen von dieser Patientengruppe 140 Personen (64,8%) im Median 1044ml kolloidale Lösung. 173 Patienten (80,1%) erhielten im Median 1073ml kristalloide Lösung.

Tab.16 zeigt, wieviel der jeweiligen Flüssigkeiten den Patienten der einzelnen Kollektive vom Notarztteam verabreicht wurden.

Infusion	Kollektiv	Durchschnitt (ml)	Standard-abweichung (ml)	Median (ml)	Minimum (ml)	Maximum (ml)	Anzahl gefundener Angaben	Angaben (%)
Kolloide	Gesamt	875	752	1000	0	5000	513	87,5
	Mit TT	932	755	650	0	5000	325	87,8
	Ohne TT	777	737	500	0	4000	188	87,0
Kristalloide	Gesamt	1139	852	1000	0	5500	515	87,9
	Mit TT	1233	833	1000	0	5500	325	87,8
	Ohne TT	977	687	550	0	3000	190	88,0

Tabelle 16: Infusionen durch das Notarztteam

3.4 Klinik

3.4.1 Primärversorgung

Zur Analyse der Primärversorgung nach Klinikaufnahme wurden die Anästhesie-, die Unfallzimmer- und die Operationsprotokolle sowie weitere Unterlagen aus dem Labor und die Dokumentationen zur bildgebenden Diagnostik ausgewertet.

Als Primärversorgung werden in dieser Arbeit alle Maßnahmen in der Klinik vor Aufnahme auf die Intensivstation definiert. Maßnahmen nach der Übernahme des Patienten durch eine Intensivstation sollen hier als stationäre Versorgung bezeichnet werden.

Folgende Daten und Therapiemaßnahmen wurden untersucht:

- Schockindex bei Übergabe in der Notaufnahme
- Erst im Schockraum erfolgte Intubationen
- Erst im Schockraum gelegte Thoraxdrainagen
- Häufigkeit von Wiederbelebungsmaßnahmen
- Art und Menge verabreichter Infusionen
- Art und Menge benötigter Transfusionen
- Erste Blutgasanalyse und Dauer von Einlieferung bis zum Ergebnis
- Bildgebende Diagnostik (Abdomen-Sonographie, Nativröntgen, Computertomographie)
- Dauer bis zur bildgebenden Diagnostik
- Art der primären operativen Versorgung
- Dauer von Aufnahme bis Operationsbeginn
- Gesamtdauer der Primäroperation
- Weitere operative Versorgung

Der letzte Punkt gehört definitionsgemäß nicht zur Primärversorgung, soll jedoch hier im Zusammenhang mit der operativen Versorgung erläutert werden.

3.4.1.1 Schockindex

Analog zum anhand des Notarztprotokolls ermittelten Schockindex wurde auch der Schockindex bei Klinikaufnahme mittels Herzfrequenz und systolischem Blutdruck aus dem Anästhesieprotokoll berechnet. Der Schockindex wird demnach pro Patient zweimal ermittelt: das erstmalig sofort nach dem Unfall und das zweite mal nach notärztlicher Schocktherapie. Die Datenlage erlaubte diesen Vergleich bei 88,4% der Patienten.

Für das Gesamtkollektiv lag der Wert für den Schockindex in der Notaufnahme im Median bei 0,69 mit einem Minimum von 0,1 und einem Maximum von 3. Die Werte sind insgesamt durchschnittlich niedriger als kurz nach dem Unfall. 75,6% aller Patienten (443 Personen) hatten einen Schockindex unter 1. Bei 13,4% (77 Personen) lag der Wert bei Einlieferung noch über 1.

Auch bei Erreichen der Notaufnahme war der Schockindex der thoraxverletzten Patienten höher als der Polytraumen ohne Brustkorbverletzung: für erstere betrug der Wert im Median 0,68, für

letztere 0,64. Von Kollektiv A wurden 85,4% mit einem Wert unter 1 eingeliefert, bei Kollektiv B waren es 89,4%.

Einen Vergleich zwischen den Schockindizes am Unfallort und bei Aufnahme erlaubt Abb.27.

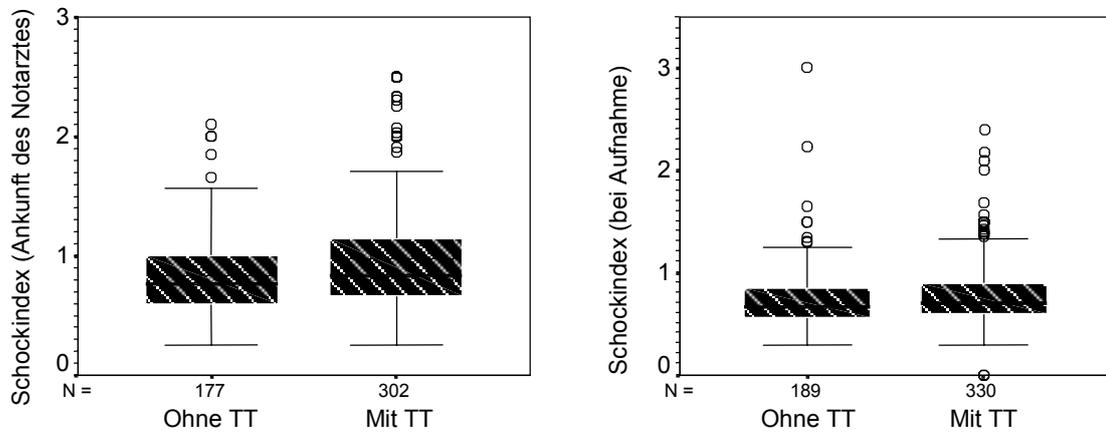


Abbildung 27: Schockindizes am Unfallort und in der Notaufnahme

3.4.1.2 Intubationen

Für das Gesamtkollektiv ergab sich eine Dauer vom Unfall bis zur Intubation von im Median 0:11h. Wurde unverzüglich intubiert, dauerte es knapp 1 Minute, maximal wurde im Rahmen der Erstversorgung nach 8:10h (präoperativ vor der Primär-OP) intubiert. Diese Werte gelten generell für die Dauer bis zur Intubation, eingeschlossen sind folglich auch die vom Notarzt intubierten Patienten. Die Dauer bis zur Intubation konnte in 62,1% der Fälle berechnet werden. Ein thoraxverletzter Polytraumapatient wurde nach im Median 0:12h beatmet (Min 0:03h, Max 6:02h), ein Patient aus dem Vergleichskollektiv ohne Brustkorbverletzung im Median nach 0:10h (Min 0:01h, Max 8:10h).

Abb.28 stellt die Zeitdauer bis zur Intubation dar.

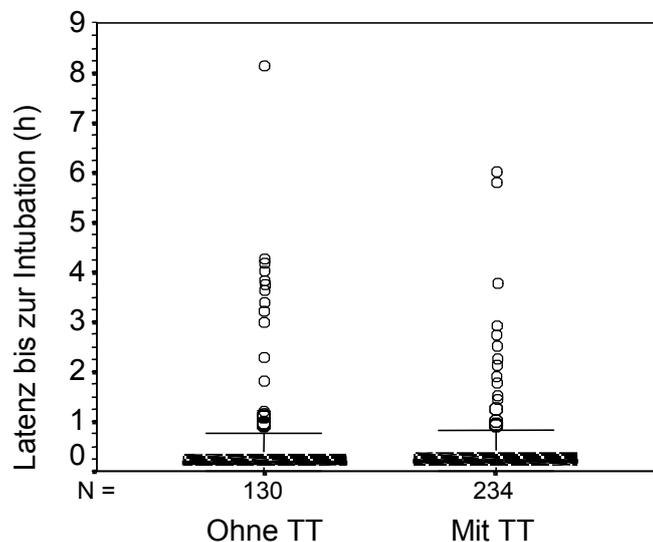


Abbildung 28: Latenz bis zur Intubation

In Abb.29 ist die Verteilung der Intubationen zu sehen. Hierbei gilt: NA = Notarzt, SR = Schockraum/Notaufnahme, TT = Thoraxtrauma.

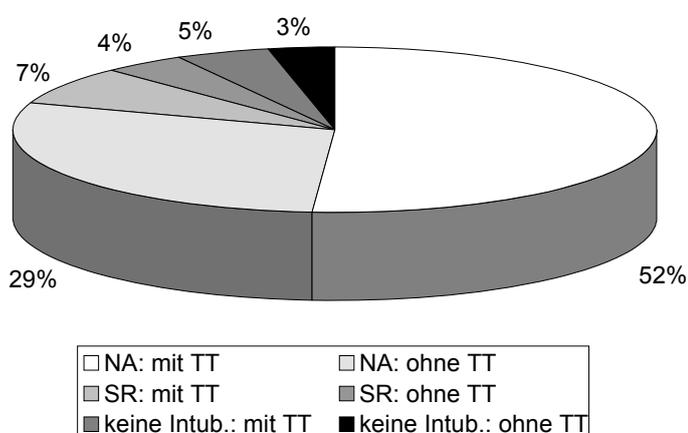


Abbildung 29: Verteilung der Intubationen

68 Patienten (11,6%) des Gesamtpatientengutes wurden erst im Schockraum intubiert. Von Kollektiv A wurden 11,6% (43 Patienten) erst nach Aufnahme intubiert, beim Kollektiv B waren es anteilig ebenso viele (11,6%, 25 Patienten).

3.4.1.3 Thoraxdrainagen

Bei 75 von 131 Patienten (57,2%), die mit Thoraxdrainagen versorgt wurden, wurde die Drainage erst im Schockraum gelegt.

73 der 124 thoraxverletzten Polytraumen (58,9%), bei denen Thoraxdrainagen gelegt wurden, bekamen diese erst im Schockraum. Nur 2 der 7 Patienten aus Kollektiv B wurden im Schockraum punktiert.

Betrachtet man die Erstversorgung gesamt unter Einschluß der vom Notarzt gelegten Drainagen, dauerte es bis zum Legen einer Drainage im Median 1:14h, die Spanne reichte von 0:04h bis zu 8:21h.

Tab.17 informiert sowohl über die Anzahl der am Unfallort als auch über die nach Klinikaufnahme gelegten Drainagen. Zudem ist die insgesamt verstrichene Zeit bis zur Einlage einer Drainage (die vom Notarzt und vom Schockraumteam gelegten Drainagen zusammen betrachtet) ersichtlich.

Kollektiv	Drainagen Gesamt		Drainagen am Unfallort		Drainagen im Schockraum		Dauer bis Punktion insgesamt
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Median (in min)
Gesamtkoll.	131	22,4	56	9,6	75	12,8	74
Kollektiv A	124	33,5	51	13,8	73	19,7	80
Kollektiv B	7	3,2	5	2,3	2	0,9	-

Tabelle 17: Thoraxdrainagen während der präklinischen und frühen klinischen Versorgung

3.4.1.4 Reanimation

Die Hälfte der 29 Reanimationen fanden nach Aufnahme statt: 11 Patienten wurden im Schockraum, weitere 3 Patienten kurz nach Aufnahme auf die Intensivstation wiederbelebt. In 3 Fällen ist der Zeitpunkt der Reanimation unbekannt.

Von den 23 Wiederbelebungsversuchen an Patienten aus Kollektiv A fanden 9 im Schockraum und 4 auf der Intensivstation statt. Die wenigen Reanimationen an Patienten ohne Brustkorbverletzung fanden unter 3.3.6.3 bereits Erwähnung. Tab.18 gibt einen Überblick über die Wiederbelebungsmaßnahmen nach Klinikaufnahme.

Kollektiv	Card.-pulm. Reanimation		Schockraum		Intensivstation		Keine Angaben	
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %
Gesamtkoll.	29	4,9	11	1,9	3	0,5	3	0,5
Kollektiv A	23	6,2	9	2,4	3	0,8	1	0,3
Kollektiv B	6	2,8	2	0,9	0	0	2	0,9

Tabelle 18: Reanimationen

Es interessierte weiterhin, ob die reanimierten Patienten von vornherein eine schlechtere Prognose hatten. Tab.19 gibt darüber Auskunft, daß mit 17 Patienten mehr als die Hälfte (58,6%) der reanimierten Schwerverletzten im Laufe ihres Aufenthalts verstarben. Deutlich wird außerdem, daß bei den durch Notärzte reanimierten Patienten anteilig mehr überleben. In der Klinik reanimierte Patienten hingegen haben eine größere Wahrscheinlichkeit zu versterben als zu überleben (s.Tab.19).

Reanimiert:	Nicht Verstorbene		Verstorbene	
Durch Notarzt	6	50,0%	6	35,3%
Im Schockraum	3	25,0%	8	47,1%
Auf Intensivstation	1	8,3%	2	11,8%
Unbekannt	2	16,7%	1	5,9%
Gesamt	12	100%	17	100%

Tabelle 19: Reanimationen und Letalität

3.4.1.5 Infusionen

Im Anschluß an die Infusionen durch das Notarztteam wurden in der Notaufnahme und bei der eventuell nachfolgenden Operation weiterhin kristalloide oder kolloidale Flüssigkeiten oder eine Kombination beider verabreicht. Es waren bei 88,4% der Patienten Angaben zu Infusionen im Anästhesieprotokoll zu finden.

Ein polytraumatisierter Patient bekam nach Klinikaufnahme im Median 1250ml kristalloide und 500ml kolloidale Lösung infundiert. Manche Patienten benötigen keine weiteren Infusionen, maximal wurden 10000 ml kristalloide und 8000 ml kolloidale Lösungen verabreicht.

Vernachlässigt man solche Patienten, die keine Infusionen erhielten, ergaben sich 486 Patienten (79,9%), denen im Median 1756ml Kristalloide infundiert sowie 375 Patienten (64%), denen im Median 1121ml Kolloide verabreicht wurden.

Ein Polytrauma aus Kollektiv A bekam im Median 1000ml kristalloide und 500ml kolloidale Lösungen. Die Minima und Maxima unterschieden sich nicht von denen des Gesamtkollektivs. Unter Ausschluß der Patienten ohne Infusionen erhielten 295 Patienten (79,7%) Kristalloide, und zwar im Median 1660ml. 243 Patienten (65,7%) wurden im Median 1131ml kolloidale Lösungen infundiert.

Der Median des Kollektivs B entsprach dem des Kollektivs A: einem am Brustkorb unverletzten Polytraumapatienten wurden im Median 1000ml kristalloider und 500ml kolloidaler Lösung verabreicht. Insgesamt bekamen von dieser Patientengruppe 173 Personen (80,1%) im Median 1919ml kristalloide Lösung, 132 Patienten (61,1%) erhielten im Median 1102ml kolloidale Lösungen.

Tab.20 zeigt die in der Notaufnahme jeweils verabreichten Mengen kristalloider und kolloidaler Infusionen.

Infusion	Kollektiv	Durchschnitt (ml)	Standardabweichung (ml)	Median (ml)	Minimum (ml)	Maximum (ml)	Anzahl gefundener Angaben	Angaben (%)
Kolloide	Gesamt	842	830	500	0	8000	499	85,2
	Mit TT	878	835	500	0	8000	313	84,6
	Ohne TT	782	818	500	0	4000	186	86,1
Kristalloide	Gesamt	1163	1377	1250	0	10000	494	84,3
	Mit TT	1569	1244	1000	0	10000	312	84,3
	Ohne TT	1824	1567	1000	0	7750	182	84,3

Tabelle 20: Infusionen in der Notaufnahme

3.4.1.6 Transfusionen

Bei Bedarf wurde im Schockraum mit der Transfusion von Blutprodukten begonnen. Diese Studie beschränkt sich auf die Dokumentation von Erythrozytenkonzentraten (EK) und Fresh-Frozen-Plasma (FFP). In 93,7% (für Ery-Konzentrate) bzw. 91,6% (für Fresh-Frozen-Plasma) der Fälle lagen Daten zur Verabreichung der genannten Blutprodukte im Anästhesieprotokoll vor. Da die erhobenen Daten durch Zählung der durch das Anästhesiepersonal gesammelten Kontroll-

Klebchen erfolgte, könnten die Angaben falsch niedrig sein. In der Hektik der Versorgung wurde möglicherweise nicht immer die volle Konzentration auf eine korrekte Dokumentation gelegt.

Ein polytraumatisierter Patient bekam während der Erstversorgung im Durchschnitt $7,2 \pm 11,8$ EKs (Median 3, Minimum 0, Maximum 81). An FFPs wurden durchschnittlich $6,1 \pm 11,6$ Einheiten pro Patient gegeben (Median nicht berechenbar, Minimum 0, Maximum 89). Lässt man solche Patienten unbeachtet, die keine Konserven benötigten, lag der Durchschnittswert für die auftransfundierten Patienten bei 11,9 EKs und 13,2 FFPs.

Ein polytraumatisierter Patient mit Brustkorbverletzung bekam während der Erstversorgung durchschnittlich mehr Blutprodukte als ein Schwerverletzter ohne Thoraxtrauma, allerdings ist die Spannweite für die Vergleichskollektive ähnlich groß.

Ein Patient aus Kollektiv A bekam durchschnittlich $8,4 \pm 12,5$ Blutkonserven (Minimum 0, Maximum 80) und $7,1 \pm 12$ FFPs (Minimum 0, Maximum 80). Die transfusionspflichtigen Patienten gesondert betrachtet bekamen durchschnittlich 13 EKs und 14,2 FFPs. Insgesamt fanden sich in 93,2% (EKs) bzw. 90,3% (FFPs) der Anästhesieprotokolle Angaben zur Verabreichung von Blutprodukten an Schwerverletzte mit Thoraxtrauma.

Ein Patient aus Kollektiv B erhielt während der Primärversorgung durchschnittlich $5,1 \pm 10,1$ Blutkonserven (Minimum 0, Maximum 81) und $4,5 \pm 10,7$ FFPs (Minimum 0, Maximum 89). Ungeachtet der nicht transfusionspflichtigen Patienten waren es durchschnittlich 9,6 Blutkonserven und 11,2 FFPs pro Patient. Zur Dokumentation von Blutprodukten für Kollektiv B ließen sich in 94,4% (EKs) bzw. 94% (FFPs) der Anästhesieprotokolle Angaben finden.

Tab.21 zeigt, welche Blutprodukte die Patienten der einzelnen Kollektive während der Primärversorgung erhielten.

Transfusionen	Kollektiv	Durchschnitt	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum	Anzahl gefundener Angaben	Angaben (in %)
EK	Gesamt	7,2	11,8	3	0	81	549	93,7
	Mit TT	8,4	12,5	3	0	80	345	93,2
	Ohne TT	5,1	10,1	0,5	0	81	204	94,4
FFP	Gesamt	6,1	11,6	n. b.	0	89	537	91,6
	Mit TT	7,1	12	n. b.	0	80	334	90,3
	Ohne TT	4,5	10,7	n. b.	0	89	203	94,0

Tabelle 21: Anzahl der verabreichten Transfusionen

3.4.1.7 Labor

Die primäre Labordiagnostik in Form einer Blutgasanalyse (BGA) gibt Aufschluß über den Hämoglobinwert (Hb), den pH-Wert, die Sauerstoffsättigung (SaO₂), den Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck (pO₂ und pCO₂), das Standard-Bikarbonat (HCO₃s), das aktuelle Bikarbonat (HCO₃a) und den Base Excess (BE). Selten wird auch das Lactat erhoben. Die Parameter BE und HCO₃a wurden erst seit September 1993 bestimmt, weshalb die Anzahl der gefundenen Angaben über den gesamten Erhebungszeitraum für diese beiden Parameter geringer ausfällt als für die anderen Laborwerte (BE: 63,5%, HCO₃a: 61,6%). Vor der Einführung der standardmäßigen Bestimmung des BE und des HCO₃a 1993 wurde der BE lediglich vereinzelt (bei 8% der Patienten) dokumentiert. Nach 1993 wurden diese Parameter analog zu den anderen Laborwerten in 84% aller Patienten bestimmt.

Von der Einlieferung in den Schockraum bis zum ersten Laborergebnis dauerte es im Median 0:15h (Min 0:01h, Max 3:40h). Es war möglich, für 503 Patienten (85,3%) die Dauer bis zum ersten Laborergebnis zu berechnen. Im Verlauf zeigte sich eine Verkürzung der Zeitspanne um 30% von 17 min (1991) auf 12 min (2000).

Zwischen den beiden Vergleichskollektiven bestanden bezüglich dieser Dauer nur geringfügige Unterschiede:

Im Kollektiv A dauerte es im Median 0:14h (Min 0:01h, Max 3:30h), im Kollektiv B im Median 0:15h (Min 0:01h, Max 3:40h) bis zur ersten BGA-Analyse.

Für das Gesamtkollektiv berechnet wurde ein schwerverletzter Patient mit einem medianen Hb von 10,9 g/dl eingeliefert. Der mediane pH-Wert betrug 7,37, der mediane BE +3,1 mmol/l, das mediane HCO₃s lag bei 22,1 mmol/l, das HCO₃a bei 21,9 mmol/l. Die Sauerstoffsättigung betrug im Median 98%, der pO₂ 282 mmHg und der pCO₂ 38,7 mmHg. Bei 45 Patienten (7,7%) wurde das Lactat bestimmt, das im Median bei 2 mmol/l (Min 0,7 mmol/l; Max 8,5 mmol/l) lag.

Zur besseren Übersicht werden die Laborwerte für die Vergleichskollektive graphisch dargestellt (s. Abb.30-37). Zu sehen sind die Histogramme der jeweiligen Laborparameter für die beiden Vergleichskollektive.

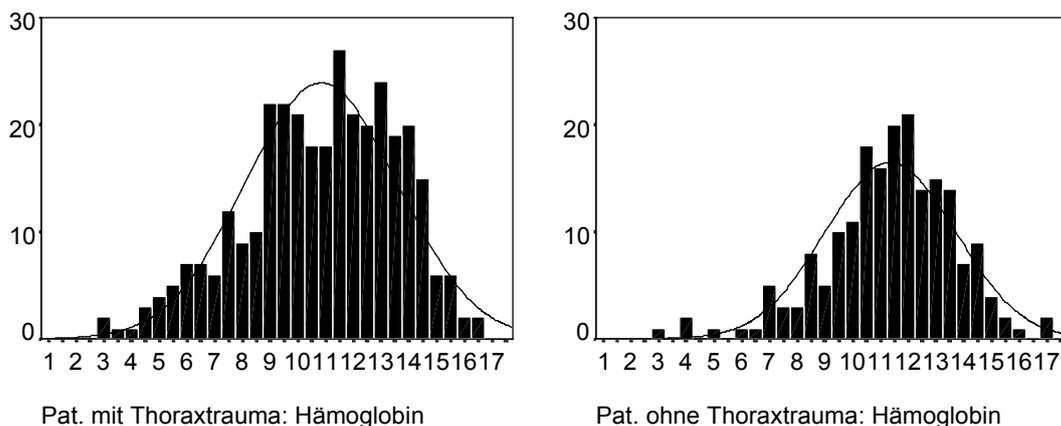
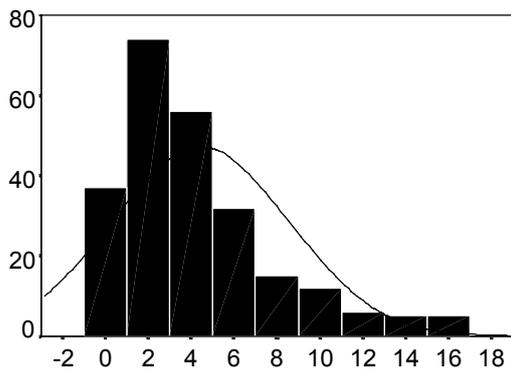
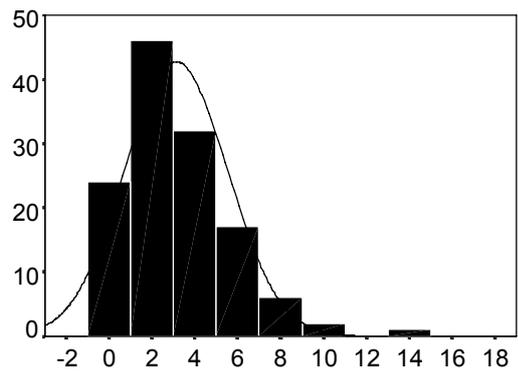


Abbildung 30: Verteilung der gemessenen Hämoglobin Werte [g/dl]

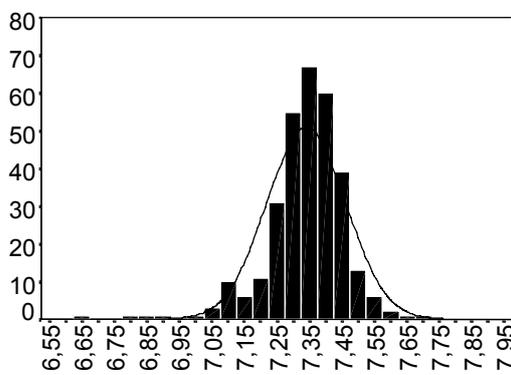


Pat. mit Thoraxtrauma: Base Excess

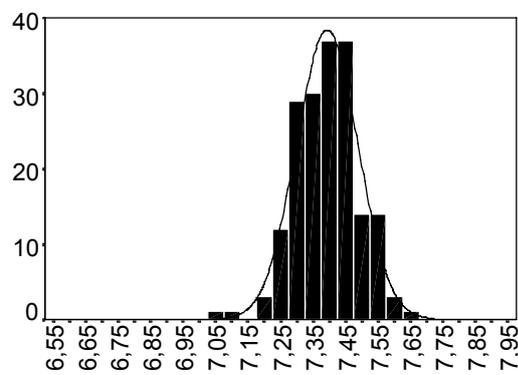


Pat. ohne Thoraxtrauma: Base Excess

Abbildung 31: Verteilung der gemessenen Base Excess-Werte [mmol/l]

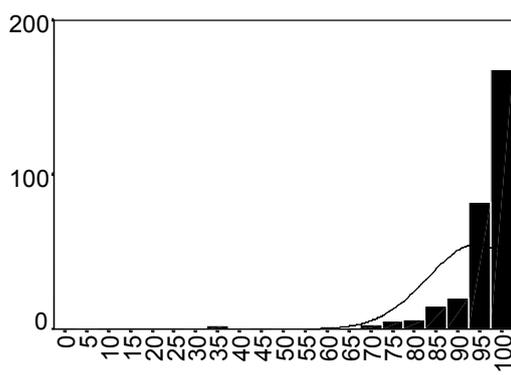


Pat. mit Thoraxtrauma: pH

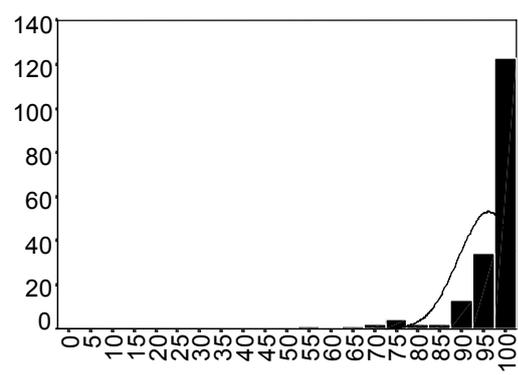


Pat. ohne Thoraxtrauma: pH

Abbildung 32: Verteilung der gemessenen pH Werte

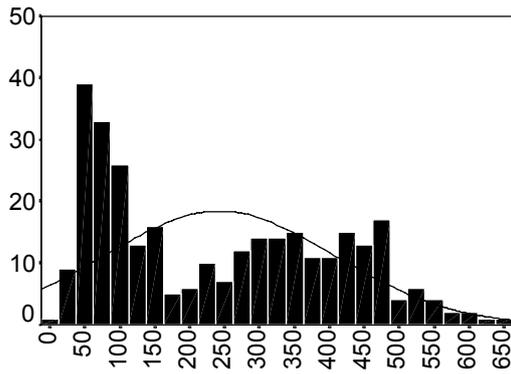


Pat. mit Thoraxtrauma: Sauerstoffsättigung

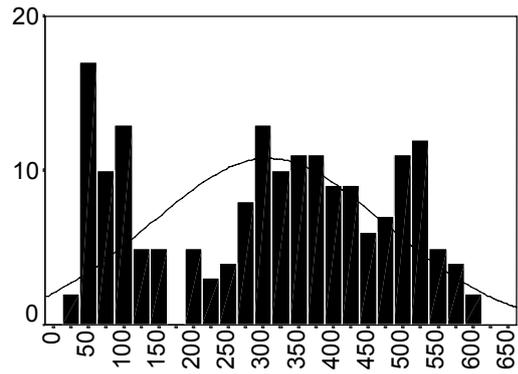


Pat. ohne Thoraxtrauma: Sauerstoffsättigung

Abbildung 33: Verteilung der gemessenen Sauerstoffsättigungswerte [%]

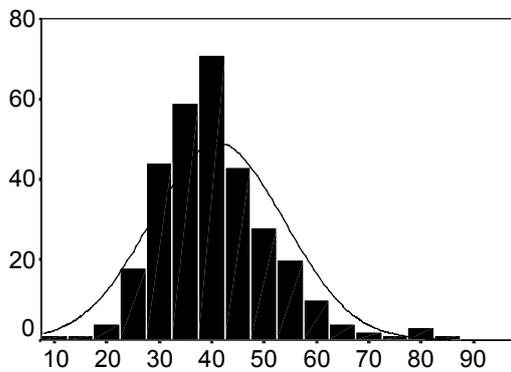


Pat mit Thoraxtrauma: O₂-Partialdruck

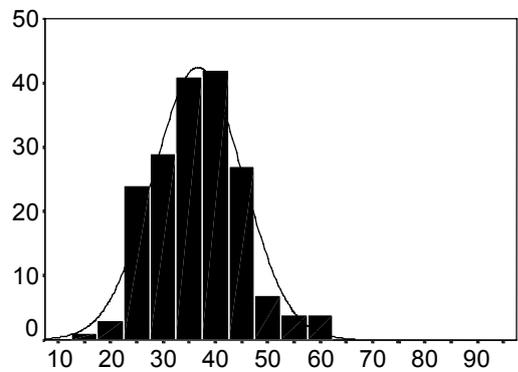


Pat ohne Thoraxtrauma: O₂-Partialdruck

Abbildung 34: Verteilung der gemessenen Sauerstoffpartialdruckwerte [mmHg]

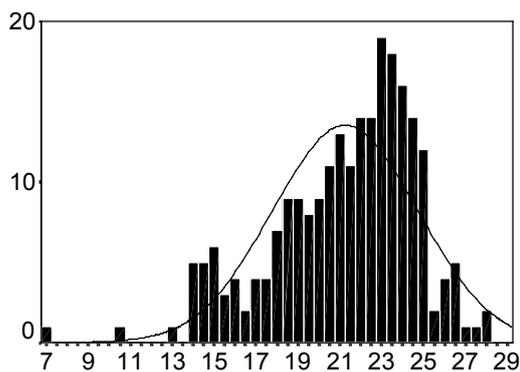


Pat mit Thoraxtrauma: CO₂-Partialdruck

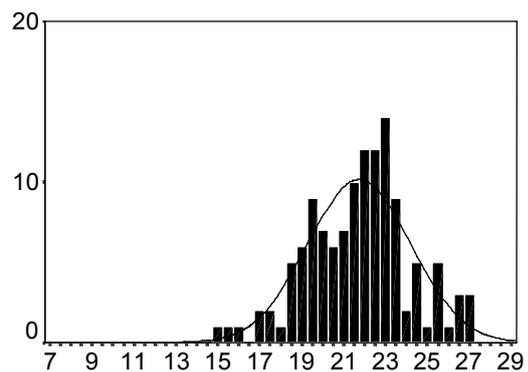


Pat ohne Thoraxtrauma: CO₂-Partialdruck

Abbildung 35: Verteilung der gemessenen Kohlendioxidpartialdruckwerte [mmHg]



Pat mit Thoraxtrauma: aktuelles Bikarbonat



Pat ohne Thoraxtrauma: aktuelles Bikarbonat

Abbildung 36: Verteilung der gemessenen aktuellen Bikarbonat Werte [mmol/l]

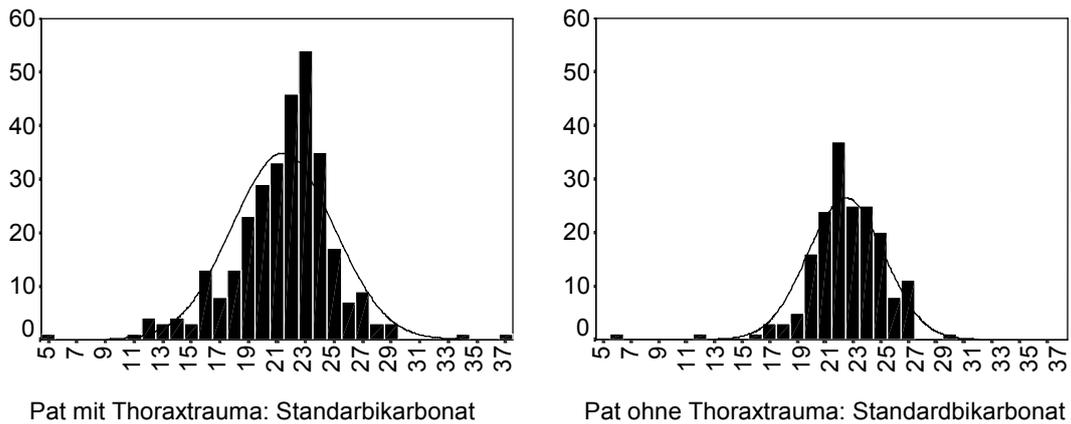


Abbildung 37: Verteilung der gemessenen Standardbikarbonat Werte [mmol/l]

Ein Vergleich der Laborwerte von Kollektiv A und B zeigte wenige Unterschiede. Zu erwähnen ist ein im Median höherer BE von 3,4 mmol/l beim Patientengut mit Thoraxtrauma im Vergleich zu 2,8 mmol/l beim Kollektiv ohne Thoraxtrauma. Der pH-Wert in Kollektiv A lag mit im Median 7,33 im saureren Bereich als in Kollektiv B mit 7,37. Der Hämoglobinwert unterschied sich im Vergleich der beiden Kollektive kaum (A: 10,1 g/dl; B: 10,8 g/dl). Hinsichtlich der Partialdrücke fiel ein höherer pO₂ von im Median 288 mmHg im Kollektiv B gegenüber eines niedrigeren pO₂ von im Median 140 mmHg im Kollektiv mit Thoraxverletzung auf. Beide Werte liegen jedoch über 100 mmHg. Der pCO₂ war mit im Median 33,8 mmHg beim Kollektiv B niedriger als im Kollektiv A mit 37,5 mmHg. Die Sauerstoffsättigung unterschied sich im Vergleich der beiden Kollektive nicht signifikant voneinander (A: 96,7%; B: 98%), ebenso das aktuelle Bikarbonat (A: 18,7 mmol/l; B: 19 mmol/l) sowie das Standard-Bikarbonat (A: 21,1 mmol/l; B: 22 mmol/l). Bei der Betrachtung der Laborparameter muß an die frühzeitige Intubation polytraumatisierter Patienten gleich welchen Kollektivs gedacht werden.

3.4.1.8 Sonographie

Insgesamt wurde bei 531 Patienten (90,6%) im Rahmen der Primärdiagnostik das Abdomen sonographiert. Bei 11 Patienten war zusätzlich ein Ultraschall anderer Körperregionen (Herz, Lunge, Auge) nötig. 33 Patienten (5,5%) wurden während der Primärversorgung nicht sonographiert: Es ließen sich für 96,1% der Patienten Angaben zur Durchführung einer Ultraschalluntersuchung während der Erstversorgung finden.

Von der Aufnahme bis zur Abdomen-Sonographie dauerte es im Median 0:15h (Min 0:01h, Max 5:14h im Falle vorgezogener Not-OPs). Es war für 270 Patienten (46,1%) möglich, die Dauer bis zum primären Ultraschall zu berechnen.

Vom thoraxverletzten Kollektiv wurden 91,9% (340 Patienten) abdominell sonographiert, weitere 7 Patienten benötigten Ultraschalluntersuchungen an anderen Körperregionen. Es dauerte im Median 0:15h bis zur Untersuchung (Min 0:01h, Max 4:45h wg. unmittelbarer Not-OPs). In knapp der Hälfte der Fälle (178 Patienten, 48,1%) war es möglich, diese Zeitspanne zu berechnen.

Im Vergleichskollektiv wurden 191 Personen (88,4%) abdomensonographiert. 4 Personen aus diesem Kollektiv benötigten anderweitige Ultraschalldiagnostik. Von Einlieferung bis zur Ultraschalluntersuchung dauerte es im Median 0:17h (Min 0:01h, Max 5:14h wg. Not-OP). Diese Zeiten konnten für 42,6% (92 Patienten) berechnet werden.

Abb.38 zeigt die Zeitspanne bis zur Abdominalsonographie, wobei die Patienten, die unmittelbar operiert werden mußten, nicht berücksichtigt wurden.

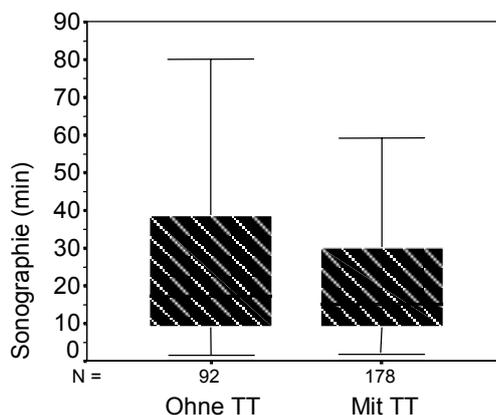


Abbildung 38: Latenz bis zur Abdominalsonographie

3.4.1.9 Röntgendiagnostik

Insgesamt wurden 523 Patienten (89,2%) im Rahmen der Primärdiagnostik geröntgt, 14 Patienten (2,4%) wurden nicht geröntgt, sondern verstarben noch im Schockraum oder wurden einer eiligen Notoperation unterzogen. In 49 Krankenakten (8,4%) gab es keine Angaben zu einer durchgeführten Röntgendiagnostik. Von Aufnahme bis zur Röntgendiagnostik betrug die Zeitspanne im Median 0:40h (Min 0:02h, Max 6:30h). Angaben zum Röntgenzeitpunkt waren in 40,4% der Fälle (237 Patienten) im Anästhesieprotokoll vermerkt. Patienten mit Thoraxtrauma wurden im Median nach 0:36h (Min 0:02h, Max 6:30h), Patienten ohne Thoraxtrauma nach 0:45h (Min 0:10h, Max 4:20h) geröntgt. Abb.39 zeigt die Latenz bis zur Röntgendiagnostik für beide Kollektive, wobei die Patienten, die unmittelbar einer Notoperation zugeführt wurden, nicht berücksichtigt wurden.

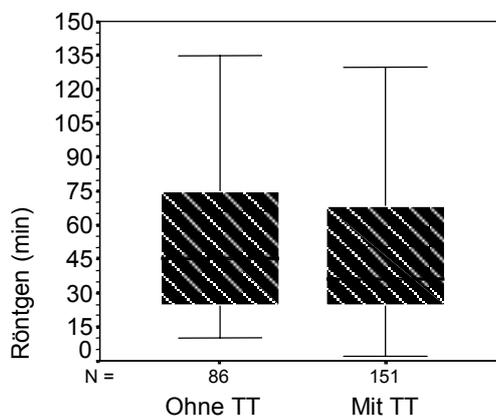


Abbildung 39: Latenz bis zur Röntgendiagnostik

Nach den Leitlinien der DGU [1] gehören zum Standardröntgen eines Schwerverletzten Aufnahmen der seitlichen Halswirbelsäule, des Kopfs und des Beckens sowie additiv des Thorax. Extremitäten und andere Körperregionen (z.B. Wirbelsäule) werden den Verdachtsdiagnosen gemäß, z.B. bei Fehlstellung, ebenfalls geröntgt. Zur besseren Übersicht über die geröntgten Gebiete dient Abb.40, der auch die unterschiedliche Häufigkeit der geröntgten Körperregionen im Vergleich der Kollektive miteinander zu entnehmen ist.

Patienten aus Kollektiv A wurden erwartungsgemäß häufiger am Thorax geröntgt (80,8%) als Patienten aus Kollektiv B (76,4%). Die anderen Körperregionen des Standardröntgens wurden bei beiden Kollektiven annähernd gleich oft geröntgt: Im Kollektiv A wurde der Kopf bei 60,5% der Patienten geröntgt, im Kollektiv B bei 61,1%. Wirbelsäulen- (A: 67,8% vs. B: 64,6%) und Beckenübersichtsaufnahmen (A: 68,6% vs. B: 66,2%) wurden im Kollektiv A mit Thoraxtrauma geringfügig häufiger durchgeführt. Insgesamt wurden 90,5% (335 Personen) des Kollektivs A und 87% (188 Personen) des Kollektivs B überhaupt initial geröntgt.

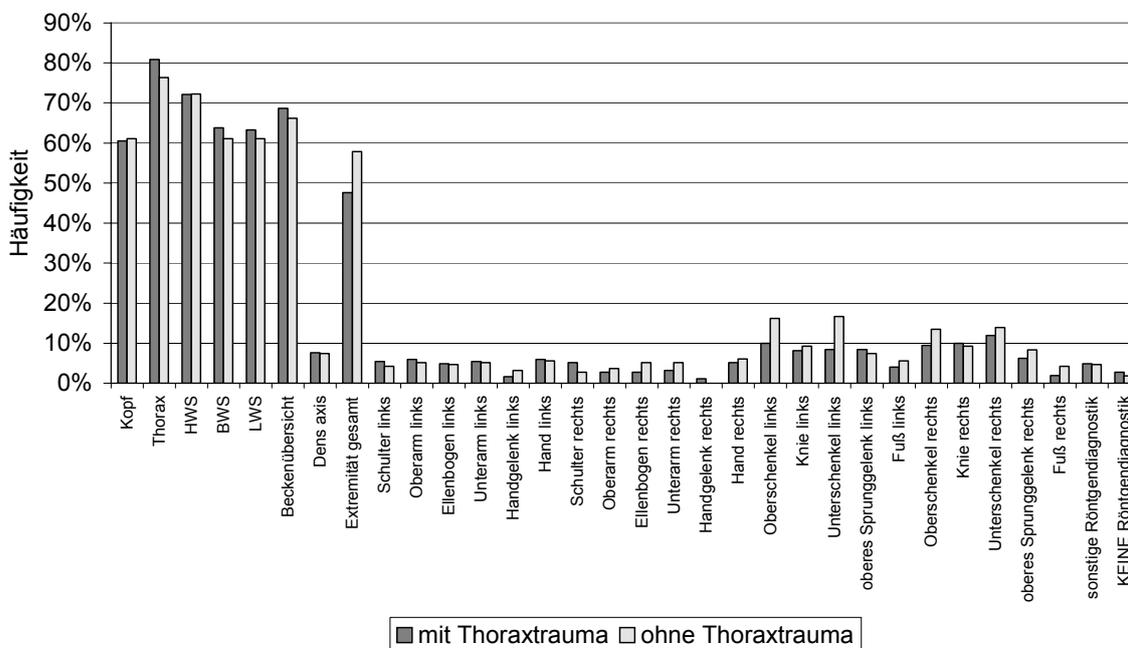


Abbildung 40: Röntgendiagnostik

3.4.1.10 Computer-Tomographie

Bis zur Durchführung einer Computertomographie (CT) dauerte es im Median 1:00h (Min 0:05 h, Max 9:35h). Diese Zeitspanne konnte für 302 Patienten (51,5%) berechnet werden. Bei Patienten mit Thoraxtrauma wurden im Median nach 1:00h (Min 0:05h, Max 9:35h), bei Patienten ohne Thoraxtrauma nach 0:58h (Min 0:10h, Max 7:14h) ein CT durchgeführt. Abb.41 zeigt die Zeitspanne bis zur CT-Diagnostik im Vergleich der Kollektive. Die Patienten, die unverzüglich operiert wurden, wurden nicht dargestellt.

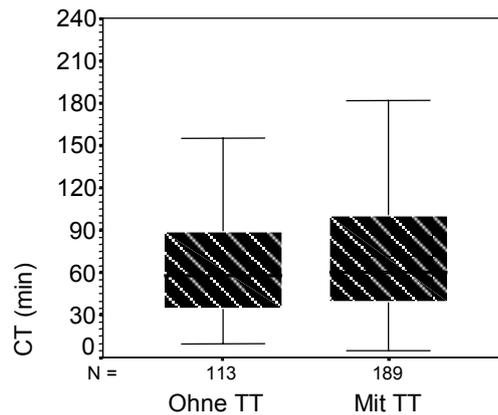


Abbildung 41: Latenz bis zur CT-Diagnostik

Insgesamt wurden 90,4% (530 Patienten) initial mittels CT untersucht. Mit Abstand am häufigsten wurde der Schädel tomographiert (490 Patienten, 83,6%). Es folgte der Thorax mit 30,2% (177 Patienten) und die Wirbelsäule mit 24,7% (145 Patienten) sowie das Abdomen mit 23,4% (137 Patienten).

Im Kollektiv mit Thoraxverletzung wurden 91%, im Vergleichskollektiv 89,8% der Patienten tomographiert. Um 2,5 Prozentpunkte häufiger wurde bei Schwerverletzten ohne Thoraxtrauma (85,2%, 184 Patienten) eine cranielle CT durchgeführt als im Kollektiv mit Thoraxtrauma (82,7%, 306 Patienten). Im letzteren Kollektiv wurde der Thorax in 41,9% (155 Personen) aller Fälle computertomographiert. Auch im Kollektiv ohne Brustkorbverletzung wurde in 10,2% (22 Personen) eine solche Diagnostik durchgeführt. Abdomen (28,6%) und Wirbelsäule (28,4%) wurden im Kollektiv A nahezu gleich häufig mit der CT untersucht. Im Kollektiv B wurde die Wirbelsäule häufiger (18,5%) als das Abdomen (14,4%) tomographiert. Insgesamt ist ersichtlich, daß das Kollektiv ohne Thoraxtrauma nicht nur weniger thorax-, sondern an jeder anderen Körperregion ebenfalls seltener tomographiert wurde. In Kollektiv A wurden weiterhin 9,2% (34 Patienten) und in Kollektiv B 10,2% (22 Patienten) gar nicht mittels CT untersucht. Zu beachten ist, daß hier allein die Computertomographien im Rahmen der Primärdiagnostik erhoben wurden. Ein Patient aus Kollektiv A wurde während seines weiteren stationären Aufenthalts mehrfach thorakal verlaufstomographiert.

Abb.42 sind die Unterschiede bezüglich der computertomographischen Diagnostik im Vergleich der beiden Kollektive zu entnehmen. Die Prozentangaben beziehen sich hier auf die jeweiligen Kollektive.

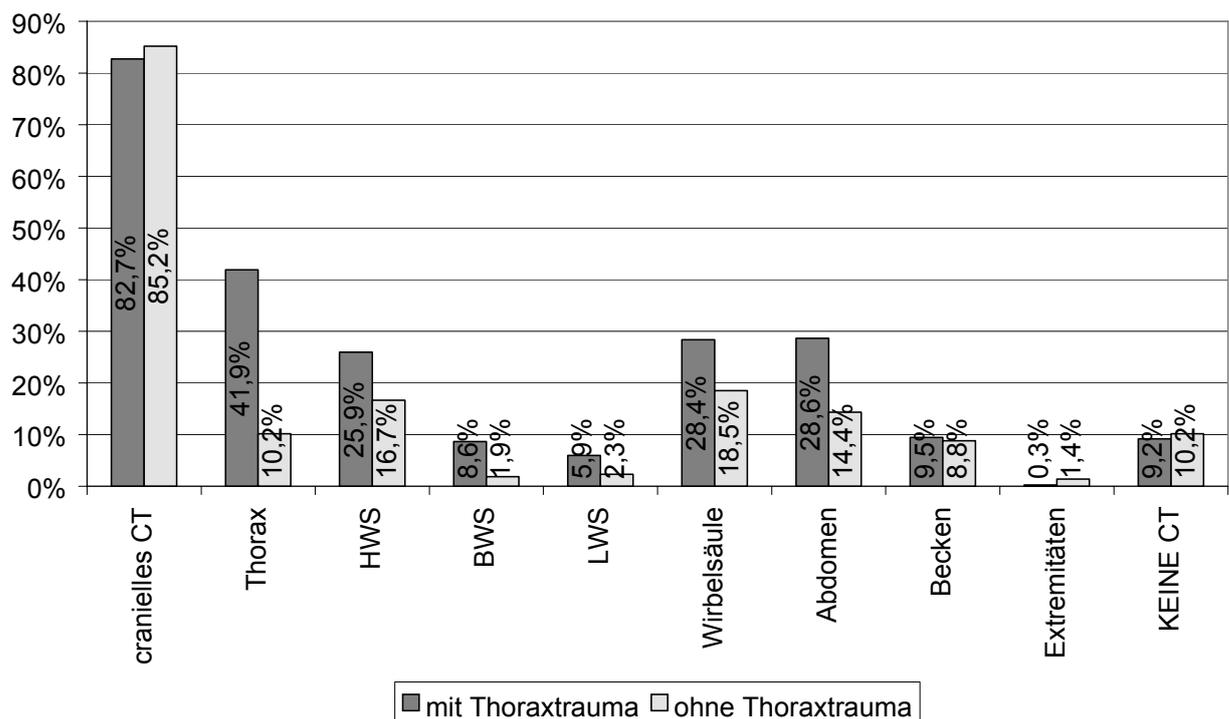


Abbildung 42: Relative Häufigkeit der CT-Diagnostik

Es interessierte, ob die CT-Frequenz über die Jahre zugenommen hat, insbesondere ob sich nach Neuinstallation eines weiteren CT-Gerätes im Jahr 2000 und die hierdurch zunehmend schnellere Verfügbarkeit dieser Diagnostikmethode an der Häufigkeit durchgeführter Computertomographien etwas geändert hat. Vor 1998 wurden im Rahmen der Primärdiagnostik im Mittel 1,6 Computertomographien pro schwerverletztem Patient vorgenommen, zwischen 1998 und 2001 erhöhte sich die Anzahl auf 3,05 pro Patient.

3.4.2 Primäre und sekundäre operative Versorgung

Es wurde die Häufigkeit von Primäroperationen und die Dauer von Klinikaufnahme bis zur Schnittzeit untersucht. Ferner interessierte die Häufigkeit der Sekundäroperationen und für Extremitäten, Wirbelsäule und Becken die Durchführung von primär stabilisierenden bzw. primär definitiven Versorgungen.

Mindestens einmal operiert wurden 474 Patienten (80,9%) des Gesamtpatientengutes. Daraus ergeben sich 112 Patienten (19,1%), die überhaupt nicht operiert wurden. Diese Patienten wurden zum Teil konservativ behandelt, zum Teil verstarben sie vor der Möglichkeit einer operativen Maßnahme.

Von Kollektiv A wurden 78,1% (289 Patienten) während ihres stationären Aufenthaltes operiert, von Kollektiv B waren es 85,6% (185 Patienten).

3.4.2.1 Primäroperation

Unter einer Primäroperation versteht man gemäß den Richtlinien der DGU [1] operative Eingriffe innerhalb der ersten 24 Stunden nach Einlieferung eines Schwerverletzten.

Vom Gesamtkollektiv wurden 379 Patienten (64,7%) innerhalb der ersten 24 Stunden operativ versorgt. Ein gutes Drittel des Gesamtpatientengutes (35,3%, 207 Patienten) wurde demnach nicht primär operiert, sondern entweder konservativ therapiert, zu einem späteren Zeitpunkt operiert oder verstarb vor jeglicher operativen Therapie.

Von den Schwerverletzten mit Thoraxtrauma wurden 63,2% (234 Patienten) innerhalb der ersten 24 Stunden operativ versorgt, daraus ergeben sich 136 Patienten (36,8%), die ohne Primäroperation direkt auf die Intensivstation verlegt wurden oder noch im Schockraum verstarben. Von Kollektiv B wurden 145 Patienten (67,1%) primär operiert, 32,9% bzw. 71 Patienten benötigten keine Operation innerhalb der ersten 24 Stunden oder verstarben vorher. In dieser Untersuchung wurden demzufolge Polytraumapatienten mit thorakaler Beteiligung seltener primäroperiert, allerdings ließ sich hierfür keine Signifikanz berechnen.

Tab.22 soll einen Überblick über die Häufigkeit von Primäroperationen, die verstrichene Zeit bis zum Schnitt und die Dauer einer Primäroperation für alle drei Kollektive geben.

Kollektiv	Gesamte Operationen	Primär-OP	Dauer bis Primär-OP (median)	Dauer der Primär-OP (median)
Gesamtkoll.	80,9%	64,7%	3:10h	2:00h
Kollektiv A	78,1%	63,2%	3:15h	2:00h
Kollektiv B	85,6%	67,1%	3:05h	2:00h

Tabelle 22: Häufigkeit, Dauer bis zur und Dauer der Primäroperation

Bis zur primären operativen Versorgung dauerte es im Median 3:10h (Min 0:30h, Max 12:40h). Diese Zeitspanne konnte für 307 der 379 primär operierten Patienten (81,0%) berechnet werden. Das Kollektiv A wurde im Median nach 3:15h primär operiert (Min 0:30h, Max 9:25h), bei Kollektiv B erfolgte die Primäroperation im Median nach 3:05h (Min 0:35h, Max 12:40h). Die Dauer bis zur Primäroperation konnte für die Vergleichskollektive in 82,1% (A) bzw. 79,3% (B) berechnet werden. Für diese Zeitspanne von Aufnahme bis zur Schnittzeit der Primäroperation konnte keine signifikante Korrelation zum Thoraxtrauma hergestellt werden, die Dauer bis zur Primär-OP ist demnach unabhängig vom Vorhandensein einer thorakalen Verletzung.

Abb.43 stellt die Dauer bis zur Primäroperation graphisch dar. Sechs Patienten, bei denen die Versorgung bis zur Primäroperation länger als acht Stunden dauerte, wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Graphik nicht berücksichtigt.

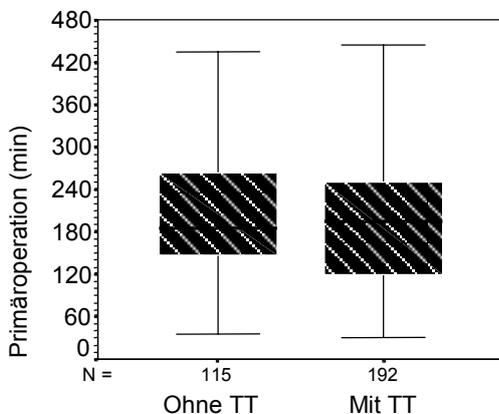


Abbildung 43: Latenz bis zur Primäroperation im Vergleich der beiden Kollektive

Abb.44 zeigt, daß sich die Versorgung bis zur Primär-OP im Verlauf des Erhebungszeitraums zeitlich nicht verändert hat. Es wird demnach im Rahmen der Erstversorgung nicht zügiger oder verzögerter operiert. Diagnostik, Dokumentation und lebensrettende Maßnahmen beanspruchten die konstante Zeit von rund 3 Stunden.

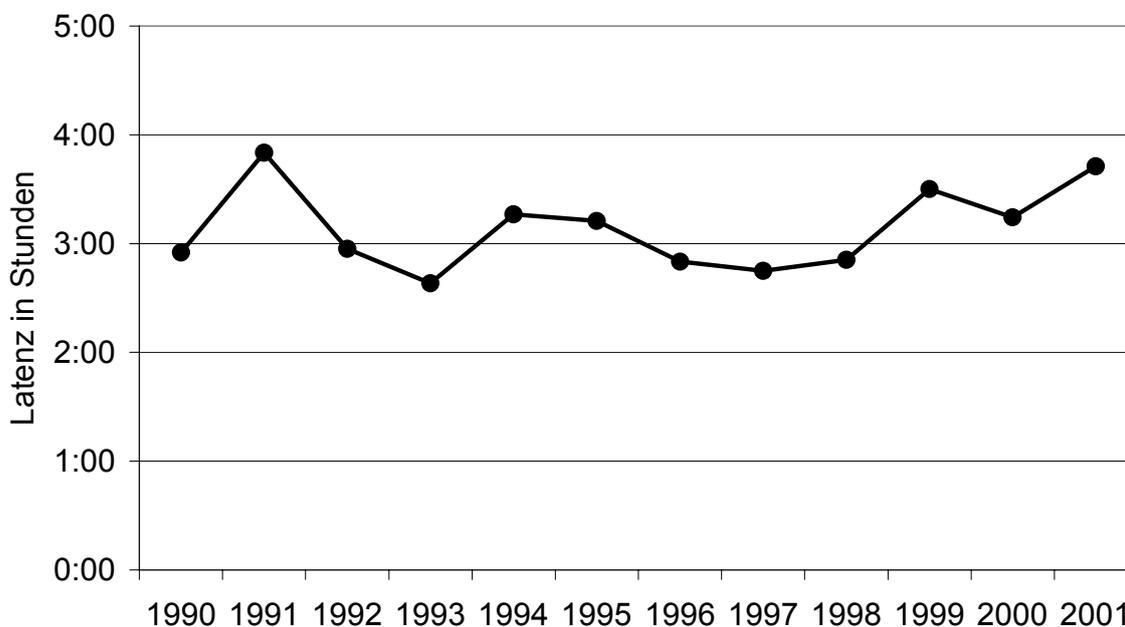


Abbildung 44: Latenz bis zur Primäroperation im Verlauf des Erhebungszeitraums

Eine Primäroperation dauerte von Schnittzeit bis Nahtzeit im Median 2:00h (Min 0:24h, Max 11:00h). Diese Dauer konnte für 298 Patienten (78%) der primär operierten Polytraumen berechnet werden. Die Dauer der Primäroperation war für die Vergleichskollektive mit im Median 2:00h gleich lang (A: Min 0:24h, Max 11:00; B: Min 0:35h, Max 9:45). Die Schnitt-Nahtzeit konnte für 79,9% des Kollektivs A und für 76,6% des Kollektivs B berechnet werden. Genau wie für die Dauer der Erstversorgung bis zur Primär-OP konnte auch für die Dauer der Primäroperation bezüglich des Vorhandenseins eines Thoraxtraumas keine Signifikanz dargestellt werden. Thoraxtraumatisierte Patienten wurden folglich weder länger noch kürzer primäroperiert. Abb.45 zeigt die Dauer der Primäroperation für beide Kollektive.

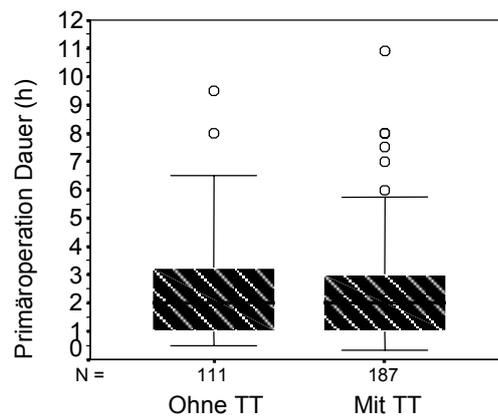


Abbildung 45: Dauer der Primäroperation

Der Anteil Primäroperierter gleich welchen Kollektivs nahm über die Jahre gesehen nicht zu, es ließ sich kein Trend zu einem forcierten primäroperativen Vorgehen feststellen. In Abb.46 ist die relative Häufigkeit der Primäroperierten pro Jahr im Erhebungszeitraum zu sehen.

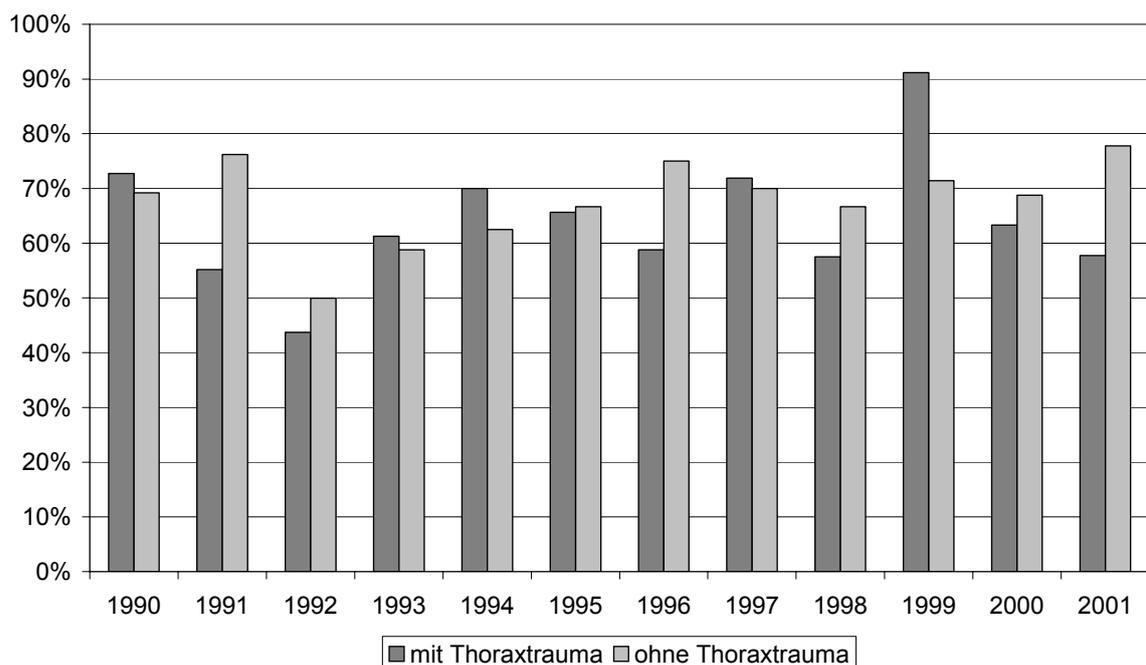


Abbildung 46: Relative Häufigkeit der Durchführung einer Primäroperation pro Jahr

3.4.2.2 Sekundäroperation

Nach den Richtlinien der DGU [1] gilt jede Operation eines polytraumatisierten Patienten nach den ersten 24 Stunden als Sekundäroperation. Definitionsgemäß handelt es sich bei einer Sekundäroperation nicht mehr um eine Maßnahme im Rahmen der Erstversorgung und müsste demnach unter dem Punkt stationäre Versorgung behandelt werden. Der besseren Übersicht halber sollen aber alle operativen Maßnahmen an dieser Stelle besprochen werden.

Unabhängig davon, ob im Rahmen der Erstversorgung schon eine Primäroperation stattfand, wurden 325 Patienten (55,5%) des Gesamtkollektivs nach den ersten 24 Stunden operiert. Daraus ergeben sich 261 Patienten (44,5%), die nicht sekundär, sondern entweder ausschließlich primär oder gar nicht operativ therapiert wurden. Der größte Teil (167 Patienten, 28,5%) des Gesamtkollektivs wurde nur einmal sekundär operiert. Insgesamt 85 Patienten (14,5%) wurden zweimal sekundär operiert, 39 Patienten (6,7%) dreimal, 9 Patienten (1,5%) viermal. Die prozentuale Verteilung von Patienten mit dieser nicht kumulativen Anzahl von Sekundäroperationen ist Abb.47 zu entnehmen. Zudem ist der höhere Anteil insgesamt stattgefundener Sekundäroperationen im Kollektiv B im Vergleich zu Kollektiv A zu sehen. Die Ausnahme bildete ein Patient aus dem Kollektiv mit Thoraxtrauma, der während seines stationären Verlaufs 45 mal sekundär operiert werden mußte.

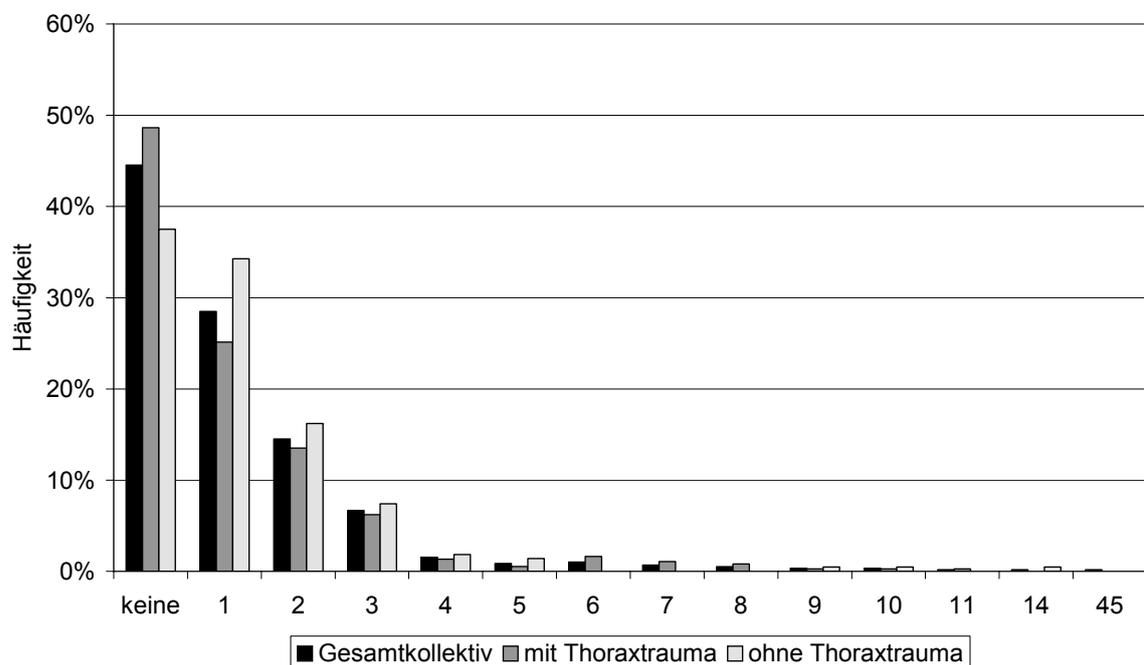


Abbildung 47: Verteilung der Anzahl der Sekundäroperationen (nicht kumulativ)

Abb.48 zeigt die kumulativen Werte, da Patienten, die z.B. dreifach operiert wurden, ebenfalls zweifach und einfach operiert wurden.

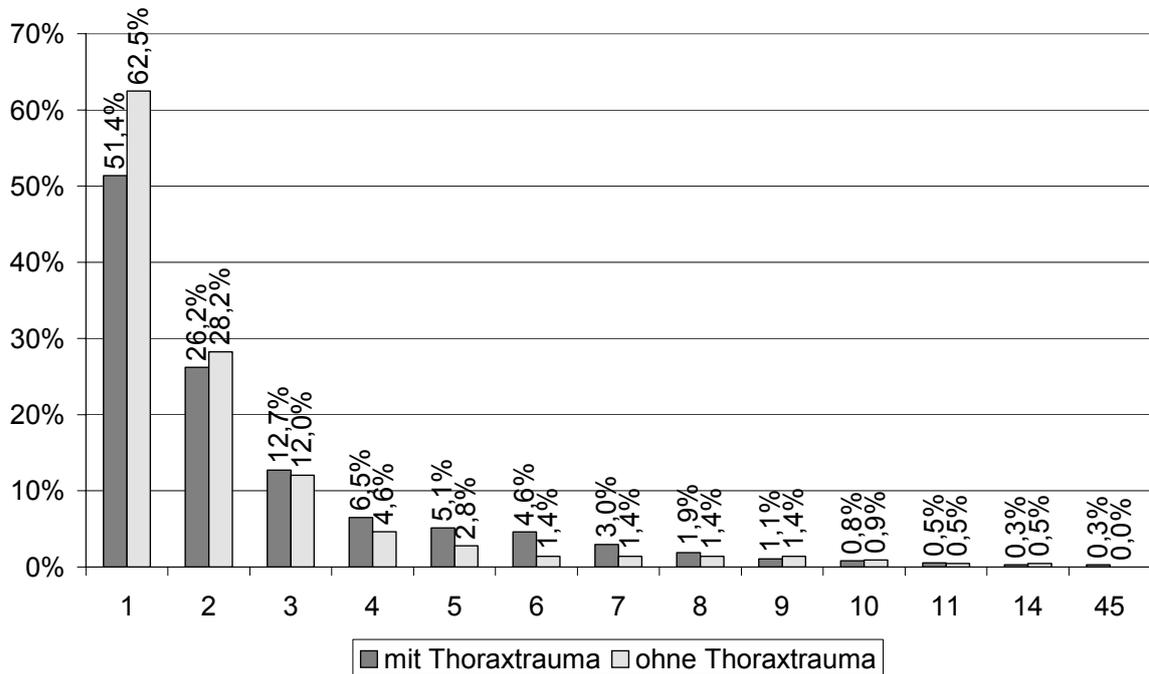


Abbildung 48: Verteilung der Anzahl der Sekundäroperationen (kumulativ)

Vom Kollektiv mit Thoraxtrauma wurde gut die Hälfte (51,4%, 190 Patienten) einmal oder mehrfach sekundär operiert, d.h. nur während der Erstversorgung oder überhaupt nicht operiert wurden 180 Patienten (48,6%). Vom Kollektiv ohne Thoraxtrauma wurden 62,5% bzw. 135 Patienten sekundär operiert, 81 Patienten bzw. 37,5% wurden gar nicht oder nicht mehr nach den ersten 24 Stunden operativ versorgt. Nach dem χ^2 -Test ist es als hochsignifikant ($\alpha < 0,01$) anzusehen, daß weniger Patienten mit Thoraxtrauma sekundär operiert wurden. Für beide Kollektive gilt: sie wurden am häufigsten einmal und in abfallender Reihenfolge mehrfach sekundär operiert. Ein sekundär operierter Patient aus Kollektiv A wurde dabei mit im Mittel 2,4 Sekundär-OPs häufiger operiert als ein Vergleichspatient mit im Mittel 1,9 Sekundär-OPs.

Zusammenfassend läßt sich demnach sagen: Es werden weniger Polytraumapatienten mit Thoraxverletzung sekundär operiert. Solche Patienten aus dem thoraxverletzten Kollektiv, bei denen allerdings Sekundäroperationen notwendig waren, wurden jedoch verglichen mit Kollektiv B deutlich häufiger nach den ersten 24 Stunden operiert.

Die Dauer von Einlieferung bis zur Sekundäroperation betrug im Gesamtkollektiv für die erste Sekundäroperation im Median 7 Tage, bis zur zweiten 13 Tage und bis zur dritten 20 Tage. Die Dauer bis zu weiteren Sekundäroperationen und weitere Werte bezüglich Streuung und Spannweite sind Abb.49 zu entnehmen. Man erkennt eine kontinuierliche Zunahme der Dauer bis zur jeweiligen Operation mit einer Ausnahme bei der vierten Sekundäroperation. Die Minimalwerte

nehmen ebenfalls kontinuierlich zu, die Maximalwerte nehmen von der zweiten bis zur zehnten Sekundäroperation ab mit zwei Einbrüchen bei der vierten und siebten Sekundäroperation.

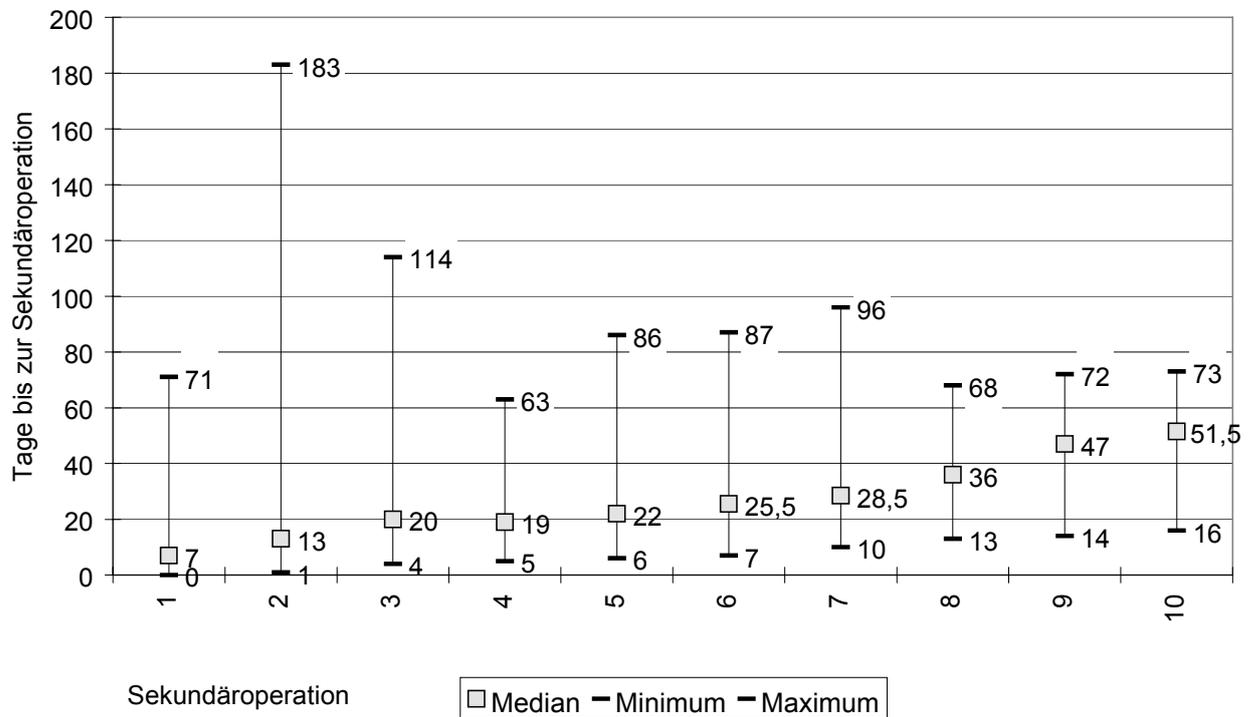


Abbildung 49: Latenz bis zur n -ten Sekundäroperation

Ein Patient mit Thoraxtrauma wurde im Median nach 6 Tagen das erste mal sekundär operiert, nach 13 Tagen das zweite mal und nach 16 Tagen das dritte mal. Patienten aus dem Kollektiv ohne Brustkorbeteiligung wurden nach 7 Tagen das erste mal, nach 13,5 Tagen das zweite mal und nach 23 Tagen das dritte mal sekundär operiert. Die Dauer bis zu weiteren Sekundäroperationen sind Abb.50 zu entnehmen. Aufgeführt sind die Tage bis zur jeweiligen Sekundäroperation. Schwankungen vor allem bei den thoraxunverletzten Patienten kommen durch geringe Fallzahlen zustande.

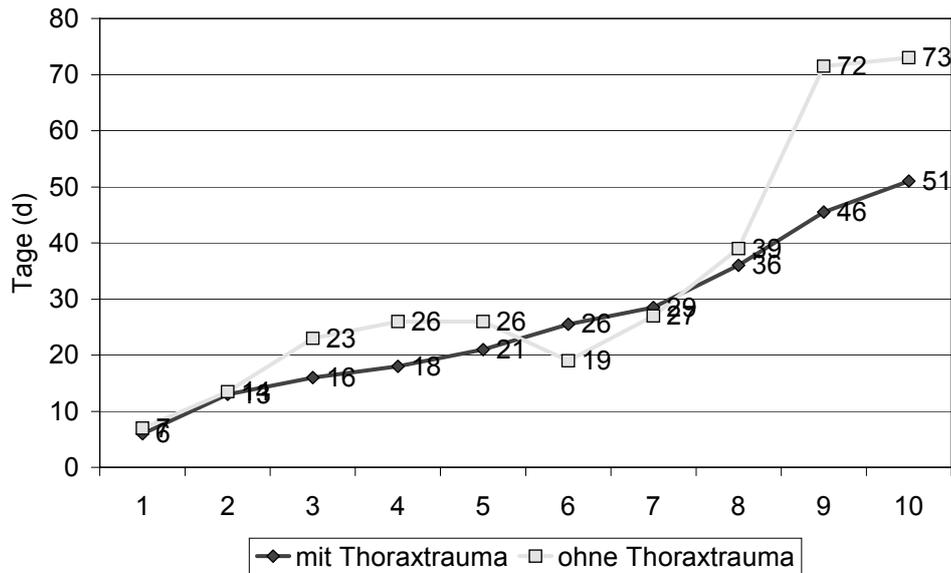


Abbildung 50: Mediane Latenz bis zur n -ten Sekundäroperation nach Kollektiv

3.4.2.3 Operationsgebiete

Es wurde die Häufigkeit der operativ versorgten Körperregionen ermittelt, unabhängig davon, ob es sich um Primär- oder Sekundäroperationen handelt.

Insgesamt wurden die Extremitäten am häufigsten operiert: 245 Patienten (41,8%) des Gesamtkollektivs wurden während ihres stationären Aufenthalts an oberer oder unterer Extremität operiert. Am zweithäufigsten wurde der Schädel trepaniert und Hirndrucksonden (ICP-Sonden) eingebracht. Im UKE wird dies von der Abteilung für Neurochirurgie durchgeführt. 142 Patienten (24,2%) benötigten meist im Rahmen der Erstversorgung eine Sonde zur intracraniellen Druckmessung oder auch eine Trepanation zur Entlastung. Bei 115 Patienten (19,6%) kam es im Laufe ihres Aufenthalts zur Laparotomie, 77 Patienten (13,1%) wurden - meist sekundär - durch die Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie versorgt. Bei 54 Patienten (9,2%) war eine Wirbelsäulenoperation nötig, 49 Patienten (8,4%) wurden am Becken und 29 Patienten (4,9%) am Thorax operiert.

Sowohl Kollektiv A als auch Kollektiv B wurde am häufigsten an den Extremitäten operiert (128 Patienten, 34,6% bzw. 117 Patienten, 54,2%). An zweiter Stelle lagen für Kollektiv A bei Vorhandensein abdomineller Begleitverletzungen die Laparotomien (91 Patienten, 24,6%). Im Vergleichskollektiv lagen an zweiter Stelle die ICP-Sonden zum Hirndruckmonitoring (61 Patienten, 28,2%), die sich mit 21,9% (81 Patienten) im Kollektiv A an dritter Stelle der Operationshäufigkeit befanden. Die dritthäufigste Operation für Kollektiv B waren Versorgungen durch die Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (37 Patienten, 17,1%). Diese lagen für das thoraxtraumatisierte Kollektiv mit 10,8% (40 Patienten) an vierter Stelle. Im Kollektiv ohne Thoraxverletzungen wurde am vierthäufigsten eine Laparotomie durchgeführt (24 Patienten, 11,1%). Der Unterschied zwischen Kollektiv A und B hinsichtlich einer Laparotomie ist statistisch signifikant (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R = 0,089$, $\alpha < 0,05$). Vom Kollektiv mit Thoraxverletzung wurden 9,2% (34 Patienten) an der Wirbelsäule, 7,8% (29 Patienten) am Thorax und 7,6% (28 Patienten) am

Becken operativ versorgt. Im Kollektiv B ohne Thoraxtrauma benötigen 9,7% (21 Patienten) Operationen am Becken, 9,3% (20 Patienten) an der Wirbelsäule und keiner eine Operation im Thoraxbereich.

Abb.51 gibt einen Überblick über die prozentuale Verteilung der verschiedenen Operationsgebiete der Vergleichskollektive (Primär- und Sekundäroperationen).

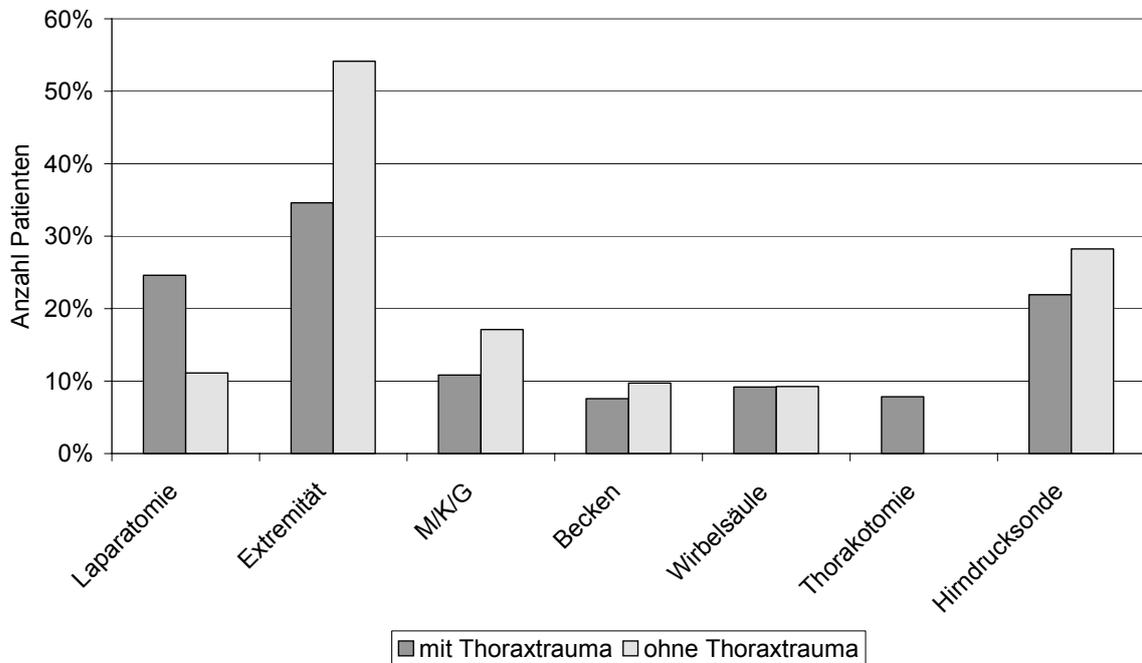


Abbildung 51: Operationsgebiete

3.4.2.4 Thorakotomien

Bei 370 thoraxtraumatisierten Patienten wurden 29 Thorakotomien (7,8%) nötig. 65,5% (n=19) wurden im Rahmen der Primärversorgung durchgeführt, 34,5% (n=10) wurden später als 24h nach Trauma vorgenommen. Die thorakotomierten Patienten hatten jeweils multiple Brustkorbverletzungen. Über die Verteilung der einzelnen Verletzungsarten gibt Tab.23 Auskunft.

Art der Thoraxverletzung	Anzahl Patienten mit Primärer Thorakotomie	Anzahl Patienten mit Sekundärer Thorakotomie
Rippenfraktur	1	1
Rippenserienfraktur	10	4
Pneumothorax	1	-
Spannungspneumothorax	2	-
Hämatothorax	5	4
Hämatopneumothorax	5	5
Lungenkontusion	3	6
Lungenlazeration	7	-
Aortenruptur	2	-
Ruptur V.Cava & V.Subclavia	1	-
Bronchusruptur	1	-
Contusio cordis	1	1
Herzbeutelzerreiung	2	-
Zwerchfellruptur	2	1
Instabiler Thorax	2	-
Gesamt	19 (65,5%)	10 (34.5%)

Tabelle 23: Art der Thoraxverletzung bei prim. und sek. Thorakotomie

3.4.2.5 Verfahrenswechsel bei Extremitätenverletzungen

Für Patienten mit Extremitätenverletzungen wurde die Art der Operationsmethode und deren Häufigkeit untersucht. Dabei wurde in folgende Methodik unterteilt:

- Primär stabilisierendes Verfahren (Fixateur externe)
- Primär definitive osteosynthetische Versorgung (Plattenosteosynthese, Marknagelosteosynthese und weitere)
- Sekundär definitive osteosynthetische Versorgung (Plattenosteosynthese, Marknagelosteosynthese und weitere; später als 24h nach Aufnahme)
- Verfahrenswechsel (zunächst primär stabilisierende, im Verlauf definitive osteosynthetische Behandlung)

Im Gesamtkollektiv waren 409 Patienten (69,8%) an oberer und/oder unterer Extremität verletzt, im Kollektiv A waren es 233 Patienten (63%) und im Kollektiv B 176 Patienten (81,5%). Von den gesamten 409 Patienten wurden 243 (59,4%) operativ therapiert, davon sind 134 Personen Schwerverletzte mit (57,5%) und 109 Personen Schwerverletzte ohne Thoraxtrauma (61,9%).

Die Extremitätenverletzungen eines polytraumatisierten Patienten wurden im Gesamtpatientengut mit 32,9% (80 Patienten) zum größten Teil sekundär mittels definitiver Osteosynthese versorgt. 24,3% (59 Patienten) wurden zunächst mittels Fixateur externe stabilisiert und später definitiv osteosynthetisch versorgt. Bei 22,6% (55 Patienten) wurde direkt im Rahmen der Erstversorgung eine primär definitive Osteosynthese durchgeführt. 49 Patienten (20,2%) wurden im Fixateur externe ausbehandelt.

Im Vergleich zu Patienten ohne Brustkorbverletzung wurden Patienten mit Thoraxtrauma seltener ausschließlich mittels Fixateur externe stabilisiert als (A: 18,7%, 25 Patienten vs. B: 22%, 24 Patienten). Bei diesen Patienten aus Kollektiv A wurde häufiger nach primärer Stabilisierung zu einem späteren Zeitpunkt auf eine definitive Versorgung gewechselt (A: 26,9%, 36 Patienten vs. B: 21,1%, 23 Patienten). Die primäre und die sekundäre definitive Versorgung unterschied sich zwischen den beiden Vergleichskollektiven nicht wesentlich. Tab.24 gibt einen Überblick über die Verteilung der Operationsmethodik im Extremitätenbereich.

Kollektiv	Stabilisierung	Prim. Osteosynthese	Sek. Osteosynthese	Verfahrenswechsel
Gesamtkoll.	20,2%	22,6%	32,9%	24,3%
Kollektiv A	18,7%	22,4%	32,1%	26,9%
Kollektiv B	22,0%	22,9%	33,9%	21,1%

Tabelle 24: Operationsverfahren bei Extremitätenverletzungen

3.4.3 Stationäre Versorgung

Hierunter fällt die intensivmedizinische Behandlung, die Dauer der Beatmung, die Durchführung von Tracheotomien bei Langzeitbeatmung, die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation, die gesamte Aufenthaltsdauer, eventuell aufgetretene Komplikationen sowie die Letalitätsrate mit Todesursachen und der Überlebenszeit.

3.4.3.1 Intensivmedizinische Versorgung

In 82,8% der Krankenakten waren Angaben zum Zeitpunkt der Aufnahme auf die Intensivstation dokumentiert.

Von der Einlieferung in die Notaufnahme bis zur Verlegung auf die Intensivstation dauerte es unter Einschluß der primäroperierten Patienten im Median 4:40h (Min 0:25h, Max 21:30h). Ein thoraxverletzter Patient brauchte bis zur Verlegung auf die Intensivstation im Median 4:37h (Min 0:25h, Max 21:30h), ein Patient aus dem Vergleichskollektiv 5:15h (Min 0:55h, Max 18:20h). Wird die Dauer bis zur Intensivaufnahme allein für nicht primäroperierte Patienten berechnet, die nach

der Diagnostik direkt intensivmedizinisch betreut wurden, ergab sich ein Median von 3:00h fürs Gesamtkollektiv (Min 0:25h, Max 11:20h), von 3:05h für Kollektiv A (Min 0:25h, Max 11:20h) und von 2:50h für Kollektiv B (Min 0:55h, Max 8:30h). Abb.52 ist die Dauer bis zur Verlegung auf die Intensivstation zu entnehmen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die drei Patienten, bei denen die Primärversorgungszeit über 16 Stunden betrug, nicht berücksichtigt.

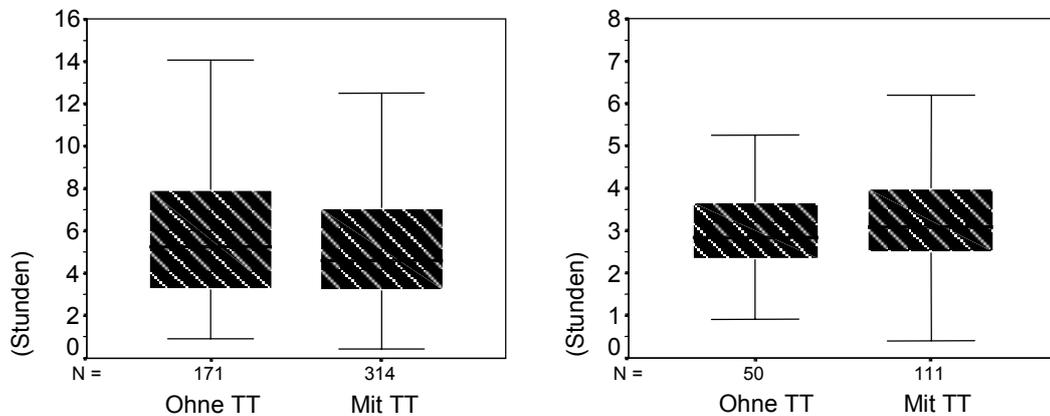


Abbildung 52: Latenz bis zur Verlegung auf eine Intensivstation (links mit Primäroperierten, rechts unter Ausschluss Primäroperierter)

Ein polytraumatisierter Patient lag im Median 7 Tage auf der Intensivstation (Min 0 Tage, Max 186 Tage). Diese Aufenthaltsdauer konnte für nahezu alle Patienten (99,5%) berechnet werden.

Ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter verblieb im Median 9 Tage auf der Intensivstation (Min 0 Tage, Max 186 Tage), ein Patient aus Kollektiv B halb so lange (Median 4,5 Tage, Min 0 Tage, Max 143 Tage).

Da die verstorbenen Patienten die durchschnittliche Liegezeit der überlebenden Polytraumen in der Auswertung deutlich verkürzen, wurde die Intensivaufenthaltsdauer zusätzlich allein für die Überlebenden berechnet. Für das Gesamtkollektiv betrug sie hiernach im Median 9 Tage (Min 0 Tage, Max 186 Tage), für Kollektiv A 13 Tage (Min 0 Tage, Max 186 Tage) und für das Kollektiv B 6 Tage (Min 0 Tage, Max 59 Tage).

Abb.53 zeigt die Intensivaufenthaltsdauer, wobei aus Gründen der besseren Darstellbarkeit auf sieben Patienten mit einer Aufenthaltsdauer von deutlich mehr als 90 Tagen verzichtet wurde.

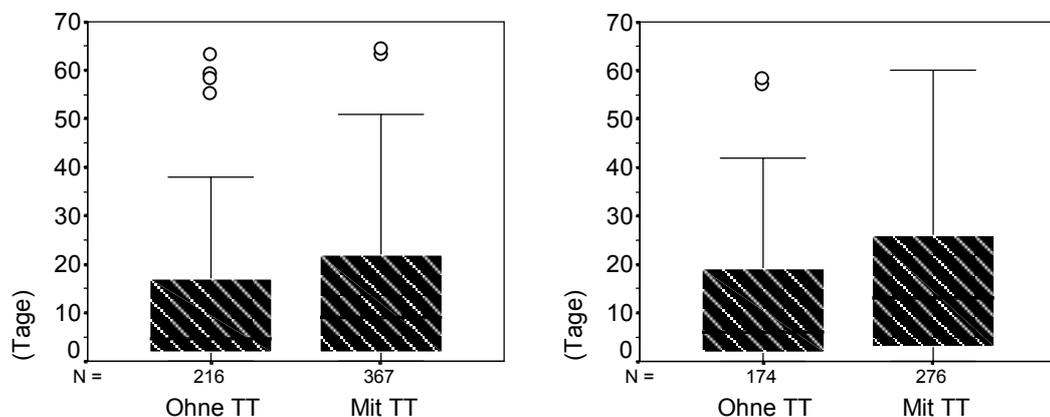


Abbildung 53: Intensivaufenthaltsdauer (links unter Einschluß, rechts unter Ausschluss Verstorbener)

Die längere Liegezeit auf der Intensivstation korreliert hochsignifikant mit dem Vorhandensein eines Thoraxtraumas (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R= 0,114$, $\alpha<0,01$). Ferner korreliert die Intensivaufenthaltsdauer insgesamt für alle Patienten betrachtet hochsignifikant mit dem Grad der Verletzungsschwere nach ISS (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R= 0,247$, $\alpha<0,01$) und PTS (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R= 0,239$, $\alpha<0,01$). Schwerer verletzte Patienten bedürfen dementsprechend einer längeren intensivmedizinischen Behandlung.

Während des intensivstationären Aufenthalts wurde ein polytraumatisierter Patient im Median 5 Tage beatmet (Min 0 Tage, Max 186 Tage). Diese Dauer konnte für 98,8% der gesamten Patienten ermittelt werden. Analog zur Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation müssen auch hier die verstorbenen Patienten heraus gerechnet werden, um die genaue Beatmungsdauer eines überlebenden Polytraumatisierten zu erhalten. Unter Ausschluß der Verstorbenen betrug die Beatmungsdauer dann im Median 6 Tage (Min 0 Tage, Max 186 Tage). Es existiert eine hochsignifikante Korrelation von der Höhe der Verletzungsschwere nach ISS zur Dauer der Beatmung (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R= 0,294$, $\alpha<0,01$). Ebenso hochsignifikant ist die Korrelation von PTS-Höhe zur Beatmungsdauer (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R= 0,277$, $\alpha<0,01$). Die Korrelation von Beatmungsdauer zum Vorhandensein einer Thoraxverletzung ist ebenfalls hochsignifikant (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R= 0,108$, $\alpha<0,01$), es muß davon ausgegangen werden, daß ein Polytraumapatient mit thorakaler Beteiligung wesentlich länger beatmungspflichtig ist als ein Schwerverletzter ohne eine solche Verletzung. Ein Patient mit Thoraxtrauma wurde im Median 6 Tage (Min 0 Tage, Max 186 Tage) beatmet, ein Patient ohne Thoraxtrauma halb so lange (Median 3 Tage, Min 0 Tage, Max 135 Tage). Ausschließlich für die überlebenden Polytraumapatienten ergab sich eine Beatmungsdauer von im Median 8 Tagen für Kollektiv A (Min 0 Tage, Max 186 Tage) bzw. 3 Tagen für das Vergleichskollektiv (Min 0 Tage, Max 52 Tage).

Abb.54 zeigt die Beatmungsdauer. Länger als 60 Tage beatmete Patienten wurden aus graphischen Gründen nicht dargestellt.

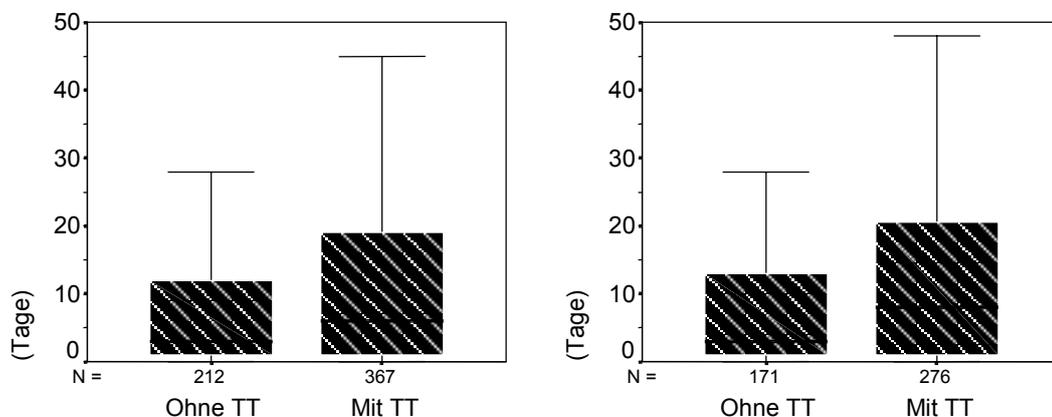


Abbildung 54: Beatmungsdauer
(links unter Einschluß, rechts unter Ausschluß Verstorbener)

In 479 Fällen (81,7%) ließen sich Angaben zur Durchführung einer Tracheotomie bei Langzeitbeatmung finden. Demnach wurden 122 dieser 479 Patienten (25,5%) tracheotomiert, 357 Patienten (74,5%) benötigten entweder keine solche Maßnahme oder sie wurde aus anderen Gründen nicht durchgeführt.

Aus Kollektiv A wurden 89 Patienten (24,1%) tracheotomiert, im Kollektiv B wurde bei 33 Patienten (15,3%) eine Tracheotomie notwendig. Tab.25 stellt die Häufigkeit von Tracheotomien für die verschiedenen Kollektive dar und gibt Auskunft, nach wie vielen Beatmungstagen im Median eine solche durchgeführt wurde.

Kollektiv	Tracheotomien	Beatmungstag (Median)
Gesamtkollektiv	25,5%	10
Kollektiv A	24,1%	10
Kollektiv B	15,3%	11

Tabelle 25: Tracheotomien

Bis zur Durchführung einer Tracheotomie dauerte es im Median 10 Tage (Min 0 Tage, Max 33 Tage). Diese Zeitspanne konnte für 84,4% der tracheotomierten Polytraumen errechnet werden.

Bis ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter tracheotomiert wurde, vergingen im Median 10 Tage (Min 0 Tage, Max 33 Tage). Ein Patient ohne Thoraxverletzung wurde nach im Median 11 Tagen (Min 1 Tag, Max 25 Tage) mit einer Trachealkanüle versorgt (siehe Abb.55).

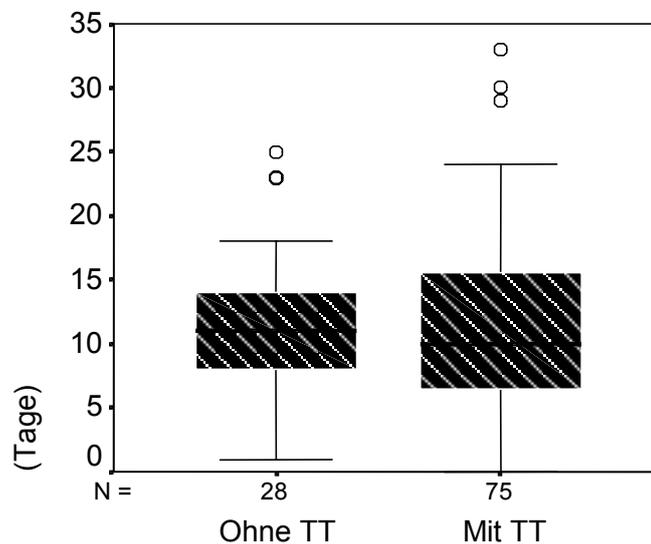


Abbildung 55: Latenz bis zur Tracheotomie

3.4.3.2 Gesamtaufenthaltsdauer

Die Gesamtaufenthaltsdauer (length of stay, LOS) eines polytraumatisierten Patienten betrug im Median 27 Tage (Min 1 Tag, Max 259 Tage). Diese LOS konnte für alle Patienten ermittelt werden. Um die Liegezeit eines nicht verstorbenen Schwerverletzten zu erhalten, wurde die Dauer auch hier noch einmal ausschließlich für die überlebenden Polytraumen berechnet. Sie betrug dann im Median 32 Tage für das Gesamtkollektiv (Min 2 Tage, Max 259 Tage). Die Dauer der stationären Behandlung korreliert signifikant mit dem ISS (Korrelationskoeffizient nach Spearman $R = -0,089$, $\alpha < 0,05$) im Sinne einer längeren Aufenthaltsdauer bei niedrigerem ISS-Wert. Dieser zunächst widersprüchlich erscheinende Zusammenhang läßt sich durch die höhere Letalität der schwerer verletzten Patienten erklären: Für Patienten mit größerer Verletzungsschwere besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit zu versterben, wodurch sich die stationäre Aufenthaltsdauer solcher Patienten verkürzt.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gesamtaufenthaltsdauer und PTS konnte nicht hergestellt werden. Jedoch ließ sich zeigen, daß eine signifikante Abhängigkeit der Aufenthaltsdauer im Krankenhaus vom Vorhandensein von Komplikationen besteht (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R = 0,3$, $\alpha < 0,05$). Das Auftreten von Komplikationen verzögert den stationären Aufenthalt wesentlich.

Ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter verbrachte im Median 25 Tage (Min 1 Tag, Max 259 Tage) im Krankenhaus, ein Patient ohne Brustkorbverletzung im Median 28,5 Tage (Min 1 Tag, Max 201 Tage). Unter Berücksichtigung der verstorbenen Patienten ergaben sich Aufenthaltsdauern von 31 Tagen im Kollektiv A (Min 2 Tage, Max 259 Tage) und 32 Tagen im Kollektiv B (Min 5 Tage, Max 201 Tage). Im Gegensatz zur signifikant längeren Intensivliegezeit und Beatmungsdauer war die Gesamtaufenthaltsdauer für Kollektiv A kürzer, jedoch ist dieses Ergebnis nicht signifikant. Die gesamtstationäre Aufenthaltsdauer ist vom Vorhandensein einer thorakalen Verletzung unabhängig. Abb.56 veranschaulicht die unterschiedliche Aufenthaltsdauer der einzelnen Kollektive, wobei die vier Patienten, die deutlich länger als vier Monate auf der Intensivstation lagen, nicht berücksichtigt wurden.

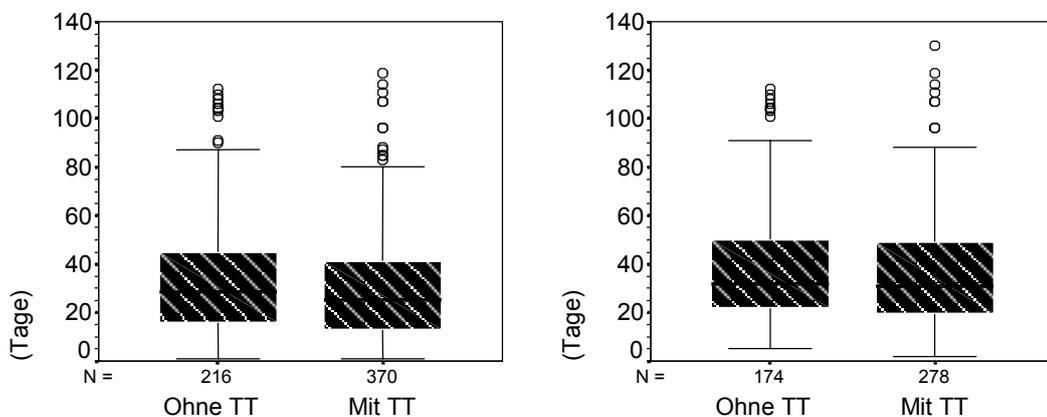


Abbildung 56: Gesamtaufenthaltsdauer
(links unter Einschluß, rechts unter Ausschluß Verstorbenen)

3.4.4 Komplikationen

Für die Hälfte aller Schwerverletzten (291 Patienten, 49,7%) gestaltete sich der stationäre Verlauf komplikationslos. In 11,4% der Fälle (67 Patienten) ließen sich keine Angaben zu Komplikationen finden, und 228 Patienten (38,9%) wiesen im Laufe ihres stationären Aufenthalts eine oder mehrere Komplikationen auf, die in folgende Krankheitsbilder differenziert wurden:

- Multi-Organ-Versagen (MOV)
- Sepsis
- Pneumonie
- Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)
- Einzelnes Schockorgan
- Cholecystitis
- Niereninsuffizienz
- Pankreatitis
- Peritonitis
- Pseudomembranöse Colitis
- Tiefe Beinvenenthrombose
- Embolie
- Wundinfekt
- Harnwegsinfekt (HWI)
- Unklares Fieber
- Verbrauchskoagulopathie (VKP)
- Iatrogen induzierte Hypoxie (durch Tubusfehlage oder iatrogenen Pneumothorax)
- Sonstige Komplikationen

Die mit Abstand häufigste Komplikation war die Pneumonie (92 Patienten, 15,7%). An zweiter Stelle lag die Sepsis (38 Patienten, 6,5 %) gefolgt von Multiorganversagen (32 Patienten, 5,5%) und Wundinfekten bei 6% aller Patienten (35).

Aus Kollektiv A wurden 168 Patienten (45,4%) komplikationslos therapiert, zu 43 Patienten (11,6%) fanden sich diesbezüglich keine Angaben, und bei 159 Patienten (43%) traten Komplikationen auf. Im Kollektiv ohne Thoraxverletzungen komplizierte sich der Verlauf seltener: 31,9% (69 Patienten) wiesen Komplikationen auf, in 11,1% (24 Patienten) der Fälle ließen sich keine Daten finden, und 123 Patienten (56,9%) verbrachten ihren Aufenthalt komplikationslos. Nach dem χ^2 -Test korreliert das Auftreten von Komplikationen hochsignifikant mit dem Vorhandensein einer thorakalen Verletzung ($\alpha < 0,01$), ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter läuft demnach deutlich größere Gefahr, im stationären Verlauf eine Komplikation zu entwickeln.

Die häufigste Komplikation im Kollektiv mit Thoraxtrauma war die Pneumonie (69 Patienten, 18,6%), gefolgt von der Sepsis (30 Patienten, 8,1%), dem Multiorganversagen (22 Patienten, 5,9%) und Wundinfekten (19 Patienten, 5,1%). Im Vergleichskollektiv führte ebenfalls die Pneumonie (23 Patienten, 10,6%). Allerdings gab es doppelt so häufig Wundinfekte (16 Patienten,

7,4%) wie Fälle von Sepsis (8 Patienten, 3,7%). Es fanden sich 10 Patienten mit Multiorganversagen (4,6%) in Kollektiv B. Bis auf Wundinfekte (A: 5,1% vs. B: 7,4%), unklares Fieber (A: 1,6% vs. B: 3,2%) und Harnwegsinfekte (A: 1,9% vs. B: 2,3%) traten sämtliche anderen oben aufgeführten Komplikationen im Kollektiv B seltener auf.

Tab.26 stellt die Häufigkeit von Komplikationen in allen drei Kollektiven auf einen Blick dar. Zu beachten ist, daß ein Patient auch mehrere Komplikationen aufweisen kann, die Angaben sind daher kumulativ.

Komplikationen	Gesamtkollektiv		Kollektiv A		Kollektiv B	
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %
Pneumonie	92	15,7	69	18,6	23	10,6
Sepsis	38	6,5	30	8,1	8	3,7
Wundinfekt	35	6,0	19	5,1	16	7,4
MOV	32	5,5	22	5,9	10	4,6
ARDS	15	2,6	13	3,5	2	0,9
Pankreatitis	15	2,6	11	3,0	4	1,9
Niereninsuff.	14	2,4	10	2,7	4	1,9
Unklares Fieber	13	2,2	6	1,6	7	3,2
HWI	12	2,0	7	1,9	5	2,3
Thrombose	10	1,7	7	1,9	3	1,4
Embolie	10	1,7	10	2,7	0	0,0
Cholecystitis	9	1,5	8	2,2	1	0,5
Pseudom. Colitis	8	1,4	6	1,6	2	0,9
Peritonitis	7	1,2	5	1,4	2	0,9
VKP	7	1,2	5	1,4	2	0,9
Iatrog. Hypoxie	7	1,2	6	1,6	1	0,5
Schockorgan	6	1,0	5	1,4	1	0,5

Tabelle 26: Komplikationen

3.4.5 Letalität

Während des stationären Aufenthalts im UKE verstarben 134 Patienten (22,9%) des Gesamtkollektivs.

In der Gruppe der thoraxverletzten Polytraumen verstarben 24,9% (92 Personen), im Vergleichskollektiv starben 19,4% (42 Personen) der Patienten vor Entlassung. Die Letalität korreliert nach dem χ^2 -Test hochsignifikant mit dem Vorhandensein eines Thoraxtraumas ($\alpha < 0,01$). Die Wahrscheinlichkeit zu versterben ist demgemäß für Polytraumatisierte mit Thoraxverletzung wesentlich größer als für Schwerverletzte mit unverletzter Brustkorbregion.

Abb.57 veranschaulicht die Letalitäten der einzelnen Kollektive.

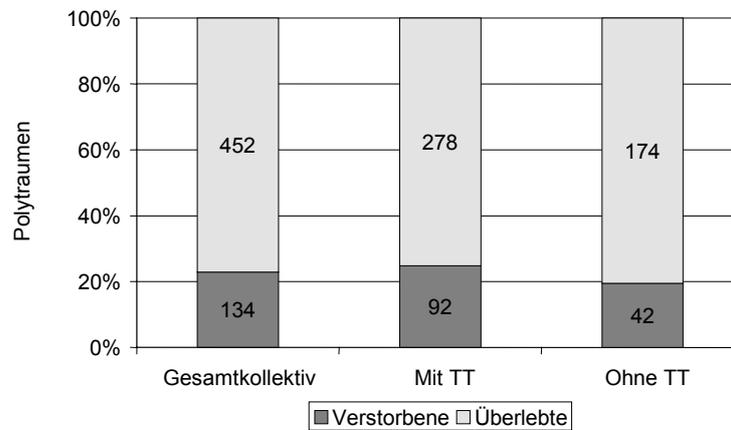


Abbildung 57: Letalität

Es wird unterteilt in

- Frühletalität (innerhalb der ersten 24 h nach Polytraumatisierung)
- Spätletalität (später als 24 h nach Polytraumatisierung)
- 90-Tage-Letalität

Die Letalität ließ sich für alle Patienten ermitteln. Vom Gesamtkollektiv starben 6,5% (38 Patienten) innerhalb der ersten 24 Stunden. 96 Patienten (16,4%) starben später als 24 Stunden nach Aufnahme, und 22,7% (133 Patienten) fielen in die Kategorie der 90-d-Letalität. Ein einzelner Patient (aus dem Kollektiv ohne Thoraxtrauma) verstarb an den Folgen seiner schweren Verletzungen nach mehr als 90 Tagen, nämlich nach 177 Tagen.

Tab.27 stellt die Letalität der verschiedenen Kollektive dar.

Kollektiv	Frühletalität	Spätletalität	90d-Letalität	Gesamtletalität
Gesamtkollektiv	6,5%	16,4%	22,7%	22,9%
Kollektiv A	7,6%	17,3%	24,9%	24,9%
Kollektiv B	4,6%	14,8%	19,0%	19,4%

Tabelle 27: Letalität

Ein verstorbener Schwerverletzter überlebte im Median 3 Tage (Min <1 Tag, Max 177 Tage). Ein verstorbener thoraxtraumatisierter Patient verstarb nach durchschnittlich $8,7 \pm 13,3$ Tagen (Min <1 Tag, Max 86 Tage), ein Patient aus dem Vergleichskollektiv nach durchschnittlich $11,1 \pm 28,7$ Tagen (Min <1 Tag, Max 177 Tage). Abb.58 veranschaulicht die Überlebenszeiten der beiden Kollektive.

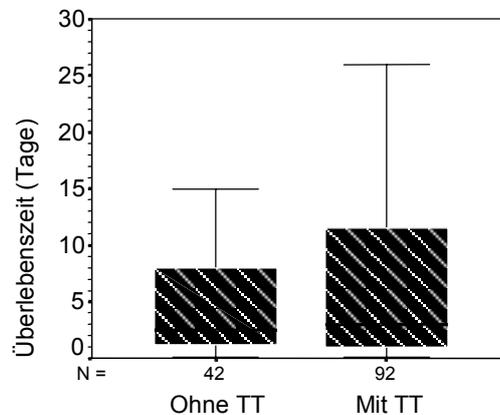


Abbildung 58: Überlebenszeit

Mit Hilfe der Totenscheine ließen sich Todesursachen folgender Bereiche differenzieren:

- dissoziierter Hirntod
- Multi-Organ-Versagen (MOV)
- Herz-Kreislauf-Versagen (HKV)
- hämorrhagischer Schock, Verblutung

Die häufigste Todesursache des Gesamtkollektivs war mit 11,1% (65 Patienten) der dissoziierte Hirntod, bezogen auf die verstorbenen Patienten betrug die Häufigkeit des dissoziierten Hirntods 48,5%. 33 Patienten verstarben am MOV (5,5% bzw. 23,9% bezogen auf die Verstorbenen). Das HKV war für 17 Patienten (2,9% bzw. 12,7%) und der hämorrhagische Schock für 12 Patienten (2% bzw. 9%) die Todesursache.

Die Haupttodesursache für Patienten mit Thoraxtrauma war genau wie für Patienten ohne Thoraxtrauma der dissoziierte Hirntod (10,8% aus Kollektiv A, 11,6% aus Kollektiv B). An zweiter Stelle stand für beide Kollektive das MOV mit 5,9% bzw. 4,6%. Hinsichtlich der dritt- und vierthäufigsten Todesursache unterscheiden sich die beiden Kollektive: Patienten ohne Thoraxtrauma starben häufiger im hämorrhagischen Schock (1,9%) als am HKV (1,4%). Patienten mit Thoraxtrauma erlitten häufiger ein HKV (3,8%) als einen hämorrhagischen Schock (2,2%). Die angeführten Prozentangaben beziehen sich hier auf die gesamten Kollektive, nicht auf die Verstorbenen.

Als sonstige Todesursachen fanden sich in Kollektiv A:

- Fulminante Lungenembolie (5 Patienten)
- Pulmonaler Hochdruck und Anurie bei vorbestehender Niereninsuffizienz (1 Patient)

Bei 2 Patienten fehlte die Angabe der Todesursache.

Tab.28 gibt einen Überblick über die Todesursachen innerhalb der einzelnen Kollektive, wobei sich der Anteil (K) auf das gesamte Kollektiv, der Anteil (V) auf die verstorbenen Patienten des jeweiligen Kollektivs bezieht.

Todesursache	Gesamtkollektiv			Kollektiv A			Kollektiv B		
	Anzahl I	Anteil K (%)	Anteil V (%)	Anzahl I	Anteil K (%)	Anteil V (%)	Anzahl I	Anteil K (%)	Anteil V (%)
Dissoziierter Hirntod	65	11,1	48,5	40	10,8	43,5	25	11,6	59,5
Hämorrhagischer Schock	12	2,1	9,0	8	2,2	8,7	4	1,9	9,5
Multi-Organ-Versagen	32	5,5	23,9	22	5,9	23,9	10	4,6	23,8
Herz-Kreislauf-Versagen	17	2,9	12,7	14	3,8	15,2	3	1,4	7,1
Sonstige Todesursachen	8	1,4	6,0	8	2,2	8,7	0	0,0	0,0

Tabelle 28: Todesursachen

Abb.59 macht die Verteilung der Todesursachen im Vergleich der beiden Kollektive deutlich. Zu erkennen ist der höhere Anteil am Hirntod verstorbenen Patienten, der nur halb so große Anteil der am HKV verstorbenen Patienten sowie das Fehlen von anderen Todesursachen im Kollektiv ohne Thoraxtrauma.

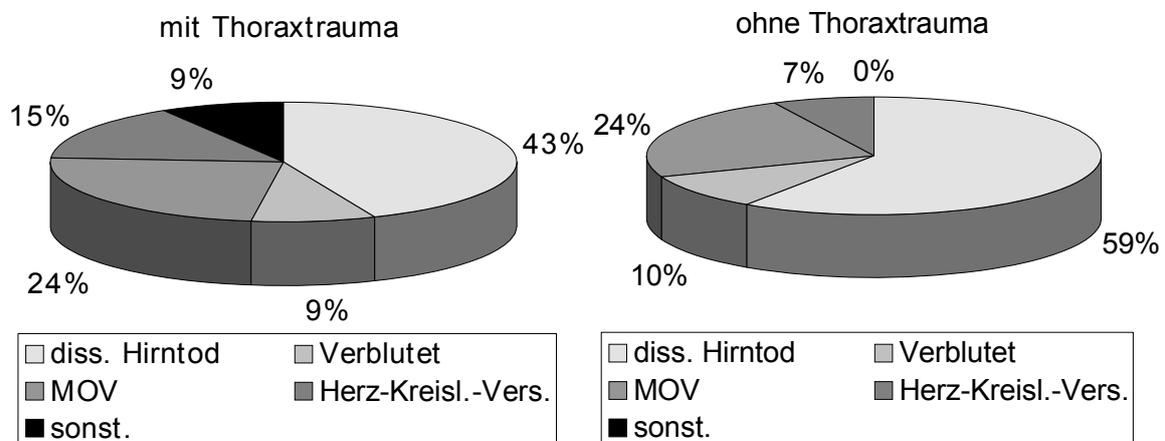


Abbildung 59: Todesursachen im Vergleich der Kollektive

Untersucht wurde ferner der Einfluß der Verletzungsschwere berechnet nach ISS und PTS auf die Letalität, was in Abb.60 und 61 im Anschluß zu sehen ist. Im Gesamtkollektiv ist die Letalität von 24,9% in der ersten Hälfte des Erhebungszeitraums (1990-1995) auf 19,2% in der zweiten Hälfte (1996-2001) gesunken. Im Kollektiv mit Thoraxtrauma ist eine Senkung der Letalität von 29,5% (1990-1995) auf 21,8% (1996-2001) zu bemerken. Im Vergleichskollektiv sank die Letalität von 21% (1990-1995) auf 18,8% (1996-2001).

Die Verletzungsschwere nach ISS verzeichnet über die elf Jahre einen nicht signifikanten Anstieg. Im Gesamtkollektiv stieg die Verletzungsschwere von 31,5 ISS-Punkten (1990-1995) auf 34 ISS-Punkte (1996-2001). Im Kollektiv mit Thoraxtrauma blieb der ISS-Wert mit mittleren 35 Punkten

(1990-1995) und mittleren 34,8 Punkten (1996-2001) nahezu konstant. Für das Vergleichskollektiv gilt ein Anstieg der Verletzungsschwere nach ISS von 25,8 Punkten (1990-1995) auf 29,5 Punkte (1996-2001). Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Verletzungsschwere und dem Parameter Letalität ist als hochsignifikant zu bewerten (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R=0,402$, $\alpha<0,01$).

Bezogen auf den PTS und seinen Einfluß auf die Letalität lassen sich vergleichbare Schlüsse ziehen. Auch hier ließ sich der Einfluß der Verletzungsschwere nach PTS auf die Letalität mit einer hohen Signifikanz belegen (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R=0,331$, $\alpha<0,01$). Ferner ist wie beim ISS ein nicht signifikanter Anstieg der Verletzungsschwere nach PTS über die elf Jahre zu bemerken. Im Kollektiv mit Thoraxtrauma stieg der PTS-Wert von 28,5 Punkten (1990-1995) auf 32,8 Punkte (1996-2001). Für das Vergleichskollektiv gilt ein Anstieg der Verletzungsschwere von 19,8 Punkten (1990-1995) auf 26 Punkte (1996-2001).

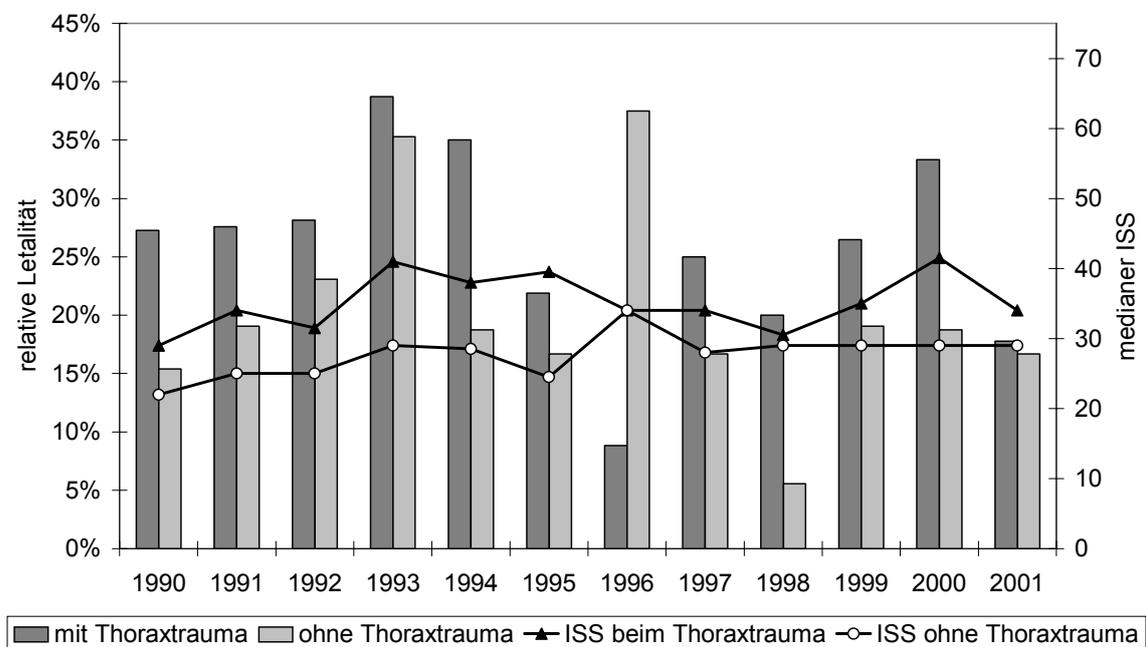


Abbildung 60: Einfluß der Verletzungsschwere nach ISS auf die Letalität

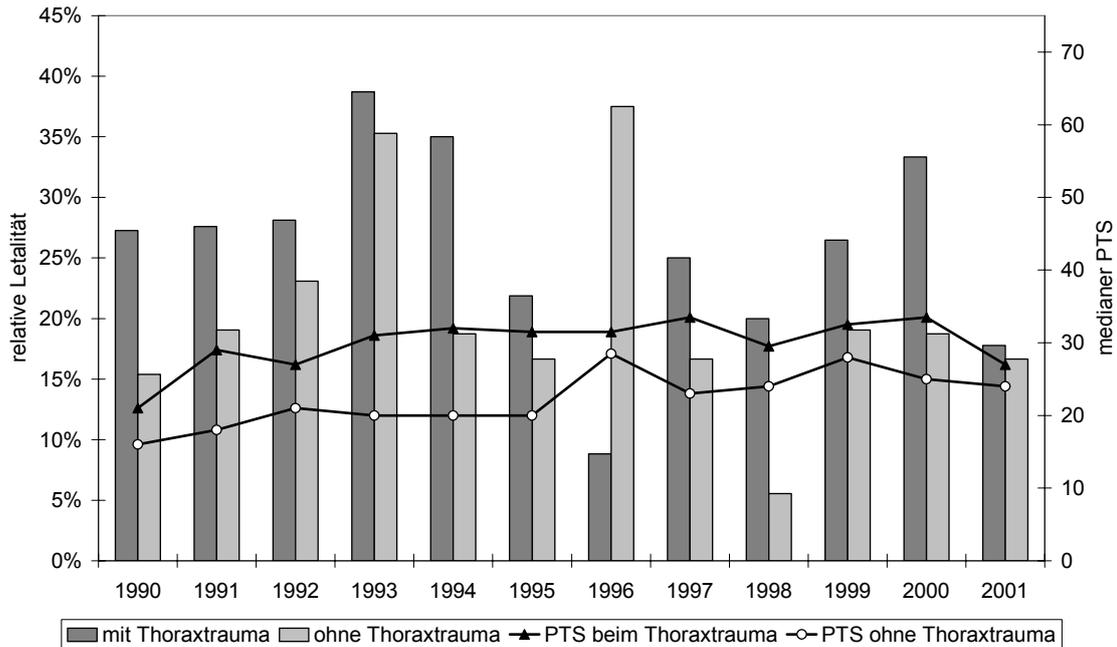


Abbildung 61: Einfluß der Verletzungsschwere nach PTS auf die Letalität

Weiter erwähnenswert ist die hochsignifikante Korrelation von GCS und Letalität (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R=0,305$, $\alpha<0,01$). Je niedriger der GCS-Wert, desto wahrscheinlicher ist das Versterben eines Polytraumapatienten.

Um festzustellen, ob der Unfallmechanismus an sich schon eine Aussage bezüglich der Letalität machen läßt, wurde das Patientengut aufgeteilt in Verstorbene und Überlebende und der Anteil des jeweiligen Verletzungshergangs für beide Untergruppen berechnet. Tab.29 zeigt, daß der Verkehrsunfall die führende Todesursache darstellt. Weiter wird ersichtlich, daß jeder Fünfte Verstorbene die Polytraumatisierung durch Stürze aus großer Höhe erlitt sowie 10% nach Sprüngen in suizidaler Absicht an ihrer Polytraumatisierung verstarben. Der Anteil Verstorbener, die durch Stürze verunfallten, ist mit 20,9% größer als die Zahl der Überlebenden (15,3%) nach dieser Art von Unfall. Ebenso verhält es sich für Sprünge: mit 5,1% ist die Zahl der Überlebenden eines solchen Sprunges niedriger als die Zahl der Verstorbenen (9,7%).

Unfallursache	Verstorbene		Nicht Verstorbene	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
Verkehrsunfälle	79	59,0%	304	67,3%
Stürze aus großer Höhe	28	20,9%	69	15,3%
Suizidale Sprünge	13	9,7%	23	5,1%
Zugunfälle	1	0,7%	16	3,5%
Unfälle mit Pferden	2	1,5%	7	1,5%
Gewalt	7	5,2%	32	7,1%
Unbekannt	4	3,0%	1	0,2%
Gesamt	134	100%	452	100%

Tabelle 29: Verteilung des Verletzungshergangs nach Verstorbenen/Überlebenden

Es ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer längeren Versorgungszeit durch den Notarzt und einem Einfluß auf die Letalität berechnen. Ferner zeigte sich, daß die Wahrscheinlichkeit zu versterben mit einer kürzeren Dauer bis zur Aufnahme auf die Intensivstation signifikant größer ist (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R = -0,156$, $\alpha < 0,05$). Ebenso wird eine hochsignifikante Korrelation von einer kürzeren Dauer bis zur Primär-OP und einer höheren Wahrscheinlichkeit zu versterben beobachtet (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R = -0,174$, $\alpha < 0,01$). Ein signifikanter Einfluß der Primär-OP-Dauer an sich auf die Letalität eines Schwerverletzten konnte hingegen nicht belegt werden. Zusätzlich zum Einfluß des Thoraxtraumas auf die Letalität wurde auch der Zusammenhang zwischen SHT-Schweregrad und Letalität hergestellt und ist als hochsignifikant zu bewerten (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R = -0,311$, $\alpha < 0,01$). Die Wahrscheinlichkeit zu versterben steigt demnach mit zunehmendem Schweregrad des Schädelhirntraumas. Ferner wurde der Einfluß der Komplikationen MOV, ARDS, Sepsis und Pneumonie gesamt betrachtet auf die Letalität untersucht, und es konnte eine signifikante Korrelation festgestellt werden (Korrelationskoeffizient nach Pearson $R = -0,1$, $\alpha < 0,05$). Ein Versterben ist demnach auch für Patienten mit dieser Art von Komplikationen (MOV, ARDS, Sepsis, Pneumonie) wahrscheinlicher.

3.5 Anschließende Versorgung

Der Großteil der polytraumatisierten Patienten wurde im Anschluß an die Therapie im UKE in ein anderes Krankenhaus mit dem Zweck der Weiterbehandlung oder Rehabilitation verlegt (49,5%, 290 Patienten). 15% (88 Patienten) wurden nach Hause entlassen und ambulant weiter betreut, 22,9% (134 Patienten) verstarben, und in 12,6% (74 Patienten) ließ sich der Verbleib der Patienten nach Entlassung nicht ermitteln.

Ein Vergleich der beiden Kollektive zeigte eine annähernd gleich hohe Zahl von nach Hause entlassenen Patienten (A: 15,7% bzw. B: 14,6%). Im Kollektiv ohne Thoraxtrauma wurde ein größerer Anteil in weiterführende stationäre Behandlung entlassen als im Kollektiv mit thoraxverletzten Patienten (B: 52,8% vs. A: 47,6%). Tab.30 stellt die Anteile der weiteren Versorgung nach Entlassung dar.

Versorgung	Gesamtkollektiv		Kollektiv A		Kollektiv B	
	Anzahl	In %	Anzahl	In %	Anzahl	In %
Ambulant	88	15,0%	54	14,6	34	15,7
Stationär	290	49,5%	176	47,6	114	52,8
Verstorben	134	22,9%	92	24,9	42	19,4
Keine Angaben	74	12,6%	48	13,0	26	12,0

Tabelle 30: Anschließende Versorgung nach Entlassung

Abb.62 zeigt eine Aufstellung der Krankenhäuser, in die Schwerverletzte am häufigsten nach ihrer Behandlung im Hamburger Universitätskrankenhaus Eppendorf verlegt werden. Die Prozentangaben nehmen Bezug auf die gesamten 290 Patienten, welche im Anschluß in ein weiteres Krankenhaus verlegt wurden.

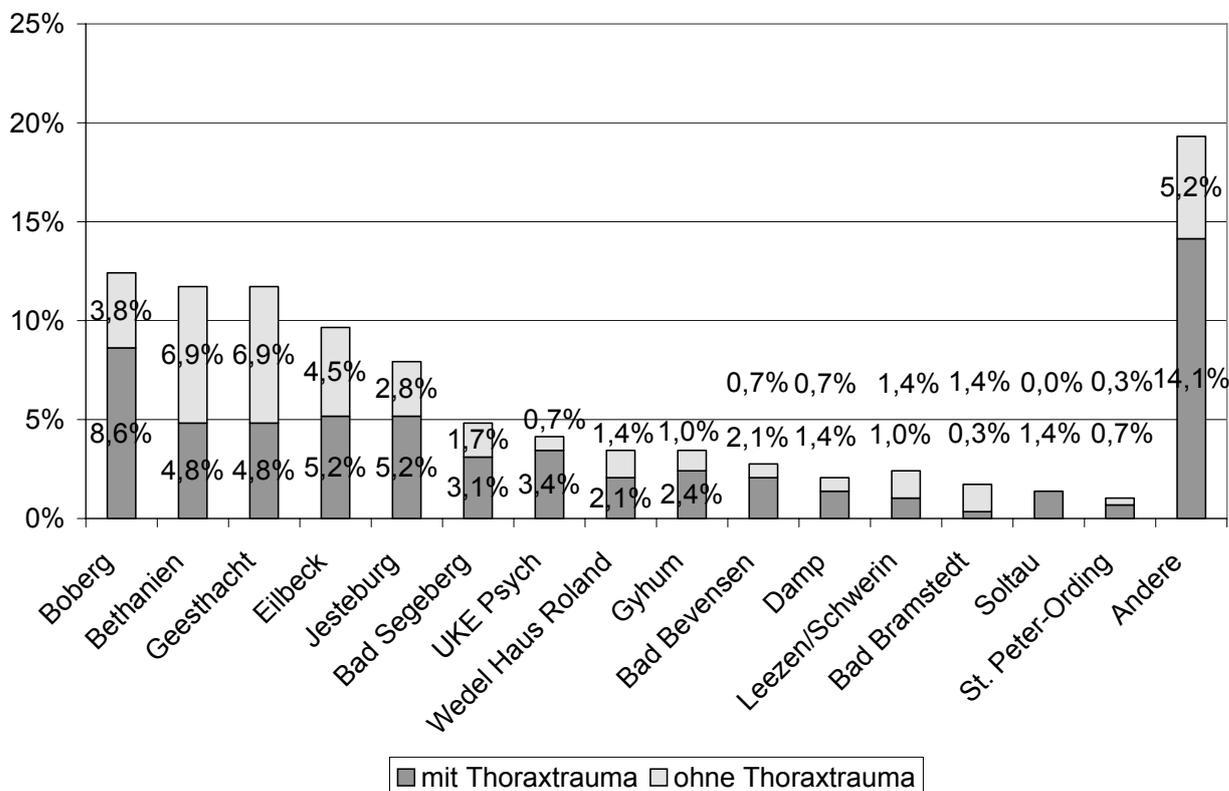


Abbildung 62: Die 15 häufigsten Krankenhäuser für Verlegungen von Polytraumen

3.6 Datenlage

An dieser Stelle findet die Häufigkeit, mit der bestimmte Angaben den Akten nicht zu entnehmen waren, Beachtung (s. Abb.63). Wie anfangs bereits erwähnt war es bei 128 Patienten nicht möglich, die Krankengeschichte zu finden, da diese durch Ärzte (25%) oder Rechtsanwaltskanzleien (1,6%) ausgeliehen, von Gerichten (2,3%) angefordert worden oder aus sonstigen Gründen (71,9%) nicht auffindbar waren.

In den bearbeiteten Krankenakten fehlten bestimmte Unterlagen häufiger als andere. In 47 der 586 Akten (8%) fehlte das Unfallzimmerprotokoll, 41 mal (7%) fehlte das Notarztprotokoll, in 39 Fällen (6,7%) war kein Anästhesieprotokoll der Schockraumversorgung zu finden, 26 mal (4,4%) gab es keinen Entlassungsbrief, und zuletzt fehlten in 14 Akten (2,4%) der oder die Operationsberichte. Abb.63 zeigt die prozentuale Verteilung der durchschnittlich fehlenden Protokolle der einzelnen Jahre, basierend auf den fünf am häufigsten fehlenden Dokumenten (Notarztprotokoll, Anästhesieprotokoll, Untersuchungszimmerprotokoll, OP-Bericht, Entlassungsbrief). Die schlechte

Datenlage in den Jahren 1994 und 1995 ist durch eine Überschwemmung des Archivs und dadurch bedingtem Wasserschaden der Krankengeschichten bedingt.

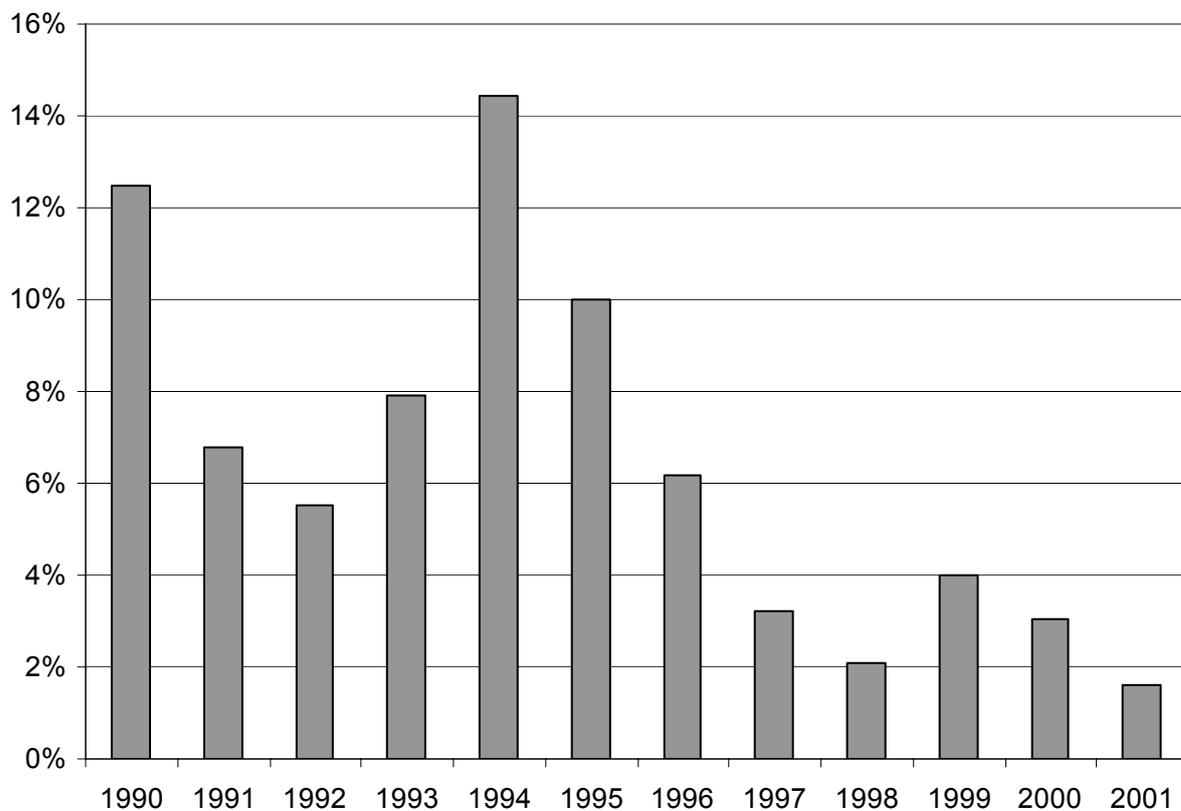


Abbildung 63: Prozentuale Verteilung durchschnittlich fehlender Protokolle der einzelnen Jahre

4 Diskussion

Die Qualitätskontrolle gewinnt unter den Kriterien der „evidence based medicine“ einen zunehmenden Stellenwert. Retrospektive Untersuchungen sind deshalb unverzichtbar, Schwachstellen aufzudecken und damit die Grundlagen für eine weitere Qualitätsoptimierung der Behandlung polytraumatisierter Patienten zu schaffen.

Intention dieser Arbeit war es, die Epidemiologie, Verletzungscharakteristika und Versorgung polytraumatisierter Patienten mit und ohne Thoraxtrauma am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf der Jahre 1990 bis 2001 darzustellen. Die unter Punkt 1.8 formulierten Fragestellungen hinsichtlich zu erwartender Unterschiede zwischen Schwerstverletzten mit und ohne Thoraxtrauma sollten am eigenen Patientengut beantwortet werden.

4.1 Methodenkritik

Begriffsdefinitionen:

Zu den Anforderungen an die eigene Arbeit gehören neben sorgfältiger und vollständiger Datenerhebung, Neutralität, Transparenz und präziser statistischer Analyse vor allen Dingen eine einheitliche Begriffsdefinition. Die Literatur zeigt, daß dies speziell für die Diagnose „Polytrauma“ schwierig ist, da eine schwere Mehrfachverletzung sehr unterschiedliche Ausprägungen annehmen kann. International hat sich noch keine einheitliche Definition durchgesetzt [3,4,41,149,150,155]. Dieser Arbeit liegt die Polytrauma-Definition nach TSCHERNE [173] zugrunde, die das komplexe Bild eines schweren Mehrfachverletzung am zutreffendsten beschreibt und auch in der deutschsprachigen Literatur am häufigsten Verwendung findet [180]. 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. So ist nach TSCHERNE [173] ein Patient mit den Diagnosen „SHT III°, beidseitige Lungenkontusion, Leberruptur, Milzruptur, beidseitige Beckenfraktur“ ebenso ein der Definition entsprechendes Polytrauma wie ein Patient mit den Diagnosen „SHT II°, distale Radiusfraktur links“. Zur Vermeidung dieser Inhomogenität wurden Verletzungsschwere-Scores verwendet und zudem analog zu den Polytrauma-Leitlinien der DGU eine Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 (ISS) bzw. ≥ 8 (PTS) Punkten für die jeweiligen Scores festgelegt.

Analog zum Begriff des Polytraumas ist auch die Diagnose „Thoraxtrauma“ schwer zu definieren. Beim Ziehen von Schlüssen, ob etwa die Letalität eines Polytraumapatienten signifikant vom Vorhandensein einer Brustkorbverletzung abhängt, muß beachtet werden, daß sowohl eine einfache singuläre Rippenfraktur als auch ein lebensbedrohlicher Spannungspneumothorax als Thoraxtrauma definiert werden. Auch diesen Begriffsungenauigkeiten wird versucht, in der vorliegenden Arbeit durch die Stratifizierung der zu vergleichenden Patientengruppen mittels Scoresystemen entgegenzuwirken.

Grenzen einer retrospektiven Erhebung:

Selbst mit exakter Recherche in den verschiedenen Krankengeschichtenarchiven des UKE ist es bei einem lange zurückreichenden Erhebungszeitraum nicht möglich, eine vollständige Datenlage zu erhalten. Die Durchsicht von 2081 Patientenakten ergab eine Erfolgsquote von 82,1% (n=586

Patienten von 714 Patienten, die der Definition nach TSCHERNE [173] entsprachen und den weiteren Einschlusskriterien genügten). Es wurde ausschließlich mit den vorhandenen Daten gearbeitet und nicht wie häufig gesehen mit dem Grundsatz „replace missing data with mean“. Ferner ist der Untersucher in einer retrospektiven Studie auf die Diagnosestellung Dritter angewiesen, die Richtigkeit der dokumentierten Angaben kann allein auf ihre Plausibilität geprüft werden. Auch bei der Eingabe von Daten aus Akten in den PC können durch einfaches Vertippen Parameter verfälscht werden [187]. Dem wurde durch sorgfältigstes Vorgehen und standardisierte Plausibilitätskontrollen entgegengewirkt.

Grenzen der verwendeten Scoresysteme:

Die hier benutzten Scoresysteme ISS und PTS wurden ausführlich validiert und evaluiert [22,23,35,36,54,59,106,108,115,118,124,135,168,177,179,187]. Trotzdem bergen auch sie Einschränkungen, die selbst bei fachgerechter Anwendung nicht zu vermeiden sind. So spielt die subjektive Einschätzung des Anwenders der jeweiligen Verletzungen für die Höhe der vergebenen Punktzahlen eine wesentliche Rolle. Im vorliegenden Fall wurde für das sogenannte „interobserver agreement“ gesorgt, indem sowohl ein zweiter Untersucher als auch ein Assistenzarzt im fortgeschrittenen Fortbildungsstand und der stellvertretende ärztliche Direktor eine weitere Durchsicht der Werte vornahm. Um dennoch entstehende Falschklassifikationen zu vermeiden sowie einen noch besseren Vergleich mit der Literatur zu ermöglichen, wurden zwei verschiedene Scoresysteme berechnet.

Inhomogenität des Patientenkollektivs:

Ein Kollektiv, das z.B. Patienten im Alter von wenigen Monaten bis über 90jährige einschließt, keinen Unterschied zwischen Geschlechtern, eventuell bestehenden Vorleiden und anderen prognoserelevanten Parametern macht, muß als inhomogen bezeichnet werden. Da aber eine solche inhomogene Patientengruppe charakteristisch für Polytraumatisierungen ist und repräsentativ die Realität der Klinik widerspiegelt, wurde nicht in weitere Untergruppen geteilt. Es geht in dieser Arbeit darum, einen umfassenden Überblick über das Aufkommen und die Behandlung Schwerstverletzter zu geben und eine Standortbestimmung der Polytraumaversorgung am UKE vorzunehmen.

Langer Beobachtungszeitraum:

Sowohl in Diagnostik und Therapie als auch in Gesellschaft und Technik finden innerhalb von elf Jahren Veränderungen statt, die Auswirkungen auf die Homogenität von Erhebungsparametern haben. So wurden in dieser Zeit im Hinblick auf die Verkehrssicherheit zum einen passive Sicherheitssysteme (Airbag, Gurtstraffer, etc.) entwickelt. Zum anderen erhöhte sich die Verkehrsdichte und die gesamtgefahrenen Kilometer pro PKW. Die Routinelabor Diagnostik wurde beschleunigt und außerdem um den Basenüberschuß und das aktuelle Bikarbonat bereichert. Zu den Neuerungen in der apparativen Diagnostik gehört die Einführung der Spiral-CT sowie die insgesamt vermehrte Nutzung der Computertomographie. Auf die Analyse einzelner Veränderungen, die einen vermutlich nur geringen Einfluß auf das Outcome Schwerstverletzter haben könnten, wurde zugunsten eines vollständigeren Überblicks über die vergangenen elf Jahre verzichtet.

Nationaler und internationaler Literaturvergleich:

Beim Vergleich mit der aktuellen Literatur darf nicht vergessen werden, daß andere Länder mitunter andersartige Rettungssysteme (in den Vereinigten Staaten z.B. „scoop and run“ statt „stay and play“), Versorgungsstrukturen (unterschiedliche Gesundheitssysteme, größere Einzugsgebiete, fehlende Aufteilung in Traumacenter unterschiedlicher Level) und Behandlungsstrategien aufweisen als Deutschland. Auch beim nationalen Vergleich muß beachtet werden, daß die Einzugsgebiete der Schwerstverletzten und damit das Patientengut selber, die Rettungsbezirke (Stadt/Land) und auch die Versorgung in der jeweiligen, zum Teil sehr unterschiedlich ausgestatteten, Klinik sehr differieren können.

Weiterführende Studien:

In dieser Arbeit wurde auf eine Nachuntersuchung sowie auf eine ausführliche Darstellung des Langzeit-Outcome und eine Erhebung der Lebensqualität verzichtet. Aufbauend auf diese Studie wird ein klinisches „follow up“ der Patienten angestrebt.

4.2 Interpretation und Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur

Die in dieser Studie erhobenen 245 Parameter sollten nicht einzeln bezüglich ihres Einflusses auf das Outcome der Polytraumapatienten geprüft werden, sondern in erster Linie im Sinne der Qualitätsoptimierung einen Überblick über die Epidemiologie und Behandlung dieses Patientengutes bieten. Weiterhin sollte die Vergleichbarkeit zwischen den Kollektiven mit und ohne Thoraxtrauma dargestellt bzw. eventuelle Unterschiede aufgedeckt werden. Beispielsweise kann bei vergleichbaren Ergebnissen der Faktor „Rettungszeit“ als dominierender Einfluß auf das Outcome der verschiedenen Kollektive ausgeschlossen oder bekräftigt werden.

Im folgenden sollen die im vorigen Kapitel dargestellten Ergebnisse bewertet und verschiedene Schwerpunkte mit aktueller nationaler und internationaler Literatur diskutiert werden.

4.2.1 Epidemiologie

4.2.1.1 Geschlechterverhältnis und Altersstruktur

Sowohl das Gesamtkollektiv als auch mit signifikanter Aussagekraft die beiden Kollektive A und B bestehen zu jeweils rund zwei Dritteln aus männlichen Patienten, diese Verteilung steht im Einklang mit anderen Studien im In- und Ausland zum Thema Polytrauma [10,26,47,71,74,84,112,158]. Auch das durchschnittliche Alter von 37 ± 20 Jahren ist vergleichbar mit dem Altersdurchschnitt der Patienten anderer Arbeiten. Tab.31 gibt einen Überblick über Patientenalter und -geschlecht der eigenen und entsprechender anderer Studien.

Autor	Zeitraum	Pat. Zahl	Mittleres Alter	Anteil Männer (%)	Anteil Frauen (%)
Eigene Studie	1990-2001	586	37±2	64,5	35,4
RIXEN [139]	1993-1997	2069	39±2	70,0	30,0
LAUWERS [82]	1982-1984	130	37±2	81,0	19,0
GABRIEL [49]	1987-1990	495	39,5	66,0	33,0
McDERMOTT [90]	1992-1993	137	45,9±3	73,0	27,0
MATTHES [88]	1997-1998	174	31,7	69,5	30,5

Tabelle 31: Alters- und Geschlechterverteilung in der Literatur

Wie im Vergleich des Altersdurchschnitts beider Geschlechter zu sehen ist, sind weibliche Polytraumapatienten statistisch signifikant im Mittel 6-7 Jahre älter als schwerverletzte Männer. Die Möglichkeit einer Polytraumatisierung ist den eigenen Ergebnissen nach für jüngere Männer deutlich größer.

Der Altersunterschied von 3 Jahren zwischen Verletzten mit und ohne Thoraxtrauma in der vorliegenden Arbeit war ebenfalls statistisch signifikant. Gründe für den Altersunterschied zwischen den Vergleichskollektiven können in einer Thoraxinstabilität durch altersbedingten osteoporotischen Knochenabbau und in einer stärkeren Gefäßfragilität beim älteren Patienten gesehen werden. Auch muß berücksichtigt werden, daß der Großteil der Thoraxverletzten als Fahrer eines PKW verunfallte, und demnach mindestens 18 Jahre alt war. Der Sachverhalt des Altersunterschieds sowohl zwischen den Kollektiven als auch zwischen den Geschlechtern sollte in der vorliegenden Arbeit jedoch kein Schwerpunkt sein, weshalb auf eine ausführliche Diskussion verzichtet wird. Zu erwähnen sei AUFMKOLK [8], der genau wie WAYDHAS [178] in seiner Studie keinen Altersunterschied zwischen den Kollektiven mit und ohne Thoraxverletzung feststellen konnte.

4.2.1.2 Unfallzeitpunkt

Das vermehrte Aufkommen von polytraumatisierten Patienten in der wärmeren Jahreszeit ist durch ein aktiveres Freizeitverhalten und die sommerliche Lebensgestaltung im Freien zu erklären. Eine eventuell erhöhte Unfallgefahr durch schlechtes Wetter im Herbst und Winter schlägt sich in der Statistik nicht nieder. Diese Erklärungsansätze fanden auch OESTERN [117], FLACH [45] und CRAMER [38].

In dieser Arbeit fand sich eine Häufung von Polytraumatisierungen an Werktagen und eine im Vergleich geringere Anzahl am Wochenende. In einer auf Zahlen des Traumaregisters der DGU basierenden Studie von BARDENHEUER [14] stellte sich eine nahezu gleichförmige Verteilung über die Wochentage dar. Der wahrscheinlich bestehende Zusammenhang zwischen der Häufung von Polytraumatisierungen an Werktagen und Arbeitsunfällen, die sich hauptsächlich in der Woche ereignen, wurde in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Auch das vermehrte Aufkommen von Schwerverletzten in den Nachmittags- und Abendstunden läßt sich auf das Freizeitverhalten der Bevölkerung und die insgesamt höhere Aktivität im Freien zu dieser Zeit zurückführen. Hinzu kommt eine Ermüdung in den späten Nachmittags- und Abendstunden, die zu Konzentrationsverlust und Unaufmerksamkeit sowohl im Straßenverkehr als auch bei der Arbeit an Maschinen und in großen Höhen führt [72]. Zu beachten ist hier, daß in vielen Kliniken ab 15.00 Uhr für Ärzte der Spätdienst mit einer geringeren personellen Besetzung beginnt. Diese Ergebnisse decken sich mit denen anderer Studien. Bei REGEL [134] liegt der Gipfel von Polytraumatisierungen zwischen 16 und 18 Uhr. Auch MATTHES [88] sowie BARDENHEUER [14] stellten fest, daß drei Viertel der Schwerverletzten (86,6% bzw. 70,7%) im Bereitschaftsdienst der Ärzte (nach Einführung des neuen Schichtsystems analog zur vorliegenden Studie im Spätdienst) eingeliefert wurden. Wie eine australische Studie von McDERMOTT [90] zeigte, verunglücken 37% der Patienten dort etwas früher, aber ebenfalls in den Nachmittagsstunden zwischen 12 und 18 Uhr.

4.2.1.3 Verletzungshergang

Es besteht keine Einigkeit hinsichtlich der Einteilung von Verletzungsmechanismen von Schwerverletzungen. Die unterschiedlichen Autoren klassifizieren z.T. in Verkehrs-, Arbeits- und Haushaltsunfälle [153,182], andere unterteilen nach Art der Verletzung in stumpfe und penetrierende Traumen [33], wieder andere in Verkehr, Sturz, Suizid [14,147] oder Verkehr, Arbeitsunfall, Suizid [49]. Ein Konsens besteht in den vergleichbaren Studien hinsichtlich des Verkehrsunfalls. In dieser Arbeit wurde nach Verkehrsunfällen sowie nach Art der Unfälle, die vergleichbare Verletzungsmuster hervorrufen, unterschieden. Aus diesem Grund wurden ein Teil der Arbeitsunfälle mit Gewaltverbrechen zusammengefaßt und außerdem Stürze im Rahmen von Arbeitsunfällen o.ä. von Sprüngen in suizidaler Absicht unterschieden. Sport- und Zugunfälle wurden jeweils in eine eigene Kategorie differenziert, um die verschiedenen Verletzungshergänge hinsichtlich ihrer Auswirkungen besser analysieren zu können.

Analog zu anderen Studien ist auch in dieser Arbeit der Verkehrsunfall (65,3%) Hauptverursacher von Polytraumatisierungen. Tab.32 gibt einen Überblick über den Anteil von Verkehrsunfällen im schwerverletzten Patientengut in der Literatur.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Verkehrsunfälle
Eigene Studie	1990-2001	586	65%
AZVEDO [10]	1986-1996	88	88%
OCHS [112]	1985-1988	54	87%
REGEL [134]	1972-1991	3406	83%
HAILMANN [66]	1974-1982	60	83%
VAN DER SLUIS [175]	1985-1990	288	77%
BRANDT [25]	1976-1979	432	77%
LAUWERS [82]	1982-1984	130	76%
RUCHHOLTZ [143]	1986-1992	40	75%
JUNG [73]	1979-1983	-	69%
SCHÜTTLER [153]	1993-1994	179	65%
FRUCHT [47]	1994-1998	368	58%
BARDENHEUER [14]	1993-1997	2069	57%
BOUILLON [20]	1987-1990	835	50%
CHAMPION [33]	1982-1987	71431	49%
AUFMKOLK [7]	1975-1994	1154	41%
SCHNELL [147]	1978-1984	721	70%
GABRIEL [49]	1987-1990	495	65%

Tabelle 32: Verkehrsunfälle bei Polytraumatisierten in der Literatur

Aus den Daten werden erhebliche Unterschiede der Angaben zum Anteil von Verkehrsunfällen als Verursacher schwerer Traumen ersichtlich. Hier spielen das Jahrzehnt des Erhebungszeitraums, der Stadt/Land-Unterschied, das jeweilige Land der Studie und die Größe der Untersuchung (Patientenzahl, Erhebungsdauer) bezüglich der Genauigkeit der Aussagen eine Rolle. In der vorliegenden Studie waren Autofahrer (22,5%) und Fußgänger (19,8%) am gefährdetsten, wobei erstere sich mit hoher Wahrscheinlichkeit Verletzungen der Brustkorbregion zuzogen: 26,2% aller Thoraxverletzten waren Fahrer. WEIßHORN [182] beobachtete in seiner Untersuchung zum Thoraxtrauma eine vergleichbar hohe Quote an Thoraxverletzten (20,5%), die sich als Fahrer eine Brustkorbverletzung zuzogen. In einer Arbeit von SCHNELL [147] wird der Anteil thoraxtraumatisierter Schwerverletzter, die als Fahrer eines PKW verunfallten, sogar mit 57% angegeben. Ein Grund für die hohe Gefährdung der Fahrzeugführer, ein Thoraxtrauma zu erleiden, kann im Anpralltrauma am Lenkrad zu sehen sein. Ob die Gurtbenutzung einen Einfluß auf die Entstehung von Thoraxverletzungen hat, soll aufgrund der zu diesem Punkt geringen Fallzahl in der vorliegenden Arbeit nicht gemacht werden.

Fußgänger, sofern ausgewachsen, sind aufgrund des Unfallmechanismus weniger von Thoraxverletzungen betroffen. In dieser Arbeit betrug ihr Anteil am thoraxverletzten Kollektiv 14,8%, bei SCHNELL [147] beträgt dieser Anteil 12,4%, bei WEIßHORN [182] 8,3%. Der Unterschied zwischen den Kollektiven hinsichtlich des Unfallmechanismus ist statistisch nicht signifikant. Über Sicherheitsvorkehrungen der Verkehrsteilnehmer im Sinne von Anschnallgurt oder Helmen läßt sich aufgrund der mangelhaften Dokumentation keine signifikante Aussage machen. 71,1% der Fahrzeuginsassen, zu denen Daten diesbezüglich notiert waren, fuhren nachweislich angeschnallt. Auch in der Literatur ist zu diesem Punkt wenig beschrieben, was unter anderem auf versicherungsrechtliche Gründe zurückzuführen sein mag. Eine australische Studie [90] berichtet von 25% ihrer Fahrzeuginsassen, die keinen Anschnallgurt trugen und 56%, die definitiv angeschnallt fuhren. Nur zwei von 17 Motorradfahrern (11,8%) fuhren dort ohne Helm. In der vorliegenden Arbeit verunfallten 4 von 11 Motorradfahrern (23,5%) mit Dokumentation zum Kopfschutz ohne Helm.

Stürze aus großen Höhen ereignen sich in der Regel im Rahmen von Arbeitsunfällen. Ebenso geht ein großer Teil (39%) der Polytraumatisierungen durch äußere Gewalteinwirkung auf Arbeitsunfälle zurück, so daß dieser Studie zufolge Arbeitsunfälle nach Verkehrsunfällen als Hauptverursacher von schweren Verletzungen anzusehen sind. Bei GABRIEL [49] verhält es sich mit 17,4% Arbeitsunfällen nach Verkehrsunfällen ebenso. Auffällig ist, daß sich 8% der Polytraumatisierungen im Rahmen von suizidalen Handlungen ereigneten, meist als Sprünge aus großen Höhen oder als Zuganglücke. Zum gleichen Ergebnis kommt auch GABRIEL [49] in einer Arbeit über die Jahre 1987-1990, in der der Anteil von suizidalen Handlungen bei 7,9% liegt. BARDENHEUER [14] analysierte Daten des Polytraumaregisters und ermittelte ebenfalls einen Anteil der suizidalen Handlungen von 7,4%. In der vorliegenden Studie ist zu beachten, daß hier nur Patienten aufgenommen wurden, die die Notaufnahme lebend erreichten, so daß die Ziffer der Polytraumatisierungen durch Suizide mit tödlichem Ausgang noch über den genannten Werten liegen wird.

Knapp 60% der durch äußere Gewalteinwirkung entstandenen Schwerverletzungen sind kriminelle Handlungen. Anders ausgedrückt entstehen rund 4% der Polytraumatisierungen des Hamburger Universitätsklinikums durch mutwillige Körperverletzungen, was im Vergleich zu Studien in großen Metropolen beispielsweise der USA als gering anzusehen ist. In der Major Trauma Outcome Study werden für die USA 19,5% der Verletzungen durch Schußwaffen und Messerstiche angegeben [33]. Der Anteil von Gewaltverbrechen in Großbritannien scheint mit dem in Deutschland vergleichbar zu sein: die United Kingdom Major Trauma Outcome Study [189] berichtet von 3,4% tätlichen Angriffen, die zu einer Polytraumatisierung führten.

In dieser Arbeit ist die Anzahl der im Rahmen von Sportunfällen entstandenen Schwerverletzungen gering. Extremsportler und Sportler scheinen sich im Hamburger Raum selten schwere Mehrfachverletzungen zuzuziehen. Eine Ausnahme zeigt der Pferdesport, der in dieser Arbeit als einziger Verursacher von Polytraumatisierungen im Sportbereich festgestellt wurde.

Hinsichtlich des Verletzungshergangs fällt beim Vergleich der Kollektive der doppelt so hohe Anteil von Brustkorbverletzten Patienten in den Kategorien äußere Gewalteinwirkungen sowie Pferdesport ins Auge. Dies ist durch den Verletzungsmechanismus an sich, wie z.B. auf der einen

Seite Schuß- und Stichverletzungen, sowie auf der anderen Seite herabstürzende Lasten auf Baustellen oder Reitunfälle, bei denen das Pferd auf den Reiter stürzt, nachvollziehbar. GABRIEL [49] findet für thoraxtraumatisierte Schwerverletzte folgende Unfallursachen: mit 41,9% führend sind auch hier die Verkehrsunfälle (in der vorliegenden Studie 64,3%), gefolgt von Stürzen mit 17,3% (hier 16%) und sonstigem (Sport, Landwirtschaft, Stichverletzungen 14,9%). Die Stichverletzungen machen dort 6% der Thoraxverletzten aus und werden nicht nach Suiziden oder Mordversuchen aufgeschlüsselt, entziehen sich demnach der direkten Vergleichbarkeit. BARDENHEUER [14] stellte für Thoraxtraumatisierte als führende Unfallursache den Verkehrsunfall als Fahrzeuginsasse fest (52,1%), gefolgt von Stürzen aus großer Höhe (46,2%) und Verkehrsunfällen als Fußgänger (43,9%) sowie Suizide (43,8%) zu fast gleichen Anteilen. HAILMANN [66] berichtet von 74% der Autoinsassen, die sich Verletzungen des Brustkorbs zuzogen. In einer Arbeit von BRANDT [25] finden sich gleichmäßig verteilte Anteile von thoraxtraumatisierten Schwerverletzten an allen Verkehrsteilnehmern (Autofahrer mit TT 61%, Beifahrer mit TT 57%, Fußgänger mit TT 59%, Fahrradfahrer mit TT 59%) sowie an der Gruppe mit Sturz- (60%) und Stich- und Schussverletzungen (60%). Insgesamt muß beachtet werden, daß penetrierende Brustkorbverletzungen durch andere Unfallmechanismen (Pfählung, Gewaltverbrechen, etc.) entstehen als stumpfe Thoraxtraumen, die in der vorliegenden Arbeit am häufigsten von Anpralltraumen im Rahmen von Verkehrsunfällen herrühren.

Betrachtet man die Art des Verletzungshergangs nach Geschlechtern getrennt, fällt die relativ höhere Quote im Auto verunfallter Frauen auf. Die meisten Verkehrsoffer dieser Erhebung sind jedoch absolut betrachtet männlich, da das Gesamtpatientengut zum größeren Teil aus Männern besteht. Auch REGEL [134] stellte ein Überwiegen des männlichen Anteils (73,7%) an Verkehrsoffern fest, was sich von der Geschlechtsverteilung im Straßenverkehr laut Bundesstatistik unterscheidet [134]. Männer verletzen sich in der eigenen Studie außerdem häufiger als Frauen durch Stürze und Gewalteinwirkungen.

4.2.1.4 Vorerkrankungen

Da es sich um ein Patientengut jeden Alters handelt, konnte eine Bandbreite von vorbestehenden Krankheiten festgestellt werden, die mehr oder weniger Einfluß auf den Behandlungs- und Heilungsverlauf polytraumatisierter Patienten haben können. In diesem Krankengut waren nach Aktenlage 40% vorbestehende Erkrankungen zu verzeichnen. McMAHON [92] gibt einen Anteil von 8,8% bis 19,3% Vorerkrankungen an. Abhängig von der Lebensdekade liegen MILZMANN [97] zufolge für Vorerkrankungen unterschiedliche Prävalenzen vor: für die vierte Dekade gelten 17%, für die sechste 40% und für die achte 69%. Die Vielzahl von Vorerkrankungen, die zum psychiatrischen Formenkreis gerechnet werden, erklärt den Stellenwert der suizidalen Handlungen für den Verletzungshergang. Psychiatrische Leiden wie Schizophrenie wurden auch in einer Arbeit von BROSS [26] ausschließlich bei suizidalen Patienten als vorbestehende Erkrankung diagnostiziert. Alters- und lebensstilbedingte Erkrankungen wie Diabetes, Hypertonus, etc. spiegeln auch im polytraumatisierten Patientengut die Prävalenz solcher Krankheiten in der Bevölkerung wieder. In der Literatur finden sich zum Thema Vorerkrankungen hauptsächlich Polytraumaarbeiten

mit älteren Patienten als Schwerpunkt. Erwartungsgemäß haben ältere Patienten mehr vorbestehende Erkrankungen im Sinne von Herz-, Lungen- und Nierenleiden sowie Diabetes und Demenz als jüngere Patienten [63,86,87,92,97,99]. Die Auswirkungen auf den Heilungsverlauf eines Schwerverletzten werden von MORRIS [99] mit einer 30% höheren Wahrscheinlichkeit zu sterben als primär gesunde Patienten angegeben. GUBLER [63] stellte in seiner Untersuchung fest, daß die Wahrscheinlichkeit, nach schwerem Trauma mit Vorerkrankungen zu sterben abhängig von der Schwere und Anzahl der Erkrankungen mehr als 8 mal so hoch ist. Zu beachten ist, daß der ISS vorbestehende Krankheiten nicht berücksichtigt, so daß trotz gleich großer Verletzungsschwere, aber unterschiedlichem primärem Gesundheitszustand von einer schlechteren Prognose des morbideren Patienten ausgegangen werden muß [87]. Widersprüchlich zur dargestellten Bedeutung von Vorerkrankungen äußert sich hingegen AUFMKOLK [7], der in seiner Arbeit darlegte, vorbestehende Erkrankungen haben keinen Einfluß auf Letalität, Intensivzeit, Beatmungsdauer, ISS und hinsichtlich der Komplikationen nur auf das Auftreten einer Sepsis. Eine australische Arbeit von MCDERMOTT [90] sowie eine deutsche Arbeit von BROSS [26] beschäftigen sich mit Vorerkrankungen des allgemeinen Polytraumapatientenguts; in beiden Studien führen ebenfalls die alters- und lebensstilbedingten Erkrankungen wie kardiovaskuläre Leiden, Lungenerkrankungen, Adipositas, Diabetes. Wie in der vorliegenden Arbeit führt auch bei BROSS [26] der chronische Alkoholabusus die Liste an. Es besteht keine einheitliche Dokumentation bezüglich einer aktuellen Alkoholisierung zum Zeitpunkt des Unfalls. Um präzise Aussagen zu diesem Thema zu machen, wäre eine Bestimmung des Blutalkoholgehaltes des Patienten bei Aufnahme und eine konsequente Dokumentation nötig und durchaus wünschenswert. Aus versicherungsrechtlichen Gründen ist dies jedoch im Sinne des Patienten kritisch zu betrachten. JUNG [73] stellte als häufigste Erkrankung der jüngeren Bevölkerung gleich welchen Geschlechts die Intoxikationen (91,7% bzw. 85,2%) fest.

4.2.1.5 Verletzungsmuster und -kombination

Analog zur einschlägigen Literatur erleiden Patienten im Rahmen einer Polytraumatisierung am häufigsten Verletzungen in den Körperregionen Kopf, Extremitäten, Thorax. Tab.33 gibt einen Überblick über die drei am häufigsten verletzten Regionen im Vergleich mit der Literatur. OTTE [18] beobachtete im Vergleich der Jahre 1973-1978 und 1994-1999 eine Veränderung des Verletzungsmusters hin zu selteneren Thorax- und Extremitätenverletzungen und häufigeren Läsionen speziell in der Halsregion.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Reihenfolge der am häufigsten verletzten Regionen*		
			K	E	T
Eigene Studie	1990-2001	586	K 79,7%	E 69,8%	T 63,1%
AZVEDO [10]	1986-1996	88	E 86%	K 83%	T 65%
BARDENHEUER [14]	1993-1997	2069	T 45%	E 42%	K 39%
BRANDT [25]	1976-1979	432	K 74%	E 65%	T 57%
BROSS [26]	1990	-	E 63%	K 56%	T 31%
DE MARIA [40]	1987	143	K 63%	T 49%	E 40%
HAILMANN [66]	1974-1982	60	E 90%	K 70%	T 65%
HELM [68]	1993-1995	255	T 75%	K 62%	E 54%
REGEL [134]	1972-1991	3406	E 86%	K 69%	T 62%
RUCHHOLTZ [143]	1986-1992	40	K 78%	E 70%	T 60%
SCHNELL [147]	1978-1984	721	K 85%	E 84%	T 46%
SCHWEIBERER [156]	1982-1986	1056	E 93%	K 65%	T 50%
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	E 54%	T 51%	K 47%
OTTE [123]	1973-1978	1235	K94%	T82%	uE91%, oE77%
OTTE [123]	1994-1999	5608	K93%	T78%	uE76%, oE61%
SWEENEY [165]	1991-1992	-	K 83%	E 82%	T 61%

Tabelle 33: Verletzungsmuster in der Literatur
*(K = Kopf, T = Thorax, E = Extremitäten)

Die in dieser Arbeit häufig beobachtete Kombination von Thoraxtrauma und begleitendem Abdominaltrauma (35% Bauchtraumen im Kollektiv mit Thoraxtrauma) wird auch in der Literatur bestätigt [49 (32% Bauchtraumen), 68 (19,6%), 147 (15,8%), 162 (41,1%)]. Gründe hierfür sind in der anatomischen Lage der zum Teil intrathorakal liegenden Bauchorgane zu finden (s.Abb.64). Eine verletzte Milz beispielsweise wird bei der Einteilung des Verletzungsmusters zum Bauchraum gerechnet.

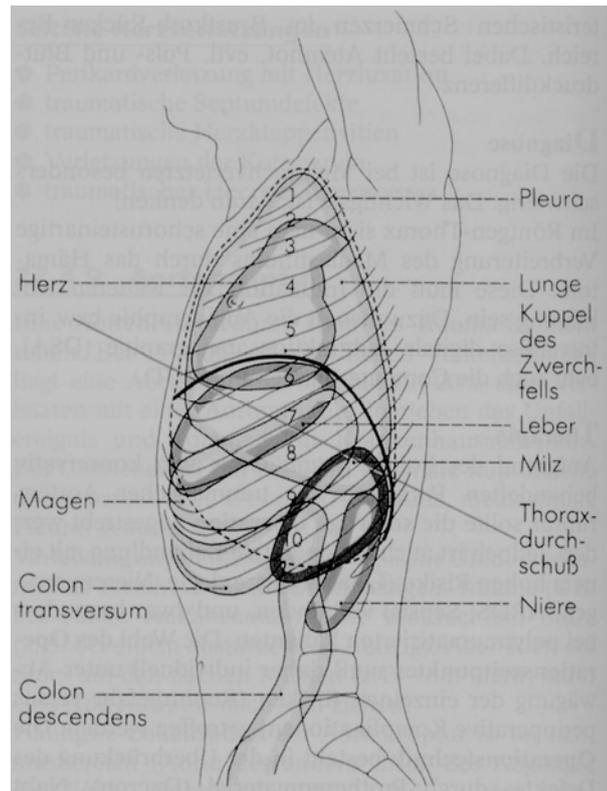


Abbildung 64: Projektion der Brust- und Bauchorgane auf den Rumpf
Originalabbildung aus [18]

Im Rahmen einer Polytraumatisierung traten in der vorliegenden Studie mit rund 37% im gesamten Patientengut besonders häufig die schweren Schädel-Hirn-Traumen auf. GABRIEL [49] verzeichnet in ihrer Arbeit nur 19% schwere Schädel-Hirn-Traumen, REGEL [134] fand 29,8% Schädel-Hirn-Traumen dritten Grades. In einer Arbeit von BRANDT [25] fielen mit 40% die meisten schädeltraumatisierten Schwerverletzten (Gesamtkollektiv) in die Schweregradgruppe SHT II°, 30% erlitten ein SHT III° und nur 4,2% wurde ein SHT I° diagnostiziert. Analog zur vorliegenden Arbeit berichtet HAILMANN [66] von der Mehrzahl der Patienten seines Gesamtkollektivs, die ein SHT III° aufwiesen (42%) und weiter von einem annähernd gleichgroßen Anteil von Polytraumen, die ein SHT II° (22%) bzw. SHT I° (23%) erlitten. Das SHT war bei HAILMANN [66] Haupttodesursache für 25% der Gesamtpatienten. In der eigenen Arbeit ist der dissoziierte Hirntod mit 48,5% die führende Todesursache (s. 3.4.5). In einer Studie zur Epidemiologie des Schwerverletzten von BARDENHEUER [14] wird von 31% der Patienten berichtet, die ein schweres SHT aufwiesen. Bei diesen Patienten verlängerten sich Beatmungs- und Intensivaufenthaltsdauer, und die Letalität erhöhte sich im Vergleich zu Patienten mit einem SHT II° und SHT I° von 12,6% auf 27,9%. Von allen Verstorbenen wiesen 59% ein SHT auf. Auch in der vorliegenden Arbeit korrelierte die Wahrscheinlichkeit zu versterben hochsignifikant mit zunehmendem Schweregrad des Schädelhirntraumas.

Mehr als zwei Drittel der Patienten des Kollektivs ohne Brustkorbläsion erlitten ein mittleres und hochgradiges SHT (zusammen 69,4%), im Kollektiv mit Thoraxverletzung wies rund die Hälfte ein SHT II° und III° (zusammen 52,5%) auf. Ein SHT I° tritt im Rahmen einer Polytraumatisierung bei beiden Kollektiven seltener auf als die höhergradigen Kopfverletzungen, bei thoraxtraumatisierten

Schwerverletzten mit 11,6% zudem seltener als im Vergleichskollektiv mit 16,2%. SCHNELL [147] beobachtete im Kollektiv der Schwerverletzten mit Thoraxtrauma folgende Schweregradverteilung der Schädelhirntraumen: SHT I°: 35%, SHT II°: 31% und SHT III°: 20%. Bei SCHNELL [147] erlitten dementsprechend weniger Patienten ein hochgradiges SHT, allerdings war dieses mit einer Letalität von 56% belastet (Letalität bei SHT II°: 18%, Letalität bei SHT I°: 6%).

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. Beim Vergleich der beiden Kollektive ist zu beachten, daß aufgrund des Ausschlusses einer Verletzung in der Thoraxregion für das Kollektiv B keine sechsfache Kombination zustande kommen kann. REGEL [134] gibt eine Summe von durchschnittlich 7,6 Einzelverletzungen pro Patient an, ohne dabei in Körperregionen zusammenzufassen.

Die Literatur beschreibt folgende Verletzungskombinationen (s.Tab.34):

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	2fach	3fach	4fach	5fach	6fach
Eigene Studie	1990-2001	586	35,2%	36,5%	19,1%	7,9%	1,4%
MCDERMOTT [90]	1992-1993	137	23%	36%	20%	-	-
HELM [68]	1993-1995	255	40,4%	25,5%	6,3%	-	-
GABRIEL [49]	1987-1990	495	29,2%	34,8%	19,4%	5,5%	-

Tabelle 34: Verletzungskombinationen in der Literatur

4.2.1.6 Art des Thoraxtraumas

Knapp die Hälfte der thoraxverletzten Patienten weisen eine potentiell lebensbedrohliche Verletzung im Sinne einer Lungenkontusion (46,2%) auf, ebenfalls knapp die Hälfte erleidet im Rahmen einer Polytraumatisierung eine einfache Verletzung in Form einer Rippenserienfraktur (45,7%), und einem guten Fünftel (21,1%) werden einfache Rippenfrakturen diagnostiziert, die ebenfalls in die Kategorie der einfachen Thoraxtraumen fallen. Bei AUFMKOLK [8] führt die Rippenserienfraktur (48%-58%), gefolgt von der Lungenkontusion (37%-45%). Akut lebensbedrohliche Thoraxverletzungen im Sinne eines Instabilen Thorax (0,3%), Perikardtamponade (2,7%) oder traumatische Aortenruptur (1,9%) wurden in der vorliegenden Arbeit nur selten diagnostiziert. Gerade bei solch schweren Verletzungen muß die hohe präklinische Letalität beachtet werden. So versterben beispielsweise 85% der Patienten mit traumatischen Aortenrupturen noch am Unfallort [91]. Dennoch verzeichnet STILETTO [162] Aortenrupturen in 4,5% der Fälle. Ein Spannungspneumothorax wurde in der vorliegenden Arbeit bei 3,5% der Patienten dokumentiert. HELM [68] zählte bei 8,5% seiner Patienten die präklinisch gestellte Diagnose eines Spannungspneumothorax, AUFMKOLK [8] spricht von 6% bzw. 7%. In den Krankenakten ließ sich nicht eruieren, wie massiv der Hämato- und Hämato-pneumothorax ausgeprägt waren, so daß sich nur festhalten läßt, daß bei zusammen 28,4% des Kollektivs mit Thoraxverletzungen ein Hämato- und Hämato-pneumothorax diagnostiziert wurde. Eine Gewichtung der Lebensbedrohung war hier nicht möglich. TRUPKA [172] spricht von 30%-60%

Hämatopneumothoraces bezogen auf alle thoraxverletzten Polytraumapatienten. Ein offener Pneumothorax („sucking wound“) wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht diagnostiziert.

SCHNELL [147] beobachtet als führende Diagnose 39,7% Rippenserienfrakturen, gefolgt von 33% einzelnen Rippenfrakturen. Eine Lungenkontusion weisen bei SCHNELL [147] 29,1% der thoraxverletzten Patienten auf. Akut lebensbedrohliche Verletzungen im Sinne einer Perikardtamponade zeigen auch hier nur 1,2% der Patienten. GABRIEL [49] beschreibt bei 39,1% der Thoraxtraumatisierten eine Lungenkontusion, knöcherner Thoraxverletzungen werden hier gesamt betrachtet und führen die Art der Thoraxverletzung mit 61,2% an. Anders bei STILETTO [162], in dessen Arbeit wiederum die Lungenkontusion mit 53% führt, gefolgt von knöchernen Verletzungen mit 37,8%.

In Bezug auf den Schweregrad einer Thoraxverletzung muß beachtet werden, daß die Mehrzahl der Patienten nicht nur eine Art des Thoraxtraumas erlitten, sondern ein- und beidseitig mehrere Verletzungen gleichzeitig aufweisen können. Als weiterer Punkt soll insbesondere die Lungenkontusion hervorgehoben werden, die unter Umständen bei der Primärdiagnostik noch nicht oder nur in geringem Maße bemerkt wird, erst nach einigen Stunden zur vollen Ausprägung kommt und durch eine Reihe von pathophysiologischen Prozessen zur vitalen Bedrohung des Patienten auch nach primärer Stabilisierung führen kann [154,170,178].

Zwar kann ein Thoraxtrauma initial einfacher oder schwerer charakterisiert sein, doch darf nicht vergessen werden, daß auch kleinere Verletzungen zu gefährlichen Komplikationen führen können. Ein Spannungspneumothorax beispielsweise stellt eine akute Bedrohung dar, die bei frühzeitigem Erkennen und Behandeln jedoch rasch und unkompliziert behoben sein kann. Eine einzelne Rippen- oder Rippenserienfraktur muß eventuell zunächst gar nicht behandelt werden, kann aber bei beispielsweise unzureichender Analgesie und dadurch behinderter Atmung zur Minderbelüftung einzelner Lungenabschnitte und in der Folge zu Infektionen führen, die besonders für polytraumatisierte Patienten ernsthafte Probleme bergen. Auch die Gefahr eines sekundären Pneumothorax bei Nichterkennen oder unsachgemäßer Lagerung sollte nicht unterschätzt werden.

4.2.1.7 Verletzungsschwere

4.2.1.7.1 Injury Severity Score

Da das Kollektiv B ohne Thoraxverletzung definiert wurde, überrascht der durchschnittlich niedrigere ISS-Wert nicht. Eine polytraumatisierte Patientengruppe, die nicht am Brustkorb verletzt ist, wird insgesamt betrachtet weniger schwer geschädigt sein können (durchschnittlicher ISS $30,2 \pm 10,7$) als Polytraumen, deren Thorax in Mitleidenschaft gezogen wurde (durchschnittlicher ISS $37,0 \pm 14,1$). Anhand statistischer Berechnungen ist der Unterschied in den ISS-Werten bei thoraxverletzten Polytraumatisierten ebenso wie der PTS-Wert hochsignifikant. Tab.35 zeigt die durchschnittlichen bzw. medianen ISS-Werte je nach Angabe in der Vergleichsliteratur. Die Schwankungen kommen durch unterschiedlich strenge bzw. zum Teil gänzlich fehlende Einschlußkriterien zustande, außerdem darf der Untersuchereinfluß desjenigen, der anhand der Diagnosen den ISS berechnet, nicht unbeachtet bleiben. Zu sehen ist der relativ hohe durchschnittliche ISS des eigenen Kollektivs, der sich unter anderem durch die definierte Mindestverletzungsschwere von ≥ 16 ISS-Punkten erklärt.

Autor	Studie	Pat.Zahl	Mittlerer ISS (gesamt)	Einschluß- kriterium
Eigene Studie	1990-2001	586	34,5±13,3 (Median 34)	≥16
HILLE [71]	2001	168	Ø35	≥0
STILETTO [163]	1997-1999	20	47±17	≥15
MATTHES [88]	1997-1998	174	Median 29	≥0
RUCHHOLTZ [144]	1994-1996	74	Ø32	≥18
LIEBLER [84]	1993-1999	1324	Ø30	≥16
BARDENHEUER [14]	1993-1997	2069	22±13	≥18
BROSS [26]	1990	-	18±13 (Median 14)	≥0
AZVEDO [10]	1986-1996	88	31±11	≥0
SCHWEIBERER [156]	1982-1986	1056	Ø28	≥0
LAUWERS [82]	1982-1984	130	40±9,5	≥25
BRANDT [25]	1976-1979	432	Ø32	≥0
HAILMANN [66]	1974-1982	60	35±13	≥0

Tabelle 35: Mittlere ISS-Werte in der Literatur

Nachfolgend ist in Tab.36 ein Vergleich der durchschnittlichen bzw. medianen ISS-Werte polytraumatisierter Patienten mit Thoraxverletzung dargestellt. Die Patienten im eigenen Kollektiv weisen aus den oben ausgeführten Gründen eine höhere Verletzungsschwere auf, die Werte sind aber durchaus mit der Literatur vergleichbar. Es muß hinzugefügt werden, daß STRECKER [164] auch isolierte Thoraxtraumen in seine Untersuchung einbezog.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Mittlerer ISS (Thoraxtrauma)	Einschlußkriterium
Eigene Studie	1990-2001	586	37,0±14,1 (Median 34)	≥16
STILETTO [162]	1996-1998	111	39±19	≥15
HELM [68]	1993-1995	255	24±13	≥0
STRECKER [164]	1994-1996	107	Median 22	≥0
AUFMKOLK [8]	1975-1993	325	29,8±1	≥18

Tabelle 36: Mittlere ISS-Werte für thoraxtraumatisierte Schwerverletzte in der Literatur

4.2.1.7.2 Hannoveraner Polytrauma Schlüssel und Glasgow Coma Scale

Tab.37 zeigt den durchschnittlichen und medianen PTS-Wert des eigenen Patientengutes vergleichend mit der Literatur.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Mittlerer PTS (gesamt)	Einschlußkrit. PTS
Eigene Studie	1990-2001	586	29,4±13,1 (Median 27)	≥8
HILLE [71]	2001	168	Ø38	≥0
FRUCHT [47]	1994-1998	368	35±16 (Median 32)	≥20
AZVEDO [10]	1986-1996	88	28±11	≥0
BROSS [26]	1990	-	18±14 (Median 16)	≥0
OCHS [112]	1985-1988	54	Ø32	≥0
SCHWEIBERER [156]	1982-1986	1056	Ø26	≥0
HAILMANN [66]	1974-1982	60	35±13	≥12

Tabelle 37: Mittlere PTS-Werte in der Literatur

Der Vergleich mit weiteren Arbeiten (s.Tab.38) macht deutlich, daß ein Großteil der Polytraumapatienten mit thorakaler Beteiligung in den Schweregradgruppen II und III liegt. Lediglich in der Studie von GABRIEL [49], die jedoch auch isolierte Thoraxtraumen mit einschloß, sind die meisten Patienten den Gruppen I und II zuzuordnen. So kommt auch der Unterschied beim medianen PTS der Patientengruppe mit thorakaler Beteiligung in der Arbeit von STRECKER [164] zustande, der das Thoraxtrauma an sich untersuchte, sowohl isolierte Brustkorbverletzungen als auch solche im Rahmen eines Polytraumas.

Autor	Zeitraum	Pat. Zahl	Med. PTS	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV
Eigene Studie	1990-2001	586	30	15,9%	47,3%	25,9%	10,8%
SCHNELL [147]	1978-1984	721	-	22,4%	34,2%	23,9%	19,4%
GABRIEL [49]	1987-1990	495	-	36,8%	38,7%	17,8%	6,7%
STRECKER [164]	1994-1996	107	26	-	-	-	-

Tabelle 38: Verteilung Schwerverletzter mit Thoraxtrauma auf die vier PTS-Gruppen

Der am Unfallort erhobene GCS ist für alle drei Kollektive mit einem Median von 9 gleich, Thoraxverletzungen und ihre Bedeutung für den Parameter Letalität kommen hier nicht zum Tragen. Der größte Anteil beider Kollektive liegt in der GCS-Subgruppe mit der schlechtesten Prognose. In einer Studie von LIEBLER [143] lag der durchschnittliche GCS-Wert bei 9,9 und bei FRUCHT [47] bei 9,6 im Median. Der GCS wird zur Prognosestellung in Polytraumastudien äußerst

selten verwandt, obwohl er – wie die eigene Studie zeigt – durchaus hinsichtlich der Letalität eine hohe prognostische Aussagekraft hat.

4.2.2 Präklinische und Klinische Versorgung

4.2.2.1 Transportmittel

Insgesamt kommen 97,3% der Polytraumapatienten notarztbegleitet zur Aufnahme. Schwerverletzte mit Thoraxtrauma werden nur in den seltensten Fällen (1,1%) ohne Notarzt eingeliefert, Polytraumen mit unversehrtem Brustkorb etwas häufiger (4,1%). Diesbezüglich und auch hinsichtlich der Einlieferung per Rettungshubschrauber (47,3% der Patienten aus Kollektiv A im Vergleich zu 44,4% der Patienten des Vergleichskollektivs) läßt sich keine signifikante Aussage im Sinne eines Unterschiedes zwischen den Kollektiven machen. Die aktuelle Literatur liefert vergleichbare Resultate: bei BROSS [26] wurden 99% der Polytraumapatienten per Notarzt (61% NAW, 38% RTH) eingeliefert. AUFMKOLK [8] berichtet von mehr als zwei Drittel der Patienten, die per NAW und einem knappen Drittel, das per RTH eingeliefert wird. In einer Studie von REGEL [134] wurden in einer zwei Jahrzehnte umfassenden Studie (1972-1991) ebenfalls 99% der Patienten per Notarzt, davon 74% per RTH eingeliefert. Eine Analyse aller Kölner Rettungseinsätze von BOUILLON [20] von 1987-1990 zeigte, daß Traumapatienten insgesamt (folglich auch einfach verletzte Patienten) zu 39% per RTW, zu 47% per NAW und zu 9% per RTH transportiert werden. In Victoria, Australien hingegen wurden 12% per RTH, 28% per Rettungswagen mit ATLS-trainiertem Rettungspersonal (kein Notarzt) und 58% per herkömmlichen Rettungswagen eingeliefert, wie MCDERMOTT [90] beschreibt. Der notarztbegleitete Transport kann demzufolge in Deutschland als Standard betrachtet werden.

4.2.2.2 Versorgungszeiten

Hinsichtlich der Anfahrtszeit unterscheiden sich die beiden Kollektive nicht voneinander, das Rettungsteam fährt grundsätzlich mit größter Eile zum Einsatzort. Die Versorgungszeit durch den Notarzt am Unfallort dauert aufgrund der schwerwiegenderen Verletzungen, der in einigen Fällen schwierigeren Bergung, der in jedem Fall durchgeführten Intubation und im Bedarfsfall dem Legen von Thoraxdrainagen bei Kollektiv A länger, was die gesamte Versorgungszeit bis zur Einlieferung und damit auch die Rettungszeit verlängert. Die Unterschiede von jeweils 7 Minuten bezogen auf eine knappe Stunde sind allerdings nicht signifikant, so daß ein unterschiedliches Gesamtergebnis zwischen den Vergleichskollektiven mit aller Wahrscheinlichkeit nicht allein auf diese Parameter zurückzuführen ist.

Einen Vergleich der präklinischen Zeiten für das gesamte Kollektiv stellt Tab.39 dar. Zu beachten ist, daß die Studie von BOUILLON [20] nicht nur Polytraumapatienten, sondern alle Kölner Rettungseinsätze der Jahre 1987-1990 bewertet. Der Überblick zeigt, daß Hamburg in Bezug auf die präklinischen Rettungszeiten mit der Literatur vergleichbare Werte aufweist.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Anfahrtszeit (min)	Versorgungszeit (min)	Rettungszeit (min)
Eigene Studie	1990-2001	586	9±6 (Median 8)	52±23 (Median 48)	61±24 (Median 57)
Sokolowski [158]	1999	89	14±12	33±19	61±9
Liebler [84]	1993-1999	1324	Ø21	Ø34	Ø60
Bouillon [20]	1987-1990	835	Ø6	Ø16	Ø31
Schüttler [153]	1993-1994	179	-	65±31	-
Ruchholtz [141]	1993-1997	2069	-	-	71±67
Schlechtriemen [145]	2000-2001	1878			<60
Bardenheuer [14]	1993-1997	2069	-	68±59	-

Tabelle 39: Mittlere präklinische Zeiten in der Literatur

JUNG [73], SCHÜTTLER [153] und REGEL [134] bleiben ungenau und beschreiben, daß ungefähr die Hälfte des untersuchten Kollektivs innerhalb einer Stunde ab Unfall in der Klinik eingeliefert wurde. In der australischen Studie von McDERMOTT [90] lag der Anteil bei 74%.

4.2.2.3 Schockindex

Der bei Ankunft des Rettungsteams erhobene mediane Schockindex liegt für das Kollektiv mit Thoraxtrauma um einen Quotienten von 0,1 höher als der des Vergleichskollektivs. Dies und auch die Tatsache, daß rund ein Drittel der Thoraxverletzten zu diesem Zeitpunkt einen Schockindex über 1 aufweisen (im Gegensatz zu nur einem Viertel der Vergleichspatienten), kann unter anderem auf die höhere Verletzungsschwere zurückgeführt werden. Zudem bietet der Thorax ein sehr großes Reservoir für Blutungen, die von außen unbemerkt zum Volumenmangelschock führen können.

Dank notärztlicher Schock- und Infusionstherapie während der Versorgungszeit weisen zum Zeitpunkt der Einlieferung in beiden Kollektiven nur noch die Hälfte der zuvor mit erhöhtem Schockindex dokumentierten Patienten einen Wert über 1 auf. Der mediane Schockindex konnte in beiden Kollektiven durch die Maßnahmen des Rettungsteams erfolgreich gesenkt werden.

Aussagen zum Schockindex sind in der Literatur äußerst selten, was zu bedauern ist, da mit diesem Parameter der Einfluß der präklinischen Therapie gut dokumentiert und verfolgt werden kann. Lediglich JUNG [73] ermittelte einen Schockindex, der im Schockraum 0,8±0,3 betrug.

4.2.2.4 Intubation

Bewußtlosigkeit, schweres Thoraxtrauma, aber auch schweres Trauma ohne Thoraxverletzung sind unumstrittene Indikationen für eine sofortige Intubation [156]. Der Notarzt intubiert nahezu jeden Polytraumapatienten bei Indikationsstellung und unabhängig von der Verletzungsart vergleichbar zügig, sofern die Verhältnisse am Unfallort dies erlauben und der Patient nicht zuvor auf komplizierte Weise geborgen werden muß. In diesem Punkt sind beide Kollektive vergleichbar. Bei Polytraumen, die erst im Schockraum oder im Verlauf der Primärversorgung intubiert wurden, handelt es sich zum großen Teil um Patienten, deren Verletzungsschwere zu Beginn vom Notarzt unterschätzt wurde. Wenige Patienten wurden erst vor Operationsbeginn im Rahmen der Narkoseeinleitung intubiert. Die Literatur zur Polytraumaversorgung betont den Vorteil der frühen Intubation [13,28,146,170,171,178]. Einzig AUFMKOLK [9] stellt die frühe Intubation bei vital stabilen Patienten in Frage aufgrund einer verlängerten Rettungszeit, des zusätzlichen Gefährdungspotentials und des fehlenden Nachweises einer signifikant verbesserten Prognose. Unabhängig vom Verletzungsmuster fand sich die weitverbreitete Vorgehensweise einer Frühintubation in der eigenen Arbeit bestätigt. Beide Kollektive sind hinsichtlich der Intubationsrate vergleichbar.

Tab.40 zeigt die Häufigkeit von Intubationen im polytraumatisierten Patientengut anderer Studien. Die Unterschiede der Intubationsfrequenz lassen sich unter anderem auf die unterschiedliche notärztliche Besetzung des Notarztwagens zurückführen. Ob eine höhere Intubationsfrequenz in verschiedenen Studien durch vermehrten Einsatz von Rettungshubschraubern bedingt wird, konnte in der Vergleichsliteratur nicht belegt werden. Auf Angaben bezüglich des verwendeten Transportmittels wurde dort häufig verzichtet.

Autor	Studie	Pat.Zahl	Intubationsfrequenz
Eigene Studie	1990-2001	586	92%
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	73%
FRUCHT [47]	1994-1998	368	53%
LIEBLER [84]	1993-1999	1324	66%
RUCHHOLTZ [141]	1993-1997	2069	64%
SCHÜTTLER [153]	1993-1994	179	93%
ZINTL [191]	1988-1993	126	70%
ORESKOVICH [120]	1984	100	93%
REGEL [134]	1982-1991	3406	91%
SCHLECHTRIEMEN [145]	2000-2001	1878	76%
JUNG [73]	1979-1993	-	52%

Tabelle 40: Intubation in der Literatur

Die Dauer bis zur Intubation betrug in der eigenen Arbeit für das Gesamtpatientengut im Median 11 Minuten. Bezüglich der Latenz bis zur Intubation wird in der Literatur nur in Einzelfällen berichtet. REGEL [134] berichtet von einer medianen Dauer bis zur Intubation von 34 Minuten. Ruchholtz

[144] und Zintl [191] beobachteten eine Dauer bis zur Intubation von durchschnittlich 20 ± 19 Minuten. Nach den Leitlinien zum Qualitätsmanagement der DGU soll ein Polytraumapatient nach Klinikaufnahme innerhalb von 10 Minuten intubiert sein [1,105].

4.2.2.5 Thoraxdrainagen

Der Notarzt legt bei entsprechender Verdachtsdiagnose unmittelbar am Unfallort eine oder wenn erforderlich auch mehrere Thoraxdrainagen. Die 7 Drainagen an Patienten des thoraxunverletzten Kollektivs wurden allesamt unter der Verdachtsdiagnose auf eine drainageindizierende Thoraxverletzung zum größten Teil vom erstversorgenden Notarzt am Unfallort gelegt, der unter den dortigen schwierigen diagnostischen Bedingungen die Indikation für eine Thoraxdrainage großzügig stellt. Ebenso oder aus Gründen der Prävention bei hoher Wahrscheinlichkeit einer Entstehung von Pneumothoraces kommt es zu den 14 weiteren Drainagen, die an Patienten mit anderweitigen Thoraxverletzungen als den oben genannten gelegt wurden. Bei späterer Diagnosestellung oder unzureichender Versorgung mit Thoraxdrainagen werden zusätzlich vom Schockraumteam weitere Drainagen angelegt.

Nach Information der Entlassungsberichte erlitten 66 Patienten drainageindizierende Brustkorbverletzungen, wurden jedoch nicht mit Thoraxdrainagen versorgt. Diese Anzahl erscheint sehr hoch, allerdings muß hier beachtet werden, daß Pneumothoraces geringerer Ausprägung wie kleinere Mantelpneus auch konservativ durch PEEP-Beatmung unter strenger Beobachtung gut und sicher therapiert werden können [188]. Die Ausprägung beispielsweise eines solchen Pneumothorax war den Unterlagen nicht zu entnehmen. Weiterhin ist es wie in jeder retrospektiven Untersuchung möglich, daß die Anlage von Thoraxdrainagen nicht regelhaft dokumentiert wurde und weitaus mehr Patienten die therapeutisch notwendige Maßnahme bekam. In einer Untersuchung von AUFMKOLK [9] wurden 37% der drainagepflichtigen Thoraxtraumen präklinisch übersehen und erst im Schockraum eine Drainage gelegt. Allerdings hatten die Patienten mit initial übersehenem Thoraxtrauma letztlich kein erhöhtes Letalitätsrisiko. Aufgrund dessen kommt der Autor zu der Schlußfolgerung, bei stabilen Patienten sollte aufgrund der möglichen Komplikationen und hohen Rate an Fehldiagnosen sowie dem Fehlen einer nachweisbar verbesserten Prognose der korrekt versorgten Patienten auf die Anlage einer Drainage verzichtet werden. Tab.41 ist die auffällige Variationsbreite der Anwendungshäufigkeit von Thoraxdrainagen zu entnehmen, was einerseits durch eine unterschiedliche Indikationsstellung, andererseits durch eine verschieden verlässliche Dokumentation erklärbar ist. Zur Studie von HELM [68] muß gesagt werden, daß sich die Prozentangabe allein auf Polytraumen mit stumpfer thorakaler Beteiligung beziehen. BOUILLON [20] wertete das gesamte Aufkommen von Traumapatienten im Kölner Raum aus. REGEL [134] vergleicht zwei Jahrzehnte miteinander und bemerkt eine Verdoppelung der Anzahl von Drainagen, RUCHHOLTZ [144] verzeichnet einen unwesentlichen Anstieg der Patienten mit Thoraxdrainagen nach Einführung eines veränderten Behandlungsalgorithmus. Von den 30% der Thoraxdrainagen bei AUFMKOLK [9] wurden 68% im Schockraum und 32% primär durch den Notarzt eingebracht.

Tab.41 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Häufigkeiten der Indikation von Thoraxdrainagen in der Literatur.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Thoraxdrainagen gesamt
Eigene Studie	1990-2001	586	22,4%
HELM [68]	1993-1995	255	8,5%
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	10,2%
ZINTL [191]	1988-1993	126	16,7%
MATTHES [88]	1997-1998	174	33%
AUFMKOLK [9]	1993-1996	2392	30%
SCHLECHTRIEMEN [145]	2000-2001	1878	59,2%
MARX [87]	1974-1980	-	33%
RUCHHOLTZ [144]	1988-1993 / 1994-1996	126 / 74	16,7% / 17,6%
REGEL [134]	1972-1981 / 1982-1991	insges. 3406	37% / 76%
GABRIEL [49]	1987-1990	495	10%
BOUILLON [20]	1987-1990	835	1%

Tabelle 41: Häufigkeiten der Anlage von Thoraxdrainagen in der Literatur

Die Dauer bis zur Anlage einer Drainage gibt ZINTL [191] vor Einführung eines standardisierten Algorithmus mit durchschnittlich 30 ± 17 Minuten an, RUCHHOLTZ [144] verzeichnet nach Einführung eines solchen Standards an derselben Klinik eine Reduktion von durchschnittlich 30 auf 23 Minuten. Den Arbeiten ist nicht zu entnehmen, ab welchem Zeitpunkt diese Dauer gemessen wurde, so daß sie weder mit der medianen Dauer von 25 Minuten, die der Notarzt braucht, noch mit der medianen Dauer bis zur Punktion während der gesamten Erstversorgung von 74 Minuten (durchschnittlich 102 ± 100 min) in dieser Studie vergleichbar.

4.2.2.6 Reanimationen

Der geringe Teil von insgesamt nur 5% reanimationspflichtigen Patienten kommt durch die Einschlußkriterien zustande. Nur am Unfallort erfolgreich reanimierte Patienten, die die Notaufnahme lebend erreichten, wurden in diese Studie aufgenommen. Der Anteil von Wiederbelebungsmaßnahmen durch das Rettungsteam wird beträchtlich höher sein, doch häufig trotz des professionellen Reanimationsalgorithmus aufgrund der nicht mit dem Leben zu vereinbarenden Verletzungen erfolglos bleiben.

Patienten mit Thoraxtrauma werden aufgrund der Verletzung lebenswichtiger intrathorakaler Strukturen für Atmung und Kreislauf weitaus häufiger wiederbelebt als Schwerverletzte mit intakter Brustkorbregion. Erstere wurden annähernd zu gleichen Teilen durch das Rettungsteam am Unfallort und durch das Schockraumteam nach Klinikaufnahme reanimiert. Nur 3 Patienten wurden erst im späteren Verlauf reanimationspflichtig.

In dieser Arbeit stellt sich die Prognose eines während der Primärversorgung reanimierten Patienten als schlecht dar. Die Wahrscheinlichkeit, im weiteren Verlauf zu versterben, beträgt für solche Patienten im eigenen Patientengut 58,9%. Werden jedoch allein solche Patienten berücksichtigt, die am Unfallort wiederbelebt wurden, verstarben nur 35,3%. Bei einem insgesamt geringen Anteil von 5% reanimationspflichtigen Schwerverletzten ist die Letalität reanimationspflichtiger Polytraumapatienten zwar weiterhin als hoch anzusehen. Eine insgesamt Überlebenschance von 41,4% rechtfertigt jedoch maximale Therapiemaßnahmen.

Auch in der Arbeit von FRUCHT [47] ist ersichtlich, daß weniger als die Hälfte der reanimierten Patienten überlebten. LIEBLER [84] zeigte, daß 5% der untersuchten Patienten durch den Notarzt reanimiert wurden und davon 86% im Laufe der klinischen Behandlung verstarben. In der vorliegenden Studie war der Anteil durch den Notarzt reanimierter Patienten weniger als halb so groß (2%), davon verstarb die Hälfte während des stationären Aufenthalts.

4.2.2.7 Infusionen

Für den Langzeiterfolg nach Polytrauma ist es von größter Bedeutung, innerhalb kurzer Zeit eine möglichst effektive Volumensubstitution einzuleiten, um das Schockgeschehen vor Ausbildung irreversibler Organschäden zu durchbrechen und durch Verkürzung der Ischämiedauer den Reperfusionsschaden zu begrenzen [79,160]. Ob der Volumenersatz mit Kristalloiden, Kolloiden oder hyperosmolaren Lösungen zu erfolgen hat, ist weiterhin Gegenstand der Diskussion. Besonders in den USA wird der Nutzen einer präklinischen Infusionstherapie kontrovers diskutiert [27,70,119,129,157]. In der vorliegenden Arbeit wurde kristalloide von kolloidaler Flüssigkeit unterschieden, und es stellt sich heraus, daß ein Schwerverletzter während der notärztlichen Behandlung nahezu gleich viel Volumen beider Art (jeweils im Median 1000ml bzw. 875ml±752ml Kolloide und 1139ml±852ml Kristalloide) erhält. Allerdings kommen in Abhängigkeit von Kreislaufverhältnis und Stabilität der Schwerverletzten häufiger kristalloide Infusionen (82,8%) als kolloidale (69,3%) zum Einsatz.

Nach Einlieferung und bis zur Aufnahme auf eine Intensivstation werden abhängig vom Zustand des Patienten, der Dauer der Diagnostik sowie von Art und Dauer der Primäroperationen weitere Infusionen verabreicht. Hier zeigen die Anästhesieprotokolle, daß der Schwerpunkt auf reiner Volumengabe in Form von kristalliner Lösung und weniger auf der Volumensubstitution in Form von Kolloiden gelegt wird. Die Möglichkeiten zur therapeutischen Intervention bei hämodynamischer Instabilität sind hier größer als während der notärztlichen Versorgung außerhalb der Klinik. Hierzu gehört unter anderem, daß es erst im Krankenhaus möglich ist, Blutprodukte zu verabreichen.

Ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter des eigenen Patientengutes bekommt sowohl vom Notarzt als auch nach Klinikaufnahme aufgrund seiner hämodynamisch zumeist bedeutsamen Verletzungen mehr Infusionen als ein Patient ohne diese Verletzungen. In beiden Kollektiven wird besonders nach Klinikaufnahme mehr kristalline als kolloidale Flüssigkeit infundiert.

In einer Arbeit von SOKOLOWSKI [158] wird berichtet, daß die Patienten vom Notarzt bis auf wenige Ausnahmen nur kristalline Infusionen bekamen. LIEBLER [84] erfaßte ein vom Notarzt verabreichtes Verhältnis von kristalloider zu kolloidaler Lösung von 2,3:1 (1328ml : 589ml). In dem von REGEL

[134] untersuchten Kollektiv wurden pro Patient im Durchschnitt 2080ml Kristalloide und 250ml Kolloide durch den Notarzt verabreicht, innerhalb der Primärversorgung insgesamt 5970ml Kristalloide und 640ml Kolloide. In seiner Arbeit wird auch der Wandel in der Volumentherapie deutlich: in den 80er Jahren dokumentierte er eine häufigere Verabreichung von Kristalloiden, während noch in den 70er Jahre mehr Wert auf Kolloide gelegt wurde. Insgesamt ist ein Trend zu einer deutlich forcierten Infusionstherapie in den angeführten Studien erkennbar. Laut einer Studie von SCHÜTTLER [99] der Jahre 1993-1994 wurde den Patienten durchschnittlich 1190ml Kristalloide und 800ml Kolloide durch den Notarzt verabreicht. Diese Zahlen decken sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie.

4.2.2.8 Transfusionen

Blutprodukte werden erst nach Aufnahme in ein Krankenhaus transfundiert, der Notarzt hat diese Möglichkeit der Therapie nicht. In dieser Arbeit wurde untersucht wie viele Erythrozytenkonzentrate und gefrorenes Frischplasma während der Erstversorgung, d.h. bis zur Aufnahme auf die Intensivstation, pro Schwerverletztem verabreicht wurden. Die große Spannweite von fehlender Substitution bis hin zu maximal 81 EKs bzw. 89 FFPs in dieser Studie zeigt den unterschiedlichen Bedarf polytraumatisierter Patienten in Abhängigkeit von Art und Schwere ihrer Verletzungen. Weiterhin war deutlich zu sehen und sollte im Rahmen der Polytraumaversorgung beachtet werden, daß ein thoraxverletzter Patient durchschnittlich knapp doppelt so viele Blutprodukte benötigt wie ein Patient mit intakter Brustkorbregion (EKs A: $8,4 \pm 12,5$ vs. B: $5,1 \pm 10,1$; FFPs A: $7,1 \pm 12$ vs. B: $4,5 \pm 10,7$). Auch wenn die intrathorakalen Gefäße unverletzt bleiben, kann schon ein frischer Hämatothorax bis zu 700ml Blut bergen. Wichtiger noch als der initiale ist der anhaltende Blutverlust über eine Thoraxdrainage, der entsprechend auftransfundiert werden muß [178].

LIEBLER [84] beschrieb im Durchschnitt 13 EK-Gaben bei einem Transfusionsbedarf von 86% der Patienten, REGEL [134] erwähnt im Rahmen der ersten 6 Stunden nach Unfall durchschnittlich 2890ml verabreichtes Blut und 550ml Plasmaersatz. SOKOLOWSKI [158] zeigte, daß 69,5% der Patienten Transfusionsbedarf hatten. In der eigenen Untersuchung erhielten 56,5% aller Patienten Erythrozytenkonzentrate ($7,2 \pm 11,8$), und 42,7% benötigten gefrorenes Frischplasma ($6,1 \pm 11,6$ FFPs). BRANDT [25] beobachtet eine Zunahme des Transfusionsbedarfs in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere und ermittelt eine signifikante Korrelation zwischen Letalität und Konservenbedarf. ZINTL [191] fand 17% transfusionspflichtige Patienten, die in den ersten zwei Stunden nach Aufnahme durchschnittlich $12,7 \pm 7,5$ EKs erhielten. Im Rahmen einer Fehleranalyse bei Frühletalität nach Polytrauma berichtet RUCHHOLTZ [143] von 20% der verstorbenen Patienten, die während der Erstversorgung ungekreuzte und 75%, die gekreuzte Konserven erhielten. Bei 8% war der Blutbedarf zu gering eingeschätzt und dementsprechend zu geringe Transfusionsmengen verabreicht worden.

4.2.2.9 Labor

Aufgrund der frühzeitigen Intubation polytraumatisierter Patienten zeigen die beatmungsrelevanten Laborparameter weitgehend physiologische Werte, ein Vergleich der beiden Kollektive weist nur geringe Unterschiede auf. Interessant ist der höhere Wert des Basenüberschuß in der Gruppe der thoraxtraumatisierten Patienten, was trotz der guten Sättigung und PaO₂-Werte auf eine

Sauerstoffminderversorgung zumindest einzelner Organe schließen läßt. Hierzu paßt auch der niedrigere pH-Wert im Kollektiv der Thoraxverletzten. Der BE gilt nach RIXEN [138,139] als gesicherter Prognosefaktor bezüglich des Outcomes schwerverletzter Patienten. Da der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit anders gelegt war, wurde auf eine genauere Berechnung laborchemischer Prognosefaktoren hinsichtlich ihrer Aussagekraft für Polytraumapatienten verzichtet.

Wie unter 3.4.1.6 beschrieben werden thoraxtraumatisierten Patienten mehr Blutprodukte transfundiert als thoraxunverletzten Personen. Der nur minimal niedrigere Hb in Kollektiv A (A: 10,1g/dl vs. B: 10,8g/dl) sowie der insgesamt zunächst nur mäßig erniedrigte Hb erklärt sich, wenn man beachtet, daß bei akutem Blutverlust zelluläre und flüssige Blutbestandteile zugleich verloren gehen. Erst wenn der Verlust an Volumen durch infundierte Flüssigkeit ausgeglichen wurde, ist ein deutlicher Abfall des Hämatokrits und Hämoglobins meßbar [128]. LIEBLER [84] fand in ihrer Untersuchung einen mit dem Wert der eigenen Studie (10,5 g/dl) vergleichbaren durchschnittlichen Hb-Wert von 10,6 g/dl. Hinsichtlich des BE von -4,1 mmol/l bei LIEBLER [84] und +3,1 mmol/l in der eigenen Studie zeigt sich allerdings eine deutliche Differenz. RIXEN [138] beschreibt, daß die Letalität mit Abfall des BE signifikant zunimmt. Die Dauer von Aufnahme bis zum ersten Laborergebnis soll nach den Qualitätsmanagement-Beurteilungskriterien [105] unter 20 Minuten liegen, ZINTL [191] ermittelte eine Dauer von 17±11 min. In der eigenen Untersuchung braucht das erste Laborergebnis im Median 15 Minuten (durchschnittlich 20±26 min) und liegt damit im Rahmen der Vorgaben der DGU. Die Verkürzung der Dauer bis zum ersten BGA-Ergebnis um 30% im Verlauf der elf Jahre läßt heute eine raschere und gezieltere Behandlung der durch die Schwere der Verletzungen ins Ungleichgewicht geratenen Parameter zu.

4.2.2.10 Bildgebende Diagnostik

Von der Übergabe durch den Notarzt bis zur ersten Sonographie des Abdomens dauert es in der vorliegenden Arbeit durchschnittlich eine Viertelstunde. Der Unfallchirurg beginnt unmittelbar nach dem raschen und vollständigen Entkleiden des Patienten mit der Sonographie. Unabhängig vom Verletzungsmuster werden beide Kollektive sofort nach Einlieferung sonographiert. Abhängig von der Anamneseerhebung vom Patienten oder häufiger vom Notarzt beschloß der Unfallchirurg in 5,5% der Fälle, aufgrund einer dringlichen Notoperation auf eine Ultraschalldiagnostik zunächst zu verzichten.

Von der Einlieferung bis zum konventionellen Röntgen dauerte es den vorliegenden Anästhesieprotokollen zufolge durchschnittlich 40 Minuten. Längere Zeitspannen kommen durch dringliche Notoperationen lebensbedrohlicher Verletzungen oder eine eventuell vorgezogene Computertomographie zustande.

Patienten, die den Unterlagen zufolge nicht konventionell geröntgt wurden, wurden gemäß ihrer Verletzungsart ausschließlich computertomographiert oder verstarben vor einer primären Röntgendiagnostik nach erfolgloser Reanimation im Schockraum. Die Standardröntgendiagnostik wird bei nahezu allen Patienten unabhängig vom Verletzungsmuster durchgeführt. Der Brustkorb

wurde bei thoraxtraumatisierten Patienten unsignifikant häufiger geröntgt als bei Patienten mit unversehrter Brustkorbregion.

Durchschnittlich zwanzig Minuten später (eine Stunde nach Einlieferung) wurden die Patienten der eigenen Studie computertomographiert. Viele der craniellen Verletzungen lassen sich auf einem Nativröntgenbild nicht erkennen, so wird in beiden Kollektiven der Schädel am häufigsten computertomographiert. Der Thorax wurde in 40% der thoraxtraumatisierten Patienten mittels CT untersucht, im Kollektiv B wurde diese Diagnostik nur bei 10% der Patienten durchgeführt. Auch das Abdomen wird im thoraxverletzten Kollektiv zur Diagnostik der häufig parallel zum Thoraxtrauma auftretenden abdominellen Verletzungen doppelt so häufig computertomographiert wie im Vergleichskollektiv (A: 28,6% vs. B: 14,4%).

Bezüglich der Häufigkeit primär durchgeführter Computertomographien pro Patient über die Jahre läßt sich eine knappe Verdoppelung feststellen. Aus der retrospektiven Erhebung geht allerdings nicht hervor, ob mehr Patienten oder mehr Körperregionen pro Patient mittels dieser Diagnostik untersucht wurden. Seit Einführung eines Multislice-Spiral-Computertomographen im Jahr 2000 läßt sich singular nochmals ein Anstieg von Computertomographien verzeichnen. Hier findet die auch in der aktuellen Literatur beschriebene zunehmende Tendenz zur Ganzkörper-Spiral-CT beim Polytraumapatienten ihren Niederschlag [76,85,144].

Das Verhältnis von Häufigkeit der Verletzungen bestimmter Körperregionen zu entsprechender durchgeführter Röntgen- bzw. CT-Diagnostik während der Primärversorgung ist Tab.42 zu entnehmen.

Verletzte Körperregion	Prozentsatz Röntgenaufnahmen	Prozentsatz Computertomographie
80% Kopfverletzte	61% Röntgen des Schädels	84% cranielle CT
70% Extremitätenverletzte	51% Röntgen der Extremitäten	1% Extremitäten CT
63% Thoraxverletzte	80% Röntgen des Thorax	30% Thorax CT
28% Beckenverletzte	68% Röntgen des Beckens	9% Becken CT
33% Wirbelsäulenverletzte	63% Röntgen der Wirbelsäule	25% Wirbelsäulen CT

Tabelle 42: Verletzte Körperregion und entsprechende radiologische Diagnostik

Die Zeitspannen bis zur jeweiligen radiologischen Diagnostik konnten aufgrund unvollständiger Dokumentation in weniger als der Hälfte der Fälle berechnet werden. Der Zeitpunkt von konventionellem Röntgen und CT wird normalerweise auf dem Anästhesieprotokoll vermerkt, was aber bei erhöhtem Arbeitsaufwand für den Anästhesisten bei dramatischen Ereignissen im Rahmen der Erstversorgung häufig nicht konsequent ausgeführt wird. Tab.43 gibt ein Überblick über die Dauer bis zur jeweiligen Diagnostik in der Vergleichsliteratur. Die Zeiten in einer Studie von RUCHHOLTZ [141] entstammen dem Polytraumaregister der DGU und spiegeln den Durchschnitt aller am Register beteiligten Kliniken wieder. NAST-KOLB [105] führte zunächst in München (M) einen neuen Behandlungsalgorithmus zur Qualitätssicherung ein. Hierdurch konnte die Zeitspanne bis zur CT-Diagnostik nahezu auf die Hälfte reduziert werden. Dasselbe wurde

später mit vergleichbarem Erfolg in Essen (E) vollzogen. Die selbst ermittelten Zeiten sind länger als die der Vergleichskliniken, allerdings werden hier alle Patienten mitberechnet. So kommen die langen Zeitspannen bis zur Röntgen- und CT-Diagnostik unter anderem durch bei vielen Patienten indizierte dringliche Notoperationen zustande. Der unter 1.7 erläuterte Transportweg vom Schockraum bis zum CT in die Radiologie verlängert die mittlere Zeit bis zur ersten durchgeführten Computertomografie ebenfalls. Tab.43 zeigt die Dauer bis zur jeweiligen bildgebenden Diagnostik in vergleichbaren Studien anderer Autoren.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Dauer bis Sono (min)	Dauer bis Rö (min)	Dauer bis CT (min)
Eigene Studie	1990-2001	586	28±44 (Median 15)	57±52 (Median 40)	78± 70 (Median 60)
Sokolowski [158]	1999	89	Ø9	Ø12	Ø27
Ruchholtz [141]	1993-1997	2069	13±21	14±20	48±34
Ruchholtz [144]	1988-1996	200	-	-	37±14
Zintl [191]	1988-1993	126	-	-	55±20
Nast-Kolb [105] M	1996-1998	167	-	-	48±21 / 26±13
Nast-Kolb [105] E	1998	246	-	-	37±15 / 26±13

Tabelle 43: Dauer bis zur jeweiligen bildgebenden Primärdiagnostik in der Literatur

Der Prozentsatz sonographierter Patienten beträgt in der eigenen Studie 90,6%, 89,2% wurden im Rahmen der Erstversorgung geröntgt, und 90,4% primär computertomographiert.

In einer Untersuchung von SOKOLOWSKI [158] betrug die Häufigkeit der Sonographie 95,9%, bei 93,9% wurden Röntgenaufnahmen des Thorax und bei 81,6% des Beckens angefertigt. Bei 65,3% der Patienten wurde eine CT des Schädels durchgeführt.

REGEL [134] erwähnt hinsichtlich der Sonographie eine Häufigkeit von 90%, hinsichtlich der CT eine Häufigkeit von 68%. Der Anteil von Patienten der eigenen Studie, denen eine entsprechende Diagnostik im Rahmen der Primärversorgung zukam, ist mit den zitierten Studien vergleichbar.

4.2.2.11 Primäre und sekundäre operative Versorgung

Insgesamt wurden 81% der Schwerverletzten operativ therapiert. Im thoraxtraumatisierten Kollektiv wurden mit 78% weniger Patienten als im Vergleichskollektiv mit 86% während ihres stationären Aufenthaltes operiert.

Innerhalb der ersten 24 Stunden wurden 63 % der Patienten aus Kollektiv A und 67% aus Kollektiv B einer Primäroperation unterzogen. Patienten mit Thoraxtrauma sind aufgrund ihrer schwerwiegenden Verletzungen oft zunächst nicht operabel und bedürfen vornehmlich der intensivstationären Stabilisierung, sofern es sich nicht um eine lebensrettende Operation handelt. SOKOLOWSKI [158] beschreibt bei 33% der Polytraumapatienten eine dringliche Primäroperation. YATES konnte in der britischen MTOS-Studie [189] zeigen, daß 46% der untersuchten Patienten primär operativ versorgt wurden. Zu beachten ist dabei einerseits, daß bei YATES [189] auch nicht polytraumatisierte Patienten eingeschlossen sind und SOKOLOWSKI [158] wiederum lediglich

Notoperationen erfaßte. An dieser Stelle sei nochmals betont, daß in der vorliegenden Arbeit auch Trepanationen des Schädels im Rahmen der Primärversorgung als Operation gewertet wurden.

Bis zur Schnittzeit der Primäroperation dauert es für beide Kollektive im Median etwas mehr als 3 Stunden (205 ± 111 min). Diese Zeit ist über die Jahre konstant geblieben, es läßt sich keine zügigere Vorgehensweise bis zur Primäroperation feststellen. Die Dauer der Primäroperation an sich beträgt abhängig von der Operationsart für alle Polytraumapatienten im Median zwei Stunden (138 ± 102 min). Eine aggressivere operative Behandlung im Sinne einer Zunahme durchgeführter Primäroperationen konnte über die Jahre der Untersuchung für keines der Kollektive nachgewiesen werden. Ebenso ist die Erstversorgung bis zur Primäroperation und auch die Dauer der Primär-OP selber über den Erhebungszeitraum nicht schneller geworden.

Weder für die Häufigkeit, mit der Primäroperationen durchgeführt werden, noch für die Dauer der Erstversorgung bis zum Schnitt, noch für die Dauer der Primäroperation selber konnte ein signifikanter Zusammenhang zum Thoraxtrauma im Sinne einer forcierteren oder zurückhaltenderen Vorgehensweise festgestellt werden. BARDENHEUER [14] berechnete die mittlere Operationsdauer mit 141 ± 140 min. Die Patienten der vorliegenden Untersuchung wurden im Schnitt später, dafür aber auch kürzer operiert, was auf eine vergleichbare mittlere Versorgungsdauer bis zur Verlegung auf die Intensivstation schließen läßt. RUCHHOLTZ [144] führte eine Studie durch, in der Behandlungsabläufe mit dem Ziel der Verbesserung der Behandlungsqualität optimiert wurden. Dabei wurde eine durchschnittliche Latenz bis zur Primäroperation von 98 ± 55 Minuten vor Einführung eines neuen Behandlungsalgorithmus versus 79 ± 34 Minuten danach beobachtet. Dabei ist zu beachten, daß bei diesen Zahlen nur Patienten mit dringlicher Operationsindikation aufgrund von Schock eingeschlossen wurden. Hinsichtlich Trepanationen bei Patienten mit schwerem Schädelhirntrauma wurden bis zur Operation 124 ± 37 Minuten vor versus 95 ± 20 Minuten nach Einführung des Algorithmus beobachtet. YATES [189] beobachtete im Rahmen der britischen MTOS-Studie eine durchschnittliche Latenz bis zur Primäroperation von unter zwei Stunden bei 29% der Patienten und unter vier Stunden bei 50% der Patienten. Von den Patienten dieser Studie wurden 50% innerhalb der ersten 3 Stunden nach Einlieferung operativ versorgt.

Mehr als die Hälfte der Patienten wird nach mehr als einem Tag noch einmal oder das erste mal operiert, die meisten nur einmal (55,5%). Thoraxtraumatisierte Patienten werden mit 51% hochsignifikant seltener sekundär operiert als Patienten des Vergleichskollektivs mit 63%. Es werden demnach weniger thoraxverletzte Patienten sekundär operiert, diese dann allerdings häufiger mehrfach (A: 2,4 vs. B: 1,9 Sekundäroperationen pro Patient). In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Patient insgesamt im Mittel 1,9 mal operiert. SCHWEIBERER [62] ermittelte ebenfalls 1,9 Operationen pro Patient. Allerdings lagen laut BARDENHEUER [14] im Rahmen des Polytraumaregisters der DGU die Anzahl der Operationen pro Patient bei 4,3 (1-21) bei einem Anteil von 79,2% operativ versorgter Patienten. Hier spielen sicherlich die unterschiedliche Auffassungen, welche Behandlungsmaßnahmen als Operation gewertet werden sollen, eine Rolle. Die erste Sekundäroperation wird im Median nach einer Woche durchgeführt, bei Patienten aus Kollektiv A nach sechs Tagen. Die zweite und dritte Sekundäroperation findet jeweils im Abstand von ca. einer Woche statt.

Unabhängig vom Zeitpunkt des Eingriffs werden am häufigsten Extremitäten operativ versorgt. Am zweithäufigsten werden Hirndrucksonden gelegt, und an dritter Stelle liegen die Laparotomien. Letztere werden bei thoraxtraumatisierten Schwerverletzten an zweithäufigster Stelle (24,6%) durchgeführt, was durch die bereits erwähnte topographische Beziehung zwischen Thorax und Abdomen und den dadurch bedingten oft gleichzeitigen Verletzungen in beiden Regionen resultiert. Laparotomien werden im Kollektiv B erst am vierthäufigsten (11,1%) durchgeführt. Dieser Unterschied hinsichtlich erfolgter Laparotomien im jeweiligen Kollektiv ist statistisch signifikant. Sinngemäß ist kein Patient aus Kollektiv B am Thorax operiert worden. Bei diesem Kollektiv stehen die Operationen am Kopf, sowohl das Einbringen einer Hirndrucksonde als auch die Eingriffe seitens der Mund-Kiefer-Gesicht-Chirurgie, im Vordergrund. In einer Studie von REGEL [134] war die häufigste Operationsart die Extremitätenoperation bei ca. 50%, gefolgt von der Laparotomie mit 22,4%, Beckenoperationen bei 7%, Thorakotomien bei 5% und Trepanationen bei 4% aller Patienten. SCHWEIBERER [156] berichtet von der operativen Versorgung der Extremitätenverletzungen als häufigstes Verfahren (60%), gefolgt von Laparotomien bei 31,9%, Trepanationen bei 5,8% und Thorakotomien bei 2,2% aller Patienten. In der vorliegenden Arbeit werden analog zur Literatur Laparotomien am zweithäufigsten durchgeführt, allerdings mit 19,6% bezogen auf das Gesamtkollektiv seltener als in den vergleichbaren Studien.

Die Häufigkeit des operierten Körpergebiets hängt natürlich unmittelbar mit dem Verletzungsmuster und der Verletzungsschwere zusammen. Dadurch ist ein Vergleich der Operationen mit denen anderer Studien mit anderen Verletzungsmustern nur bedingt möglich. Die hohe Trepanationsrate im eigenen Patientengut erklärt sich durch den großen Anteil von Polytraumatisierten mit schwerem SHT und die großzügige Indikationsstellung seitens der Abteilung für Neurochirurgie.

29 Patienten (7,8%) des thoraxtraumatisierten Kollektivs bedurften einer Thorakotomie, wobei zwei Drittel der Thorakotomien im Rahmen der Primärversorgung bei lebensbedrohlichen Verletzungen der intrathorakalen Organe durchgeführt wurden. Die späteren Thorakotomien wurden bei Patienten mit nicht zu kontrollierenden Hämato-pneumothoraces sowie hauptsächlich bei Zwerchfellrupturen vorgenommen. GABRIEL [49] verzeichnet in 4,4% des thoraxtraumatisierten Kollektivs eine Thorakotomie, und zwar in erster Linie bei Zwerchfell- (4) und Lungenrupturen (3), des weiteren bei Rippenfrakturen (2), einer Herztamponade und einer Blutung aus dem Bronchialsystem. Es soll nochmals bemerkt werden, daß in GABRIELS Studie [49] auch isolierte Thoraxtraumen Einschuß fanden. SCHNELL [147] beschreibt in seinem Kollektiv thoraxtraumatisierter Schwerverletzter 7,3% Thorakotomien, denen folgende Indikationsstellung zugrunde lagen: Trachea- und Bronchusruptur, Lungenparenchymverletzungen, anhaltende arterielle Blutungen, Aorten- und Ösophagusruptur.

Hinsichtlich der Operationsverfahren läßt sich sowohl für das gesamte Patientengut als auch für die beiden Kollektive A und B herausstellen, daß definitive Osteosynthesen hauptsächlich im weiteren Verlauf des Aufenthalts (d.h. sekundär) vorgenommen werden. Die Vor- und Nachteile der frühen und späten operativen Versorgung werden in der Literatur kontrovers diskutiert. TAEGER [166] befürwortet die primäre Frakturstabilisierung mittels Fixateur externe, da sie sicher, schonend, zeitsparend und komplikationsärmer ist als die erforderliche nachfolgende definitive Versorgung. In einer Untersuchung zur primären Operationsdauer bei polytraumatisierten

Patienten mit Borderline-Zustand bemerkte PAPE [125] ab einer Operationsdauer von 6 h eine prolongierte Beatmung, eine höhere Rate an Multiorganversagen und eine erhöhte Letalität. Die verletzungsadaptierte Behandlungsstrategie (Damage control orthopaedics) ist zur Zeit der Goldstandard bei der Versorgung von Schwerverletzten mit hoher Komplikationswahrscheinlichkeit. Dies bedeutet eine Vermeidung von Primäroperationen länger als 6 h nach Trauma und eine Vermeidung von ausgedehnten Operationen am 2.-4. Tag [43]. Besonders nach primärer Marknagelung von Oberschenkelchaftfrakturen beim Polytrauma wird von foudroyanten letalen Verläufen auch junger Patienten berichtet. Dies wird auf die intramedulläre Druckerhöhung mit konsekutiver pulmonaler Embolisation und Funktionsverschlechterung sowie additive inflammatorische Reaktionen zurückgeführt [166]. AUFMKOLK [8] untersuchte den Einfluß der primären Oberschenkelplattenosteosynthese auf Polytraumapatienten mit und ohne Thoraxtrauma und stellte fest, daß im Gegensatz zur Marknagelung des Femurs die Plattenosteosynthese keinen zusätzlichen negativen Einfluß auf die ohnehin schon mit einer schlechteren Prognose behafteten thorakalen Schwerverletzten hat. Es scheint demnach wichtig zu sein wie und wie lange primär operiert wird und nicht, ob überhaupt frühzeitig operativ therapiert wird. Da die Plattenosteosynthese jedoch mit einem vermehrten Zeitaufwand, einem erhöhtem Blutverlust und vergleichsweise häufigeren lokalen Komplikationen einhergeht sowie weiterhin speziell am Femur nicht belastungsstabil sei, wird ihr Nutzen für diesen Anwendungsbereich von anderen Autoren in Frage gestellt [176]. LEHMANN [83] weist auf die Kontraindikationen (u.a. Hirnschwellung, bedenkliche Gerinnungsparameter, erniedrigte Körpertemperatur) hinsichtlich einer ausgedehnten frühen operativen Versorgung hin. Insbesondere ein schweres Thoraxtrauma gilt als Kontraindikation für die frühe operative Versorgung langer Röhrenknochen. Für die operative Versorgung thoraxtraumatisierter Schwerverletzter wird die schonende Primärosteosynthese mittels Fixateur externe und gegebenenfalls ein Verfahrenswechsel zu einem späteren Zeitpunkt empfohlen [184].

4.2.2.12 Stationäre Versorgung

In dieser Studie wurden Daten bis zur vollständigen Entlassung entweder nach Hause, in ein weiteres Krankenhaus oder bis zum Versterben erhoben.

Ein Schwerverletzter wird nach der Schockraumphase zunächst operiert oder direkt zur Stabilisierung auf eine Intensivstation verlegt. Im letzteren Fall dauert die gesamte Erstversorgung von Einlieferung bis zur Intensivaufnahme für im Median drei Stunden. Bei Patienten des Kollektivs ohne Thoraxtrauma läuft die Erstversorgung bis zur Aufnahme auf die Intensivstation eine Viertelstunde schneller ab. Gründe hierfür sind in der erweiterten initialen Diagnostik (z. B. Thorax-CT) und Therapie (z. B. Anlage von Thoraxdrainagen) im Kollektiv der Thoraxtraumatisierten zu finden. Wird hingegen eine Primäroperation nötig, dauert die Erstversorgung für Kollektiv A im Median 4:37 Stunden, für Patienten des Kollektivs ohne Thoraxtrauma im Median 5:15 Stunden.

4.2.2.12.1 Intensivstationäre Aufenthaltsdauer

Auf der Intensivstation liegt ein polytraumatisierter Patient im Median eine Woche bzw. noch zwei Tage länger, wenn man die verstorbenen Patienten ausschließt. Die Intensivaufenthaltsdauer ist dabei hochsignifikant abhängig von der Verletzungsschwere der Patienten. Bezüglich der

Liegedauer auf einer Intensivstation ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Kollektiven ersichtlich: Patienten mit Thoraxtrauma verbleiben mit hoher Signifikanz doppelt so lange auf einer Intensivstation wie Schwerverletzte ohne Thoraxtrauma. Dieses Verhältnis wird unter Berücksichtigung der Verstorbenen noch deutlicher. Hier muß beachtet werden, daß das Kollektiv Thoraxtraumatisierter im Mittel eine höhere Verletzungsschwere, eine größere Verletzungskombination, eine häufigere Beatmungspflichtigkeit sowie, wie im weiteren noch ausgeführt werden soll, eine höhere Komplikationsrate aufweist.

In Tab.44 wird die enorme Spannweite der Intensivaufenthaltsdauer deutlich, welche durch die unterschiedlich ausfallende Verletzungsschwere und Verletzungsmuster, unterschiedliche Einschlußkriterien sowie uneinheitliche Angaben von Median und Mittelwerten entsteht. In der Vergleichsliteratur wurden bei der Erhebung der Intensivliegezeit die verstorbenen Patienten nicht aus der Statistik herausgerechnet.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Intensivliegezeit (Tage)	
			Mit Thoraxtrauma	Ohne Thoraxtrauma
Eigene Studie	1990-2001	586	15,5±18,7 (Median: 9)	11,3±15,7 (Median: 4,5)
AUFMKOLK [8]	1975-1993	325	24±2	20±2
STILETTO [162]	1996-1998	111	22±15	-
Autor			Intensivliegezeit gesamt (Tage)	
Eigene Studie	1990-2001	586	13,9±17,8 (Median: 7)	
CHAMPION [33] (ISS=12,8)	1982-1987	71431	Ø3,3 (Tote), Ø2,0 (Überlebende)	
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	5±7	
BROSS [26]	1990	-	6±9 (Median 3)	
LAUWERS [82]	1982-1984	130	Ø10	
LIEBLER [84]	1993-1999	1324	Ø12	
REGEL [134]	1972-1991	3406	Ø13,7	
AZVEDO [10]	1986-1996	88	18±13	
KATHOLNIGG [74]	1978-1987	40	20±14	
ZINTL [191]	1988-1993	126	Median 26 (nur Überlebende)	
STILETTO [163]	1997-1999	20	31±26	

Tabelle 44: Intensivliegezeit der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur

4.2.2.12.2 Gesamtaufenthaltsdauer

Der signifikante Unterschied zwischen Schwerverletzten mit und ohne Thoraxtrauma in Bezug auf die Intensivaufenthaltsdauer konnte hinsichtlich der Gesamtaufenthaltsdauer nicht nachgewiesen werden. Generell verbleibt ein Schwerverletzter im Median unter Berücksichtigung der Verstorbenen 32 Tage im Krankenhaus, bevor er in ein weiteres Krankenhaus verlegt oder nach

Hause entlassen wird. Es konnte kein Zusammenhang von Verletzungsschwere nach PTS und Gesamtaufenthaltsdauer hergestellt werden, wohl aber einer von ISS und gesamtstationärer Aufenthaltsdauer. Es wurde ersichtlich, daß Patienten mit einem höheren ISS-Wert weniger Zeit im Krankenhaus verbringen als leichter verletzte Patienten, was an der höheren Letalitätsrate des schwerer verletzten Patientengutes liegt. Einen ebenfalls hochsignifikanten Einfluß auf die Aufenthaltsdauer hat das Auftreten von Komplikationen, welche die Behandlung Schwerverletzter um Tage bis Wochen verzögern können. Patienten ohne Thoraxtrauma verbleiben mediane 32 Tage im Krankenhaus, solche mit Thoraxverletzung verbleiben einen Tag kürzer. Rechnet man verstorbene Patienten mit hinein, läßt sich erkennen, daß der gesamtstationäre Aufenthalt thoraxtraumatisierter Patienten im Median 3,5 Tage kürzer ist als der des Vergleichskollektivs, was auf die unter 3.4.5 analysierte höhere Letalität zurückzuführen ist. Die unterschiedlichen Aufenthaltsdauern der Vergleichskollektive sind allerdings statistisch nicht aussagekräftig. Im Vergleich mit der Literatur fällt die enorme Bandbreite der Aufenthaltsdauern bedingt durch die verschiedenartigen Einschlußkriterien auf (Tab.45). Sowohl bei der Intensivliegezeit als auch bei der Gesamtaufenthaltsdauer muß beachtet werden, daß in der amerikanischen MTOS-Studie von CHAMPION [33] keine Mindestverletzungsschwere festgelegt wurde. OCHS [112] rechnet die Krankenhaustage nach Wiederaufnahme zur Materialentfernung mit und kommt so auf eine sehr lange Aufenthaltsdauer.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Mittlere Gesamtaufenthaltsdauer (Tage)	
			Mit Thoraxtrauma	Ohne Thoraxtrauma
Eigene Studie	1990-2001	586	31,2±3 (Median 25)	35,3±30,7 (Median 28,5)
SCHNELL [147]	1978-1984	721	Ø26,4	-
STILETTO [162]	1996-1998	111	35±3	-
Autor			Mittlere Gesamtaufenthaltsdauer (Tage)	
Eigene Studie			32,7±29,7 (Median 27)	
CHAMPION [33] (ISS=12,8)	1982-1987	71431	Ø9,7(Überlebende), Ø4,6 (Tote)	
BROSS [26]	1990	-	17±20	
LIEBLER [84]	1993-1999	1324	Ø26	
FRUCHT [47]	1994-1998	368	30±2 (Median 28)	
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	30±3 (Median 28)	
REGEL [134]	1972-1991	3406	Ø31	
LAUWERS [82]	1982-1984	130	Ø52	
AZVEDO [10]	1986-1996	88	71±54	
OCHS [112]	1985-1988	54	Ø128,5	

Tabelle 45: Stationäre Aufenthaltsdauer der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur

4.2.2.12.3 Beatmungsdauer und Tracheotomien

Während des intensivstationären Aufenthalts wird ein Schwerverletzter mit Thoraxverletzung im Median 6 Tage (unter Berücksichtigung der Verstorbenen 8 Tage) beatmet. Das ist 2,7fach so lange wie ein Patient des Vergleichskollektivs (3 Tage) und statistisch hochsignifikant. Hierdurch erklärt sich unter anderem auch die längere Intensivliegezeit. Ein thorakales Polytrauma muß nicht unbedingt schwerer oder komplexer verletzt sein, um länger beatmet zu werden. Zur Vorbeugung von Komplikationen, insbesondere des ARDS, und zur Behandlung der bei Thoraxtrauma häufigeren Ateminsuffizienz ist die maschinelle Beatmung für thoraxverletzte Polytraumatisierte öfter und länger indiziert [147]. Es läßt sich insgesamt feststellen, daß die Beatmungsdauer hochsignifikant von der Verletzungsschwere nach ISS und PTS abhängt.

Tab.46 zeigt die Beatmungsdauer in verschiedenen Studien auf einen Blick, und analog zur Aufenthaltsdauer wird auch hier eine gewisse Spannweite deutlich.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Mittlere Beatmungszeit (Tage)	
			Mit Thoraxtrauma	Ohne Thoraxtrauma
Eigene Studie	1990-2001	586	12,7±17,3 (Median 6)	9,1±14,2 (Median 3)
AUFMKOLK [8]	1975-1993	325	20±2	16±2
GABRIEL [49]	1987-1990	495	Ø7,6	-
SCHNELL [147]	1978-1984	721	Ø7	-
Autor			Mittlere Beatmungszeit gesamt (Tage)	
Eigene Studie	1990-2001	586	11,4±16,3 (Median 5)	
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	4±5	
LIEBLER [84]	1993-1999	1324	Ø9	
KATHOLNIGG [74]	1978-1987	40	11±3	
AZVEDO [10]	1986-1996	88	11±1	
REGEL [134]	1972-1991	3406	Ø11,3	
SCHNELL [147]	1978-1984	721	Ø6,2	

Tabelle 46: Beatmungsdauer der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur

Eine Langzeitbeatmung macht häufig eine Tracheotomie zur Reduktion des Atemwegswiderstands (größerer Tubusdurchmesser), zur Vermeidung von Larynxschäden sowie der Möglichkeit der besseren Bronchialtoilette und Mundpflege des Patienten nötig [151]. In dieser Arbeit wurde den Unterlagen zufolge ein beatmeter Patient nach im Median 10 Tagen (11,4±6,8 Tage) tracheotomiert. Diese Maßnahme wurde bei einem Fünftel aller bzw. einem Viertel der thoraxtraumatisierten Patienten durchgeführt. Patienten aus Kollektiv B wurden seltener (15%) und außerdem im Median einen Tag später mit einer Trachealkanüle versorgt. Im Hinblick auf die erwähnte kürzere Beatmungsdauer eines thoraxunverletzten Patienten erklärt sich die seltener angewandte Tracheotomie. Tracheotomien bei polytraumatisierten Patienten werden in der

Literatur selten ausgewertet. AZVEDO [10] berichtet von Tracheotomien bei 33% der Patienten nach durchschnittlich $4,9 \pm 5$ Tagen, im Mittel fünf Tage früher als in dieser Studie.

4.2.2.12.4 Komplikationen

Es ließ sich feststellen, daß knapp 40% der Patienten eine oder mehrere Komplikationen boten. Da die anhand der Krankenakten erhobenen Komplikationsarten von unterschiedlicher Bedeutung für den Heilungsprozeß sind, sollen hier nur die schwerwiegenden und mit der Literatur vergleichbaren diskutiert werden. Die führende Komplikationsart ist insgesamt (15,7%) und in beiden Kollektiven (A: 18,6% bzw. B: 10,6%) die Pneumonie, die zudem im Kollektiv der thorakalen Polytraumatisierten knapp doppelt so häufig diagnostiziert wurde wie im Vergleichskollektiv. Im Gesamtkollektiv folgen mit einigem Abstand zur Pneumonie die Sepsis (6,5%), Wundinfektionen (6%), Multiorganversagen (5,5%) und ARDS (2,6%). Ein Vergleich der beiden Kollektive zeigt diesbezüglich einen mehr als doppelt so hohen Anteil der Fälle von Sepsis (A: 8,1% vs. B: 3,7%), einen vierfach so hohen Anteil von Fällen des ARDS (A: 3,5% vs. B: 0,9%), unwesentlich mehr Fälle von Multiorganversagen (A: 5,9% bzw. B: 4,6%) und nicht signifikant weniger häufige Fälle von Wundinfektionen (A: 5,1% vs. B: 7,4%) im Kollektiv mit Thoraxtrauma. Die Komplikationsrate liegt insgesamt im Kollektiv A mit 43% hochsignifikant höher als im Kollektiv B mit 32%. SCHNELL [147] beschreibt ebenfalls die Pneumonie als führende Komplikation, gefolgt von weiteren Lungenfunktionsstörungen (zusammen 10,8%), tiefen Wundinfektionen (3,6%) und Sepsis (3,3%). Bei LAUWERS [82] führt die Sepsis mit 25,4% die Liste der Komplikationen an, gefolgt von einem Fünftel Patienten, welche ein Multiorganversagen erlitten und 10% der Patienten, die ein ARDS aufzeigten. BARDENHEUER [14] unterteilt in Organversagen (Lunge 22%, Kreislauf 18,7%, Leber 9,6%, Niere 3,1%) und Sepsis (11,6%). REGEL [134] konnte nachweisen, daß sich im Verlauf von zwei Jahrzehnten von 1972-1991 das Nierenversagen von 8,4% auf 3,7% und das ARDS von 18,2% auf 12% reduzieren ließ, jedoch kein Wandel bezüglich der infektiösen Komplikationen zu sehen war. Das Multiorganversagen zeigte in REGELS Studie [134] eine ansteigende Tendenz. GROTZ [62] ermittelte allein eine Inzidenz des Multiorganversagen von 26,1% und eine Letalität der Patienten mit dieser Komplikation von 58,4%. In einer amerikanischen Studie über polytraumatisierte ältere Patienten berichtet LONNER [86] von einer höheren Komplikationsrate bezüglich Pneumonie (Ältere: 36% vs. Jüngere: 16%) und kardialen Komplikationen (Ältere: 54% vs. Jüngere: 10%) im Vergleich zu jüngeren Polytraumapatienten. Hier wird besonders die Wichtigkeit einer frühen operativen Versorgung der alten Patienten hervorgehoben, um die höhere Rate systemischer Infektionen sowie eine längere Beatmungs- und Liegezeit zu reduzieren. AUFMKOLK [7] hingegen erkannte lediglich für die Sepsis eine signifikant höhere Inzidenz (27% vs. 19%) im Kollektiv älterer polytraumatisierter Patienten. Ferner wird hier von der Abhängigkeit der Komplikationsrate von Verletzungsmuster und -schwere berichtet. Besonders ältere Patienten mit Thoraxtrauma wiesen eine signifikant höhere Pneumonierate (31% vs. 14%) und damit verbundene septische Komplikationen auf. Wie auch in anderen Arbeiten gezeigt werden konnte, haben Patienten ohne Thoraxtrauma eine bessere Prognose als Patienten mit einer solchen Verletzung [8,126,137]. AUFMKOLK [8] stellt eine höhere Komplikationsrate bei thoraxtraumatisierten Schwerverletzten fest, und zwar am häufigsten Pneumonien, ARDS und Sepsis. An lokalen Komplikationen beobachtete er hingegen in beiden Kollektiven eine gleich große Häufung.

Besondere Bedeutung in Bezug auf Komplikationen kommt der Lungenkontusion zu. So konnte gezeigt werden, daß das lokale Trauma nicht nur eine örtliche Schädigung des Lungengewebes bewirkt. Durch die Kontusion kommt es über die lokale Aktivierung zellulärer und humoraler Mechanismen zu einer systemischen Aktivierung, die über eine Permeabilitätssteigerung im Bereich der Alveolen die Entstehung eines Lungenversagens (ARDS) begünstigen kann [81,110,111]. Die Lungenkontusion wird auch als Wegbereiter des ARDS und septischer Komplikationen bezeichnet [39,44,68]. Positive Auswirkungen auf die Pathophysiologie der Lunge sollen die dorsoventrale Wechsellagerung und die kinetische Therapie in schwenkbaren Spezialbetten haben. Die Verbesserung der Oxygenierung unter Lagerungstherapie basiert überwiegend auf einer besseren Ventilation und transalveolaren Diffusion [52,162].

4.2.2.13 Letalität

In dieser Arbeit lag die Letalität polytraumatisierter Patienten bei knapp 23%, was durchaus vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien dieses Zeitraums ist (s.Tab.47). Die Unterschiede bezüglich der Letalitätsraten kommen durch die uneinheitlichen Einschlusskriterien wie beispielsweise einer Mindest-ISS-Punktzahl zustande. Beispielsweise beträgt der durchschnittliche ISS in der Major Trauma Outcome Study von CHAMPION 12,8. In unserer Studie liegt der Mindestwert des ISS bei 16.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Letalität	Mittlerer ISS
Eigene Studie	1990-2001	586	22,9%	34,5±13,3 (Median 34)
SOKOLOWSKI [158]	1999	89	23,7%	Ø27,2
STILETTO [163]	1997-1999	20	20%	47±2
NAST-KOLB [105]	1996-1998	167	9-13%	20±2
FRUCHT [47]	1994-1998	368	16%	-
RUCHHOLTZ [141]	1993-1997	2069	19%	22±1
BROSS [26]	1990	-	14,9%	30±1
ZINTL [191]	1988-1993	126	39%	Median 41
DRAAISMA [43]	1984-1985	559	31,7%	-
Regel [134]	1982-1991	3406	18%	-
CHAMPION [33]	1982-1987	71431	9%	Ø12,8
SCHWEIBERER [156]	1982-1986	1056	15%	Ø28
LAUWERS [82]	1982-1984	130	33%	40±10
SCHNELL [147]	1978-1984	721	14,1%	-
BRANDT [25]	1976-1979	432	36%	Ø32

Tabelle 47: Mittlerer ISS und Letalität in der Literatur

REGEL [134] beschreibt in einer Studie über zwei Jahrzehnte einen Rückgang der Letalität von 40% (1972) auf unter 20% (1991) bedingt durch ein besseres Verständnis der pathophysiologischen Vorgänge nach schwerem Trauma, verbesserter technischer Ausrüstung und eines

standardisierten Behandlungsmanagements Schwerverletzter. Als Gründe für die verbesserte Prognose werden die Bekämpfung des traumatischen Schocks durch verkürzte Rettungszeiten, eine forcierte Volumentherapie und eine häufigere und zügigere Intubation durch den Notarzt genannt. Weiter betont wird die Wichtigkeit der Vermeidung eines protrahierten Schockgeschehens mittels verkürzter Erstversorgungszeit durch die Einführung der Sonographie und CCT, die sofortige Beherrschung lebensbedrohlicher Massenblutungen, die verkürzte primäre Operationsdauer sowie die Fortschritte der Intensivmedizin. Auf der Intensivstation profitiert der Patient heute vom erweiterten Monitoring, der Einführung der CPAP-Beatmung und der Möglichkeit zur kinetischen Lagerung zwecks Vorbeugung eines ARDS. Zuletzt genannt wird die Begrenzung eines fortbestehenden Traumas durch frühzeitige operative Versorgung und dadurch der Vermeidung pathogenetischer Mechanismen, die zu Komplikationen führen. Sowohl RUCHHOLTZ [141,144] als auch ZINTL [191] und NAST-KOLB [105] bestätigen den Rückgang der Letalität in Untersuchungen zum Qualitätsmanagement. Man kann davon ausgehen, daß die Letalität noch weiter gesunken ist, wenn man bedenkt, daß heutzutage wesentlich schwerer Verletzte die Notaufnahme lebend erreichen als dies noch vor zwanzig Jahren der Fall war. Insgesamt könnte die Sterblichkeit nach Polytraumatisierung jedoch niedriger sein. So haben beispielsweise 12,5% Schwerverletzte höheren Alters (oder deren Angehörige im Sinne des Patienten) nach OSLER [122] den Wunsch, bei folgenschwerer Verletzung oder absehbar schlechtem Outcome im Zweifelsfall nicht der Maximaltherapie zugeführt zu werden. Deutlich ist die hochsignifikant größere Letalität im Kollektiv mit Thoraxtrauma, von denen ein Viertel (24,9%) versterben, im Vergleich zu Kollektiv B, von denen jeder Fünfte (19,4%) verstirbt. Einen Vergleich mit der Literatur gibt Tab.48.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Mittlerer ISS	Letalität mit TT	Letalität ohne TT
Eigene Studie	1990-2001	586	34,5±13,3 (Median 34)	24,9%	19,4%
AUFMKOLK [8]	1975-1993	325	29,8±1	15,6%	6,5%
SCHNELL [147]	1978-1984	721	-	20,6%	-
GABRIEL [49]	1987-1990	495	-	17,4%	-

Tabelle 48: Letalität bei thoraxtraumatisierten Schwerverletzten in der Literatur

Einschränkend muß gesagt werden, daß GABRIEL [49] in ihr Kollektiv trotz des Oberbegriffs „Polytrauma“ auch isolierte Thoraxtraumen einbezog, was die Verletzungsschwere und damit auch die Letalitätsrate deutlich senkt. Der Unterschied zu AUFMKOLK [8] ist unter anderem im unterschiedlichen Einzugsgebiet zu sehen. Durch Essens zentrale Lage im Ruhrgebiet entstehen kurze Rettungszeiten, da Schwerverletzte im städtischen Gebiet ohne Umstände zügig ins nahegelegene Krankenhaus transportiert werden können. Das Einzugsgebiet des UKE umfaßt einen Radius von bis zu 200 km und bedingt damit längere Rettungszeiten für den einzelnen Patienten.

Rund ein Drittel aller verstorbenen Polytraumapatienten verstirbt gleich innerhalb der ersten 24 Stunden. Ein Vergleich der Kollektive zeigt deckungsgleiche Ergebnisse, allerdings versterben in

der Gruppe der Verstorbenen ohne Thoraxtrauma nur 24% innerhalb der ersten 24 Stunden und rund 76% im weiteren Verlauf. Eine amerikanische Studie von ARROYO [5] schildert eine trimordiale Verteilung von Todesfällen nach Trauma. Die erste Spitze liegt innerhalb von Minuten nach dem Unfall, bedingt durch Herz- und Aortenverletzungen sowie Rückenmarkstraumen. Der zweite Gipfel zeigt sich innerhalb der ersten Stunden nach dem Trauma, in denen Patienten an Schädel-Hirn-Traumen, Hämato-pneumothoraces oder exzessiven Blutverlusten durch abdominelle Verletzungen versterben. Der dritte Gipfel entsteht einige Wochen nach der Verletzung durch Patienten, die an schwerwiegenden Komplikationen wie beispielsweise einem Multiorganversagen oder einer Sepsis versterben. Die beschriebene Verteilung der Sterblichkeit basiert auf einem amerikanischen Kollektiv und dem dortigen Rettungssystem. In Deutschland und Europa ist die Einteilung in Früh- (innerhalb 24h nach Trauma) und Spätletalität (>24h nach Trauma) gebräuchlicher [82,88,143], weshalb auch in der vorliegenden Studie danach verfahren wurde. Eine trimordiale Verteilung kann darüber hinaus für dieses Kollektiv nicht entstehen, da hier solche Patienten, die schon innerhalb kürzester Zeit am Unfallort verstarben ausgeschlossen wurden.

Ein verstorbener Polytraumapatient dieser Studie überlebte durchschnittlich $9,5 \pm 19,5$ Tage (Median 3 Tage). Ein Patient ohne Thoraxtrauma überlebte mit $11,1 \pm 28,7$ Tagen länger als ein Patient mit einer thorakalen Verletzung mit $8,7 \pm 13,3$ Tagen. In der Literatur lassen sich hauptsächlich Angaben zur durchschnittlichen Überlebenszeit des gesamten Polytraumapatientengutes finden. LAUWERS [82] dokumentierte 10,9 Tage, BRANDT [25] 11 Tage, FRUCHT [47] 5,1 Tage und REGEL [134] hingegen 22,4 Tage.

Die Patienten verstarben den Abschlußberichten und Sektionsprotokollen zufolge in erster Linie am dissoziierten Hirntod (11,1%), gefolgt vom MOV (5,5%), Herz-Kreislauf-Versagen (2,9%) und dem hämorrhagischen Schock (2,1%). Tab.49 gibt einen Überblick über die Todesursachen in der Literatur, die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die Verstorbenen. Wie zu sehen ist besteht auch hinsichtlich der Einteilung in verschiedene Todesursachen eine Divergenz. Dies liegt häufig daran, daß sich Verletzungsfolgen, Vorerkrankungen und Komplikationen derart überlagern, daß eine Beurteilung der eigentlichen Todesursache zur Ermessenssache wird. Selbst der Pathologe kann bei Polytraumapatienten die zum Tode führende Diagnose häufig nicht sicher festlegen. Zudem lassen viele Angehörige eines verstorbenen Schwerverletzten eine Autopsie nicht zu. In der Vergleichsliteratur summiert sich unter „Sonstiges“ unter anderem die Sepsis, „schwere Mehrfachverletzung“, „extensive thorakale Verletzungen“, Lungenembolie, ARDS und Vorerkrankungen. Abgesehen von FRUCHT [47] und in geringerem Maße auch BROSS [26] sind sich die Autoren aber über die führende Todesursache „dissoziierter Hirntod“ einig.

Autor	Zeitraum	Pat.Zahl	Diss. Hirntod	MOV	HKV	Häm. Schock	Sonstiges
Eigene Studie	1990-2001	586	48,5%	23,9%	12,7%	9%	1,4%
McDERMOTT [90]	1992-1993	137	39,7%	16,4%	-	19,2%	24,7%
REGEL [134]	1982-1991	3406	28%	18,6%	27,1%	5,8%	18,7%
ZINTL [191]	1988-1993	126	37%	31%	-	31%	2%
MATTHES [88]	1997-1998	174	66%	20%	13,3%	-	-
LAUWERS [82]	1982-1984	130	47,7%	15,9%	-	-	36,4%
FRUCHT [47]	1994-1998	368	23,7%	15,3%	47,5%	10,2%	3,4%
BROSS [26]	1990	-	32,2%	12,9%	3,2	32,2%	19,4%

Tabelle 49: Todesursachen in der Literatur

Beim Vergleich der Kollektive fällt der doppelt so große Anteil der an Herz-Kreislauf-Versagen verstorbenen Thoraxtraumatisierten sowie ein höherer Anteil am dissoziierten Hirntod verstorbener Patienten der Nicht-Thoraxtraumatisierten auf. Diese Umstände sind durch die häufigere Verletzung des Schädels im Kollektiv B sowie die Verletzungen intrathorakaler Strukturen, konsekutiver pathophysiologischer Vorgänge und höhere Anteile pulmonaler und septischer Komplikationsarten in Kollektiv A zu erklären. In einer Arbeit von SCHNELL [147] überwiegt im Kollektiv der Thoraxtraumatisierten hingegen der dissoziierte Hirntod (42,6%). GABRIEL [49] beschreibt das Multiorganversagen als führend (36,4%), allerdings direkt gefolgt von ZNS-Schäden (31,8%).

Eine Zu- oder Abnahme der Sterblichkeit im Verlauf des Erhebungszeitraums von elf Jahren konnte für keines der beiden Kollektive nachgewiesen werden. Auch GABRIEL [49] konnte im Beobachtungszeitraum von 1987-1990 keine Veränderung der Letalitätsrate verzeichnen.

Der Verkehrsunfall ist zwar die Todesursache Nummer eins für Polytraumapatienten, dennoch ist die Wahrscheinlichkeit, einen Verkehrsunfall mit konsekutiver Polytraumatisierung zu überleben, immer noch größer als zu versterben. LAUWERS [82] berichtet von knapp 100 Verkehrsopfern, von denen 60 überlebten und 40 verstarben. Auch in dieser Studie ist die Wahrscheinlichkeit, einen Verkehrsunfall zu überleben mit 67,3% größer als der Tod eines Schwerverletzten. Zu diesem Ergebnis kommt auch FRUCHT [47], in dessen Arbeit 14,4% der Verkehrsopfer verstarben und 85,6% überlebten, obwohl die Hälfte aller Verstorbenen einen Verkehrsunfall erlitt.

Hingegen sieht man bei FRUCHT [47] (16,3% Verstorbene nach Stürzen) und auch in dieser Arbeit (20,9% Verstorbene nach Stürzen), daß die Wahrscheinlichkeit nach Stürzen zu versterben wesentlich größer ist als zu überleben. FRUCHT [47] bemerkt ebenfalls die hohe Letalität von suizidalen Sprüngen, in seiner Untersuchung verstarben fast die Hälfte (42,9%) aller gesprungenen Polytraumapatienten.

Der Einfluß der Verletzungsschwere auf die Prognose ist vorhanden, allerdings nicht unumstritten. BOUILLON [23] betont die große Sensitivität und Spezifität der gebräuchlichen Scoresysteme und fordert deren obligate Anwendung in Studien zum Thema Polytrauma. Auch BARDENHEUER [14] berichtet von einem signifikant mehr als 1,5fach höheren mittleren ISS bei Verstorbenen. FOLTIN

[46] hingegen räumt ein, daß sich aufgrund der geringen Korrelation zwischen Score und Letalität die Prognose eines Schwerverletzten nicht allein durch einen Polytraumascor stellen läßt, sondern das Outcome ein multifaktorielles Geschehen ist. In dieser Untersuchung stellt sich der Zusammenhang sowohl von ISS und PTS als auch von GCS zur Letalität mit einer hohen Signifikanz dar. In Tab.50 ist die Letalität innerhalb der PTS-Untergruppen im Vergleich mit der erwarteten Letalität [23] und der Verteilung bei drei weiteren Autoren dargestellt. Zu beachten ist, daß GABRIEL [49] wie bereits erwähnt auch vereinzelte isolierte Thoraxtraumen einschloß.

Autor	Zeitraum	Pat. Zahl	Letalität in der PTS-Untergruppe			
			I	II	III	IV
Eigene Studie	1990-2001	586	11,2%	18%	36,1%	58,3%
BOUILLON [23]	1987	612	≤10%	≤25%	≤50%	≤75%
SCHWEIBERER [156]	1982-1986	1056	3%	6%	29%	-
SCHNELL [147]	1978-1984	721	3,6%	8,1%	21,2%	59,3%
GABRIEL [49]	1987-1990	495	3,2%	19,4%	31,1%	47,1%

Tabelle 50: Letalität in den jeweiligen PTS-Gruppen in der Literatur

Die Vergleichbarkeit des ISS bezüglich seiner Vorhersagekraft auf die Letalität wird zusätzlich dadurch erschwert, daß er keine stratifizierte Einteilung in Untergruppen beinhaltet. Aus diesem Grund kann nur der mittlere ISS und die Gesamtletalität der verschiedenen Studien verglichen werden und ist Tab. 47 zu entnehmen.

Die Dauer der Versorgungszeit am Unfallort hat keinen statistisch nachweisbaren Einfluß auf die Letalitätsrate. Es zeigte sich jedoch, daß die Wahrscheinlichkeit zu versterben mit einer kürzeren Dauer bis zur Aufnahme auf die Intensivstation größer ist. Dies läßt sich weniger durch eine ungenügende Erstversorgung als vielmehr durch den ohnehin kritischeren Zustand des Patienten erklären. Ein besonders instabiler Schwerverletzter wird zunächst ohne weitere operative Therapie zu Stabilisierung auf die Intensivstation verlegt. Die Dauer der Primäroperation an sich hat keinen signifikanten Einfluß auf die Letalitätsrate. Ähnlich wie das Thoraxtrauma birgt auch das Schädelhirntrauma im Rahmen einer Polytraumatisierung in dieser Studie mit einer hohen Signifikanz die Gefahr zu Versterben. Einen weiteren signifikanten Einfluß auf das Versterben im eigenen Patientengut zeigten Komplikationen in Form von MOV, Sepsis, ARDS und Pneumonien.

4.2.2.14 Anschließende Versorgung

In rund 12% bzw.13% ließ sich für die beiden Kollektive die weitere Betreuung nach Entlassung aus dem UKE nicht ermitteln. Es läßt sich trotzdem erkennen, daß nahezu gleich viele Patienten aus Kollektiv A und B in die ambulante Weiterbehandlung entlassen werden, jedoch mehr Patienten ohne Brustkorbverletzung (53%) die Chance einer Rehabilitation wahrnehmen können. Im thoraxtraumatisierten Kollektiv sind dies 48%, was sich durch den größeren Anteil verstorbener Patienten erklärt.

Für ältere schwerverletzte Patienten bietet sich zur anschließenden Versorgung ein benachbartes auf geriatrische Patienten spezialisiertes Krankenhaus an, in dem die polytraumatisierten Senioren

(Patienten >65 Jahre) nach Abschluß aller operativen und stabilisierenden Maßnahmen von konsiliarisch tätigen Unfallchirurgen des UKE weiter betreut werden. Dies trifft auf 34 der 290 weiterverlegten Patienten (11,7%) zu. Dieser Umstand muß berücksichtigt werden, da eine solche Option der Frühverlegung die Gesamtaufenthaltsdauer der Polytraumen > 65 Jahre und damit auch die des Gesamtkollektivs verkürzt. Allerdings war die Verkürzung statistisch nicht signifikant.

4.3 Schlußfolgerungen

1. Zeigen sich Unterschiede im Verletzungshergang bei Schwerstverletzten mit und ohne Thoraxtrauma?

Ein Vergleich des Unfallhergangs zeigte, daß Polytraumen mit Brustkorbverletzung in dieser Untersuchung seltener durch Verkehrsunfälle (A: 64,3% vs. B: 67,1%) und Stürze (A: 16% vs. B: 17,6%), dafür fast doppelt so häufig durch Gewalteinwirkungen (A: 7,9% vs. B: 4,6%) und Reitsportunfälle (A: 1,9% vs. B: 0,9%) verursacht werden. Für die dargestellten Ergebnisse ließen sich jedoch keine Signifikanzen errechnen, die Entstehung eines Thoraxtraumas hängt demnach nicht aussagekräftig von den hier untersuchten Verletzungshergängen ab.

2. Welche Unterschiede zeigen sich in der präklinischen und frühen klinischen Versorgung bei Polytraumapatienten mit und ohne Brustkorbverletzung?

Durch die größere Verletzungsschwere werden im Vergleich zu Patienten ohne Thoraxtrauma bei Schwerverletzten mit Brustkorbläsion zusätzliche Maßnahmen nötig, die aber das grundsätzliche Behandlungsmanagement eines Polytraumapatienten nicht verändern. Bezüglich der Versorgung durch Notarzt und Schockraumteam konnte festgestellt werden, daß Patienten mit Thoraxtrauma abhängig von Verletzungsart und -schwere und dem damit verbundenen Schockgeschehen eine aggressivere Infusionstherapie erfahren, häufiger reanimiert werden mußten und darüberhinaus je nach Diagnose mit Thoraxdrainagen versorgt wurden. Diese Faktoren verlängern die Rettungszeit und auch die Zeit bis zur Operation bzw. Aufnahme auf die Intensivstation. Allerdings konnte gezeigt werden, daß eine längere präklinische und frühe klinische Versorgung keinen signifikanten Einfluß auf die Letalität der Patienten hat. Nach Klinikaufnahme benötigt ein thoraxtraumatisierter Schwerverletzter im Vergleich zu Patienten ohne Brustkorbverletzung rund doppelt so viele Transfusionen. Die Häufigkeit und die Zügigkeit, mit der die Labor- und bildgebende Diagnostik durchgeführt werden, unterscheiden sich nicht. Hinsichtlich der bildgebenden Diagnostik mittels Computertomographie wird eine häufigere Nutzung im Bereich von Thorax und Abdomen im Kollektiv A festgestellt.

3. Gibt es Unterschiede hinsichtlich des operativen Vorgehens bei Polytraumapatienten mit und ohne Thoraxtrauma?

Patienten mit Thoraxtrauma werden nicht forcierter primäroperiert im Sinne einer häufigeren, schnelleren oder kürzeren/längeren Primäroperation. Sekundäre Operationen werden hingegen bei hochsignifikant weniger Patienten durchgeführt, obwohl die Anzahl durchgeführter Sekundär-OPs pro Patient im thoraxverletzten Kollektiv um den Faktor 1,2 höher als im Vergleichskollektiv liegt. Thorakotomien müssen nur bei thoraxverletzten Patienten vorgenommen werden, 8% des thoraxtraumatisierten Kollektivs wurden thorakotomiert. Ebenso werden Thoraxverletzte um den Faktor 2,2 signifikant häufiger laparotomiert. Für beide Patientengruppen steht die operative Versorgung von Extremitätenverletzungen im Vordergrund. Die definitive osteosynthetische Versorgung erfolgt überwiegend sekundär.

4. Müssen Polytraumapatienten mit Brustkorbverletzungen länger beatmet werden als Schwerverletzte ohne Thoraxtrauma?

Ein Patient mit Thoraxtrauma wird hochsignifikant länger beatmet als ein Patient ohne diese Art der Verletzung. Die mediane Beatmungsdauer für einen Polytraumapatienten mit thorakalen Verletzungen beträgt 6 Tage im Gegensatz zu 3 Tagen im Vergleichskollektiv.

5. Ist die Gesamtaufenthaltsdauer und die Liegezeit auf der Intensivstation für Schwerverletzte mit Thoraxtrauma länger?

Patienten mit Thoraxtrauma verbleiben aufgrund einer höheren Verletzungsschwere, einer höheren Komplikationsrate und einer längeren Beatmungspflichtigkeit (s. Punkt 4) hochsignifikant doppelt so lange auf einer Intensivstation (A: Median 9 vs. B: Median 4,5 Tage). Die gesamte Aufenthaltsdauer hingegen ist für diese Patienten kürzer, da eine höhere Letalität (s. Punkt 7) die Aufenthaltsdauer verkürzt (A: Median 25 vs. B: Median 28,5 Tage). Unter Ausschluß der Verstorbenen verbringen Patienten beider Kollektive annähernd gleich viele Tage im Krankenhaus (A: Median 31 bzw. B: Median 32 Tage). Trotz der schwerwiegenderen Verletzungen ist die stationäre Behandlungsdauer thoraxtraumatisierter Schwerverletzter im UKE demzufolge nicht länger.

6. Ist die Komplikationsrate bei Polytraumapatienten mit thorakalen Verletzungen höher als bei Patienten ohne Thoraxverletzungen?

Polytraumen mit thorakaler Beteiligung weisen hochsignifikant höhere Komplikationsraten auf (A: 43% vs. B: 32%). In beiden Kollektiven führt die Pneumonie, im thoraxtraumatisierten Kollektiv wird diese Komplikation jedoch doppelt so häufig diagnostiziert. Weiterhin werden eine vierfach höhere ARDS-Rate und doppelt so viele Fälle von Sepsis beobachtet. Ein Multiorganversagen tritt in beiden Kollektiven gleich häufig auf, Wundinfekte sind bei Patienten mit Thoraxverletzung unsignifikant seltener zu finden.

7. Ist die Letalität für Schwerstverletzte mit Thoraxtrauma in unserem Patientengut höher als für Patienten ohne Thoraxtrauma?

Patienten mit Thoraxtrauma haben eine hochsignifikant größere Wahrscheinlichkeit, an den Folgen der Polytraumatisierung zu versterben. 25% der Verläufe thoraxtraumatisierter Patienten enden tödlich, im Vergleichskollektiv handelt es sich um 19%.

5 Zusammenfassung

Das Polytrauma stellt in der Bundesrepublik Deutschland die vierthäufigste Todesursache dar, im Alter bis 45 Jahre sogar die häufigste. Das Thoraxtrauma gilt dabei als die Achillesferse des schwer Mehrfachverletzten. Polytraumapatienten mit thorakaler Beteiligung haben eine weitaus ungünstigere Prognose bei höheren Komplikationsraten und einer größeren Letalität.

Ziel dieser Arbeit war es, im Zeitraum 1990 bis 2001 die Epidemiologie, Verletzungscharakteristika und die Versorgung polytraumatisierter Personen in der Universitätsklinik Hamburg Eppendorf zu analysieren und dabei Patientenkollektive mit (A) und ohne Thoraxtrauma (B) gegenüberzustellen.

Aufnahme in diese Studie fanden 586 lebend eingelieferte polytraumatisierte Patienten mit einem $ISS \geq 16$ und einem $PTS \geq 8$, deren Krankenakten retrospektiv ausgewertet wurden. Das mediane Alter aller Patienten liegt bei 34 Jahren (A: 35 Jahre, B: 32 Jahre), der Anteil männlicher Personen beträgt 64% (A) bzw. 66% (B).

Die mediane Verletzungsschwere nach ISS und PTS ist im Kollektiv mit Thoraxverletzung erwartungsgemäß hochsignifikant größer (A: $ISS=34$ vs. B: $ISS=29$; A: $PTS=30$ vs. B: $PTS=21$). Die meisten Patienten beider Kollektive verunfallten im Straßenverkehr (A: 64% bzw. B: 67%), thoraxverletzte Patienten häufiger als Fahrzeugfahrer, Patienten ohne Brustkorbverletzung häufiger als Fußgänger. Weiterhin entstehen Polytraumatisierungen mit Thoraxverletzung häufiger durch äußere Gewalteinwirkung im Sinne von Arbeitsunfällen und kriminellen Delikten (A: 8% vs. B: 4%). Suizide machen mit 8% die dritte Stelle der Unfallmechanismen aus. Die meisten Patienten des Gesamtkollektivs wurden am Kopf verletzt (80%), gefolgt von Extremitäten- (70%) und Thoraxverletzungen (63%). Abdominaltraumen wurden bei thoraxtraumatisierten Patienten signifikant häufiger festgestellt (A: 36% vs. B: 20%), Patienten ohne Brustkorbverletzung weisen häufigere Verletzungen des Kopfes (A: 75% vs. B: 88%) und der Extremitäten (A: 63% vs. B: 82%) auf. Becken- und Wirbelsäulenverletzungen treten nahezu gleich häufig in beiden Patientengruppen auf.

Die Rettungszeit von Thoraxtraumatisierten ist im Vergleich zu Patienten ohne diese Verletzungsart länger, allerdings ohne signifikanten Einfluß auf die Letalität. Bei vergleichbaren Laborergebnissen benötigen Thoraxverletzte mehr Volumen und doppelt so viele Transfusionen. Die bildgebende Diagnostik wird für alle Patienten analog zum Verletzungsmuster durchgeführt. Die Computertomographien haben im Verlauf des Erhebungszeitraums zugenommen.

Beide Patientenkollektive werden in vergleichbarem Maße einer Primäroperation zugeführt, allerdings werden hochsignifikant weniger Patienten mit Thoraxtrauma (A: 51% vs. B: 63%) sekundär operiert. Die Versorgung von Extremitätenfrakturen mittels sekundär definitiver Osteosynthese ist für beide Patienten gleich. Bei thoraxverletzten Patienten werden aufgrund abdomineller Begleitverletzungen signifikant häufiger Laparotomien (A: 24,6% vs. B: 11,1%) durchgeführt.

Ein Patient mit Thoraxtrauma wird im Median hochsignifikant länger beatmet (A: 6 Tage vs. B: 3 Tage) und intensivmedizinisch behandelt (A: 9 Tage vs. B: 4,5 Tage). Die Komplikationsrate ist im thoraxverletzten Kollektiv hochsignifikant höher (A: 43% vs. B: 32%), die Gesamtaufenthaltsdauer ist unter Ausschluß der Verstorbenen gleich lang (A: 31 Tage vs. B: 32 Tage). Für Schwerverletzte

mit Thoraxtrauma ist die Letalitätsrate mit 25% hochsignifikant höher als für das Vergleichskollektiv mit 19%.

In dieser Arbeit zeigte sich, daß das Polytrauma an sich und besonders das Thoraxtrauma im Rahmen einer Polytraumatisierung weiterhin eine Herausforderung für alle beteiligten Disziplinen darstellen. Es bleibt zu hoffen, daß die noch bestehenden Defizite in der Prävention, im routinemäßigen Einsatz von Behandlungsalgorithmen, im pathophysiologischen Verständnis sowie in wissenschaftlich gesicherten Therapieansätzen weiter reduziert werden können und damit die Prognose schwer mehrfachverletzter Patienten verbessert werden kann.

6 Literaturverzeichnis

- [1] **AG Leitlinien der DGU (2001)**
Recommended Guidelines for Diagnostics and Therapy in Trauma Surgery
Eur J Trauma 27:137-150
- [2] **American College of Surgeons (1990)**
Advanced trauma life support (ATLS) Reference Manual
- [3] **Arnold K (1986)**
Zur Prognose quoad vitam bei Mehrfachschwerverletzten
Zentralbl Chir 111:1034-1038
- [4] **Arnold K, Friis E, Schumacher D (1977)**
Behandlungsprobleme beim Polytrauma
Z Arztl Fortbild 71:244-248
- [5] **Arroyo JS, Crosby LA (1995)**
Basic rescue and resuscitation. Trauma system concept in the United States
Clin Orthop 318:11-16
- [6] **Ashbough DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE (1967)**
Acute respiratory distress in adults
Lancet 2:319-323
- [7] **Aufmkolk M, Majetschak M, Voggenreiter G, Obertacke U, Schmit-Neuerburg KP (1997)**
Verlauf und Prognose schwerer Unfallverletzungen im Alter
Unfallchirurg 100:477-482
- [8] **Aufmkolk M, Neudeck F, Voggenreiter G, Schneider K, Obertacke U, Schmit-Neuerburg KP (1998)**
Einfluß der primären Oberschenkelplattenosteosynthese auf den Verlauf polytraumatisierter Patienten mit oder ohne Thoraxtrauma
Unfallchirurg 101:433-439
- [9] **Aufmkolk M, Ruchholtz S, Hering M, Waydhas C, Nast-Kolb D, AG Polytrauma der DGU (2003)**
Wertigkeit der subjektiven Einschätzung der Thoraxverletzungsschwere durch den Notarzt
Unfallchirurg 106:746-753
- [10] **Azvedo CT (2001)**
Langzeit-„Outcome“ polytraumatisierter Patienten
Med. Dissertation, Universität Frankfurt am Main
- [11] **Baker SP, O`Neill B, Haddon W (1974)**
The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care
J Trauma 14:187-196
- [12] **Balk R, Bone RC (1983)**
The adult respiratory distress syndrome
Med Clin North Am 67:685-700
- [13] **Bardenheuer M, Carlsson J, Tebbe U, Sturm J (1999)**
Weiterbildung: Das stumpfe Thoraxtrauma. Präklinisches und frühes klinisches Management
Notfall Rettungsmed 2:117-131
- [14] **Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D (2000)**
Epidemiologie des Schwerverletzten
Unfallchirurg 103:355-363

- [15] **Baue AE (1975)**
Multiple progressive or sequential system failure: A syndrome of the 1970's
Surgery 110:779-781
- [16] **Beattie TF (1998)**
Prehospital emergency care.
Eur J Emerg Med 5:47-51
- [17] **Beyersdorf F, Satter P (2001)**
Thoraxverletzungen
In: Bruch HP, Trentz O (Hrsg.), Berchtold Chirurgie
Urban&Fischer, München-Jena, 4. Auflage, S. 347
- [18] **Beyersdorf F, Satter P (2001)**
Thoraxverletzungen
In: Bruch HP, Trentz O (Hrsg.), Berchtold Chirurgie
Urban&Fischer, München-Jena, 4. Auflage, S. 362, Abbildung 27-12
- [19] **Bouillon B, Gärtner I, Imig R, Jacobi C, Lechleuthner A, Krämer M, Tiling T, Vorweg W, Walter T (1993)**
Effektivität des Rettungsdienstes bei der Versorgung von Traumapatienten –
Untersuchung zum Rettungswesen
Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach: S. 1-38
- [20] **Bouillon B, Krämer M, Lechleuthner A, Tiling T (1992)**
Polytrauma – präklinische Erfordernisse, Rettungsmittel, Rettungszeiten
Unfallchirurgie 18:85-90
- [21] **Bouillon B, Neugebauer E (1998)**
Outcome after Polytrauma
Langenbeck's Arch Surg 383:228-234
- [22] **Bouillon B, Neugebauer E, Rixen D, Lefering R, Tiling T (1996)**
Wertigkeit klinischer Scoringssysteme zur Beurteilung der Verletzungsschwere und als
Instrumente für ein Qualitätsmanagement bei Schwerverletzten
Zentralbl Chir 121:914-923
- [23] **Bouillon B, Krämer M, Tiling T, Neugebauer E (1993)**
Traumascoresysteme als Instrumente der Qualitätskontrolle
Unfallchirurg 96:55-61
- [24] **Boyd CR, Tolson MA, Copes WS (1987)**
Evaluating trauma care: The TRISS-method
J Trauma 27:370-378
- [25] **Brandt A (1989)**
Der Injury Severity Score beim Polytrauma. Eine retrospektive Untersuchung an 432
Patienten
Med. Dissertation, Technische Universität München
- [26] **Bross S (1994)**
Vergleich der Wertigkeit verschiedener Polytraumaschlüssel
Med. Dissertation, Universität Ulm
- [27] **Brückner UB, Kreimeier U, Meßmer K (1991)**
Primärtherapie mit kleinen Volumina
In: Peter K, Schedl R, Balogh D (Hrsg.) Der Schwerverletzte
Springer, Berlin Heidelberg New York (Anästhesiologie und Intensivmedizin, Bd 220)
- [28] **Bullock R, Chesnut RM, Clifton G (1996)**
Guidelines for the management of severe head injury. Brain trauma foundation
Eur J emerg Med 3:109-127
- [29] **Bywaters EGL (1944)**
Ischemic muscle necrosis: A type of injury seen in air raid casualties following burial
beneath debris
J A M A 124:1103-1109

- [30] **Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, Lawnick MM, Bain LW, Gann DS, Gennarelli T, Mackenzie E, Schwaitzberg S (1990)**
A New Characterization of Injury Severity
J Trauma 30:539-545
- [31] **Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, Copes WS, Fouty WJ (1981)**
Trauma Score
Crit Care Med 9:672-676
- [32] **Champion HR, Sacco WJ, Copes WS (1989)**
A revision of the trauma score
J Trauma 29:623-629
- [33] **Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Lawnick M, Keast SR, Bain LW, Flanagan ME, Frey CF (1990)**
The Major Trauma Outcome Study: Establishing National Norms for Trauma Care
J Trauma 30:1356-1365
- [35] **Civil ID, Schwab CW (1988)**
The Abbreviated Injury Scale, 1985: Revision: A Condensed Chart for Clinical Use
J Trauma 28:87-90
- [36] **Committee on Medical Aspects of Automotive Safety (1971)**
Rating the severity of tissue damage. I. The Abbreviated Scale
J A M A 215:277-280
- [37] **Copass MK, Oreskovic MR, Bladergroen MR, Carrico CJ (1984)**
Prehospital cardiopulmonary resuscitation of the critically injured patient
Am J of Surg 148:24-26
- [38] **Cramer K (1995)**
The pediatric polytrauma patient
Clinical Orthopedics and related research 318:125-135
- [39] **David A, Eitenmüller J, Muhr G (1992)**
Präklinische Versorgung von Thoraxverletzungen – Möglichkeiten und Grenzen
Hefte Unfallheilk 223:108
- [40] **De Maria EJ, Kenney PR, Merriam MR, Casanova LA, Gann DS (1987)**
Survival after trauma in geriatric patients
Ann Surg 206:738-743
- [41] **Delany HM, Arnold WB (1983)**
Multiple Trauma
NY State J Med 4:710-713
- [42] **Dillon J, Lynch LJ, Myers R, Butcher HR, Moyer CA (1996)**
A bioassay of treatment of hemorrhagic shock
Arch of Surg 92 (4):537-561
- [43] **Draaisma JMT, Haan de FJ, Goris RJA (1989)**
Preventable Death in the Netherlands – A Prospective Multicenter Study
J Trauma 29:1552-1557
- [44] **Dresing K, Sievers KW, Obertacke U, Reicke B, Schmit-Neuerburg KP (1994)**
Primär- und Verlaufsdagnostik nach Thoraxtrauma und Lungenkontusion
Zentralbl Chir 119:690-701
- [45] **Flach A, Joppich J, Penzholz H, Vahlensiek W (1972)**
Der kindliche Unfall
Langenbecks Arch Chir 332:671-673
- [46] **Foltin E, Stockinger A (1999)**
Einfluß des Verletzungsmusters auf die Vorhersagekraft von vier Polytraumascores.
Darlegung einer Methode zur Suche nach Störfaktoren
Unfallchirurg 102:98-109

- [47] **Frucht S (2002)**
Die Determinanten der Mortalität bei Polytrauma – Eine retro- und prospektive Analyse von 368 polytraumatisierten Patienten
Med. Dissertation, Humboldt Universität Berlin
- [48] **Frutiger A, Ryf C, Bilat R, Rosso R, Furrer R, Cantieni R, Rüedi T, Leutenegger A (1991)**
Five Years Follow-up of Severely Injured ICU Patients
J Trauma 31:1216-1226
- [49] **Gabriel, Petra (1997)**
Das Polytrauma. Organverletzungen und deren Management mit besonderer Berücksichtigung des Bauch- und Thoraxtraumas
Med. Dissertation, Universität Erlangen
- [50] **Gadomski M (1999)**
Die Frührehabilitation des mehrfachverletzten Patienten
DGU-Mitteilungen 40:44-49
- [51] **Gahr RH (1993)**
Präklinische Erstversorgung des polytraumatisierten Patienten am Unfallort und im Notarztwagen
in: Kozushek W, Reith HB (Hrsg.) Die Polytrauma-Diagnostik und Therapie
Karger, Freiburg (S. 18-29)
- [52] **Gentilello L, Thompson DA (1988)**
Influence of rotating bed on the incidence of pulmonary complications in critically ill patients
Crit Care Med 16:783-786
- [53] **Gervin AS, Fisher RP (1982)**
The importance of prompt transport in salvage of patients with penetrating heart wounds
J Trauma 22:443-448
- [54] **Goris RJA (1983)**
The Injury Severity Score
World J Surg 7:12-18
- [55] **Goris RJA, Boekholtz WK, van Bebber IP, Nuytinck JK, Schilling OH (1986)**
Multiple-Organ-Failure and sepsis without bacteria. An experimental model
Arch Surg 121:897-901
- [56] **Goris RJA, Broekhorst TPA, Nuytinck JKS, Gimbre`re JSF (1985)**
Multiple organ failure: Generalized autodestructive inflammation?
Arch Surg 120:1109-1115
- [57] **Goris RJA, Draaisma J (1982)**
Causes of death after blunt trauma
J Trauma 22:141-146
- [58] **Goris RJA, Draaisma J (1982)**
Death after blunt injury
Injury 14:7-11
- [59] **Greenspan L, Mclellan BA, Greig H (1985)**
Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: A Scoring Chart
J Trauma 25:60-64
- [60] **Grieser T, Bühne KH, Häuser H, Bohndorf K (2001)**
Relevanz der Befunde von Thoraxröntgen und Thorax-CT im routinemäßigen Schockraumeinsatz bei 102 polytraumatisierten Patienten. Eine prospektive Studie
Fortschr Röntgenstr 173:44-51

- [61] **Grimminger F, Walmrath D, Seeger W (1998)**
Akute respiratorische Insuffizienz / akutes respiratorisches Distress Syndrom des Erwachsenen
In: Classen/Diehl/Kochsiek (Hrsg.) Lungen- und Atemwegserkrankungen
Urban&Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore
Innere Medizin, 4. Auflage, S. 1453
- [62] **Grotz M, Griensven von M, Stalp M, Kaufmann U, Hildebrand F, Pape HC (2001)**
Scoring des Multiorganversagens nach schwerem Trauma – Vergleich des Goris-, Marshall- und Moore-Scores
Chirurg 72:723-730
- [63] **Gubler KD, Davis R, Koepsell T, Soderberg R, Maier RV, Rivara FP (1997)**
Longterm Survival of Ederly Trauma Patients
Arch Surg 132:110-114
- [64] **Guideline Committee of the German Registered Society for Trauma Surgery (DGU) (2001)**
Recommended Guidelines for Diagnostics and Therapy in Trauma Surgery
Eur J Trauma 27:137-150
- [65] **Gust R, Walz T, Frobenius H, Krier C (1989)**
Adäquate respiratorische Therapie beim Polytrauma in der prähospitalen Phase durch pulsoxymetrisches Monitoring
Anaesthesiol Intensivther Notfallmed 24:221-225
- [66] **Hailmann M (1989)**
Das Problem der Schweregradeinteilung beim Polytrauma anhand des Injury Severity Score (ISS), des Hannoverschen Polytraumaschlüssels (PTS) und der Schweregradeinteilung nach Schweiberer
Med. Dissertation, Universität München
- [67] **Hartl WH, Inthorn D (2001)**
Systemische inflammatorische Reaktion und Sepsis
In: Bruch HP, Trentz O (Hrsg.) Postoperative Systemkomplikationen
Urban&Fischer, Jena-München
Berchold Chirurgie, 4. Auflage, S. 225
- [68] **Helm M, Hauke J, Eßer M, Lampil, Bock KH (1997)**
Notärztliche Diagnostik bei stumpfem Thoraxtrauma
Chirurg 68:606-612
- [69] **Helm M, Lampil L, Forstner K, Maier B (1991)**
Respiratorische Störungen beim Traumapatienten – Pulsoxymetrie als Erweiterung präklinischer Diagnose- und Therapiemöglichkeiten
Unfallchirurg 94:281-286
- [70] **Herden HN, Moecke HP (1991)**
Qualitätssicherung in der Notfallmedizin
Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin
- [71] **Hille M (2001)**
Über den Einfluß des Blutalkohols auf den stationären Behandlungsverlauf schwerverletzter Patienten
Med. Dissertation, Humboldt Universität Berlin
- [72] **Hix K (1986)**
Das mehrfach verletzte Kind, eine retrospektive Studie aus den Jahren 1988-1996
Med. Dissertation, Universität Hamburg
- [73] **Jung P (1996)**
Das Polytrauma beim alten Menschen
Med. Dissertation, Universität Erlangen, Nürnberg

- [74] **Katholnigg D (1996)**
Der Zeitpunkt der Osteosynthese von Extremitäten beim Polytrauma mit Schädel-Hirn-Trauma und sein Einfluß auf die postoperativen Komplikationen Med. Dissertation, Universität Bonn
- [75] **Kirschner M (1938)**
Der Verkehrsunfall und seine erste Behandlung
Arch Klein Chir 193:230-302
- [76] **Klöppel R, Schreiter D, Dietrich J, Josten C, Kahn T (2002)**
Frühes klinisches Management nach Polytrauma mit 1- und 4-Schicht-Spiral-CT
Radiologe 42:541-546
- [77] **Koch B (1988)**
Entwicklungstendenzen im Rettungsdienst und Verkehrsgeschehen
Notfallmed 14:424-436
- [78] **Koehler JJ, Baer LJ, Malafa SA, Meindersma MS, Navitskas NR, Huizenga JE (1986)**
Prehospital Index: A scoring system for field triage of trauma victims
Ann Emerg Med 15:178-182
- [79] **Kolb KM (1992)**
Das Polytrauma im Kindesalter unter besonderer Berücksichtigung der Pathophysiologie
Med. Dissertation, Universität Hamburg
- [80] **Krausz MM, Bar-Ziv M, Rabinovici R, Gross D (1992)**
„Scoop and run“ or stabilize hemorrhagic shock with normal saline or small-volume hypertonic saline?
J Trauma 33:6-10
- [81] **Kreuzfelder E, Cadambi A, Keinecke HO (1988)**
Adult respiratory distress syndrome as a specific manifestation of a general permeability defect in trauma patients
Am Rev Respir Dis 137:95-99
- [82] **Lauwers LF, Rosseel P, Roelants A, Beeckman C, Baute L (1986)**
A retrospective study of 130 consecutive multiple trauma patients in an intensive care unit
Intensive Care Med 12:296-301
- [83] **Lehmann U, Rickels E, Krettek C (2001)**
Polytrauma mit Schädel-Hirn-Trauma
Primär definitive Versorgung der langen Röhrenknochen?
Unfallchirurg 104:196-209
- [84] **Liebler D (2002)**
Analyse des Einflusses präklinischer Interventionen auf das Überleben und den Verlauf schwerverletzter Patienten
Med. Dissertation, Universität Köln
- [85] **Linsenmaier U, Reise M (2002)**
Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management
Eur Radiol 12:1278-1740
- [86] **Lonner JH, Kenneth JK (1995)**
Polytrauma in the Elderly
Clin Orthop 318:136-143
- [87] **Marx AB, Campbell R, Harder F (1986)**
Polytrauma in the Elderly
World J Surg 10:330-335
- [88] **Matthes G, Seifert J, Ostermann PAW, Würfel S, Ekkernkamp A, Wich M (2001)**
Die Frühletalität des Schwerstverletzten
Zentralbl Chir 126:995-999

- [89] **Mc Clelland RN (1967)**
Balanced salt solution in the treatment of hemorrhagic shock
J A M A 199 (11):166-70
- [90] **McDermott FT, Cordner SM, Tremayne AB (1996)**
Evaluation of the Medical Management and Preventability of Death in 137 Road Traffic Fatalities in Victoria, Australia: An Overview
J Trauma 40:520-533
- [91] **McGwin G Jr, Reiff DA, Moran SG, Rue LW 3rd (2002)**
Incidence and characteristics of motor vehicle collision-related blunt thoracic aortic injury according to age
J Trauma 52:859-865
- [92] **McMahon DJ, Schwab CW, Kauder D (1996)**
Comorbidity and the Elderly Trauma Patient
World J Surg 20:1113-1120
- [93] **Meinicke FW (1982)**
Das polytraumatisierte Kind
Med. Dissertation, Universität Hamburg
- [94] **Members of the american college of chest physicians / society of critical care medicine consensus conference committee (1992)**
Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis
Crit Care Med 20:865-874
- [95] **Meyers C (1997)**
Fluid resuscitation
Eur J Emerg Med 4:224-232
- [96] **Miller HAB, Taylor GA (1990)**
Flail chest and pulmonary contusion
in: McMurtry, McLellan (eds) Management of blunt trauma
Williams & Wilkins, Baltimore (pp 186-198)
- [97] **Milzmann DP, Boulanger BR, Rodriguez A (1992)**
Preexisting disease in trauma patients: a predictor of fate independent of age and ISS?
J Trauma 32:236-243
- [98] **Moore FD, Shires GT (1967)**
Moderation.
Anesthesia and analgesia 47 (5):506-508
- [99] **Morris JA Jr, MacKenzie EJ, Edelstein SL (1990)**
The effect of preexisting conditions on mortality in trauma patients
J A M A 263:1942-6
- [100] **Muhr G (1996)**
Eröffnungsansprache als Präsident der DGU zur 59. Jahrestagung, Berlin 1995
DGU Mitteilungen 33:10-16
- [101] **Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR (1996)**
An expanded definition of the adult respiratory distress syndrom
Am Rev Respir Dis 1988:720-723
- [102] **Mutschler W, Marzi I (1996)**
Editorial Polytraumamanagement
Zentralbl Chir 121:895
- [103] **Mutschler W, Marzi I, Ziegenfuß T (1996)**
Perspektiven der Polytraumaversorgung
Zentralbl Chir 121:979-984
- [104] **Nast-Kolb D (2000)**
Grenzen der Behandlung Schwerstverletzter
Anaesthesist 49:51-57

- [105] **Nast-Kolb D, Ruchholtz S (1999)**
Qualitätsmanagement der frühen klinischen Behandlung schwerverletzter Patienten
Unfallchirurg 102:338-346
- [106] **Nast-Kolb D, Waydhas C, Jochum M, Duswald KH, Machleidt W, Spannagl M, Schramm W, Fritz H, Schweiberer L (1992)**
Biochemische Faktoren als objektive Parameter zur Prognoseeinschätzung beim Polytrauma
Unfallchirurg 95:59-66
- [107] **Nast-Kolb D, Waydhas C, Kanz KG, Schweiberer L (1994)**
Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma
Unfallchirurg 97:292-302
- [108] **Neugebauer E, Bouillon B (1994)**
Was können Scoresysteme leisten?
Unfallchirurg 97:172-176
- [109] **Neugebauer E, Troidl H, Wood-Dauphinée S, Eypasch E, Bullinger M (1991)**
Quality of life assessment in surgery – Results of the Meran Consensus Development Conference
Theor Surg 6:123-132
- [110] **Nuytinck JKS, Gris RJA, Weerts JGE, Schillings PHM, Stekhoven Schuurmanns JH (1986)**
Acute generalized microvascular injury by activated complement and hypoxia: the basis of the adult respiratory distress syndrome and multiple organ failure
Br J Exp Pathol 67:537-548
- [111] **Obertacke U, Redl H, Schlag G, Schmit-Neuerburg KP (1994)**
Lokale und systematische Reaktionen nach Lungenkontusion
Springer, Berlin Heidelberg NewYork
- [112] **Ochs UG (1992)**
Verfahrenswechsel nach primärer Fixateur externe Osteosynthese beim Polytrauma – Indikation, Technik, Ergebnisse
Med. Dissertation, Universität Tübingen
- [113] **Oestern HJ (1999)**
Versorgung Polytraumatisierter im internationalen Vergleich
Unfallchirurg 102:80-91
- [114] **Oestern HJ, Kabus K (1990)**
Wertigkeit von Scoresystemen
Hefte Unfallheilk 212:71-79
- [115] **Oestern HJ, Kabus K (1994)**
Vergleich verschiedener Traumascoresysteme
Unfallchirurg 97:177-184
- [116] **Oestern HJ, Kabus K, Neumann C (1991)**
Der Hannoversche PTS
Hefte Unfallheilk 220:210-215
- [117] **Oestern HJ, Suren EG, Kolbow H, Sturm J, Trentz O (1978)**
Das mehrfachverletzte Kind (Prognose, Komplikationen, Ergebnisse)
Z Kinderchir 23:221-223
- [118] **Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M (1985)**
Klassifizierung der Verletzungsschwere
Unfallchirurg 88:465-472
- [119] **Oettinger W (1991)**
Reperfusion: Pathophysiologie, Prävention, Therapie
In: Peter K, Schedl R, Balogh D (Hrsg.) Der Schwerstverletzte
Springer, Berlin Heidelberg New York (Anästhesiologie und Intensivmedizin, Bd 220)

- [120] **Oreskovich MR, Howard JD, Copas MK et al. (1984)**
Geriatric Trauma: Injury patterns and outcome
J Trauma 24:565-572
- [121] **Osler T, Baker SP, Long WB (1997)**
NISS: The New Injury Severity Score. Presented at the 10th Annual Meeting of the Eastern Association for the Surgery of Trauma. January 15-18, 1997; Sanibel, FL.
Abstract
- [122] **Osler T, Hales K, Baack B (1988)**
Trauma in the elderly
Am J Surg 156:537-543
- [123] **Otte D, Pohlemann T, Wiese B, Krettek C (2003)**
Änderung des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren
Unfallchirurg 106:448-455
- [124] **Paar O, Kasperk R (1992)**
Langzeitverlauf nach Polytrauma
Unfallchirurg 95:78-82
- [125] **Pape HC, AG Polytrauma der DGU (1999)**
Welche primäre Operationsdauer ist hinsichtlich eines „Borderline-Zustandes“ polytraumatisierter Patienten vertretbar?
Unfallchirurg 102:861-869
- [126] **Pape HC, Aufmkolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H (1993)**
Primary intramedullary femur fixation in multiple injured patients with associated lung contusion – a cause of posttraumatic ARDS
J Trauma 34:540-548
- [127] **Pape HC, Krettek C (2003)**
Frakturversorgung des Schwerverletzten – Einfluß des Prinzips der „verletzungsadaptierten Behandlungsstrategie“ („damage control orthopaedic surgery“)
Unfallchirurg 106:87-96
- [128] **Papke K (2002)**
Erkrankungen des erythrozytären Systems - Blutungsanämien
In: Abdolvahab-Emminger H (Hrsg.) Innere Medizin - Blutzellsystem und Hämostase
Urban&Fischer, München Jena (Exaplan, das Kompendium der klinischen Medizin, S. 86)
- [129] **Pepe PE (2003)**
Shock in polytrauma
BMJ 327:1119-1120
- [130] **Petty TL, Fowler AA (1982)**
Another look at ARDS
Chest 82:98-104
- [131] **Pinilla JC (1982)**
Acute respiratory failure in severe blunt chest trauma
J Trauma 22:221-226
- [132] **Pontoppidan H, Hüttemeier PC, Quinn DA (1985)**
Etiology, demography and outcome
In: Zapol, Falke, Dekker (Hrsg.) Acute respiratory failure
New York
- [133] **Regel G, Lobenhofer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H (1995)**
Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German level I trauma center
J Trauma 38:70-78
- [134] **Regel G, Lobenhofer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H (1993)**
Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter
Unfallchirurg 96:350-362

- [135] **Regel G, Pape HC, Pohlemann T, Seekamp A, Bosch U, Tscherne H (1994)**
Scores als Entscheidungshilfe
Unfallchirurg 97:211-216
- [136] **Regel G, Seekamp A, Takacs J, Bauch S, Sturm JA, Tscherne H (1993)**
Rehabilitation und Reintegration polytraumatisierter Patienten
Unfallchirurg 96:341-349
- [137] **Regel G, Sturm JA, Friedl HP, Nerleich M, Bosch U, Tscherne H (1988)**
Die Bedeutung der Lungenkontusion für die Letalität nach Polytrauma
Chirurg 59:771-776
- [138] **Rixen D, Raum M, Bouillon B, Neugebauer E, AG Polytrauma der DGU (2002)**
Der Base Excess als Prognose-Indikator bei Polytraumapatienten
Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 37:347-349
- [139] **Rixen D, Raum M, Bouillon B, Schlosser LE, Neugebauer E (2001)**
Prognoseabschätzung des Schwerverletzten – Eine Analyse von 2069 Patienten des
Traumaregisters der DGU
Unfallchirurg 104:230-239
- [140] **Röse B, Holch M (1991)**
Pulsoxymetrie im Luftrettungsdienst: Präklinische Verwendbarkeit, therapeutische
Konsequenzen
Rettungsdienst 14:288
- [141] **Ruchholtz S, AG Polytrauma der DGU (2000)**
Das Traumaregister der DGU als Grundlage des interklinischen Qualitätsmanagements in
der Schwerverletztenversorgung
Unfallchirurg 103:30-37
- [142] **Ruchholtz S, Nast-Kolb D (2003)**
Schädel-Hirn-Trauma
Unfallchirurg 106:839-855
- [143] **Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Betz P, Schweiberer L (1994)**
Frühletalität beim Polytrauma
Unfallchirurg 97:285-291
- [144] **Ruchholtz S, Zintl B, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schwender D, Pfeifer KJ,
Schweiberer L (1997)**
Qualitätsmanagement der frühen klinischen Polytraumaversorgung
Unfallchirurg 100:859-866
- [145] **Schlechtriemen T, Schaefer S, Stolpe E, Altemeyer KH (2002)**
Präklinische Versorgung von Traumatpatienten in der Luftrettung
Unfallchirurg 105:974-985
- [146] **Schmidt U, Frame SB, Nerlich ML, Rowe DW et al. (1992)**
On scene helicopter transport of patients with multiple injuries – comparison of a german
and american system
J Trauma 33:548-553
- [147] **Schnell W (1989)**
Das thorakale Polytrauma
Med. Dissertation, Philipps-Universität Marburg
- [148] **Schreinlechner UP, Eber K (1983)**
Der Traumaindex
Hefte Unfallheilk 156:157-170
- [149] **Schriefers KH (1971)**
Dringlichkeitsfragen bei der Erstversorgung kombinierter und Mehrfachverletzungen
Langenbecks Arch Chir 329:53-62

- [150] **Schriefers KH, Gerometta P, Schmidt W (1980)**
 Prioritäten bei der Versorgung eines Mehrfachverletzten
 aus: Mehrfachverletzungen
 Streicher HJ und Rolle J, Springer, S. 144-155
- [151] **Schulte am Esch J, Kochs E, Bause H (2000)**
 Grundlagen der Intensivmedizin; Atemwege
 In: Anästhesie und Intensivmedizin, MLP Duale Reihe
 Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1. Auflage, S. 373
- [152] **Schumpelick V, Bleese NM, Mommsen U (Hrsg) (1991)**
 Chirurgie
 Enke, Stuttgart
- [153] **Schüttler J, Schmitz B, Bartsch AC, Fischer M (1995)**
 Untersuchungen zur Effizienz der notärztlichen Therapie bei Patienten mit Schädel-Hirn-
 bzw. Polytrauma
 Anaesthesist 44:850-858
- [154] **Schweiberer L (1998)**
 Editorial: Das Thoraxtrauma – die Achillesferse des Mehrfachverletzten
 Unfallchirurg 101:243
- [155] **Schweiberer L, Dambe LT, Klapp F (1978)**
 Die Mehrfachverletzung. Schweregrad und therapeutische Richtlinien.
 Chirurg 49:608-614
- [156] **Schweiberer L, Nast-Kolb D, Duswald KH, Waydhas C, Müller K (1987)**
 Das Polytrauma – Behandlung nach dem diagnostischen und therapeutischen Stufenplan
 Unfallchirurg 90:529-538
- [157] **Smith JP, Bodai BI, Hill AS, Frey CF (1985)**
 Prehospital stabilization of critically injured patients. A failed concept
 J Trauma 25:65-70
- [158] **Sokolowski K (2001)**
 Zur Überlebenswahrscheinlichkeit Schwerverletzter unter besonderer Berücksichtigung
 des Zeitfaktors bei der initialen Versorgung. Eine prospektive Analyse
 Med. Dissertation, Universität Münster
- [159] **Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (1999)**
 Entwicklung der Verkehrsunfälle, Verletztenszahlen und Todesfälle im Straßenverkehr in
 Deutschland 1996-1998
- [160] **Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (2001)**
 Fachserie 12, Reihe 4
- [161] **Stellin G (1991)**
 Survival in trauma victims with pulmonary contusion
 Am Surg 57:780-784
- [162] **Stiletto R, Gotzen L, Goubeaud S (2000)**
 Kinetische Therapie zur Therapie und Prophylaxe der posttraumatischen
 Lungeninsuffizienz
 Unfallchirurg 103:1057-1064
- [163] **Stiletto R, Hünerkopf M, Schnabel M, Gotzen L, Baacke M (2001)**
 Die kontinuierliche Herzminutenvolumenmessung als „hämodynamisches Online-
 Monitoring“ bei polytraumatisierten Intensivpatienten: Technisch möglich – klinisch
 sinnvoll?
 Unfallchirurg 104:1043-1047
- [164] **Strecker W, Gebhard F, Rager J, Steinbach G, Ring C, Perl M, Kinzi L, Beck A (2002)**
 Interleukin-6 (IL-6) – an Early Marker of Chest Trauma
 Eur J Trauma 28:75-84

- [165] **Sweeney P, von Kroge H, Henning FF (1991/92)**
Das geriatrische Polytrauma
Chir Praxis 44:687-696
- [166] **Taeger G, Ruchholtz S, Zettl R, Waydhas C, Nast-Kolb D (2002)**
Primärer Fixateur externe mit konsekutivem Verfahrenswechsel beim Polytrauma
Unfallchirurg 105:315-321
- [167] **Teasdale G, Jennett B (1974)**
Assessment of Coma and Impaired Consciousness
Lancet 13:81-84
- [168] **Teijink JA, Dwars BJ, Patka P, Haarman HJ (1993)**
Scoring multitrauma patients: which scoring system?
Injury 24:13-16
- [169] **Trunkey DD, Cahn RM, Lenfesty B, Mullins R (2000)**
Management of the Geriatric Trauma Patient at Risk of Death
Arch Surg 135:34-38
- [170] **Trupka A, Nast-Kolb D, Schweiberer L (1998)**
Das Thoraxtrauma
Unfallchirurg 101:244-258
- [171] **Trupka A, Waydhas C, Nast-Kolb D (1994)**
Early intubation of severely injured patients
Eur J Emerg Med 1:1-8
- [172] **Trupka A, Waydhas C, Nast-Kolb D, Schweiberer L (1997)**
The value of thoracic tomography in the first assessment of severely injured patients with blunt chest trauma: Results of a prospective study
J Trauma 43:404-412
- [173] **Tscherne H, Trentz O (1980)**
Allgemeine Frakturenlehre
In: Heberer, Köle, Tscherne (Hrsg.) Chirurgie: Lehrbuch für Studierende
Springer, Berlin Heidelberg New York, 4. Auflage
- [174] **Van der Sluis CK, Duis HJ ten, Geertzen JHB (1995)**
Multiple injuries: an overview of the outcome
J Trauma 38:681-686
- [175] **Van der Sluis CK, Klasen HJ, Eisma WH, ten Duis HJ (1996)**
Major Trauma in Young and Old: What is the difference?
J Trauma 40:78-82
- [176] **Wagner R, Weckbach A (1994)**
Komplikationen nach Plattenosteosynthesen am Femurschaft
Unfallchirurg 97:139-143
- [177] **Waydhas C (1998)**
Scores in polytrauma – do they help?
Langenbecks Arch Surg 383:209-213
- [178] **Waydhas C (2000)**
Thoraxtrauma
Unfallchirurg 103:871-890
- [179] **Waydhas C, Nast-Kolb D, Ruchholtz S, Schweiberer L (1994)**
Praktische und theoretische Grenzen von Scoresystemen
Unfallchirurg 97:185-190
- [180] **Waydhas C, Nast-Kolb D, Schweiberer L (1991)**
Einfluß des Untersuchers auf ISS- und PTS-Scores
Hefte Unfallheilk 220:221-222

- [181] **Waydhas C, Nast-Kolb D, Trupka A, Jochum M, Schweiberer L (1990)**
Die Bedeutung des traumatisch-hämorrhagischen Schocks und der Thoraxverletzung für die Prognose nach Polytrauma
Hefte Unfallheilk 212:104-105
- [182] **Weißhorn R (2001)**
Retrospektive Datenanalyse von knöchernen Thoraxverletzungen unter besonderer Berücksichtigung der operativen Behandlung von Rippenserien- und Sternumfrakturen
Med. Dissertation, Universität Hamburg
- [183] **Welkerling H (1989)**
Computergestützte Datenanalyse von Verletzungen des knöchernen Bewegungsapparates beim polytraumatisierten Patienten
Med. Dissertation, Universität Hamburg
- [184] **Wentzensen A, Evers KH (1988)**
Versorgungsstrategie von Mehrfachfrakturen langer Röhrenknochen im Rahmen des Polytraumas
Akt Traumatol18:2-6
- [185] **WHO-Burden of Disease Mortality**
(as appeared in the 1999 World Health Report) Statistics->Burden of Disease->Mortality estimates (from WHR)->Select data. www.who.com
- [186] **Wick M (1997)**
Epidemiologie des Polytraumas
Chirurg 68:1053-1058
- [187] **Windolf J, Inglis R, Dickopf M, Pannike A (1992)**
Polytrauma-Management: Zuverlässige Dokumentation der ersten Phase mit einem normierten, maschinenlesbaren Einsatzprotokoll für den Notarztwagen
Unfallchirurgie 18:91-96
- [188] **Wolfman NT, Myers WS, Glauser SJ, Meredith JW, Chen MYM (1998)**
Validity of CT Classification on Management of Occult Pneumothorax: A Prospective Study
AJR 171:1317-1320
- [189] **Yates DW, Woodford M, Hollis S (1992)**
Preliminary analysis of the care of injured patients in 33 British hospitals: first report of the United Kingdom Major Trauma Outcome Study
BMJ 305:737-740
- [190] **Zhuravlev SM, Novikov PE, Theodoridis CA, (1995)**
Mortality caused by polytrauma
Clin Orthop 320:43-45
- [191] **Zintl B, Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L (1997)**
Qualitätsmanagement der frühen klinischen Polytraumaversorgung. Dokumentation der Behandlung und Beurteilung der Versorgungsqualität
Unfallchirurg 100:811-819

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verletzungen mit einem AIS-Punktwert von 6	14
Abbildung 2: Verletzungen mit zugehörigen AIS-Punktwerten	15
Abbildung 3: Verletzungen mit zugehörigen PTS-Punktwerten	17
Abbildung 4: Aufkommen polytraumatisierter Patienten pro Jahr	20
Abbildung 5: Polytraumen pro Lebensdekade	21
Abbildung 6: Medianes Alter pro Jahr im Untersuchungszeitraum	22
Abbildung 7: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen pro Monat	23
Abbildung 8: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen pro Wochentag	24
Abbildung 9: Relative Häufigkeiten von Polytraumatisierungen im Tagesverlauf	25
Abbildung 10: Verletzungshergang	26
Abbildung 11: Sturz- bzw. Sprunghöhe in Metern	27
Abbildung 12: Verletzungshergang nach Geschlecht	28
Abbildung 13: Verkehrsteilnehmer	29
Abbildung 14: Verletzungsmuster polytraumatisierter Patienten	32
Abbildung 15: Verletzte Körperregionen	33
Abbildung 16: Grad des Schädelhirntraumas	34
Abbildung 17: Verletzungskombination im Gesamtkollektiv	35
Abbildung 18: Verletzungskombination der zu vergleichenden Kollektive	36
Abbildung 19: Art der Thoraxverletzungen	38
Abbildung 20: Verteilung der GCS-Subgruppen	39
Abbildung 21: Verteilung der PTS-Schweregrad Gruppen	40
Abbildung 22: Einlieferungsart	42
Abbildung 23: Anfahrtszeit in Minuten	42
Abbildung 24: Rettungszeit in Minuten	43
Abbildung 25: Versorgungszeit in Minuten	44
Abbildung 26: Latenz bis zur Intubation durch den Notarzt in Minuten	45
Abbildung 27: Schockindizes am Unfallort und in der Notaufnahme	50
Abbildung 28: Latenz bis zur Intubation	50
Abbildung 29: Verteilung der Intubationen	51
Abbildung 30: Verteilung der gemessenen Hämoglobin Werte [g/dl]	55
Abbildung 31: Verteilung der gemessenen Base Excess-Werte [mmol/l]	56
Abbildung 32: Verteilung der gemessenen pH Werte	56
Abbildung 33: Verteilung der gemessenen Sauerstoffsättigungswerte [%]	56
Abbildung 34: Verteilung der gemessenen Sauerstoffpartialdruckwerte [mmHg]	57
Abbildung 35: Verteilung der gemessenen Kohlendioxidpartialdruckwerte [mmHg]	57
Abbildung 36: Verteilung der gemessenen aktuellen Bikarbonat Werte [mmol/l]	57
Abbildung 37: Verteilung der gemessenen Standardbikarbonat Werte [mmol/l]	58

Abbildung 38: Latenz bis zur Abdominalsonographie	59
Abbildung 39: Latenz bis zur Röntgendiagnostik	59
Abbildung 40: Röntgendiagnostik	60
Abbildung 41: Latenz bis zur CT-Diagnostik	61
Abbildung 42: Relative Häufigkeit der CT-Diagnostik	62
Abbildung 43: Latenz bis zur Primäroperation im Vergleich der beiden Kollektive.....	64
Abbildung 44: Latenz bis zur Primäroperation im Verlauf des Erhebungszeitraums.....	64
Abbildung 45: Dauer der Primäroperation.....	65
Abbildung 46: Relative Häufigkeit der Durchführung einer Primäroperation pro Jahr	65
Abbildung 47: Verteilung der Anzahl der Sekundäroperationen (nicht kumulativ).....	66
Abbildung 48: Verteilung der Anzahl der Sekundäroperationen (kumulativ)	67
Abbildung 49: Latenz bis zur n -ten Sekundäroperation	68
Abbildung 50: Mediane Latenz bis zur n -ten Sekundäroperation nach Kollektiv	69
Abbildung 51: Operationsgebiete	70
Abbildung 52: Latenz bis zur Verlegung auf eine Intensivstation	73
Abbildung 53: Intensivaufenthaltsdauer	73
Abbildung 54: Beatmungsdauer	74
Abbildung 55: Latenz bis zur Tracheotomie	75
Abbildung 56: Gesamtaufenthaltsdauer	76
Abbildung 57: Letalität	79
Abbildung 58: Überlebenszeit	80
Abbildung 59: Todesursachen im Vergleich der Kollektive	81
Abbildung 60: Einfluß der Verletzungsschwere nach ISS auf die Letalität	82
Abbildung 61: Einfluß der Verletzungsschwere nach PTS auf die Letalität	83
Abbildung 62: Die 15 häufigsten Krankenhäuser für Verlegungen von Polytraumen.....	85
Abbildung 63: Prozentuale Verteilung durchschnittlich fehlender Protokolle der einzelnen Jahre..	86
Abbildung 64: Projektion der Brust- und Bauchorgane auf den Rumpf	97

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: PTS-Schweregrad Einteilung	7
Tabelle 2: Beispiel zur Berechnung des Injury Severity Score	16
Tabelle 3: Beispiel zur Berechnung des Hannoveraner Polytrauma Schlüssels	18
Tabelle 4: Geschlechterverteilung	21
Tabelle 5: Medianes Alter	22
Tabelle 6: Ursachen der durch äußere Gewalteinwirkung induzierten Polytraumen	27
Tabelle 7: Benutzung von Sicherheitsmechanismen	30
Tabelle 8: Relative Häufigkeit der Vorerkrankungen	31
Tabelle 9: Seitenverteilung der Extremitätenverletzungen	34
Tabelle 10: Verletzungen des Thorax	37
Tabelle 11: Statistische Kennzahlen der Glasgow-Coma-Scale	38
Tabelle 12: Statistische Kennzahlen des Injury Severity Scores	39
Tabelle 13: Statistische Kennzahlen des Hannoveraner Polytrauma Schlüssels	40
Tabelle 14: Thoraxdrainagen während der präklinischen Versorgung	46
Tabelle 15: Reanimationen durch Notarzt	47
Tabelle 16: Infusionen durch das Notarztteam	48
Tabelle 17: Thoraxdrainagen während der präklinischen und frühen klinischen Versorgung	51
Tabelle 18: Reanimationen	52
Tabelle 19: Reanimationen und Letalität	52
Tabelle 20: Infusionen in der Notaufnahme	53
Tabelle 21: Anzahl der verabreichten Transfusionen	54
Tabelle 22: Häufigkeit, Dauer bis zur und Dauer der Primäroperation	63
Tabelle 23: Art der Thoraxverletzung bei prim. und sek. Thorakotomie	71
Tabelle 24: Operationsverfahren bei Extremitätenverletzungen	72
Tabelle 25: Tracheotomien	75
Tabelle 26: Komplikationen	78
Tabelle 27: Letalität	79
Tabelle 28: Todesursachen	81
Tabelle 29: Verteilung des Verletzungshergangs nach Verstorbenen/Überlebenden	83
Tabelle 30: Anschließende Versorgung nach Entlassung	84
Tabelle 31: Alters- und Geschlechterverteilung in der Literatur	90
Tabelle 32: Verkehrsunfälle bei Polytraumatisierten in der Literatur	92
Tabelle 33: Verletzungsmuster in der Literatur	96
Tabelle 34: Verletzungskombinationen in der Literatur	98
Tabelle 35: Mittlere ISS-Werte in der Literatur	100
Tabelle 36: Mittlere ISS-Werte für thoraxtraumatisierte Schwerverletzte in der Literatur	100
Tabelle 37: Mittlere PTS-Werte in der Literatur	101

Tabelle 38: Verteilung Schwerverletzter mit Thoraxtrauma auf die vier PTS-Gruppen	101
Tabelle 39: Mittlere präklinische Zeiten in der Literatur	103
Tabelle 40: Intubation in der Literatur	104
Tabelle 41: Häufigkeiten der Anlage von Thoraxdrainagen in der Literatur	106
Tabelle 42: Verletzte Körperregion und entsprechende radiologische Diagnostik	110
Tabelle 43: Dauer bis zur jeweiligen bildgebenden Primärdiagnostik in der Literatur	111
Tabelle 44: Intensivliegezeit der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur.....	115
Tabelle 45: Stationäre Aufenthaltsdauer der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur ..	116
Tabelle 46: Beatmungsdauer der Gesamt- und Vergleichskollektive in der Literatur.....	117
Tabelle 47: Mittlerer ISS und Letalität in der Literatur.....	119
Tabelle 48: Letalität bei thoraxtraumatisierten Schwerverletzten in der Literatur	120
Tabelle 49: Todesursachen in der Literatur	122
Tabelle 50: Letalität in den jeweiligen PTS-Gruppen in der Literatur.....	123

9 Abkürzungsverzeichnis

AIS	Abbreviated Injury Scale
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ASCOT	A Severity Characterization of Trauma
BE	Base Excess
BGA	Blutgasanalyse
BWS	Brustwirbelsäule
chron.	chronisch(e)
CO ₂	Kohlendioxid
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease
CT	Computertomographie
d	Tag(e)
DGU	Deutsche Gesellschaft f. Unfallchirurgie
E	Extremitäten
EK	Erythrozytenkonzentrat
et al.	et alii
FFP	Fresh-Frozen-Plasma / gefrorenes Frischplasma
FiO ₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration
GCS	Glasgow Coma Scale
GIT	Gastrointestinaltrakt
h	Stunde(n)
häm.	Hämorrhagisch
Hb	Hämoglobin
HCO _{3a}	aktuelles Bikarbonat
HCO _{3s}	Standardbikarbonat
HKV	Herz-Kreislauf-Versagen
HWI	Harnwegsinfekt
HWS	Halswirbelsäule
Intub.	Intubation
ISS	Injury Severity Score
K	Kopf
LOS	Length of stay / Aufenthaltsdauer
LWS	Lendenwirbelsäule
m	Meter
M.	Morbus
m:w	männlich:weiblich
max	Maximal
min	Minuten

Min	Minimum
Mio.	Millionen
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mmol/l	Millimol pro Liter
MOV	Multiorganversagen
MTOS	Major Trauma Outcome Study
N / n	Anzahl
NA	Notarzt
NAW	Notarztwagen
n. b.	nicht berechenbar
O ₂	Sauerstoff
OP	Operation
PaO ₂	arterieller Sauerstoffpartialdruck
Pat.	Patient(en)
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
pCO ₂	Kohlendioxidpartialdruck
pH	Negativer dekadischer Logarithmus der Protonenkonzentration
pO ₂	Sauerstoffpartialdruck
prim.	primär
PTS	Hannover Polytrauma Score
RTH	Rettungshubschrauber
RTS	Revised Trauma Score
RTW	Rettungswagen
s.	siehe
s. u.	siehe unten
sek.	sekundär
SHT	Schädelhirntrauma
SR	Schockraum / Notaufnahme
T	Thorax
TS	Trauma Score
TT	Thoraxtrauma
u.a.	unter anderem
UKE	Universitätsklinikum HH Eppendorf
VKP	Verbrauchskoagulopathie
vs.	versus
Z. n.	Zustand nach

10 Danksagung

Für die freundliche Überlassung des interessanten Themas danke ich Prof. Dr. med. J. M. Rueger, Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf.

Mein besonderer Dank für die wissenschaftliche Beratung gilt Prof. Dr. med. J. Windolf, Stellvertretender Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf.

Herrn Dr. med. C. Gatzka danke ich für die aufschlußreichen Diskussionen, die zum kritischen Hinterfragen wissenschaftlicher Zusammenhänge und zum selbständigen Arbeiten anregten, und ferner für die unermüdliche Durchsicht des Manuskripts.

Herrn Lappe, Frau Bauer und Frau Ucek im Krankengeschichtenarchiv bin ich sehr dankbar für ihre tatkräftige Unterstützung, ohne die die Erhebung der Daten kaum möglich gewesen wäre.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie für ihre liebevolle Anteilnahme, den kontinuierlichen Rückhalt und die Ermutigungen in Krisenzeiten während Studium und Promotion.

Schließlich danke ich all denen, die hier nicht namentlich erwähnt wurden, mich aber direkt oder indirekt bei meiner Promotion unterstützten.

11 Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Zörb, Jennifer
Geburtsdatum: 30. 04. 1976
Geburtsort: Wuppertal

Schulbildung

1982 – 1986 Walther-Hartmann Grundschule, Remscheid
1986 – 1993 Ernst-Moritz-Arndt Gymnasium, Remscheid
1993 – 1995 Schule Schloß Salem, Bodensee
1995 – 1997 Marie-Curie Gymnasium, Düsseldorf
Abschluß: Abitur

Berufsausbildung

Oktober 1997 Beginn des Studiums der Humanmedizin, Hamburg
März 2000 Ärztliche Vorprüfung
März 2001 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
März 2004 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Seit Oktober 2004 Praktisches Jahr

Famulaturen

Allgemeinmedizin Praxis Dr. Jarmatz, Barendorf
Anästhesie Krankenhaus Elim, Hamburg
Chirurgie und Pädiatrie Cohuna District Hospital, Cohuna, Australien
Innere Medizin Bernhard-Nocht-Institut, Hamburg

12 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, daß ich die Dissertation bisher nicht an einen Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Jennifer Zörb