

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. Matthias Graw

Lebenserwartung nach Unfall:

**Literaturreview zu verbleibender Lebenszeit und Todesursachen in Abhängigkeit von
Verletzungen und Begleitumständen**



Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Christina Schwendner

aus München

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Matthias Graw

Mitberichterstatter:

PD Dr. Christian P. Schneider

Mitbetreuung durch die promovierte Mitarbeiterin:

Dr. med. Sylvia Schick, M.P.H. postgrad.

Dekan:

Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung:

16.05.2019

Non exiguum temporis habemus, sed multum perdidimus. Satis longa uita et in maximarum rerum consummationem large data est, si tota bene collocaretur; sed ubi per luxum ac negligentiam diffluit, ubi nulli bonae rei impenditur, ultima demum necessitate cogente, quam ire non intelleximus transisse sentimus.

Nicht wenig Zeit haben wir, aber viel vergeuden wir. Unser Leben ist lang genug und zur Vollendung der größten Taten reichlich bemessen, wenn es im Ganzen gut verwendet würde; Aber sobald das Leben in Genusssucht und Nachlässigkeit zerrinnt, sobald es für keinen guten Zweck eingesetzt wird, merken wir erst unter dem Zwang des Todes, dass es vergangen ist, obwohl wir nicht bemerkten, dass es vergeht.

Lucius Annaeus Seneca, De breuitate vitae, um 49 n. Chr.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. Einleitung	7
2. Zielsetzung	11
3. Material und Methodik	12
3.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall	12
3.2 Spezifische Verletzungen	16
3.2.1 Schädelhirntrauma.....	16
3.2.2 Rückenmarksverletzungen	19
3.3 Einfluss von Komorbiditäten	22
3.4 Einfluss des BMI	23
3.5 Verwendete statistische Größen und Scores	24
4. Ergebnisse	28
4.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall	28
4.1.1 Präklinische und intrahospitale Todesfälle	28
4.1.2 Verteilung des Todeszeitpunktes	31
4.1.3 Todesursachen bei verstorbenen Unfallopfern.....	33
4.1.4 Zeitliche Verteilung der Todesursachen	37
4.2. Spezifische Verletzungen	38
4.2.1 Schädelhirntrauma.....	38
4.2.1.1 Akutsterblichkeit nach Schädelhirntrauma.....	38
4.2.1.2 Outcome von SHT-Patienten nach Akutphase	39
4.2.1.3 Langzeitmortalität von SHT-Verletzten	40
4.2.1.4 Lebenserwartung von SHT-Patienten.....	42
4.2.1.5 Langzeittodesursachen von SHT-Patienten.....	44
4.2.1.6 Risikofaktoren für vorzeitige Mortalität nach SHT	49
4.2.2 Rückenmarksverletzungen	50
4.2.2.1 Überleben nach Rückenmarksverletzung	51
4.2.2.2 Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung	53

4.2.2.3 Todesursachen nach Rückenmarksverletzung.....	57
4.2.2.4 Risikofaktoren für Mortalität nach Rückenmarksverletzung	67
4.3 Einfluss von Komorbiditäten auf die Sterblichkeit von Unfallverletzten	70
4.4 Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit von Unfallverletzten	74
5. Diskussion	78
5.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall.....	78
5.2 Spezifische Verletzungen	83
5.2.1 Schädelhirntrauma.....	83
5.2.2 Rückenmarksverletzungen	86
5.3 Einfluss von Komorbiditäten auf die Sterblichkeit	87
5.4 Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit	88
6. Zusammenfassung	91
LITERATURVERZEICHNIS	93
ANHANG	107
DANKSAGUNG	119
EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG.....	120

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „sofortiger Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden	14
Tabelle 2: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „früher Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden	14
Tabelle 3: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „später Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden	15
Tabelle 4: Extrahierte Daten der SHT-Studien	17
Tabelle 5: Präklinische und intrahospitale Todeszeitpunkte nach Unfall (prozentuale Verteilung).....	29
Tabelle 6: Metaanalyse: Anteil präklinischer Todesfälle insgesamt und in den jeweiligen Jahrzehnten (in %).....	30
Tabelle 7: Klinische Todesfälle und deren intrahospitale Verteilung (in %).....	31
Tabelle 8: Prozentuale Verteilung des Todeszeitpunktes nach Unfall (Studien).....	32
Tabelle 9: Prozentuale Verteilung des Todeszeitpunkt (Metaanalysen).....	33
Tabelle 10: Prozentuale Verteilung von Todesursachen bei Unfallopfern	34
Tabelle 11: Sofortige, frühe und späte Todesursachen bei Unfalltod	37
Tabelle 12: Akutsterblichkeit nach Schädelhirntrauma zu verschiedenen Zeitpunkten nach Verletzung	39
Tabelle 13: Outcome zu verschiedenen Zeitpunkten nach Schädelhirntrauma.....	39
Tabelle 14: Mortalitätsangaben (SMR) von SHT-Verletzten unter Berücksichtigung verschiedener Beobachtungszeiträume	40
Tabelle 15: Berechnete Werte (SMR) der Mortalität bei verschiedenen Beobachtungszeiträumen.....	41
Tabelle 16: Verlauf der jährlichen SMR in den Folgejahren 1-10 nach SHT.....	41
Tabelle 17: Reduktion der Lebenserwartung (in Jahren) nach Schädelhirntrauma für verschiedene Altersgruppen, getrennt nach Geschlecht.....	43
Tabelle 18: Verteilung der Todesursachen im Kollektiv der SHT-Patienten (absolute Zahlen).....	44
Tabelle 19: Metaanalyse der prozentualen Verteilung von Todesursachen nach SHT.....	45
Tabelle 20: Todesursachen-spezifische SMR nach SHT	47
Tabelle 21: Metaanalyse der Todesursachen-spezifischen SMR nach SHT.....	47
Tabelle 22: Überleben nach Rückenmarksverletzung zu verschiedenen Zeitpunkten nach Verletzung	51
Tabelle 23: Relative Mortalität nach Rückenmarksverletzung (SMR).....	54

Tabelle 24: Relative Mortalität nach Rückenmarksverletzung in Abhängigkeit von Verletzungshöhen und -ausmaß (SMR)	54
Tabelle 25: Metaanalyse für die Abbildung 8 (SMR von RM-Verletzten).....	55
Tabelle 26: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel D	56
Tabelle 27: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel A.....	57
Tabelle 28: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel ABC und Tetraplegie.....	57
Tabelle 29: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel ABC und Paraplegie	57
Tabelle 30: Sepsis/ Infektionen als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachenspezifische SMR)	58
Tabelle 31: Suizid als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachenspezifische SMR)	58
Tabelle 32: Erkrankungen der Atemwege als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachenspezifische SMR).....	58
Tabelle 33: Erkrankungen der Harnwege/ des Urogenitaltraktes als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachenspezifische SMR)	59
Tabelle 34: Kardiovaskuläre Erkrankungen als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachenspezifische SMR).....	59
Tabelle 35: Metaanalyse der SMRs für spezifische Todesursachen nach RM-Verletzung ..	60
Tabelle 36: Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR) nach RM-Verletzung (Tetraplegie)	61
Tabelle 37: Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR) nach RM-Verletzung (Paraplegie).....	62
Tabelle 38: Erkrankungen der Atemwege als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)	62
Tabelle 39: Kardiovaskuläre Erkrankungen als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)	63
Tabelle 40: Suizid als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil).....	63
Tabelle 41: Sepsis als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil).....	64
Tabelle 42: Erkrankungen der Harnwege/ des Urogenitaltraktes als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil).....	64

Tabelle 43: Erkrankungen des Verdauungssystems als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)	65
Tabelle 44: Neubildungen als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil) ...	65
Tabelle 45: Prozentuale Verteilung (Spannweiten) von Todesursachen in den Gesamtkollektiven Rückenmarksverletzter	66
Tabelle 46: Prozentuale Verteilung (Spannweiten) von Todesursachen im Kollektiv der Tetraplegiker und Paraplegiker	66
Tabelle 47: Geschlecht als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung	67
Tabelle 48: Alter bei Verletzung als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung	68
Tabelle 49: Verletzungshöhe als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung	68
Tabelle 50: Verletzungsausmaß als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung	69
Tabelle 51: Risikovergleich von Verletzungen verschiedener Höhe und Ausmaßes.....	69
Tabelle 52: Einfluss von kardiovaskulären Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma.....	71
Tabelle 53: Einfluss hämatologischer Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma	71
Tabelle 54: Einfluss von Karzinomen/malignen Neubildungen auf das Sterberisiko nach Trauma.....	71
Tabelle 55: Einfluss von hepatischen Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma	72
Tabelle 56: Einfluss von Atemwegserkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma	72
Tabelle 57: Einfluss neurologischer Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma ..	72
Tabelle 58: Einfluss endokriner Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma.....	73
Tabelle 59: Übersicht über die Aussagen verschiedener Studien bzgl. BMI als Risikofaktor für Sterblichkeit nach Unfall	74
Tabelle 60: Einfluss des BMI auf spezifische Komplikationen nach Unfall	75
Tabelle 61: Übersicht über die Aussagen verschiedener Studien bzgl. der Auswirkung des BMI auf die Krankenhaus-Verweildauer	76
Tabelle 62: Charakteristika der Unfallstudien.....	108
Tabelle 63: Charakteristika der SHT-Studien	111
Tabelle 64: Charakteristika der RM-Studien.....	114
Tabelle 65: Charakteristika der Studien zur Auswirkung Komorbiditäten auf Mortalität nach Unfall.....	117
Tabelle 66: Charakteristika der Studien zur Auswirkung des BMI auf die Mortalität nach Unfall.....	118

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anteil präklinischer Todesfälle an allen Todesfällen aufgrund von Unfällen, 1980-2010.....	30
Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Todesursachen insgesamt nach Unfall (Ergebnis der Metaanalyse)	36
Abbildung 3: Entwicklung der prozentualen Todesursachenverteilung nach Unfall innerhalb der Jahrzehnte 1980- 2010	36
Abbildung 4: Verlauf der SMR (Spannweiten und Durchschnittswerte) in den Folgejahren nach Schädelhirntrauma aus den Studien von Baguley et al. (2012) und Ratcliff et al. (2005)	42
Abbildung 5: Verkürzung der Lebenserwartung nach SHT (in Jahren), nach Alter und Geschlecht	43
Abbildung 6: Häufigkeit von verschiedenen Todesursachen in der Spätphase von Schädelhirntraumapatienten im Vergleich zur Gesamtbevölkerung (Deutschland, 2012) ...	46
Abbildung 7: Todesursachen-spezifische SMR in der Spätphase nach Schädelhirntrauma .	48
Abbildung 8: Mortalität nach Rückenmarksverletzung für verschiedene Kollektive (gemessen anhand der SMR).....	55
Abbildung 9: Mortalität (SMR) für spezifische Todesursachen nach Rückenmarksverletzung	61

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SHT: Schädelhirntrauma

ZNS: Zentrales Nervensystem

Pat.: Patient

KH: Krankenhaus

SMR: Standardisierte Mortalitätsratio

OR: Odds Ratio

HR: Hazard Ratio

ISS: Injury Severity Score

GCS: Glasgow Coma Scale

GOS: Glasgow Outcome Scale

1. Einleitung

Das im Jahr 2012 von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie veröffentlichte Weißbuch Schwerverletztenversorgung sieht Unfälle in Deutschland auf Platz fünf der Todesursachenstatistik [1]. Ein Unfall ist laut Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft gegeben, wenn eine „Person durch ein plötzlich von außen auf den Körper wirkendes Ereignis (Unfallereignis), unfreiwillig eine Gesundheitsschädigung erleidet“ [2].

Für das Jahr 2015 meldete die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 24.578 Unfalltote in Deutschland, wovon 3.639 Todesfälle durch Verkehrsunfälle verursacht wurden, 9.816 Todesopfer durch Unfälle im häuslichen Bereich und 10.628 Unfalltote aufgrund von Freizeitunfällen zu beklagen waren. Die Zahl der Unfallverletzten liegt nach ihrer Einschätzung weit darüber. Es wird von circa 0,39 Millionen Verletzten durch Verkehrsunfälle, 3,15 Millionen Verletzte nach Unfall im häuslichen Bereich und rund 3,89 Millionen Verletzte nach Freizeitunfall im Jahr 2015 ausgegangen. Insgesamt wird eine Gesamtzahl von 9,73 Millionen Unfallverletzten berichtet, folglich erlitt im Jahr 2015 mehr als jeder zehnte Deutsche einen Unfall [3].

Circa zwei Drittel aller Unfälle betreffen Männer, wobei junge Menschen besonders häufig involviert sind. Unter den 18- 29-Jährigen zeigt sich laut Angaben des Robert Koch-Institutes eine Prävalenz von 20% für ärztlich versorgte Unfallverletzungen. Etwa jeder fünfte Unfall aller Altersgruppen zöge eine stationäre Behandlung von im Schnitt neun Nächten nach sich. Diese fänden sich nahezu zur Hälfte bei Männern unter 50 Jahren. Rund zwei Drittel aller Unfälle von erwerbstätigen Personen führen zu einer Arbeitsunfähigkeit von durchschnittlich 29,7 Tagen [4].

Für die medizinische Versorgung von Verunfallten jeglicher Art werden geschätzte 5% der direkten Krankheitskosten aufgewendet [4]. Auch die indirekten Kosten, wie der Verlust an Arbeitskraft der zumeist jüngeren Unfallopfer, sind beträchtlich [5].

Die Lebenserwartung von Verunfallten ist für ein breitgefächertes Publikum von Interesse, angefangen bei den Betroffenen selbst, die zum Teil mit lebenslanger Behinderung leben müssen, ihre Angehörigen, Pflegeeinrichtungen, bis hin zu Versicherern und Wissenschaftlern.

Eine der häufigsten Ursachen lebenslanger Behinderung ist das Schädelhirntrauma (SHT); jährlich tragen in den USA circa 90.000 Menschen eine Behinderung davon [6]. Das Zentrum für Qualität und Management im Gesundheitswesen der Ärztekammer Niedersachsen veröffentlichte im Jahr 2010, basierend auf regionalen Daten, eine Hochrechnung für Deutschland, in der von jährlich circa 273.000 Schädelhirntraumata ausgegangen wird, mit einer Inzidenz von 322 pro 100.000 Einwohner [7]. Das Schädelhirntrauma als solches hat nicht nur dramatische Auswirkungen auf Einzelschicksale, es bringt auch hohe sozioökonomische Kosten für die Gesellschaft mit sich. Olesen et al. [8] schätzen die Kosten infolge von Schädelhirntraumata auf circa 33 Milliarden Euro pro Jahr allein in Europa.

Eine weitere wesentliche Verletzung nach Unfall betrifft das Rückenmark. Die Inzidenzraten für traumatische Rückenmarksverletzungen (RM) belaufen sich laut einem systematischen Literaturreview aus dem Jahr 2006 weltweit auf 10- 83 pro Millionen Einwohner. Ein Drittel der Patienten erleidet demzufolge eine Tetraplegie und rund die Hälfte einen kompletten Querschnitt. Das Durchschnittsalter bei Verletzung liegt bei ungefähr 33 Jahren, bei überwiegend männlichen Verletzten mit einer Geschlechterverteilung von 3,8:1 [9].

Auch das National Spinal Cord Injury Statistical Center, Birmingham, Alabama, geht von einer jährlichen Inzidenz in den USA von 40 Fällen pro Million Einwohner aus, ausgenommen diejenigen, die bereits am Unfallort versterben, oder ungefähr 12.000 neue Fälle pro Jahr. Die Prävalenz, d.h. die Anzahl der Menschen, die in den USA im Jahr 2013 mit einer Rückenmarksverletzung lebten, wird auf zwischen 238.000 und 332.000 Personen geschätzt [10].

Dies bedeutet eine enorme ökonomische Bürde für das Gesundheitssystem. Sie variiert je nach Schwere und anatomischer Lokalisation der Verletzung. Allein die Kosten der Akutversorgung betragen je nach Verletzungsschwere zwischen 170.915 und 505.029 US-Dollar [11]. Für die direkten Kosten im ersten Jahr nach Verletzung wurden beispielsweise im Jahr 2013 pro Patient zwischen 340.787 und 1.044.197 US-Dollar geschätzt, für jedes Folgejahr zwischen 41.393 und 181.328 US-Dollar [10]. Die lebenslangen Kosten, abhängig von Faktoren wie Alter bei Verletzung, Verletzungsschwere und sozialer Stellung belaufen sich nach aktuellen Schätzungen für ein Individuum, das im Alter von 25 Jahren eine Rückenmarksverletzung erleidet, auf zwischen 2,1 und 5,4 Millionen US-Dollar [12]. Dies gibt annähernd eine Vorstellung davon, welche Summe gesamtwirtschaftlichen Schadens insgesamt, nicht nur durch direkte Kosten, sondern auch durch Faktoren wie Arbeitsausfall und Verlust an Produktivität durch Rückenmarksverletzungen entsteht.

Besonders relevant erscheint in diesem Zusammenhang folgende Frage: Haben Überlebende eines Unfalls die gleiche Lebenserwartung wie Menschen ohne Unfall, v.a. wenn sie vollständig genesen sind oder nur geringe bleibende Einschränkungen davongetragen haben? Wie lange leben sie mit Behinderung?

Die WHO verwendet zur Einschätzung der globalen Krankheitslast die sogenannten DALYs, die „disability-adjusted life years“, eine Maßzahl für die Beeinträchtigung des normalen Lebens durch eine Behinderung oder Krankheit. Diese errechnet sich als Summe der durch vorzeitigen Tod verlorenen Lebenszeit und der mit Behinderung gelebten Lebenszeit [13]. Im Jahr 2017 wurde in der Fachzeitschrift Lancet eine systematische Analyse zur Studie der globalen Krankheitslast 2016 veröffentlicht. Danach belaufen sich die DALYs verursacht durch Verletzungen auf 255,4 Millionen DALYs. Verkehrsunfälle stellen dabei mit circa 78 Millionen DALYs einen entscheidenden Anteil [14].

Zu bedenken gilt jedoch, dass die DALYs pro Krankheit berechnet werden. Eventuell vorhandene Komorbiditäten, also gleichzeitig vorhandene Krankheiten bei einem Individuum, werden bei Berechnung der DALYs nicht berücksichtigt. Gerade Ko- oder gar Multimorbidität sind in unserer alternden Gesellschaft angesichts des medizinischen Fortschritts an der Tagesordnung. Vor allem Herzkreislauferkrankungen, Krebserkrankungen und chronische Lungenerkrankungen, psychische Erkrankungen und Stoffwechselstörungen wie Diabetes mellitus sind weit verbreitet. Laut Statistiken des Robert Koch- Institutes wurde beispielsweise bei nahezu 20% der Männer im Alter zwischen 60 und 69 Jahren eine Koronare Herzkrankheit, bei 12% ein Herzinfarkt und bei circa 6% ein Schlaganfall diagnostiziert [15].

Das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung geht von einer Gesamtzahl von 6 Millionen Diabetikern allein in Deutschland aus. Jeder 13. Deutsche ist folglich an Diabetes mellitus erkrankt [16].

Laut Studien des Robert Koch-Institutes der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland sind zwei Drittel der Männer und circa die Hälfte der Frauen übergewichtig. Ein Viertel aller Erwachsenen beider Geschlechter sind sogar als adipös einzustufen. Die Prävalenz von Adipositas ist in den letzten Jahrzehnten steigend, vor allem bei Männern und im jungen Erwachsenenalter [17]. Adipositas verringert die Lebenserwartung deutlich. Peeters et al. [18] konnten in der sog. Framingham Studie zeigen, dass Adipositas bei Personen im

Alter von 40 Jahren zu einer Reduktion der Lebenserwartung um sieben Jahre bei Frauen und um sechs Jahre bei Männern führt[18].

Umfassende Metaanalysen zum Thema Lebenserwartung nach Unfall existieren bislang nicht.

2. Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den internationalen Wissensstand zum Thema „Lebenserwartung nach Unfall“ zu erfassen.

Da „Unfall“ oder „Trauma“ ein sehr allgemeiner Begriff ist, sollen darüber hinaus als zwei relevante Verletzungen SHT und RM herausgegriffen werden, um somit konkretere Aussagen zu ermöglichen.

Konkret sollen folgende Fragen geklärt werden:

Wie lange überleben Patienten nach Trauma/Unfall/SHT/RM und wo sterben sie?

Welche Lebenserwartung hat ein Patient nach Trauma, insbesondere nach SHT bzw. nach RM-Verletzung?

Haben überlebende Unfallopfer/SHT/RM-Verletzte die gleiche Mortalität wie die Normalbevölkerung?

Woran sterben Patienten nach Unfall/SHT/RM-Verletzung?

Welche Rolle spielen individuelle Faktoren, die Unfallopfer mit sich bringen?

Welchen Einfluss haben Vorerkrankungen auf die Sterblichkeit nach Unfall?

Wie wirkt sich der Ernährungszustand, die „Volkskrankheit“ Adipositas auf das Überleben nach Unfall aus?

Sind bei übergewichtigen Patienten mit mehr oder anderen Komplikationen zu rechnen als bei Normalgewichtigen?

3. Material und Methodik

Um den aktuellen Wissensstand zu erfassen, wird die Datenbank MEDLINE genutzt. Außerdem wird pubmed zur Suche nach möglicher weiterer Literatur miteinbezogen. Englischsprachige, deutsche, italienische und spanische Literatur bis zum Publikationsjahr 2014 wird berücksichtigt. Die Suchergebnisse der Einzelrecherchen werden zunächst nach relevanten Überschriften gesichtet, von den relevanten Studien die Abstracts gelesen und daraus wiederum die Originalstudien selektiert. Die Bibliographien der einzelnen Referenzen werden ebenso weiterverfolgt. Wichtiges Ausschlusskriterium ist die Herkunft von Studien aus Entwicklungsländern, um im weitesten Sinne für deutsche bzw. europäische Versorgungsstandards vergleichbare Daten zu erhalten. Reviews und Fallberichte werden aus den Metaanalysen ausgeschlossen und anschließend zur Diskussion der Ergebnisse herangezogen. Signifikante Ergebnisse werden exzerpiert und nicht signifikante Ergebnisse werden ebenso berichtet, falls es sonst keine weiteren Publikationen gibt, ein wichtiger Teilaspekt beleuchtet wird, oder wenn es zum Verständnis und zur Vollständigkeit geboten ist. Bei vergleichbaren Daten wird eine Metaanalyse erstellt, bei nicht vergleichbaren Daten ein Überblick gegeben. Die Datendokumentation erfolgt tabellarisch mit Hilfe von „Microsoft® Excel 2010“. Metaanalysen und Mittelwerte werden mit „Microsoft® Excel 2010“ berechnet. Zur Erstellung von Tabellen und Abbildungen wird ebenso „Microsoft® Excel 2010“ sowie „Microsoft® Word 2010“ verwendet. Das konkrete Vorgehen zu den verschiedenen Teilgebieten wird im Folgenden erläutert.

3.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall

Als Suchbegriffe werden „trauma“, „traumatic injuries“ in Kombination mit „mortality“, „life expectancy“, „survival“ und „cause of death“ verwendet. Die insgesamt erhaltenen 58.857 Ergebnisse werden zuerst anhand der Überschriften selektiert, von den verbliebenen Studien wurden die Abstracts gelesen. Dadurch ergibt sich eine Auswahl von 63 Studien, von denen 30 Originalstudien hier verwendet werden können. Um einen möglichst breiten Überblick über Unfälle und traumatische Verletzungen im Allgemeinen zu erhalten, umfassen die Studien Unfälle und Verletzungen jeglicher Art. Die eingeschlossenen Originalstudien müssen zudem Angaben zu Todesursachen und Todeszeitpunkten enthalten. Es werden Studien aus den Jahren 1980 bis 2010 miteinbezogen, um eine eventuelle Entwicklung innerhalb der vergangenen drei Jahrzehnte darzustellen. Für die Zuordnung zu den einzelnen Jahrzehnten ist das jeweilige Publikationsjahr ausschlaggebend.

Aus den eingeschlossenen Originalstudien werden folgende Daten extrahiert und mittels Excel-Tabellen („Microsoft® Excel 2010“) systematisch aufbereitet: Zeitraum der Verletzung, Charakteristika des Kollektivs mittels Anzahl, Durchschnittsalter und Geschlechterverteilung, Angaben zu erlittenen Verletzungen, Angaben zur Mortalität (falls das Kollektiv nicht ausschließlich aus Todesfällen besteht), Verteilung des Todeszeitpunktes in den Kollektiven, Todesursachen und deren zeitliche Verteilung. Eine Übersichtstabelle zu den genannten Studiencharakteristika findet sich im Anhang (Tabelle 62).

Bei der Aufbereitung der Ergebnisse wird zuerst eine allgemeine Übersicht über die vorhandenen Daten gegeben und im Anschluss eine Einteilung der Studien in zwei Untergruppen vorgenommen: in Todesfälle allgemein, wenn auch präklinisch Verstorbene enthalten waren, und in klinische Todesfälle, wenn ausschließlich nach Aufnahme in einer Klinik Verstorbene miteinbezogen waren. Im Einzelnen werden Todeszeitpunkte bzw. Überlebenszeiten und konkrete Todesursachen untersucht. Des Weiteren werden die Todesursachen unter einem zeitlichen Aspekt aufgeschlüsselt.

Präklinische und intrahospitale Todesfälle:

Aus den eingeschlossenen Studien wird eine Übersichtstabelle mit den Einteilungen „präklinisch“, „Notaufnahme“, „OP-Saal“, „Intensivstation“ und „(Normal-)Station“ und den zugehörigen prozentualen Angaben aus den Studien erstellt. Eine Metaanalyse wird nur zur Häufigkeitsverteilung der Sterbeorte für den Anteil der präklinischen Todesfälle durchgeführt. Die Ergebnispräsentation erfolgt teils in tabellarischer Form, zum Vergleich der drei Jahrzehnte 1980-2010 in Form eines Säulendiagrammes. Weiterhin wird eine Tabelle zur Übersicht über die Verteilung des Ortes zum Todeszeitpunkt von ausschließlich klinischen Todesfällen erstellt. Hierzu werden zum einen die Studien herangezogen, die ausschließlich in der Klinik verstorbene Unfallopfer einschlossen. Zum anderen werden aus den übrigen Studien die präklinischen Todesfälle vom jeweiligen Gesamtkollektiv subtrahiert und somit die in der Klinik Verstorbenen als 100% angenommen und die prozentuale Verteilung auf die genannten Orte berechnet.

Verteilung des Todeszeitpunktes:

Basierend auf den in den Studien verwendeten Zeiträumen werden die drei Kategorien „Sofortiger Tod“, „Früher Tod“ und „Später Tod“ gebildet, die jeweils einen bestimmten Todeszeitraum nach Unfall darstellen. Dies ist nötig, um ungefähr vergleichbare Gruppen

darzustellen, da die Autoren der einzelnen Studien jeweils eigene zeitliche Einteilungen vornehmen. Der Begriff „Sofortiger Tod“ umfasst hierbei Tod am Unfallort, Todesfälle, die innerhalb einer Stunde nach Einlieferung in ein Krankenhaus eintraten bzw. Tod in der Notaufnahme. Unter „Früher Tod“ werden alle Todesfälle zusammengefasst, die innerhalb des ersten bzw. maximal des zweiten Tages nach Unfall eintraten. In die Kategorie „Später Tod“ fallen Patienten, die erst nach Ablauf des ersten bzw. zweiten Tages verstarben, siehe Tabelle 1 bis 3.

Tabelle 1: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „sofortiger Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden

Definitionen in Studien, die zu „Sofortiger Tod“ zusammengefasst werden	Studien mit jeweiliger Definition
Tod am Unfallort und in der Notaufnahme	Baker, 1980 [19]
Tod am Unfallort und bis zu 60 Minuten nach Unfall	Meislin, 1997 [20], Demetriades, 2005 [21]
Tod innerhalb 1 Stunde nach Aufnahme, Tod am Unfallort und vor Einweisung ausgenommen	Demetriades, 2004 [22], Bamvita, 2007 [23]
Tod innerhalb von 24 Stunden nach Unfall	Cothren, 2007 [24]
Tod am Unfallort	Gunst, 2010 [25]
Tod am Unfallort ausgenommen und innerhalb von 6 Stunden nach KH-Aufnahme	Lefering, 2012 [26]
Tod am Unfallort ausgenommen und innerhalb von 1 Stunde nach KH-Aufnahme	Acosta, 1998 [27], De Knecht, 2008 [28]
Präklinischer Tod	Pang, 2008 [29]
Tod innerhalb einer Stunde bzw. sofortiger Tod und innerhalb einer Stunde nach Unfall	Pories, 1989 [30], Chiara, 2002 [31], Kleber, 2012 [32]

Tabelle 2: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „früher Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden

Definitionen in Studien, die zu „Früher Tod“ zusammengefasst werden	Studien mit jeweiliger Definition
Tod nach Versorgung in der Notaufnahme und innerhalb von 2 Tagen	Baker, 1980[19]
Tod ab KH-Aufnahme und innerhalb von 2 Tagen	Pang, 2008 [29]*
Tod zwischen 24 und 48 Stunden nach Unfall	Meislin, 1997 [20]
Tod zwischen einer und 24 Stunden nach Unfall	Pories, 1989 [30], Acosta, 1998 [27]*, Demetriades, 2004 [22]*, Demetriades, 2005 [21], De Knecht, 2008 [28]*, Bamvita, 2007 [23]*
Tod zwischen zwei und sieben Tagen nach Unfall	Cothren, 2007 [24]
Tod ab KH-Aufnahme und innerhalb von 24 Stunden	Gunst, 2010 [25]
Tod innerhalb von 24 Stunden nach Unfall	Hadfield, 2001 [33]*
Tod zwischen sechs und 24 Stunden nach KH-Aufnahme	Lefering, 2012 [26]*
Tod zwischen einer und 48 Stunden nach Unfall	Chiara, 2002 [31], Kleber, 2012 [32]

*Bei diesen Studien sind die Zeiträume ab Aufnahme im Krankenhaus angegeben.

Tabelle 3: Studien und ihre jeweiligen zeitlichen Definitionen, die unter „später Tod“ innerhalb der Verteilung des Todeszeitpunktes von Unfallopfern subsummiert werden

Definitionen in Studien, die zu „Später Tod“ zusammengefasst werden	Studien mit jeweiliger Definition
Tod nach zwei Tagen nach Unfall	Baker, 1980 [19], Meislin, 1997 [20], Chiara, 2002 [31], Pang, 2008 [29]*, Kleber, 2012 [32],
Tod nach einem Tag nach Unfall	Pories, 1989 [30], Acosta, 1997 [27]*, Hadfield, 2001 [33]*, Demetriades, 2004 [22]*, Demetriades, 2005 [21], Bamvita, 2007 [23]*, De Knecht, 2008 [28]*, Gunst, 2010 [25], Lefering, 2012 [26]*,
Tod nach sieben Tagen nach Unfall	Cothren, 2007[24]

*Bei diesen Studien sind die Zeiträume ab Aufnahme im Krankenhaus angegeben.

Die in den Studien angegebenen Prozentanteile in den Kategorien „sofortiger Tod“/„früher Tod“/„Später Tod“ werden tabellarisch aufgelistet. Für die Metaanalyse zur Häufigkeitsverteilung des Todeszeitpunktes nach Unfall wird eine Gewichtung der Studien anhand der Anzahl der Patienten aus den jeweiligen Studien vorgenommen. Metaanalysen werden durchgeführt:

- Für das Gesamtkollektiv
- Jeweils nur für Studien, die alle Unfallopfer umfassen und für die Studien, die nur Unfallopfer einschließen, die in ein Krankenhaus aufgenommen wurden
- Innerhalb der Untergruppen Unfallopfer inklusive präklinisch Verstorbener und ausschließlich klinischer Todesfälle je für die drei Jahrzehnte zwischen 1980 und 2010 (Publikationsjahr der Studie ausschlaggebend)

Aufgrund abweichender Zeiträume werden die Studien von Cothren et al. [24] und Hadfield et al. [33] in der Metaanalyse nicht berücksichtigt. Bei Hadfield et al. [33] wird lediglich in die zwei Zeiträume Tod innerhalb und nach Ablauf der ersten 24 Stunden unterschieden, während Cothren et al. [24] den Zeitraum „früher Tod“ auf bis zu sieben Tage ausdehnt.

Todesursachen:

Die genannten Todesursachen der Studien werden zuerst in einer Übersichtstabelle dargestellt. Bei der anschließenden Berechnung von Durchschnittswerten der relativen Häufigkeiten aus den Einzelwerten der aufgenommenen Studien werden diese je nach Anzahl der Patienten der jeweiligen Studie gewichtet. Da nicht alle aufgeführten Todesursachen in allen Studien vertreten sind und in den Studien nicht alle Todesursachen angegeben sind, kann eine Abweichung von den erwarteten 100% eintreten. Die errechneten Werte sind daher

als Näherungswerte anzusehen. Um weiterhin einen Vergleich der drei Jahrzehnte hinsichtlich der Todesursachen anstellen zu können, werden die Durchschnittswerte für jedes Jahrzehnt berechnet. Außerdem werden die Spannweite (Range) und der Median angegeben. Die errechneten Durchschnittswerte werden in Form von Balkendiagrammen dargestellt, um einen anschaulichen Vergleich der drei Jahrzehnte 1980-2010 zu ermöglichen.

Zeitliche Verteilung von Todesursachen:

Zur Analyse der zeitlichen Verteilung der Todesursachen, werden analog wie bei oben dargestellter Verteilung des Todeszeitpunktes die drei Kategorien „Sofortiger Tod“, „Früher Tod“ und „Später Tod“ gebildet. „Sofortiger Tod“ erfasst hier wiederum den präklinischen Tod, Todesfälle in der Notaufnahme und Patienten, die maximal eine Stunde nach Einlieferung ins Krankenhaus verstarben. Die Kategorie „Früher Tod“ umfasst Todesfälle im Zeitraum von maximal 72 Stunden und „Später Tod“ beinhaltet alle Todesfälle, die frühestens nach Ablauf von 48 Stunden eintraten. Traten in den eingeschlossenen Studien für diesen Zeitraum weitere Unterteilungen auf, werden sie in diesem Fall ebenso aufgenommen. Sollten die Zeiträume in bestimmten Studien abweichen, wird dies explizit angegeben. Werden Todesursachen in Studien als Hauptursache ohne Prozentangabe angeführt, werden diese ebenfalls in dieser Form aufgeführt.

3.2 Spezifische Verletzungen

3.2.1 Schädelhirntrauma

Für die Suche nach relevanten Originalstudien aus den Jahren 2000-2014 dienen die Suchbegriffe „traumatic brain injury“, in Kombination mit „mortality“, „survival“, „life expectancy“ und „long-term“. Insgesamt ergibt dies einen Umfang von 14.529 Suchergebnissen, die nach Lesen der Überschriften auf 349 eingegrenzt werden. Aus diesen werden wiederum nach Lesen der Abstracts 89 ausgewählt und die ganzen Artikel gelesen, sowie auch deren Bibliografien nach relevanten Papers gesichtet. Letztendlich werden 26 Originalstudien in die folgenden Analysen miteingeschlossen. Die Studien müssen Angaben zu Mortalität bzw. Überleben, Lebenserwartung, relative Sterblichkeit im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung oder Todesursachen nach Schädelhirntrauma enthalten. Studien mit ausschließlichen Angaben zur Inzidenz von Schädelhirntraumata werden nicht berücksichtigt.

Von den 26 eingeschlossenen Studien werden folgende Daten extrahiert und mit Hilfe von „Microsoft® Excel 2010“ tabellarisch aufbereitet: Land, in dem die Studie durchgeführt wurde, Zeitraum der Verletzung in Kalenderjahren, eventuelle Angaben zu Begleitverletzungen, Verletzungsursachen, Beginn und Ende des Beobachtungszeitraumes in Kalenderjahren, sowie die in Tabelle 4 aufgeführten Daten.

Tabelle 4: Extrahierte Daten der SHT-Studien

Charakteristika	Variablen
Eingeschlossene Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl - Geschlechterverhältnis - Durchschnittsalter des Kollektives - Verletzungsursachen
Schwere des SHT	<ul style="list-style-type: none"> - Glasgow Coma Scale (GCS)
Outcome der Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Glasgow Outcome Scale (GOS, 1 Jahr nach Verletzung)
Mortalität	<ul style="list-style-type: none"> - Angaben zur Mortalität in % zu bestimmten Zeitpunkten nach Verletzung - Relatives Mortalitätsrisiko im Vergleich zu nicht verletztem Kollektiv - Standardisierte Mortalitätsratio (SMR)
Lebenserwartung der im Studienzeitraum verstorbener Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Durchschnittliche oder mediane Lebenserwartung in Jahren - Lebenserwartungsreduktion in Jahren
Risikofaktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Alter bei Verletzung - Geschlecht - Hospitalisierungsdauer - psychiatrische Komorbiditäten - Komorbiditäten im Allgemeinen - Missbrauch von Alkohol und anderen Rauschmitteln - Entlassung in ein Heim - hohe Hilfsbedürftigkeit bei Entlassung - Begleitverletzungen

Akutsterblichkeit nach SHT:

Als Akutsterblichkeit wird insgesamt ein Zeitraum von einem Jahr nach SHT zugrunde gelegt. Die Studien enthalten hier Angaben zur Mortalität auf Intensivstation, im Krankenhaus, innerhalb von 90 Tagen und einem Jahr. Diese werden tabellarisch dargestellt.

Outcome nach Akutphase:

Zur Beurteilung des „Outcomes“, des körperlichen und geistigen Zustands mindestens ein Jahr nach SHT, wird in den Publikationen die Glasgow Outcome Scale verwendet. Hier werden Patienten je nach Folgen der Hirnschädigung in die fünf Kategorien „Tod“, „persistierender vegetativer Zustand“, „schwere Behinderung“, „mäßige Behinderung“ und „geringe Behinderung/gute Erholung“ eingeteilt (siehe Kapitel 3.5). Da sich die Studien in der zeitlichen Feststellung des Outcomes unterscheiden, wird zunächst eine Übersichtstabelle mit

den betrachteten Studien, dem Zeitpunkt der Outcome-Festlegung und der prozentualen Verteilung in die genannten fünf Kategorien erstellt. Die Spannweiten der Kategoriehäufigkeiten aller Studien, die einheitlich ein Jahr nach SHT als Cut-Off für die Feststellung des Outcomes heranziehen, werden grafisch dargestellt.

Langzeitmortalität und Lebenserwartung:

Zur Einschätzung der Mortalität eines bestimmten Kollektives, in diesem Fall SHT-Patienten, wird die Standardisierte Mortalitätsratio (SMR), der Quotient aus beobachteten Todesfällen im SHT-Patientenkollektiv und erwarteten Todesfällen in einem nach Alter und Geschlecht standardisierten Vergleichskollektiv, angegeben. Die SMRs aus den eingeschlossenen Studien werden in Form einer Übersichtstabelle dargestellt. Für metaanalytische Berechnungen werden anschließend zur Sicherstellung hinreichender Vergleichbarkeit Studien mit gleichem Beginn des Beobachtungszeitraums ausgewählt und die nach Anzahl der Studienteilnehmer gewichteten Durchschnittswerte berechnet. Die berechneten Durchschnittswerte der SMR für die Kollektive mit Beginn des Beobachtungszeitraumes ab Entlassung aus der Reha und ab einem Jahr nach SHT werden tabellarisch dargestellt. Eingeschlossen werden nur Studien, deren Kollektive ähnliche Verletzungsschweren aufweisen.

Außerdem wird der Verlauf der SMR in den Folgejahren nach SHT aus den eingeschlossenen Studien extrahiert, die Werte der einzelnen Jahre tabellarisch aufbereitet und die Spannweiten grafisch dargestellt.

Lebenserwartung (in Jahren):

Ist in einer Studie die Lebenserwartung der SHT-Patienten und die Lebenserwartung der Bevölkerung des Landes, in der die Studie durchgeführt wurde, aufgeführt, wird die Differenz aus beiden berechnet und als „Verkürzung der Lebenserwartung“ bezeichnet. Somit kann die jeweils zum Unfallzeitpunkt die restliche Lebenserwartung eines Nichtverletzten im selben Alter mit der Lebenserwartung desjenigen mit SHT verglichen werden. Diese absoluten Reduktionen in der Lebenserwartung aller Studien werden tabellarisch dargestellt. Die Reduktion der Lebenserwartung in Jahren bietet sich hierbei vor allem an, um internationale Werte vergleichen zu können, auch wenn sich die absolute Lebenserwartung in den verschiedenen Ländern unterscheiden mag. Aus den amerikanischen Studien werden hierzu die Daten der weißen Bevölkerung erfasst. Da sich der Verlust an Lebenserwartung in den verschiedenen Altersgruppen unterscheidet, wird dieser für die Altersstufen 20, 30, 40, 50, 60

und 70 Jahre bei Verletzung und für beide Geschlechter gesondert aufgeführt und berechnet. Diese absolute Reduktion der Lebenserwartung in Jahren für beide Geschlechter und verschiedenen Altersstufen bei Verletzung werden in Form eines Säulendiagrammes dargestellt.

Langzeittodesursachen:

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, an was SHT-Patienten auch nach lange zurückliegender Verletzung versterben, wird die prozentuale Verteilung von Todesursachen aus den Kollektiven der einzelnen Studien tabellarisch erfasst. Unter Berücksichtigung der Anzahl an Studienteilnehmern werden Durchschnittswerte für die Häufigkeit der Todesursachen berechnet und Spannweiten angegeben.

Auf die gleiche Weise wird mit den Angaben der Todesursachen-spezifischen SMR (Quotient aus Todesfällen durch jeweilige Krankheit im Patientenkollektiv und Anzahl an Todesfällen aufgrund der jeweiligen Krankheit in der Allgemeinbevölkerung) verfahren. Die errechneten Durchschnittswerte werden grafisch in Form eines Säulendiagrammes dargestellt.

Risikofaktoren:

Die in den Studien genannten Risikofaktoren für einen frühzeitigen Tod nach SHT werden deskriptiv dargestellt.

3.2.2 Rückenmarksverletzungen

Zur Suche nach relevanten Originalstudien aus dem Zeitraum 1987 bis 2014 werden folgenden Suchbegriffe verwendet: „traumatic spinal cord injury“, in Kombination mit „mortality“, „life expectancy“ und „survival“. Die aufgenommenen Studien müssen verschiedene Kriterien erfüllen: Es werden ausschließlich traumatisch bedingte Rückenmarksverletzungen aufgenommen. Studien, in denen Erkrankungen der Bandscheiben, Infektionen, Tumoren oder ähnliche nicht-Unfall bedingte Verletzungen des Rückenmarks untersucht wurden, werden ausgeschlossen. Außerdem müssen prospektiv oder retrospektiv gesammelte Angaben zu Überlebens- oder Mortalitätsraten, Lebenserwartung in Jahren oder in Prozent der Lebenserwartung der Allgemeinbevölkerung im betreffenden Land, Standardisierte Mortalitätsratio (SMR) als Maß für die relative Mortalität oder auch Angaben zu den Todesursachen enthalten sein.

Die Suchstrategie ergibt insgesamt 1357 Einträge, nach Durchsicht der Überschriften bleiben 169 übrig. Das Lesen der Abstracts grenzt die Auswahl auf 42 Paper ein, von denen 23 hier verwendet werden können.

Aus den relevanten Studien werden folgende Daten extrahiert und mittels „Microsoft® Excel 2010“ in Tabellen systematisch aufbereitet: Aussagen zur Zusammensetzung des Studienkollektives (Unfallursachen, Verletzungshöhe, Geschlechterverteilung, Angaben zum Alter der Verletzten), das Land, aus dem die Studie stammt, Zeitraum der Verletzung, Aussagen, ob es sich um eine Einzeldiagnose handelt oder außer der Rückenmarksverletzung andere Verletzungen vorhanden sein können, Beginn des Beobachtungszeitraum des verletzten Individuums, Aussagen zur Mortalität und der Lebenserwartung in Jahren bzw. Prozent oder mittels der SMR. Außerdem werden die genannten Risikofaktoren und Todesursachen, in Prozent des Kollektivs oder wiederum ausgedrückt durch die SMR, exzerpiert. Das Vorgehen bei Erstellung der Ergebnisse zu Einzelaspekten ist im Folgenden beschrieben.

Überleben nach Rückenmarksverletzung:

Die Überlebensraten nach Rückenmarksverletzung zu verschiedenen Zeitpunkten bis zu 40 Jahren nach Verletzung werden tabellarisch aufgelistet.

Einschätzung der Mortalität mittels SMR:

Die in den selektierten Studien vorhandenen Informationen zur Mortalität, gemessen an der SMR, werden tabellarisch aufbereitet. Als relevante Zusatzinformationen werden in diesem Zusammenhang die Verletzung (prozentualer Anteil verschiedener Verletzungshöhen) des Kollektivs und der Beginn des Beobachtungszeitraumes mitaufgeführt. Es wird die in den Studien genannte SMR des Gesamtkollektivs, aber, wenn vorhanden, auch die SMR für männliche und weibliche Studienteilnehmer getrennt dargestellt. Außerdem werden in einer weiteren Tabelle Angaben zur SMR in Abhängigkeit von Verletzungshöhe und –ausmaß präsentiert. Diese umfassen die Teilkollektive Tetraplegiker und Paraplegiker, jeweils außerdem nochmals unterteilt in inkomplette und vollständige Querschnitte. Für alle genannten Kategorien werden die Ergebnisse der Metaanalyse (Durchschnittswerte der SMR und zugehörige Spannweiten) ebenfalls tabellarisch dargestellt.

Bei der Bildung von Gruppen für metaanalytische Berechnungen wird vorrangig auf ähnliche Zusammensetzungen der Studienkollektive hinsichtlich der Verletzung geachtet. Auch ein vergleichbarer Startpunkt der Beobachtung wird berücksichtigt. Da alle Studien aus den USA oder europäischen Ländern stammen, kann von einer im weitesten Sinne vergleichbaren Versorgung ausgegangen werden. Die Einzelstudien werden je nach Größe des untersuchten Patientenkollektivs gewichtet.

Verkürzung der Lebenserwartung in Jahren:

In Form einer Übersichtstabelle über die Daten der eingeschlossenen Studien wird die Reduktion der Lebenserwartung, in absoluten Jahren gemessen, aufgeschlüsselt. Um die Studien untereinander vergleichen bzw. in Form einer Metaanalyse aufbereiten zu können, wird zu jeder Studie für jede Altersstufe die Differenz aus Lebenserwartung des Rückenmarkverletzten-Kollektivs und der jeweils angegebenen Lebenserwartung der Allgemeinbevölkerung berechnet. Dadurch wird eine Aussage möglich, um wie viel Jahre eine Rückenmarksverletzung bei unterschiedlichem Alter zum Verletzungszeitpunkt die restliche Lebenserwartung verkürzt. Die in den Studien angegebenen kumulativen Jahre an restlicher Lebenserwartung werden nicht übernommen, da sich die angegebene Lebenserwartung der Vergleichspopulation von Land zu Land unterscheidet und somit keine übergreifenden Aussagen möglich wären. Yeo et al. [34] untersuchten als einzige Studie die Lebenserwartung für Verletzungen des Frankel Grads D für zervikale und thorakolumbale Verletzungen getrennt. Hierbei wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Deswegen werden alle Verletzungen des Grades D ungeachtet der Verletzungshöhe analog der anderen Studien zusammengefasst.

Todesursachen:

Aus den gefundenen Studien werden die Todesursachen-spezifische SMR und die prozentuale Verteilung der Todesursachen von Rückenmarksverletzten extrahiert. Dazu werden zuerst in Form einer Tabelle die in den Studien genannten Angaben zur SMR verschiedener Todesursachen aufbereitet. Als wichtige Zusatzinformation wird dabei der Beginn des Beobachtungszeitraumes mitaufgeführt. Werden anstatt der übergreifenden Todesursache konkrete Diagnosen genannt, werden diese explizit dargestellt. Enthalten die Studien weiterhin Aussagen zu Todesursachen-spezifischer SMR von Tetra- und Paraplegikern getrennt, wird dies in einer weiteren Tabelle präsentiert. Bei abweichenden Studienzeiträumen

wird von einer Metaanalyse abgesehen. Berechnete Durchschnittswerte und Spannweiten werden anschließend tabellarisch dargestellt.

Zur Ermittlung der prozentualen Verteilung von Todesursachen, werden diese im Gesamtkollektiv und, wenn in den Studien untersucht, auch für Tetra- und Paraplegiker getrennt aufgeführt. Auch hier werden, wenn vorhanden, konkrete Einzeldiagnosen mit in die tabellarische Darstellung mitaufgenommen. In einer weiteren Tabelle wird eine Übersicht zu den Todesursachen und den zugehörigen Spannweiten der prozentualen Verteilung in den Kollektiven erstellt.

Risikofaktoren:

Die Risikofaktoren für frühzeitigen Tod nach Rückenmarksverletzung werden in die Kategorien „Geschlecht“, „Alter bei Verletzung“, „Verletzungshöhe und Verletzungsausmaß“, „Komorbiditäten“, „Begleitverletzungen und Verletzungsfolgen“ eingeteilt. Aufgeführt wird jeweils die Odds Ratio, also die Auswirkung auf das Mortalitätsrisiko durch die genannten Merkmale. Diese untersuchte Risikobeeinflussung wird zu jedem der genannten Risikofaktoren tabellarisch dargestellt. Konkretere Risikofaktoren, die thematisch den genannten Kategorien zuzuordnen sind und zugehörige Odds Ratio werden ebenso mitaufgenommen.

3.3 Einfluss von Komorbiditäten

Als Suchbegriffe werden „preexisting medical conditions“ und „comorbidity“ in Kombination mit „trauma mortality“ herangezogen. Nach Durchsicht der Überschriften bleiben von insgesamt 2.855 Suchergebnissen 189 übrig. Nach Lesen der Abstracts werden 38 Studien ausgewählt, von denen der gesamte Artikel gelesen wird. Insgesamt können neun Originalstudien in die Analyse mitaufgenommen werden. Es müssen konkrete Aussagen zur Risikoerhöhung durch Komorbiditäten bei Unfall enthalten sein und diese Risikoerhöhung unter anderem auch für spezifische Vorerkrankungen genannt werden.

Datensammlung: In Excel-Tabellen werden zu den Originalstudien Patientenzahl, Studienort bzw. Datenherkunft, Verletzungszeitraum, Charakteristika des Studienkollektives wie Alter und Geschlechterverteilung, Aussagen zur Erhöhung des Sterberisikos durch Komorbiditäten allgemein sowie einzelne spezifische Komorbiditäten und deren Auswirkung auf das Sterberisiko erfasst.

Da die Studien bezüglich ihrer Kollektive sehr inhomogen sind, werden Übersichtstabellen mit den wichtigsten konkreten Aussagen erstellt, um so Vergleiche zu ermöglichen. Dazu wird eine tabellarische Übersicht der Sterberisikoveränderung, gemessen mittels Odds Ratio, durch konkrete Komorbiditäten erstellt. Anschließend werden zu den wichtigsten genannten Komorbiditäten Ergebnisspannweiten zusammengefasst.

3.4 Einfluss des BMI

Anhand der Suchbegriffe „impact of BMI“ oder „obesity“ je in Kombination mit „trauma outcome“ bzw „trauma mortality“ wird nach Originalstudien gesucht. Die Suchstrategie ergibt insgesamt 1.122 Einträge, nach Durchsicht der Überschriften bleiben 49 übrig. Das Lesen der Abstracts grenzt die Auswahl zunächst auf 23 ein, von denen insgesamt 13 Originalstudien als relevant befunden und in die Analyse miteinbezogen werden können. Die Patienten mussten vor Einlieferung in ein Krankenhaus eine traumatische Verletzung, entweder stumpf oder penetrierend, einzeln oder mehrfach, erlitten haben. Wichtiges Kriterium bei der Selektion ist außerdem die Information über das Sterberisiko nach Trauma in Abhängigkeit vom BMI, ausgedrückt durch ein Risikoverhältnis (Odds Ratio) zwischen BMI-Gruppen, sowie Aussagen zu Komplikationen in Abhängigkeit vom BMI, ebenfalls vergleichend als Odds Ratio.

Aus den relevanten Studien werden folgenden Daten extrahiert und in einer Excel-Tabelle systematisch aufbereitet: Studienort bzw. Datenherkunft, Verletzungszeitraum, Patientenzahl, Charakteristika des Studienkollektives, Einteilung des Studienkollektives nach BMI, Einschätzung des Sterberisikos für BMI-Untergruppen durch das Odds Ratio, Komplikationen je nach BMI-Untergruppe.

Aufgrund der Inhomogenität der Einzelstudien wird auch hier ein vergleichender Überblick zu den einzelnen Aspekten tabellarisch erstellt. So werden die Kernaussagen der Studien zu den Aspekten „Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit nach Trauma“, „Einfluss des BMI auf Komplikationen nach Trauma“ in Tabellenform erfasst. Außerdem wird die Auswirkung von Übergewicht für die Untergruppen mit BMI>30 und BMI>40 auf das Auftreten spezifischer Komplikationen wie Harnwegsinfekte, Multiorganversagen und andere, gemessen durch die Odds Ratio, dargestellt. Ferner werden auch die Kernaussagen der Studien bezüglich des Einflusses von Übergewicht auf die Verweildauer auf Intensivstationen und im Krankenhaus dargestellt.

3.5 Verwendete statistische Größen und Scores

Verwendete statistische Größen und deren Definition:

Standardisierte Mortalitätsratio (SMR) [35]: Durch die SMR wird ein Vergleich der Mortalität eines Kollektives mit einer Vergleichsbevölkerung möglich. Dadurch kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob und inwiefern sich die Mortalität im Kollektiv von der Allgemeinbevölkerung unterscheidet. Berechnet wird die SMR als Quotient aus den beobachteten Todesfällen im Studienkollektiv und den erwarteten Todesfällen in einem nicht-verletzten Vergleichskollektiv gleichen Alters und Geschlechts. Zur Einschätzung der Mortalität eines bestimmten Kollektives, zum Beispiel von SHT-Patienten, wird die Standardisierte Mortalitätsratio (SMR), der Quotient aus beobachteten Todesfällen im SHT-Patientenkollektiv und erwarteten Todesfällen in einem nach Alter und Geschlecht standardisiertem Vergleichskollektiv, angegeben. Ergibt sich beispielsweise eine SMR von zwei, bedeutet dies, dass im SHT-Patientenkollektiv doppelt so viele Todesfälle eintraten wie im Vergleichskollektiv, das die Allgemeinbevölkerung darstellt.

Relatives Risiko (RR) [35]: Durch das RR ist eine Einschätzung des Einflusses eines bestimmten Risikofaktors auf Erkrankungen oder Sterblichkeit möglich. Berechnet wird es als Quotient, je nach Fragestellung beispielsweise aus dem Erkrankungsrisiko der exponierten Personen und dem Erkrankungsrisiko der nichtexponierten Personen. Das Relative Risiko kann nur in prospektiven Kohortenstudien berechnet werden [36].

Odds Ratio (OR) [36]: Das Odds Ratio bezeichnet ein Chancen- oder auch Quotientenverhältnis. „Das Odds Ratio ist der Quotient der Chancen (Odds) einer Erkrankung (Heilung) der Personen ohne und der Personen mit Exposition (Therapie). [...] Das Odds Ratio kann als eine Hilfskonstruktion für das Relative Risiko betrachtet werden“. Dies trifft insbesondere bei seltenen Ereignissen zu, bei deren Analyse retrospektive Fall-Kontroll-Studien angewandt werden, da bei diesem Studiendesign das relative Risiko nicht direkt angegeben werden kann.

Hazard Ratio (HR) [35]: Das HR ist das Ergebnis einer Cox-Regression und macht eine Aussage darüber, inwiefern sich Risiken in verschiedenen Gruppen unterscheiden und ist damit in seiner Interpretation mit dem Relativen Risiko (RR) vergleichbar. Eine Cox-

Regression wird bei der Analyse von Überlebenszeiten angewendet, um den Effekt von Einflussfaktoren auf die Überlebenszeit als Zielvariable abzuschätzen [37].

Verwendete Scores und deren Definition:

Injury Severity Score (ISS) [38]: Der ISS, der 1974 von Baker et al. entwickelt wurde, ist ein Maß für die Verletzungsschwere eines mehrfachverletzten Traumapatienten. Als Grundlage diente hier die Abbreviated Injury Scale (AIS©) [39]. Der ISS unterteilt den Körper in sechs Bereiche: Kopf und Hals, Gesicht, Thorax, abdominale und Beckeneingeweide, knöchernes Becken und Extremitäten und Äußeres. Die Verletzungen in jeder Körperregion erhalten AIS-Schweregrad-Scores, wobei die höchsten Score-Werte aus drei Regionen quadriert und anschließend zum ISS addiert werden. Liegt in einem Körperbereich ein AIS-Schweregrad von 6 vor, wird per definitionem ein ISS von 75 festgelegt [40]. Der ISS kann also insgesamt zwischen 1 und 75 liegen. Je höher der berechnete Wert, desto höher die Verletzungsschwere und die Mortalität [38]. Liegen in einer Körperregion mehr als eine Verletzung vor, kann dies durch den ISS nicht berücksichtigt werden. Weiterhin werden lediglich die Verletzungen aus drei Körperbereichen miteinbezogen, Verletzungen in der vierten, fünften und sechsten Körperregion fließen nicht in die Berechnung mit ein. Dennoch ist der ISS derzeit der am weitesten verbreitete Traumascore [41].

Glasgow Coma Scale (GCS) [42]: Die GCS ermöglicht eine orientierende Einschätzung des Bewusstseinszustands eines Patienten. Für jede der drei Kategorien, „Augen öffnen“, „Motorik“ und „verbale Kommunikation“ werden Punkte vergeben, die in ihrer Summe Rückschlüsse auf den Grad der Bewusstseins Einschränkung zulassen. Zur Beschreibung des aktuellen Zustandes werden dafür jeweils maximal 4, 5 bzw. 6 Punkte vergeben. Die maximal erreichbare Summe charakterisiert den Zustand des Betroffenen als günstig. Ist in allen drei Teilbereichen keine Reaktion festzustellen, ergibt sich ein GCS von 3 Punkten. In der Regel wird bei einem Wert von 3-8 Punkten von einem schweren Schädelhirntrauma, Koma/Bewusstlosigkeit ausgegangen [40].

Glasgow Outcome Scale (GOS) [43]: Dieser wird herangezogen, um nach Verstreichen der Akutphase, die in der Regel das erste Jahr nach SHT umfasst, eine Aussage über den Behinderungsgrad und die Selbstständigkeit des Patienten treffen zu können. Patienten werden je nach Folgen der Hirnschädigung in fünf Kategorien eingeteilt:

1. „Death“-Tod: Schwerste Hirnschädigung mit Todesfolge.

2. „Persistent vegetative state“ -Persistierender vegetativer Zustand : Schwerste Schädigung mit andauerndem Zustand von Reaktionslosigkeit und Fehlen höherer Hirnfunktionen.
3. „Severe disability (conscious but disabled)“ - Schwere Behinderung: Schwere Schädigung mit dauerhafter Hilfsbedürftigkeit bei Aktivitäten des täglichen Lebens aufgrund körperlicher und/oder geistiger Behinderung.
4. „Moderate disability (disabled but independent)“- Mäßige Behinderung: Keine Abhängigkeit von Hilfsmitteln im Alltag. Die Behinderung besteht in variierender Ausprägung von Dysphasie, Hemiparese, Ataxie, intellektuelle und mentale Defizite, Persönlichkeitsveränderung.
5. „Good recovery“- Geringe Behinderung: gering ausgeprägte neurologische und psychologische Defizite.

Frankel Grade [44]: Der Frankel Grade gibt an, ob es sich um einen kompletten Querschnitt handelt oder ob und welche Restfunktionen noch erhalten sind. Er sieht eine Abstufung von A bis E vor:

- | | |
|--------|--|
| Grad A | Kompletter Querschnitt, unterhalb der Verletzungshöhe keinerlei Funktionen erhalten. |
| Grad B | Sensibilität ist (z.T.) unterhalb der Verletzungshöhe erhalten, Motorik nicht. |
| Grad C | Motorische Funktionen unterhalb der Verletzungshöhe erhalten, jedoch nur in geringem Ausmaß und ohne praktischen Nutzen für den Patienten. |
| Grad D | Motorik erhalten, Patient kann mit oder ohne Hilfe gehen. Ursprünglicher Gang und Muskelkraft ist nicht in allen Muskelgruppen erhalten. |
| Grad E | Normale motorische und sensorische Funktionen, pathologische Reflexe oder Subjektive Gefühlsstörungen können vorhanden sein. |

American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale (IS) [45]:

Die ASIA-IS ist eine fünfstufige Skala (A-E) zur Einschätzung des Ausmaßes einer Rückenmarksverletzung und basiert in seiner Grundstruktur auf oben beschriebenem Frankel Grade.

- | | |
|--------|---|
| Grad A | Kompletter Querschnitt. Keinerlei sensiblen oder motorischen Funktionen |
|--------|---|

in den Sakralsegmenten S4-S5 erhalten.

- Grad B „sensory incomplete“. Nur sensorische, jedoch keinerlei motorische Funktionen sind unterhalb der Querschnittshöhe und in den Segmenten S4-S5 erhalten.
- Grad C „motor incomplete“. Unterhalb der Querschnittshöhe sind motorische Funktionen erhalten, wobei mindestens die Hälfte der Muskelgruppen einen Kraftgrad von weniger als Muskelgrad 3/5 haben (3/5 bedeutet, dass eine Bewegung gegen die Schwerkraft gerade noch möglich ist).
- Grad D „motor incomplete“. Unterhalb der Querschnittsebene sind motorische Funktionen erhalten, wobei mindestens die Hälfte der Muskelfunktionen einen Kraftgrad von mindestens 3/5 aufweisen muss.
- Grad E Normale sensorische und motorische Funktionen in allen Segmenten.

Functional Assessment Measure (FAM) [46]: Das Functional Assessment Measure (FAM) dient der umfassenden Beurteilung des Zustands eines Patienten nach SHT. Unter den 30 Merkmalen werden insbesondere auch der kognitive Zustand, das Verhalten, die Kommunikationsfähigkeit und die Einschränkungen des Patienten bei der Teilnahme am Sozialleben berücksichtigt.

Body Mass Index (BMI) [47]: Der BMI ist eine Zahl, die anhand des Gewichtes und der Körpergröße eines Menschen angibt, ob sich dieser im Bereich der Normalgewichtigkeit, Unter- oder Übergewichtigkeit befindet. Berechnet wird sie durch den Quotienten aus Körpergewicht in kg und Körpergröße in m im Quadrat. Die WHO definiert die Untergruppen wie folgt: Untergewicht („underweight“) $<18,50$; Normalgewicht („normal range“) 18,50-24,99, Übergewicht („overweight“) ≥ 25 und Adipositas („obesity“) ≥ 30 .

4. Ergebnisse

4.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall

Von den 30 gefundenen Originalstudien aus den Jahren 1980-2012 wurden 13 in den USA durchgeführt, vier in Kanada, drei in Deutschland, zwei waren Länder-übergreifend und werteten Daten aus Großbritannien und Deutschland aus. Jeweils zwei stammen aus Holland und Norwegen, und jeweils eine Studie aus Neuseeland, Italien, Großbritannien und Australien. Die Anzahl an eingeschlossenen Patienten bzw. Todesfällen variiert zwischen 54 und 55.664, mit einer Gesamtanzahl von 152.815 Patienten in allen Studien insgesamt. Analysiert wurden Todesfälle anhand von Autopsie-Berichten, Totenscheinen und Patientenakten. Als hauptsächliche Todesumstände sind Verkehrsunfälle, Stürze und in den amerikanischen Studien auch Schusswunden und andere Arten von Körperverletzung zu nennen. In allen Publikationen, die Angaben zur Geschlechterverteilung enthalten, ist der Anteil männlicher Patienten stets größer als der weibliche Anteil am Gesamtkollektiv. Eine detaillierte Übersicht über die einzelnen Studiencharakteristika ist der Tabelle 62 des Anhangs zu entnehmen.

4.1.1 Präklinische und intrahospitale Todesfälle

Der Anteil präklinischer Todesfälle, mehrheitlich als „death at scene“ [19-21, 24, 25, 48] beschrieben, an allen traumatisch bedingten Todesfällen liegt hauptsächlich zwischen 52 und 80,6% (s. Tabelle 5). Niedrigere Werte von 20,5% bzw. 31,4% wurden nur in zwei Studien beschrieben. Bei der Berechnung von Durchschnittswerten aller Studien unter Berücksichtigung der jeweiligen Anzahl an Patienten ergibt sich ein Wert von 57,5% (s. Tabelle 6). Beim Vergleich der eingeschlossenen drei Jahrzehnte ist kein eindeutiger Trend zu erkennen; der Anteil an präklinischen Todesfällen ist nahezu konstant hoch. Er bewegt sich im Rahmen von 55% bis annähernd 61%. Von 60,9% in den 1980er Jahren sank er im darauffolgenden Jahrzehnt auf 55%, um in den 2000er Jahren auf 57,5% anzusteigen (s. Abbildung1).

Tabelle 5: Präklinische und intrahospitale Todeszeitpunkte nach Unfall (prozentuale Verteilung)

Präklinische und intrahospitale Todesfälle						
Studie	Anzahl der Pat.	Präklinisch	Intrahospital			
			Notaufnahme	OP-Saal	Intensivstation	Station
Baker, 1980 [19]	437	53%	7,5%		KH insgesamt 39,5%	
Certo, 1983 [49]	45	*	22%	38%	k.A.	k.A.
Spain, 1984 [50]	421	69%	8%		KH insgesamt 23%	
Pories, 1989 [30]	54	*	39%	11%	37%	11%
Daly, 1992 [51]	434	58,8%	6,5%		KH insgesamt 34,8%	
Maio, 1996 [52]	155	58,1%	28% Notaufnahme und OP-Saal		16,1%	k.A.
Meislin, 1997 [20]	710	52%	k.A.			
Chiara, 2002 [31]	255	54,5%	13,3%	3,1%	9%	0,8%
Demetriades, 2004 [22]	2648	*	40%	18%	30%	12%
Potenza, 2004 [48]	55664	60,3%	k.A.			
Demetriades, 2005 [21]	4151	20,5%	k.A.			
Bamvita, 2007 [23]	463	*	7,3%	0,4%	45,8%	46,4%
Cothren, 2007 [24]	420	31,4%	23%		KH insgesamt 45%	
Pang, 2008 [29]	186	80,6%	k.A.			
Gunst, 2010 [25]	678	61%	k.A.			
Kleber, 2012 [32]	440	58,7%	2,7%	2,7%	33,2%	2,7%

*Präklinische Todesfälle wurden ausgeschlossen oder nicht erwähnt und gehen folglich nicht in die Metaanalyse ein.

Tabelle 6: Metaanalyse: Anteil präklinischer Todesfälle insgesamt und in den jeweiligen Jahrzehnten (in %)

Präklinische Todesfälle			
	Referenzen	Anteil an allen Todesfällen	Spannweite
Gesamt-Durchschnitt	Baker, 1980 [19], Spain, 1984 [50], Daly, 1992 [51], Maio, 1996 [52], Meislin, 1997 [20], Chiara, 2002 [31], Potenza, 2004 [48], Demetriades, 2005 [21], Cothren, 2007 [24], Pang, 2008 [29], Gunst, 2010 [25], Kleber, 2012 [32]	57,5%	20,5-80,6%
Durchschnitt 1980er Jahre	Baker, 1980 [19], Spain, 1984 [50]	60,9%	53-69%
Durchschnitt 1990er Jahre	Daly, 1992 [51], Maio, 1996 [52], Meislin, 1997 [20]	55,0%	52-58,8%
Durchschnitt 2000er Jahre	Chiara, 2002 [31], Potenza, 2004 [48], Demetriades, 2005 [21], Cothren, 2007 [24], Pang, 2008 [29], Gunst, 2010 [25], Kleber, 2012 [32]	57,5%	20,5-80,6%

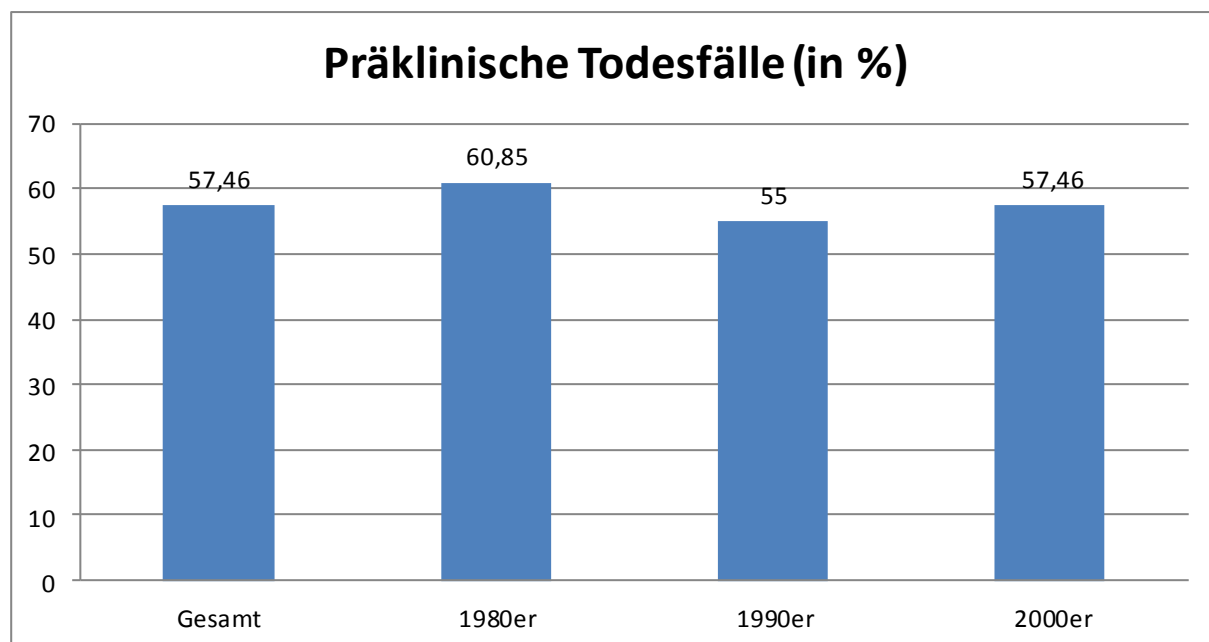


Abbildung 1: Anteil präklinischer Todesfälle an allen Todesfällen aufgrund von Unfällen, 1980-2010

Im Folgenden wird die prozentuale Verteilung der Todesfälle innerhalb der Klinik betrachtet, unter Vernachlässigung bereits präklinisch Verstorbenen. Die Spannweite der in der Notaufnahme Verstorbenen liegt zwischen 7% und 63%. Der Anteil an Patienten, die im OP-Saal verstarben, liegt in den Studien aus den 2000er Jahren tendenziell unter dem der

vorherigen Jahrzehnte. Besonders niedrige Angaben finden sich hier bei Kleber et al. [32] und Bamvita et al. [23] mit 7% bzw. 0,4% (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Klinische Todesfälle und deren intrahospitale Verteilung (in %)

Intrahospitale Verteilung					
Studie	Anzahl der Pat. (lebend bei Einlieferung, gestorben in KH)	Notaufnahme	OP-Saal	Intensivstation	Station
Baker, 1980 [19]	205	16,0%	84,0%		
Certo, 1983 [49]	27	37,0%	63,0%	k.A.	k.A.
Spain, 1984 [50]	131	26,0%	74,0%		
Pories, 1989 [30]	53	40,0%	11,0%	38,0%	11,0%
Daly, 1992 [51]	179	16,0%	84,0%		
Maio, 1996 [52]	68	63,0%		37,0%	k.A.
Chiara, 2002 [31]	67	51,0%	12,0%	34,0%	3,0%
Demetriades, 2004 [22]	2648	40,0%	18,0%	30,0%	12,0%
Bamvita, 2007 [23]	463	7,3%	0,4%	45,8%	46,6%
Cothren, 2007 [24]	286	34,0%	66,0%		
Kleber, 2012 [32]	182	7,0%	7,0%	80,0%	7,0%

4.1.2 Verteilung des Todeszeitpunktes

Der Gesamtdurchschnitt der jeweiligen Kategoriehäufigkeit aller aufgenommenen Studien, die in den Jahren 1980 bis 2010 publiziert wurden (siehe Tabelle 8), beläuft sich auf Werte von 40,6% für die Kategorie „Sofortiger Tod“, 21,4% für den „Frühen Tod“ und 38,1% für den „Späten Tod“.

Werden ausschließlich die Studien herangezogen, die Unfallopfer unter Einschluss präklinischer Todesfälle betrachten, ergibt sich ein im Vergleich höherer Prozentsatz von 54,3% für „sofortigen Tod“, 26,2% für „frühen Tod“ und noch rund 19,6% für „späten Tod“. Die Verteilung bei ausschließlich klinischen Todesfällen unter Ausschluss präklinisch Verstorbenen weist eine deutlichere Verschiebung hin zu späteren Todeszeitpunkten auf, mit circa 44,5% in der Kategorie „später Tod“ (siehe Tabelle 9).

Zur Berechnung der Verteilung innerhalb dieser beiden Untergruppen Unfallopfer inklusive präklinisch Verstorbenen und den klinischen Todesfällen in den Jahrzehnten der 1980er, 1990er bis zu den 200er Jahren lässt sich Folgendes festhalten:

Bei den Unfallopfern aus den Studien der 1980er Jahre, Baker et al. [19] und Pories et al. [30], versterben 55,8% sofort, während 25,4% zu den früh und 18,7% zu den spät Verstorbenen zählen. Aus den 1990er Jahren umfasst als einzige die Studie von Meislin et al. [20] Unfallopfer unter Einschluss präklinischer Todesfälle und deren zeitliche Verteilung. 61,4% entfallen hier auf die Kategorie „Sofortiger Tod“, 14,2% auf den „Frühen Tod“ sowie 24,4% auf späte Todeszeitpunkte. Bei den Studien zu Todeszeitpunkten von Unfallopfern aus den 2000er Jahren ergibt sich ein durchschnittlicher Prozentsatz von 53,2% für sofort Verstorbenen, 27,2% für frühe und 19,0% für späte Todesfälle.

Wird die Untergruppe der klinischen Todesfälle herangezogen, ist die Studie von Acosta, 1997 die einzige in den 1990er Jahren publizierte Studie, die eine zeitliche Verteilung klinischer Todesfälle nach Unfall angibt: 37,6% „sofortige“, 32,2% „frühe“ und rund 30% „späte“ Todesfälle. Diese Verteilung verschiebt in den 2000er Jahren mit durchschnittlich 45,9% hin zu späteren Todeszeitpunkten. Bei in der Klinik verstorbenen Unfallopfern ist im Vergleich zur Kategorie Unfallopfer somit ein deutlicherer Trend zu späteren Todeszeitpunkten zu erkennen.

Tabelle 8: Prozentuale Verteilung des Todeszeitpunktes nach Unfall (Studien)

Verteilung des Todeszeitpunktes					
Studie	Anzahl der Todesfälle	Kollektiv	Sofortiger Tod	Früher Tod	Später Tod
Baker, 1980 [19]	437	Unfallopfer	60,4%	21,5%	18,1%
Pories, 1989 [30]	54	Unfallopfer	19%	57%	24%
Acosta, 1997 [27]	900	KH-Aufnahmen	37,6%	32,3%	30%
Meislin, 1997 [20]	710	Unfallopfer	61,4%	14,2%	24,4%
Hadfield, 2001 [33]	101	Aufnahmen Intensivstation	40%		60%
Chiara, 2002 [31]	203	Unfallopfer	66,5%	29,1%	4,4%
Demetriades, 2004 [22]	2.648	KH-Aufnahmen	39,3%	34,4%	26,3%
Demetriades, 2005 [21]	4.151	Unfallopfer	49,7%	27,6%	22,7%
Bamvita, 2007	463	KH-Aufnahmen	4%	19%	77%
Cothren, 2007 [24]*	420	Unfallopfer	54%		34%
De Knecht, 2008 [28]	659	KH-Aufnahmen	11,5%	35,5%	53%
Pang, 2008 [29]	186	Unfallopfer	80,6%	11,3%	8,1%
Gunst, 2010 [25]	678	Unfallopfer	61,4%	34,6%	4%

Kleber, 2012 [32]	440	Unfallopfer	56,4%	24,5%	19,1%
Lefering, 2012 [26]	13.552 (6.685/6.867)	KH-Aufnahmen (TR-DGU/TARN)**	37,6% (37%/38%)	14,9% (16%/14%)	48,3% (46%/50%)

*Die Summe ergibt keine 100%. Restliche Zeitpunkte unbekannt.

Cothren, 2007 und Hadfield, 2001 sind der Vollständigkeit halber aufgeführt und gehen aufgrund starker Abweichung der Zeiträume nicht in die Berechnung ein.

**TR-DGU: Trauma Register der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie; TARN: Trauma Audit and Research Network; Abweichungen von 100% sind auf Rundungsfehler zurückzuführen.

Tabelle 9: Prozentuale Verteilung des Todeszeitpunkt (Metaanalysen)

Verteilung des Todeszeitpunktes					
	Anzahl der Todesfälle	Kollektiv	Sofortiger Tod	Früher Tod	Später Tod
Gesamt-Durchschnitt in % (Spannweite)	25.081		40,6% (11,5-80,6%)	21,4% (11,3-57%)	38,1% (4-77%)
Durchschnitt Unfallopfer inklusive präklinisch	6.859	Unfallopfer (inklusive präklinischer Todesfälle)	54,27% (19-80,6%)	26,15% (11,3-57%)	19,6% (4,4-22,7%)
Durchschnitt klinischer Todesfälle	18.222	KH-Aufnahmen (nur klinische Todesfälle)	36,36% (4%-39,3%)	19,51% (14,0-35,3%)	44,52% (26,30-77%)
Unfallopfer, 2000er Jahre	5.658	Unfallopfer (inklusive präklinischer Todesfälle)	53,2% (49,7-80,6%)	27,7% (11,3%-34,6%)	19,0% (4%-22,7%)
Klinische Todesfälle, 2000er Jahre	17.322	KH-Aufnahmen (nur klinische Todesfälle)	29,4% (4%-39,3%)	18,8% (14,9%-34,4%)	45,9% (26,3%-77%)

4.1.3 Todesursachen bei verstorbenen Unfallopfern

Die hauptsächlichen Todesursachen nach Unfall sind Verletzungen des ZNS, Verbluten, Organversagen, Sepsis, eine Kombination aus ZNS-Verletzung und Verbluten und Komplikationen im Bereich der Atemwege (s. Tabelle 10 und Abbildung 2).

Verletzungen des ZNS, i.d.R. als Schädelhirntrauma, sind in jedem Jahrzehnt die führende Todesursache (siehe Abbildung 3). Im Gesamtdurchschnitt liegen diese bei einem Anteil von 42,6%, in den Jahren 2000 bis einschließlich 2010 mit 44,0% sogar etwas darüber.

Verbluten in Folge verschiedenster Verletzungen ist durchschnittlich bei nahezu einem Viertel todesursächlich. Hier ergibt sich für das letzte Jahrzehnt ein Wert von 20,3%, ein im Vergleich zu den vorhergehenden Jahrzehnten niedrigerer Wert.

Organversagen führt im Gesamtdurchschnitt bei 8,2% zum Tod. In den Studien aus den Jahren 1980 bis einschließlich 1989 wird diese Todesursache nicht aufgeführt.

Der Gesamtdurchschnitt an Sepsis Verstorbener beträgt 9,5%. In den 1980er Jahren lag der prozentuale Anteil von Sepsis als Todesursache bei 13,8%, sank in den der Studien, die aus den 1990er Jahren aufgenommen wurden, auf 2,7% und stieg in den Jahren 2000 bis 2010 wieder auf Werte von 15,7% an.

Die Kombination aus Verletzung des Gehirns und Verbluten ist mit durchschnittlich 19,0% in den letzten drei Jahrzehnten die dritthäufigste Todesursache. In den 2000er Jahren lag der Anteil mit 22,2% darüber.

Komplikationen im Bereich der Atemwege führten durchschnittlich bei 10,3% des Gesamtkollektives zum Tod.

Beim Vergleich der Todesursachen von klinischen Todesopfern mit den Unfallopfern allgemein, bei denen auch präklinische Todesfälle eingeschlossen sind, zeigt sich, dass insbesondere Verbluten und Verletzungen des ZNS in Kombination mit Verbluten geringer sind. Organversagen und Sepsis als Todesursache ist demgegenüber bei klinischen Todesfällen prozentual stärker vertreten (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: Prozentuale Verteilung von Todesursachen bei Unfallopfern

Studie	Anzahl der Pat.	Todesursachen						
		ZNS	Verbluten	Organversagen	Sepsis	ZNS + Verbluten	Atemwege	
Baker, 1980 [19]	437	* 50,1%	31,2%	k.A.	9,8%	k.A.	k.A.	
Goris, 1982 [53]	89	33%	6%	k.A.	44%	k.A.	4%	
Pories, 1989 [30]	54	24%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
Shackford, 1989 [54]	104	48%	36%	k.A.	5%	k.A.	k.A.	
Sauaia, 1995 [55]*	289	* 42%	39%	7%	k.A.	6%	k.A.	
Maio, 1996 [52]	155	* 36,1%	20%	k.A.	1,3%	k.A.	1,9%	
Meislin, 1997 [20]	710	46%	31%	10%	3%	k.A.	6%	
Hodgson, 2000 [56]	108	27%	15%	9%	17%	k.A.	6%	
Chiara, 2002 [31]	255	* 21,6%	26,7%	2,0%	k.A.	43,92%	k.A.	
Stewart, 2003 [57]	753	51%	21%	9%	k.A.	16%	k.A.	

Soreide, 2007 [58]	260	*	67%	25%	8%	k.A.	k.A.	k.A.
De Knecht, 2008 [28]	659		50,7%	14,11%	11,53%	k.A.	k.A.	k.A.
Pang, 2008 [29]	186	*	71,5%	15,6%	1,6%	k.A.	k.A.	3,8%
Probst, 2009 [59]	408		17,30 %	k.A.	k.A.	15,4% (Infektionen)	k.A.	27,40 %
Evans, 2010 [60]	175	*	33%	33%	3%	k.A.	17%	8%
Gesamt-Durchschnitt			42,6%	24,6%	8,2%	9,5%	19,0%	10,3 %
Range			17,3-71,5%	6-36%	1,6-11,5%	1,3-44%	6-43,9%	1,9-27,4 %
Durchschnitt Unfallopfer allgemein (inklusive präklinischer Todesfälle)			46,4%	28,4%	4,2%	7,6%	22,1%	4,7%
Range			21,60-71,50 %	13,90-39%	1,60-8%	1,30-9,80%	6-43,92%	1,90-8%
Durchschnitt Klinische Todesfälle			42,9%	21,70%	10,07%	10,3%	16%	12,5 %
Range			17,30-51%	6-36%	9-11,53%	3-44%		4-27,40 %
1980er Jahre Durchschnitt			45,5%	28,4%	k.A.	13,8%	k.A.	4%
Range			24-50,1%	6-36%		5-44%		
1990er Jahre Durchschnitt			42,0%	31,5%	9,1%	2,7%	6%	5,3%
Range			24-46%	20-39%	7-10%	1,3-3%		1,9-6%
2000er Jahre Durchschnitt			44,0%	20,3%	7,8%	15,7%	22,2%	15,9 %
Range			17,30-71,5%	15-33%	1,6-11,53%	15,4-17%	16-43,9%	3,8-27,40 %

* Bei diesen Studien sind präklinische Todesfälle miteingeschlossen.

Da nicht alle Studien Angaben zu jeder aufgeführten Todesursachen veröffentlichten, addieren sich die Werte der Metaanalyse nicht zu 100%. Führend sind Verletzungen des ZNS und Verbluten, sowie eine Kombination dieser beiden Todesursachen (s. Abbildung 3).

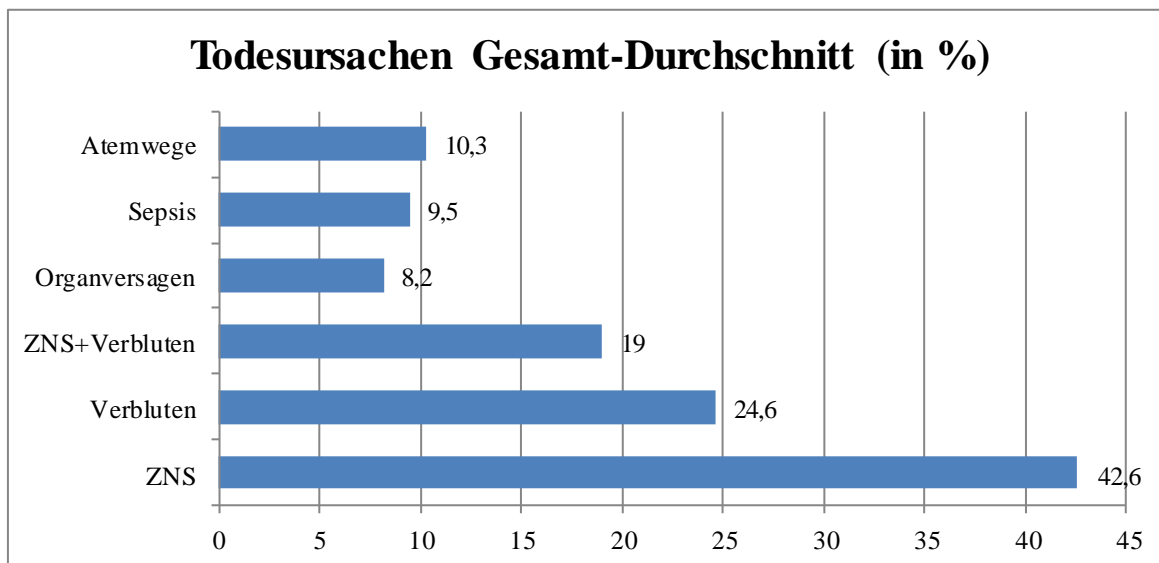


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Todesursachen insgesamt nach Unfall (Ergebnis der Metaanalyse)

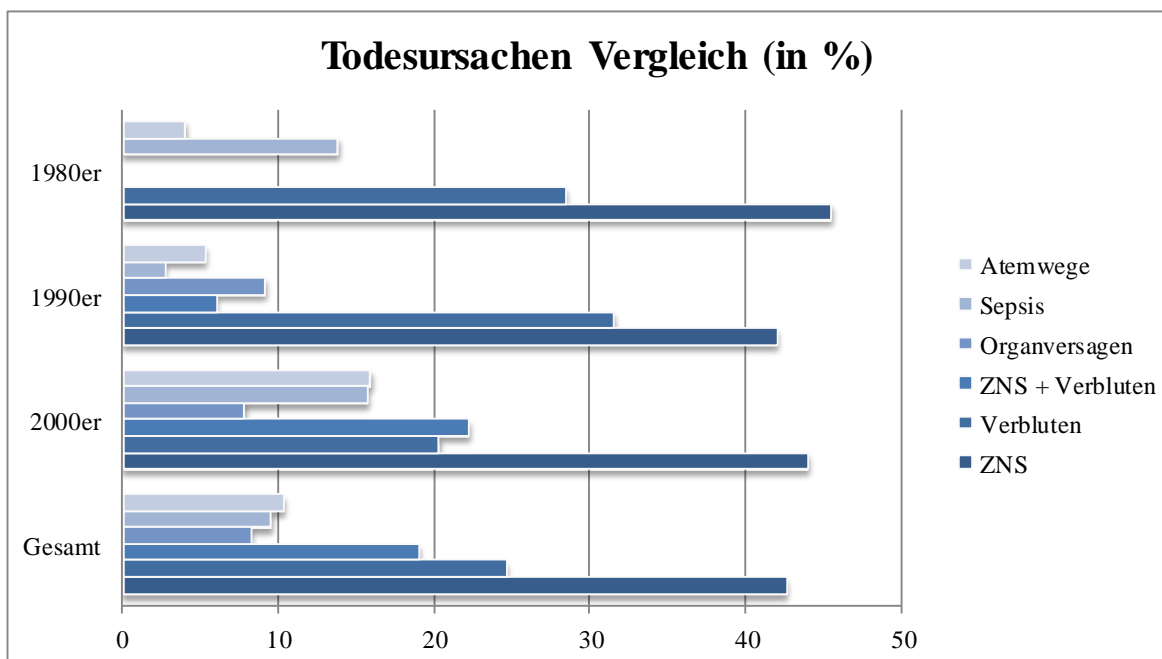


Abbildung 3: Entwicklung der prozentualen Todesursachenverteilung nach Unfall innerhalb der Jahrzehnte 1980- 2010

4.1.4 Zeitliche Verteilung der Todesursachen

Ursachen für sofortigen Tod sind hauptsächlich Verletzungen des ZNS, des Thorax und Verbluten (s. Tabelle 11). Auch beim „frühen Tod“ führen vorwiegend ZNS-Verletzungen und Verbluten zum Tode. Trat der Tod erst nach mindestens ein bis zwei Tagen nach Unfall („später Tod“) ein, waren als Todesursachen auch Sepsis und Multiorganversagen zu verzeichnen. Beim Vergleich von Todesursachen klinischer Todesfälle und Unfallopfer inklusive präklinisch Verstorbener lassen sich keine eindeutigen Unterschiede feststellen.

Tabelle 11: Sofortige, frühe und späte Todesursachen bei Unfalltod

Zeitliche Verteilung der Todesursachen innerhalb der verschiedenen Zeiträume des Todeseintritts nach Unfall					
Studie	Anzahl der Pat.		Sofortiger Tod	Früher Tod	Später Tod
Baker, 1980 [19]	437	*	<2d: 55,0% ZNS		78,0% Sepsis, Multiorganversagen
Goris, 1982 [53]	89		k.A.	1-24h: 57,0% ZNS, 18,0% Blutung, 4,0% Lungenembolie	1-7d: 57,0% ZNS, 19,0% Sepsis >7d: 88,0% Sepsis, 5,0% Lungenembolie
Shackford, 1989 [54]	104		<24h: 48,7% ZNS, 44,9% Blutung		<7d: 70,6% ZNS, 8,5% Verbluten, 3,4% Sepsis >7d: 37,5% ZNS, 50% Sepsis
Daly, 1992 [51]	434	*	10,2% Thorax 21,2% ZNS 40,0% Multiple Verletzungen 4,0% zervikales Rückenmark	k.A.	k.A.
Sauaia, 1995 [55]	289	*	49,2% ZNS 35,7% Verbluten	51,0% Verbluten 40,0% ZNS	3-7d: 64,0% ZNS, 18,0% Multiorganversagen >7d: 61,0% Organversagen, 39,0% ZNS
Acosta, 1997 [27]	900		45,0% Thorax 26,6% ZNS 16,0% Multiple Verletzungen	57% ZNS	24-72h: 77,8% ZNS, 7,1% Entzündungen, 5,1% Thorax
Meislin, 1997 [20]	710	*	46,3% ZNS 31,3% Verbluten	45,0% ZNS 42,0% Verbluten	47,5% ZNS 35,1% Verbluten 16,2% Multiorganversagen
Hadfield, 2001 [33]	101		k.A.	95,0% ZNS 5,0% Verbluten	75,4% ZNS 11,5% Pneumonie 6,6% Verbluten
De Knecht, 2008 [28]	659		Verbluten Thorax	ZNS	<10d: ZNS >14d: Multiorganversagen

Pang, 2008 [29]	186	*	73,3% ZNS 17,3% Verbluten	66,7% ZNS 14,3% Verbluten 9,5% Multiorganversagen	2-7d: 71,4% ZNS >7d: 50,0% ZNS, 12,5% Multiorganversagen
Lefering, 2012 [26]	6685 bzw. 6867		Verbluten		Sepsis, Multiorganversagen

*In diesen Studien sind präklinische Todesfälle miteingeschlossen.

4.2. Spezifische Verletzungen

4.2.1 Schädelhirntrauma

Die 26 eingeschlossenen Originalstudien aus den Jahren 2000- 2014 umfassen einen Gesamtzeitraum von 1961- 2010. Die Anzahl an Patienten variiert zwischen 69 und 218.300. Es finden sich 12 Publikationen aus den USA, vier australische, zwei kanadische, vier österreichische und jeweils eine Studie aus Schweden, China, Frankreich und Großbritannien unter den Selektierten. Bei fünf Publikationen handelt es sich um prospektive Studien, die restlichen führen eine rein retrospektive Analyse durch. Zehn Studien bzw. deren verwendeten Daten stammen aus Einrichtungen, die auf Schädelhirntrauma, Behinderungen und Rehabilitation nach Schädelhirntrauma spezialisiert sind. Männer sind in allen Studienkollektiven mehrheitlich vertreten. Das Verhältnis männlicher zu weiblicher Studienteilnehmer variiert zwischen 1,2:1 und 4,3:1. 15 Studien enthalten nähere Angaben zu den Verletzungsursachen, in 12 davon liegen Verkehrsunfälle oder Kraftfahrzeug-Unfälle auf Platz 1, gefolgt von Stürzen. In drei Studien sind prozentual mehr Stürze ursächlich, was in zweien mit einem im Vergleich zu anderen Studien höherem Alter bei Verletzung einhergeht. Als Maß zur Angabe der Verletzungsschwere wird in neun Publikation die Glasgow Coma Scale (GCS), in fünf die Abbreviate Injury Scale (AIS), zweimal der Injury Severity Score (ISS), in einem Fall das Functional Assessment Measure (FAM) und in einer weiteren Studie ein eigens entwickelter Score basierend auf ICD-Diagnosen (ISSINT) verwendet. Die restlichen unterteilen in Anlehnung an die GCS in leichtes, mittleres und schweres Schädelhirntrauma. Eine Übersicht über die verschiedenen Studiencharakteristika ist dem Anhang, Tabelle 63, zu entnehmen.

4.2.1.1 Akutsterblichkeit nach Schädelhirntrauma

Abhängig von der Verletzungsschwere des untersuchten Kollektives rangiert die Krankenhaus- bzw. Intensiv-Mortalität zwischen 28 und 31,6%. Für die Mortalität nach 90

Tagen sind die Werte 35,7% bzw. 37% angegeben. Die 1-Jahres-Mortalität umfasst eine Spannweite von 30% bis 38% (s. Tabelle 12). In der Zusammenschau der Daten wird deutlich, dass insbesondere die ersten Monate nach Unfall mit einer erhöhten Sterblichkeit verbunden sind, während diese in den Folgemonaten absinkt.

Tabelle 12: Akutsterblichkeit nach Schädelhirntrauma zu verschiedenen Zeitpunkten nach Verletzung

Zeitraum des Versterbens	Studie	Mortalität (%)
Auf Intensivstation bzw. noch im Krankenhaus	Lenartova, 2007 [61]	32,0
	Mauritz, 2007 [62]	30,8
	Rusnak, 2007 [63]	31,6
	Utomo, 2009 [64]	28,0
Innerhalb von 90 Tagen nach Unfall	Lenartova, 2007 [61]	37,0
	Mauritz, 2007 [62]	35,7
Innerhalb eines Jahres nach Unfall	Masson, 2001 [65]	30,0
	Mauritz, 2007 [62]	38,0
	Rusnak, 2007 [63]	38,0

4.2.1.2 Outcome von SHT-Patienten nach Akutphase

Bei SHT-Patienten ergibt sich folgende Verteilung des Outcomes (s. Tabelle 13):

Abgesehen von den 30% bis 38%, die innerhalb des ersten Jahres versterben (Kategorie 1 nach GOS), erholen sich 23% bis 32% nach schwerem SHT gut (Kategorie 5), 10% bis 14% tragen eine mäßige Behinderung davon (Kategorie 4), während zwischen 8% und 24% schwerbehindert sind (Kategorie 3), und 1% bis 6% in einem vegetativen Zustand verbleiben (Kategorie 2).

Tabelle 13: Outcome zu verschiedenen Zeitpunkten nach Schädelhirntrauma

Studie	Zeitpunkt	1	2	3	4	5
Jiang, 2002 [66]	1 Jahr nach Verletzung	29,43	0,59	24,35	14,07	31,56
Lenartova, 2007 [61]	1 Jahr nach Verletzung		53 (1-3)		35 (4-5)	
Rusnak, 2007 [63]	1 Jahr nach Verletzung	38	6	8	10	23
Utomo, 2009 [64]	6 Monate nach Verletzung	7,5	0,5	49,5	11,0	31,5

1: Tod (%)

2: Persistierender vegetativer Zustand (%)

3: Schwere Behinderung (%)

4: Mäßige Behinderung (%)

5: Geringe Behinderung /gute Erholung (%)

4.2.1.3 Langzeitmortalität von SHT-Verletzten

Langzeitmortalität und Lebenserwartung (SMR)

Auch nach Überleben der Akutphase bleibt die Langzeitmortalität im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung erhöht (s. Tabelle 14). Wurde in Studien beispielsweise das erste Jahr nach Verletzung ausgeschlossen, um die akute Phase der Sterblichkeit auszunehmen und ausschließlich die Langzeiteffekte zu betrachten, finden sich eine Standardisierte Mortalitätsratio zwischen 1,51 und 2,90 [67-70]. Vergleichbare, dem gegenüber allenfalls leicht erhöhte Werte ergeben sich auch, wenn Studien, die nur Patienten ab Entlassung der Rehabilitation überwachten, betrachtet werden. Sie variierten zwischen 2,00 und 3,19 [68, 71-73].

Tabelle 14: Mortalitätsangaben (SMR) von SHT-Verletzten unter Berücksichtigung verschiedener Beobachtungszeiträume

Studie	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Shavelle, 2001 [74]	k.A.	3,3
Harrison-Felix, 2004 [68]	Entlassung aus der Reha	2,00
Harrison-Felix, 2004 [68]	1 Jahr nach Verletzung	1,95
Ratcliff, 2005 [73]	Entlassung aus der Reha	2,78
Baguley, 2008 [75]	Entlassung aus der Reha	13,2
Colantonio, 2008 [69]	1 Jahr nach Verletzung	2,90
Harrison-Felix, 2009 [67]	1 Jahr nach Verletzung	1,51
Ventura, 2010 [76]	Entlassung aus Akutversorgung/KH	2,47
Baguley, 2012 [71]	Entlassung aus der Reha	3,19
Harrison-Felix, 2012 [72]	Entlassung aus der Reha	2,50
Brooks, 2013 [70]	1 Jahr nach Verletzung	2,10

Baguley et al. [75] und Shavelle et al. [74] werden aufgrund der abweichenden Verletzungsschwere des Kollektives für die Metaanalyse nicht berücksichtigt. Deren höhere Werte der SMR von 13,2 bzw. 3,3 erklären sich durch die Kollektive von ausschließlich Patienten mit bleibender funktioneller Einschränkung bzw. bleibenden kognitiven und/oder sprachlichen Defiziten, also der GOS-Kategorien 2-4.

SHT-Patienten weisen auch lange nach der kritischen Akutphase noch Jahre nach Unfall ein mehr als zweifach erhöhtes Risiko auf, zu versterben (s. Tabelle 15).

Tabelle 15: Berechnete Werte (SMR) der Mortalität bei verschiedenen Beobachtungszeiträumen

Beginn des Beobachtungszeitraums	Referenzen	SMR
Entlassung aus der Reha	Harrison-Felix, 2004 [68] Ratcliff, 2005 [73], Baguley, 2012 [71], Harrison-Felix, 2012 [72]	2,24
1 Jahr nach Verletzung	Harrison-Felix, 2004 [68] Colantonio, 2008 [69], Harrison-Felix, 2009 [67], Brooks, 2013 [70]	2,16

Baguley et. al [71] und Ratcliff et al. [73] schlüsselten die SMR für die Folgejahre nach Trauma auf (s. Tabelle 16). Abbildung 4 basiert auf Tabelle 16 und stellt die Spannweiten sowie den Durchschnittswert der SMR über zehn Jahre nach SHT dar. Man erkennt eine besonders hohe SMR im ersten Jahr nach Verletzung, die ab dem zweiten Jahr absinkt und sich nach ungefähr acht Jahren auf Werte von circa zwei einpendelt. Die SMR nähert sich folglich in den Jahren nach Unfall der Allgemeinbevölkerung, bleibt jedoch auch auf lange Sicht erhöht. Dies unterstreicht auch oben genannte Aussagen, nach denen die Gesamt-SMR nach SHT nach Überleben der Akutphase, die in ihrer Definition je nach Studie zwischen Zeitraum der Reha und einem Jahr variiert, Werte von ungefähr zwei annimmt.

Tabelle 16: Verlauf der jährlichen SMR in den Folgejahren 1-10 nach SHT

Zeitpunkte (im jeweiligen Jahr nach SHT)	SMR	
	Ratcliff, 2005 [73] Anzahl der Pat.: 642	Baguley, 2012 [71] Anzahl der Pat.: 2545
1	4,95	12
2	2,23	6
3	2,75	5,5
4	1,99	3,5
5	1,60	3
6	0,82	3
7	5,47	3,5
8	3,53	4
9	2,43	2
10	2,30	2,2

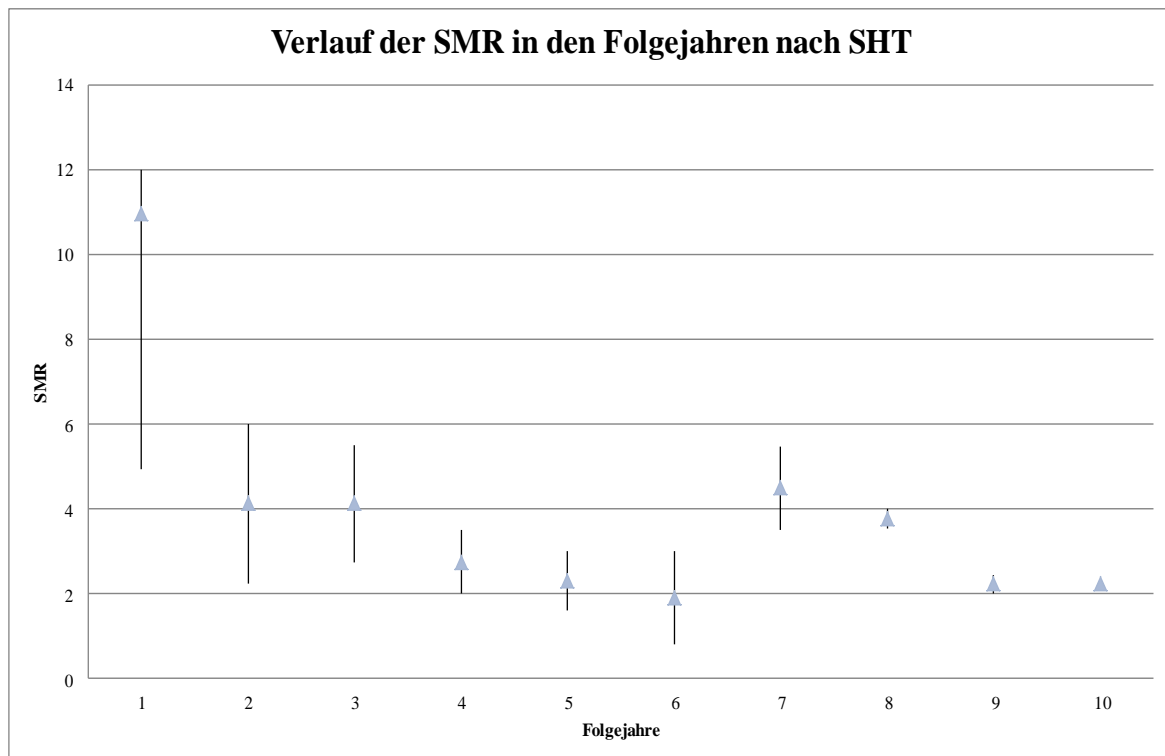


Abbildung 4: Verlauf der SMR (Spannweiten und Durchschnittswerte) in den Folgejahren nach Schädelhirntrauma aus den Studien von Baguley et al. (2012) und Ratcliff et al. (2005)

4.2.1.4 Lebenserwartung von SHT-Patienten

Die Lebenserwartung ist auch nach Überleben der Akutphase nach Verletzung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung um einige Jahre reduziert. In der gegenwärtigen Literatur finden sich einige wenige Einschätzungen, die eine durchschnittliche Lebenserwartungsverringerung zwischen 4 und 7 Jahren nahelegen [67, 68, 72, 76]. Lediglich Flaada et al. [77] konstatieren eine Lebenserwartung, die der der Allgemeinbevölkerung entspricht. Dies gilt aber vorwiegend für leichtere Formen des SHT.

Die Verkürzung der Lebenserwartung variiert je nach Alter bei Verletzung und nimmt, in absoluten Zahlen gesehen, mit steigendem Alter bei Verletzung ab (s. Tabelle 17). Der größere Verlust an Lebensjahren nach SHT von Männern verliert sich mit zunehmendem Alter bei Verletzung (s. Tabelle 17 und Abbildung 5).

Tabelle 17: Reduktion der Lebenserwartung (in Jahren) nach Schädelhirntrauma für verschiedene Altersgruppen, getrennt nach Geschlecht

Studie	N (Pat)	Alter bei Verletzung (Jahre)											
		20		30		40		50		60		70	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Harrison-Felix, 2004 [68]	2178	8	7	8	7	7	6	7	6	5	5	5	5
Harrison-Felix, 2009 [67]	1678	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	3
Ventura, 2010 [76]	18998	10	9	9	8	9	8	8	8	7	7	5	6
Durchschnittliche Reduktion der LE		9,4	8,4	8,6	7,6	8,5	7,5	7,6	7,4	6,6	6,6	4,9	5,7

LE: Lebenserwartung

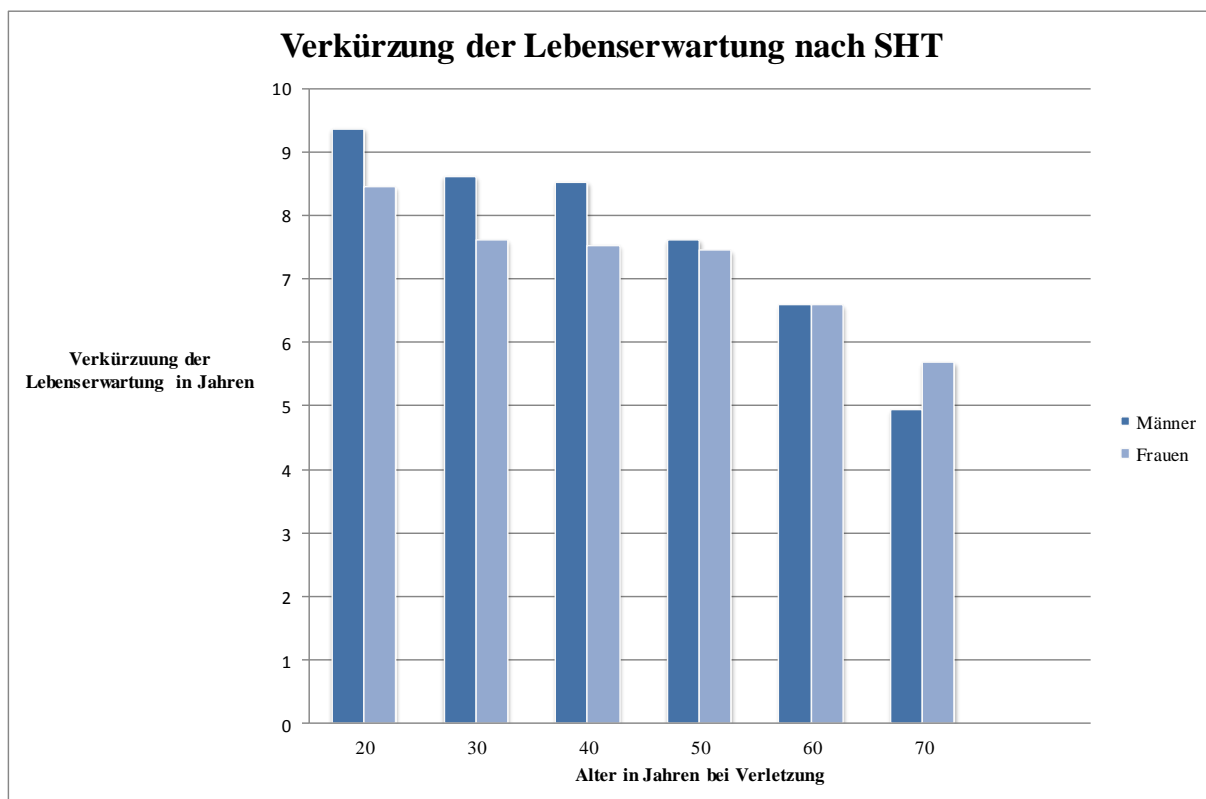


Abbildung 5: Verkürzung der Lebenserwartung nach SHT (in Jahren), nach Alter und Geschlecht

4.2.1.5 Langzeittodesursachen von SHT-Patienten

Die Todesursachen von Patienten, in deren Biographie sich ein lange zurückliegendes SHT findet, unterscheiden sich in ihrer Häufigkeit deutlich von den Erkrankungen, die die Todesstatistiken der Allgemeinbevölkerung anführen. Dies ist zum einen durch Abweichungen in der prozentualen Verteilung von Todesursachen bei SHT-Patienten von der Allgemeinbevölkerung (s. Tabelle 18 und 19), zum anderen durch die in einigen Studien aufgeführten Todesursachen-spezifischen SMR (s. Tabelle 20 und 21) zu erkennen.

Tabelle 18: Verteilung der Todesursachen im Kollektiv der SHT-Patienten (absolute Zahlen)

Todesursachen	Studien				
	Harrison-Felix, 2006 [78]	Harrison-Felix, 2009 [67]	Ventura, 2010 [76]	Baguley, 2012 [71]	Harrison-Felix, 2012 [72]
N (gesamt)/ N (mit Angaben zu den aufgeführten Todesursachen)	124/111	130/ 101	2494/ 2190	258/ 244	844/677
Krankheiten des Kreislaufsystems	33	30	984	52	189
Krankheiten der Atemwege	16	19	242	49	111
Infektiöse Krankheiten	12	0	30	4	60
Neubildungen	10	16	259	29	88
Krankheiten des Nervensystems und der Sinnesorgane	2	0	193	14	30
Krankheiten der Verdauungsorgane	8	9	119	15	26
Konvulsionen	8	6	119	15	26
Psychiatrische Krankheiten	3	k.A.	174	9	18
Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane	1	k.A.	k.A.	3	17
Äußere Ursachen bei Verletzung und Vergiftung	20	11	136	54	103
Suizid	1	10	38	k.A.	15

Tabelle 19: Metaanalyse der prozentualen Verteilung von Todesursachen nach SHT

Todesursachen	Berücksichtigte Referenzen	Spannweite (%) der Todesursachen	Berechneter Anteil der Todesursachen (%)
Krankheiten des Kreislaufsystems		20-40	36
Krankheiten der Atemwege		10-19	11
Infektiöse Krankheiten		1,2-11	3
Neubildungen	Harrison-Felix, 2006 [78]	7-12	10
Krankheiten des Nervensystems und der Sinnesorgane	Harrison-Felix, 2009 [67]	3,5-8	6
	Ventura, 2010 [76]		
	Baguley, 2012 [71]		
	Harrison-Felix, 2012 [72]		
Krankheiten der Verdauungsorgane		3-7	5
Konvulsionen		1-10	2
Psychiatrische Krankheiten	Harrison-Felix, 2006 [78]	2-7	5
	Ventura, 2010 [76]		
	Baguley, 2012 [71]		
	Harrison-Felix, 2012 [72]		
Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane	Harrison-Felix, 2006 [78]	0,01-0,02	0,01
	Baguley, 2012 [71]		
	Harrison-Felix, 2012 [72]		
Äußere Ursachen bei Verletzung und Vergiftung	Harrison-Felix, 2006 [78]	5,5-21,9	8
	Harrison-Felix, 2009 [67]		
	Ventura, 2010 [76]		
	Baguley, 2012 [71]		
	Harrison-Felix, 2012 [72]		
Suizid	Harrison-Felix, 2006 [78]	2-15	2
	Harrison-Felix, 2009 [67]		
	Ventura, 2010 [76]		
	Harrison-Felix, 2012 [72]		

Die prozentualen Angaben addieren sich nicht zu 100%, da nicht alle Studien Angaben zu jeder hier aufgeführten Todesursache enthalten.

Beim Vergleich der prozentualen Verteilung von Todesursachen bei SHT-Patienten und der deutschen Allgemeinbevölkerung (s. Abbildung 6) zeigt sich, dass in beiden Kollektiven kardiovaskuläre Erkrankungen prozentual führende Todesursache sind. Bei SHT-Patienten folgen als prozentual zweithäufigste Todesursache Erkrankungen der Atemwege, während Neubildungen/Neoplasien an dritter Stelle einzuordnen sind. In der Allgemeinbevölkerung machen Atemwegserkrankungen als Todesursache einen prozentual deutlich geringeren Anteil aus, wohingegen Neubildungen/Neoplasien hinter kardiovaskulären Erkrankungen prozentual die zweithäufigste Todesursache darstellen.

Auffällig ist der mit 2% hohe Anteil an Krampfanfällen/Konvulsionen. Diese Todesursache ist in der Allgemeinbevölkerung verschwindend gering.

Der prozentuale Anteil todesursächlicher psychiatrischer Erkrankungen mit 5% und der durch Suizid Verstorbener, der bei circa 2% liegt, liegen ebenso über den Vergleichswerten der Allgemeinbevölkerung.

Im folgenden Balkendiagramm „Schädelhirntrauma: Todesursachen in der Spätphase“ (s. Abbildung 6) findet sich die genannte prozentuale Verteilung der Todesursachen aus den verschiedenen Studien wieder. Als Vergleich wurden die offiziellen Daten aus Deutschland aus dem Jahre 2012 angeführt [79].

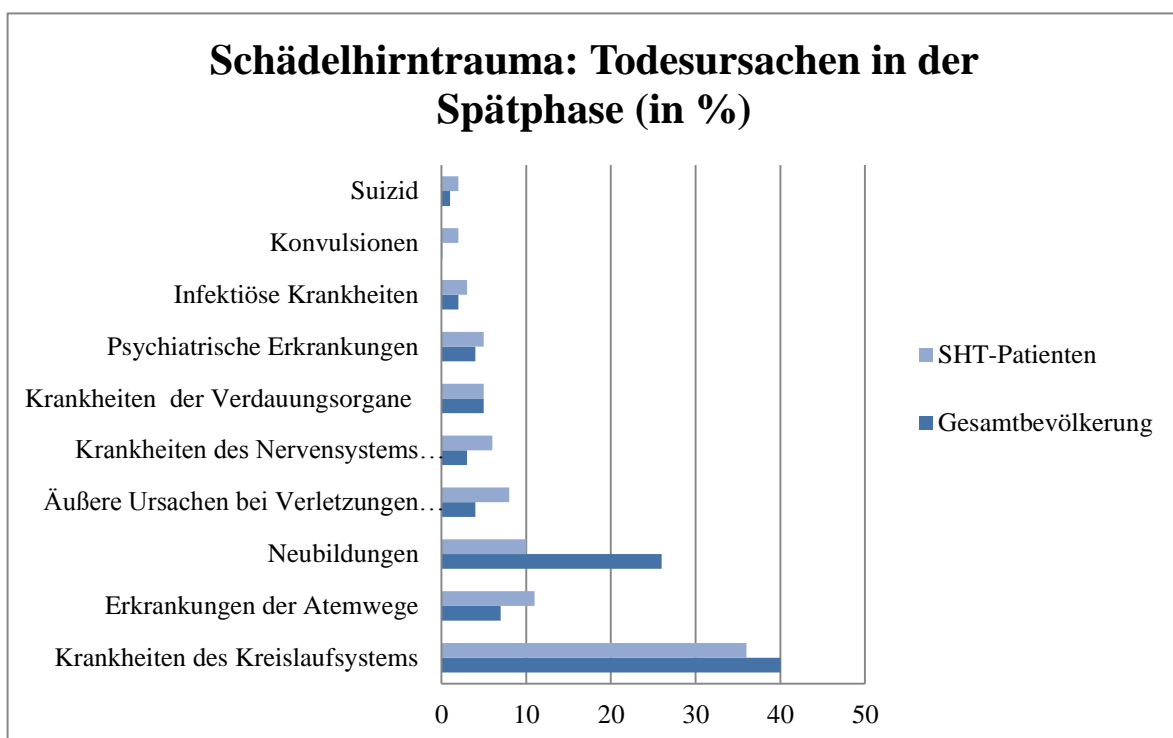


Abbildung 6: Häufigkeit von verschiedenen Todesursachen in der Spätphase von Schädelhirntraumapatienten im Vergleich zur Gesamtbevölkerung (Deutschland, 2012)

Bei den Ergebnissen der Metaanalyse zu den Todesursachen-spezifischen SMR (s. Abbildung 7) zeigt sich, dass SHT-Patienten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an bestimmten Erkrankungen versterben als die Allgemeinbevölkerung (s. Tabelle 20 und 21).

Tabelle 20: Todesursachen-spezifische SMR nach SHT

Todesursache	Studien				
	Harrison-Felix, 2006 [78]	Harrison-Felix, 2009 [67]	Ventura, 2010 [76]	Baguley, 2012 [71]	Harrison-Felix, 2012 [72]
Atemwege	k.A.	k.A.	2,05	10,2	3,41
Konvulsionen	37,17	22,48	15,00	k.A.	33,38
Suizid	0,82*	2,95	2,38	k.A.	2,19
Nervensystem	k.A.	k.A.	3,33	6,4	2,66
Sepsis/Infektionen	11,63	k.A.	3,00	k.A.	10,3
Verdauungstrakt	3,29	2,49	2,83	5,2	1,94
Kreislauf	1,34*	0,99*	2,29	2,6	1,32
Psychiatrische Krankheiten	k.A.	k.A.	4,70	5,4	2,80
Neubildungen	0,69	0,76*	1,41	1,0*	k.A.

*im Konfidenzintervall ist die 1 enthalten

Tabelle 21: Metaanalyse der Todesursachen-spezifischen SMR nach SHT

Todesursache	Berücksichtigte Referenzen	Spannweite	Berechnete SMR
Atemwege	Harrison-Felix, 2006 [78] Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71]	2,05-10,2	3,1
Konvulsionen	Harrison-Felix, 2006 [78], Harrison-Felix, 2009 [67], Ventura, 2010 [76], Harrison-Felix, 2012 [72]	15-37	20,3
Kreislauf	Harrison-Felix, 2006 [78], Harrison-Felix, 2009 [67], Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71], Harrison-Felix, 2012 [72]	0,99-2,6	2,0
Nervensystem	Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71], Harrison-Felix, 2012 [72]	3-6,4	3,5
Neubildungen	Harrison-Felix, 2006 [78], Harrison-Felix, 2009 [67], Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71]	0,76-1,4	1,3
Psychiatrische Krankheiten	Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71], Harrison-Felix, 2012 [72]	3-5,4	4,4
Sepsis	Harrison-Felix, 2006 [78], Ventura, 2010 [76], Harrison-Felix, 2012 [72]	3,0-11,63	5,0
Suizid	Harrison-Felix, 2006 [78], Harrison-Felix, 2009 [67], Ventura, 2010 [76], Harrison-Felix, 2012 [72]	0,82-2,95	2,3
Verdauungstrakt	Harrison-Felix, 2006 [78], Harrison-Felix, 2009 [67], Ventura, 2010 [76], Baguley, 2012 [71], Harrison-Felix, 2012 [72]	1,94-5,2	2,8

Insbesondere die spezifische SMR von Krampfanfällen/Konvulsionen mit einem Wert von 20 auffallend hoch. Diese Todesursache ist bei SHT-Patienten folglich circa 20-mal so häufig wie in der Allgemeinbevölkerung.

Dreimal häufiger waren Erkrankungen der Atemwege, wie z.B. Pneumonien letal.

Dass ein Unfall mit SHT und seine Langzeitfolgen auch psychische Belastung mit sich bringen, zeigt das vierfach erhöhte Vorkommen von schwerwiegenden mentalen und psychischen Störungen und vor allem die um das mehr als zweifach erhöhte Suizidrate.

Auch neurologische Störungen sind viermal häufigere Todesursachen.

Andere Spätfolgen wie Infektionen oder Sepsis sind ungefähr fünfmal häufiger todesursächlich.

Die spezifische SMR für kardiovaskuläre Ereignisse ist ebenfalls erhöht. Hier finden sich durchschnittliche Standardisierte Mortalitätsraten von ungefähr zwei, was einer Verdoppelung dieser spezifischen Todesursache gleichkommt.

Bei der Häufigkeit von Krebserkrankungen als Todesursache konnte keine Abweichung von der Allgemeinbevölkerung festgestellt werden; die SMR lag hier im Durchschnitt bei eins (s. Abbildung 7).

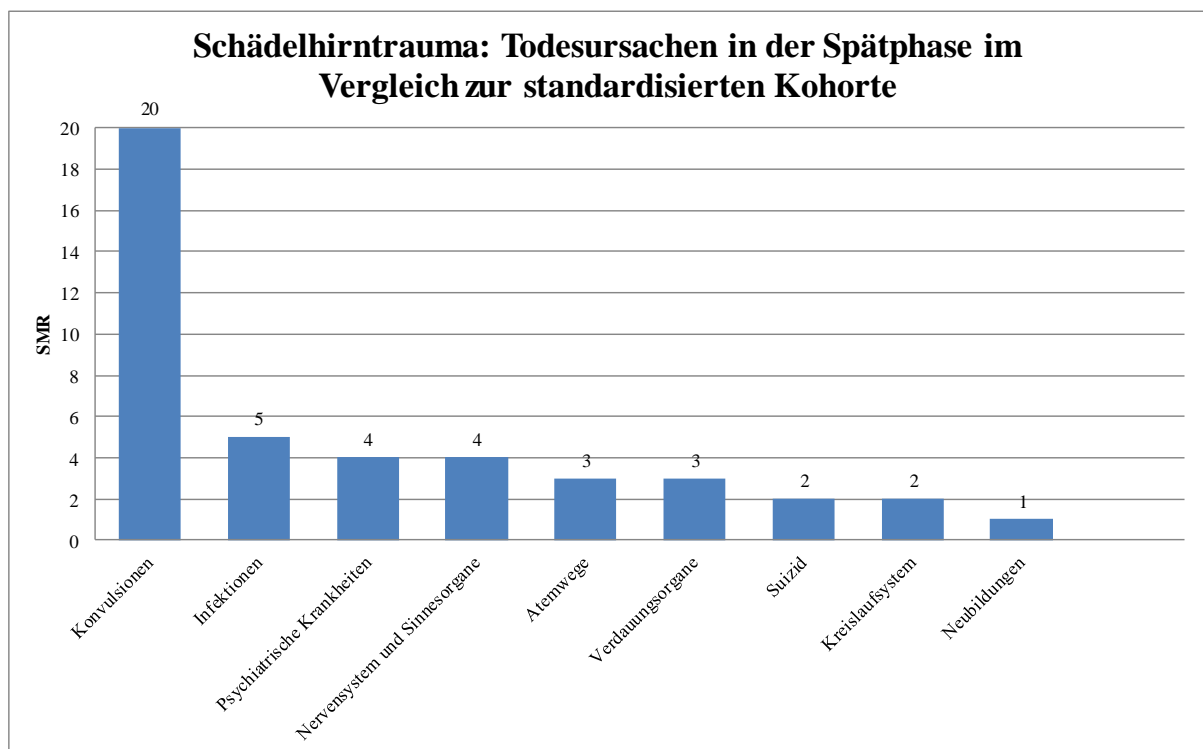


Abbildung 7: Todesursachen-spezifische SMR in der Spätphase nach Schädelhirntrauma

4.2.1.6 Risikofaktoren für vorzeitige Mortalität nach SHT

Männer sind im Allgemeinen deutlich häufiger in Unfälle involviert; im Schnitt waren bei Studien zur Sterblichkeit nach SHT zwischen zwei Drittel und drei Viertel des Kollektivs männlich. Darüber hinaus ist das männliche Geschlecht auch ein Risikofaktor für frühzeitige Mortalität nach Unfall [67, 70-72, 75-77, 80]. Keinen Geschlechtsunterschied fanden lediglich Colantonio et al. [69], während McMillan et al. [81] eine leichte Risikoerhöhung für Frauen feststellten.

Auch hohes Alter zum Unfallzeitpunkt wird in der vorhandenen Literatur fast durchweg als Risikofaktor angegeben [64, 66-68, 70-72, 75, 77, 80, 82, 83]. Abweichungen hiervon ergaben die Untersuchungen von Ventura et al. [76] die ein erhöhtes Risiko im mittleren Alter von 40 bis 49 Jahren feststellten bzw. Colantonio et al. [69], bei denen ein Alter unter 50 Jahren am risikoreichsten schien. Die beobachteten Mortalitätsraten in der Gruppe der unter 50-Jährigen unterscheiden sich in letzterer Untersuchung am deutlichsten von der entsprechenden Sterblichkeit der Allgemeinbevölkerung. Ähnliches stellten auch McMillan et al. [81] fest, die von besonders hohen Mortalitätsraten bei über 54-Jährigen berichten, gleichzeitig jedoch ein stark erhöhtes relatives Sterblichkeitsrisiko bei 15- bis 54-jährigen festhielten.

Des Weiteren scheint auch die Dauer der initialen Hospitalisierung positiv mit einer erhöhten Sterblichkeit zu korrelieren [67, 72].

In einigen Studien, in denen psychiatrische Komorbiditäten in die Untersuchungen mit aufgenommen wurden, findet sich auch hier eine Risikoerhöhung bei in dieser Hinsicht vorbelasteten Patienten [69, 83, 84]. In diesen Rahmen fällt auch der Missbrauch von Alkohol und anderen Substanzen, der ebenfalls einen Risikofaktor für frühzeitiges Versterben darstellt [71-73, 84].

Einige wenige Studien nahmen auch somatische Vorerkrankungen im Rahmen der Risikoeinschätzung mit auf und fanden beispielsweise erhöhte Werte bei vorbestehender Epilepsie, aber auch generell bei mindestens einer Komorbidität, wobei die Werte mit jeder zusätzlichen Vorerkrankung nochmals stiegen [69, 71, 76, 85].

Das Entlassungsziel ist mit entsprechender Mortalität assoziiert. So liegt ein erhöhtes Risiko vor allem bei Patienten vor, die in ein Heim oder andere Einrichtung verlegt werden und nicht nach Hause in ihr ursprüngliches Umfeld zurückkehren [69, 71, 76]. Größere Hilfsbedürftigkeit bzw. ein größerer Behinderungsgrad bei Entlassung aus dem Krankenhaus geht ebenfalls mit erhöhtem Mortalitätsrisiko einher [70, 71, 73, 74, 81, 83, 86].

Die Zusammenschau der genannten Risikofaktoren verdeutlicht, dass das Langzeit-Mortalitätsrisiko unter anderem auch maßgeblich von der Schwere des Schädelhirntraumas und dem Maß der Erholung bzw. Wiederherstellung des Patienten abhängt.

4.2.2 Rückenmarksverletzungen

Insgesamt werden 23 Originalstudien mit mehrheitlich retrospektiven Daten aus den Jahren 1987-2014 aufgenommen. Die Zeiträume, in denen sich die Patienten der jeweiligen Studienkollektive verletzten, umfassen einen Gesamtzeitraum von 1943-2010. Die Studiengröße variiert innerhalb der Studien, von 100 bis 30.882 Verletzten. Auch die Ursprungsländer weisen eine große Bandbreite auf: Unter den 23 Studien finden sich sieben amerikanische, fünf australische, jeweils zwei aus Norwegen, Deutschland und Großbritannien, und jeweils eine aus Dänemark, Finnland, Estland, Kanada und Portugal.

Männer überwiegen in allen Studien deutlich, das Verhältnis männlicher zu weiblichen Studienteilnehmern liegt insgesamt zwischen 3:1 und 9:1, in zehn der 22 Studien rangiert es zwischen 4-5:1.

90% der Publikationen enthalten nähere Angaben zur Verletzung. Gängige Einteilung ist hier die Unterscheidung von Para- und Tetraplegikern. Acht Studien verwenden eine direkte Angabe der Verletzungshöhe, zumindest die Verteilung zervikale- thorakolumbale Verletzungen ist in weiteren sieben Studien dokumentiert.

Für eine Einschätzung des Ausmaßes der Verletzung wird überwiegend der Frankel Grade bzw. die ASIA verwendet. Zum Teil werden zur konkreten Beschreibung der Verletzung auch die Begriffe „complete“ und „incomplete“- übersetzt „vollständige/komplett“ bzw. „unvollständig“, genutzt.

Bei den Verletzungsursachen finden sich in elf der 14 Studien, die dazu Angaben machen, Verkehrsunfälle auf Platz 1, gefolgt von Stürzen.

Die Versorgung bzw. Rehabilitation erfolgte in 13 von 23 Studien in Zentren, die auf Rückenmarksverletzungen spezialisiert sind. Mit Ausnahme einer einzelnen Studie (Martins et al. [87]) ist der präklinische Zeitraum nicht miteingeschlossen; die Beobachtungen beginnen frühestens ab Krankenhauseinlieferung. In zehn Studien ist die Einlieferung in eine Klinik/spezialisiertes Zentrum der Beginn der Beobachtung, während andere Studien einen bestimmten Zeitraum nach Verletzung ausschlossen, sechsmal das erste Jahr und einmal die

ersten 1,5 Jahre nach Verletzung. Insgesamt war das überwiegende Ziel der Studien die Gewinnung von Langzeitdaten, sodass die Patienten im Regelfall über mehrere Jahrzehnte nachverfolgt wurden (s. Anhang: Tabelle 64).

4.2.2.1 Überleben nach Rückenmarksverletzung

Die Ein-Jahres-Überlebensraten schwanken je nach Studie zwischen 79,2% und 94,3% (s. Tabelle 22).

Tabelle 22: Überleben nach Rückenmarksverletzung zu verschiedenen Zeitpunkten nach Verletzung

Zeitpunkt (nach Verletzung)	Studie	Beginn des Beobachtungszeitraumes	Überleben (%)
30 Tage	Hagen, 2010 [88]	KH-Aufnahme	88,4%
2 Monate	O'Connor, 2005 [89]	Akutversorgung und Rehabilitation	96,17%
3 Monate	Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	94,1%
1 Jahr	O'Connor, 2005 [89]	Akutversorgung und Rehabilitation	94,26%
	Strauss, 2006 [91]	KH-Aufnahme	1973-1979: 80%
			1980-1989: 85%
			1990-2004: 90%
	Hagen, 2010 [88]	KH-Aufnahme	79,2%
Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	88,2%	
Middleton, 2012 [92]	KH-Aufnahme	84,02%	
		(91,8% der Tetraplegiker, 95,9% der Paraplegiker)	
		1955-64: T: 95,2%; P: 100%	
		1965-74: T: 92,1%; P: 96,1%	
Sabre, 2013 [93]	KH-Aufnahme	1975-84: T: 90,9%; P: 95,9%	
		1985-94: T: 90,8%; P: 94,0%	
1,5 Jahre	Yeo, 1998 [34]	1,5 Jahre nach Verletzung	1995-2006: T: 93,4%; P: 97,2%
			90,1% (95% der Paraplegiker, 88% der Tetraplegiker)
2 Jahre	Strauss, 2006 [91]	KH-Aufnahme	1973-1979: 71%
			1990-2004: 86%
5 Jahre	Hagen, 2010 [88]	KH-Aufnahme	59,5%
	Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	73,5%
7 Jahre	DeVivo, 1987 [94]	Verletzung	86,7%
10 Jahre	Whiteneck, 1992 [95]	Rehabilitation	85%
	McCull, 1997 [96]	Rehabilitation	92%
	O'Connor, 2005 [89]	Akutversorgung und Rehabilitation	85,67%

	Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	62,7%
	Thietje, Pouw, 2011 [97]	Rehabilitation	62%
20 Jahre	Whiteneck, 1992 [95]	Rehabilitation	71%
	McColl, 1997 [96]	Rehabilitation	81%
	Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	49%
25 Jahre	Hartkopp, 1997 [98]	Rehabilitation	♂: 60,6% ♀ 66,7%
30 Jahre	Whiteneck, 1992 [95]	Rehabilitation	53%
	McColl, 1997 [96]	Rehabilitation	63%
	Thietje, Kowald, 2011 [90]	Rehabilitation	31,4%
40 Jahre	Whiteneck, 1992 [95]	Rehabilitation	35%
	McColl, 1997 [96]	Rehabilitation	43%

T=Tetraplegiker; P= Paraplegiker

Überwiegend liegen die Werte um 90%. Der Wert, der von Hagen et al. [88] angegeben wird, ist mit 79,2% deutlich unter denen der anderen Studien. Der gewählte Studienzeitraum beginnt mit einem Einschluss von Patienten ab 1953 früher als der anderer Studien. So zeigen auch die Ergebnisse von Strauss et al. [91] für die Zeiträume 1973-1979, 1980-1989 und 1990-2004 einen stetigen Anstieg der Ein-Jahres-Überlebensrate von 80%, 85% bzw. 90% im letzten Zeitraum.

Die Angaben zum prozentualen Überleben für verschieden Zeiträume innerhalb des ersten Jahres unterscheiden sich nur unwesentlich von den Werten der Ein-Jahres-Überlebensrate. Ein großer Anteil der Patienten, die innerhalb des ersten Jahres nach Verletzung sterben, versterben bereits innerhalb der ersten Monate.

Mit zunehmenden Jahren nach Unfall schlägt sich das Durchschnittsalter der verschiedenen Studienkollektive immer deutlicher in den Überlebensraten nieder. McColl et al. [96] finden einen auffallend hohen Wert für das 10-Jahres-Überleben nach Verletzung von 92%, was seine Begründung im Studienkollektiv von ausschließlich jüngeren Personen im Alter zwischen 25 und 34 Jahren hat. Die anderen vier Studien, die Aussagen zum 10-Jahres Überleben machen, finden Werte von um die 85% bzw. um die 62%, wiederum begründet durch die Unterschiede im Studienkollektiv, v.a. hinsichtlich des Alters bei Verletzung.

20 Jahre nach Unfall belaufen sich die Überlebensraten auf Werte zwischen 49% bis hin zu 81%, die wiederum McColl et al. [96] konstatieren.

Die 30-Jahres-Überlebensraten schwanken zwischen 31% und 63%, wobei auch hier wiederum der höchste Wert dem relativ jüngeren Kollektiv von McColl et al. [96] geschuldet ist.

Insgesamt macht sich in der Zusammenschau der verschiedenen Studien im Hinblick auf Überlebensraten die Heterogenität der Einzelstudien v.a. hinsichtlich der Kollektivcharakteristiken Alter bei Verletzung und Art der Verletzung bemerkbar. Grundsätzlich gilt: Je jünger das Kollektiv bei Eintritt der Verletzung, desto höher sind die Überlebensraten. Dies lässt sich zumindest für das Erwachsenenalter festhalten, da Kinder nicht explizit miteingeschlossen wurden.

4.2.2.2 Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung

Einschätzung der Mortalität mittels der Standardisierten Mortalitätsratio (SMR):

In sechs Studien wird eine Gesamt-SMR für das Studienkollektiv berechnet, in sechs werden spezifische Werte für Männer und Frauen oder verschiedene Verletzungshöhen und –ausmaße angegeben. Standardisiert wurde in den Publikationen nach Alter und Geschlecht. Insgesamt umfasst die SMR der Studienkollektive ein Intervall von 1,88 bis 3,6. In vier der sechs Studien, die hierzu Aussagen machen, finden sich Werte zwischen 2 und 3. Die anderen beiden Studien weichen mit 1,9 und 3,6 nur geringfügig davon ab. Für Frauen finden sich durchweg deutlich höhere Werte als für Männer (s. Tabelle 23).

Mit Ausnahme einer Studie (Hagen et al. [88]) sind für Tetraplegiker stets höhere Werte als für Paraplegiker angegeben (s. Tabelle 24). Vollständige Querschnitte, bei denen keinerlei Restfunktion erhalten war, erhöhen die SMR deutlicher als unvollständige Verletzungen. Die Verletzungshöhe ist gegenüber dem Verletzungsmaß als zweitrangig einzuschätzen: Komplette Paraplegiker weisen eine höhere SMR auf als unvollständige Tetraplegiker mit z.T. erhaltenen Funktionen. Ein Einfluss des Beobachtungszeitpunktes auf die SMR wird in den Studien nicht deutlich. Ob die SMR im ersten Jahr nach Verletzung i.d.R. höher ist als in den Folgejahren, untersuchten Moorin et al. [99]. Für das erste Jahr nach Rückenmarksverletzung fand er eine SMR von 7,36, in den Jahren 2-5 lag es bei Werten um 2,13.

Tabelle 23: Relative Mortalität nach Rückenmarksverletzung (SMR)

Studie	Verletzung	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR	♂	♀
Hartkopp, 1997 [98]	48% zervikal 52% thorakolumbal	Reha-Einweisung	2,44	2,30	3,22
Soden, 2000 [100]	k.A.	1,5Jahre nach Verletzung	2,3	k.A.	k.A.
Lidal, 2007 [101]	47% Tetraplegie 53% Paraplegie	1 Jahr nach Verletzung	k.A.	1,8	4,9
Hagen, 2010 [88]	66% zervikal 34% thorakolumbal	KH-Einlieferung	1,85	1,72	2,88
Ahoniemi, 2011 [102]	51% Tetraplegie 49% Paraplegie	KH-Einlieferung	2,65	2,51	3,56
Cao, 2013 [103]	C1-C4: 27% Restliche Höhen 73%	KH-Entlassung	3,6	k.A.	k.A.
Sabre, 2013 [93]	55% zervikal 34% thorakolumbal/ sakral 11% unbekannt	KH-Einlieferung	2,81	2,70	3,80
Moorin, 2014 [99]	k.A.	KH-Einlieferung	Jahr 1: 7,36 Jahr 2-5: 2,13	k.A.	k.A.

Tabelle 24: Relative Mortalität nach Rückenmarksverletzung in Abhängigkeit von Verletzungshöhen und -ausmaß (SMR)

Studie	Beginn des Beobachtungszeitraums	Tetra	Para	Tetra komplett	Tetra unvollst.	Para komplett	Para unvollst.
Hartkopp, 1997 [98]	Reha-Einweisung	2,09	2,07	k.A.			
Yeo, 1998 [34]	1,5 Jahre nach Verletzung	2,4	1,9	Frankel A C1-C4: 6,4 C5-C8: 5,6	Frankel D C1-C4: 1,1	Frankel A 2,3	Frankel D 1,4
Lidal, 2007 [101]	1 Jahr nach Verletzung	♂ 2,4 ♀ 7,6	♂ 1,3 ♀ 3,3	k.A.			
Hagen, 2010 [88]	KH-Einlieferung	1,80	1,94	ASIA A 6,70	ASIA B-D 1,29	ASIA A 3,07	ASIA B-D 1,13
Ahoniemi, 2011 [102]	KH-Einlieferung	2,97	2,27	ASIA A 6,0	ASIA B-D 2,3	ASIA A 3,3	ASIA B-D 1,7
Middleton, 2012 [92]	KH-Einlieferung	2,2	1,7	ASIA ABC: C1-4: 3,5; C5-8: 3,6; T1-S5: 1,9 Alle Verletzungen mit ASIA D: 1,0			
Cao, 2013 [103]	KH-Entlassung	3,6	4,2	k.A.			

Eine Rückenmarksverletzung erhöht laut Ergebnis der Berechnung die Mortalität im Vergleich zur nicht-verletzten Allgemeinbevölkerung um das Dreifache. Für Frauen ergibt sich hier ein im Vergleich zum Kollektiv der Männer deutlich höherer Wert. Hinsichtlich der relativen Sterblichkeit von Para- und Tetraplegikern in Abhängigkeit des Verletzungsausmaßes ergibt sich mit einem Wert von 6,14 die höchste SMR für Tetraplegiker

mit vollständigem Querschnitt, gefolgt von einer SMR von 3,25 für komplette Paraplegien. Unvollständige Verletzungen ziehen im Vergleich jeweils niedrigere Werte nach sich (s. Abbildung 8).

Tabelle 25: Metaanalyse für die Abbildung 8 (SMR von RM-Verletzten)

Kollektiv	Berücksichtigte Referenzen
Gesamt	Hartkopp, 1997 [98], Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102], Cao, 2013 [103], Sabre, 2013 [93]
Männlich	Hartkopp, 1997 [98], Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102], Sabre, 2013 [93]
Weiblich	Hartkopp, 1997 [98], Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102], Sabre, 2013 [93]
Tetra	Hartkopp, 1997 [98], Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102], Cao, 2013 [103], Middleton, 2012 [92]
Tetra vollst.	Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102]
Tetra unvollst.	Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102]
Para	Hartkopp, 1997 [98], Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102], Cao, 2013 [103], Middleton, 2012 [92]
Para vollst.	Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102]
Para unvollst.	Hagen, 2010 [88], Ahoniemi, 2011 [102]

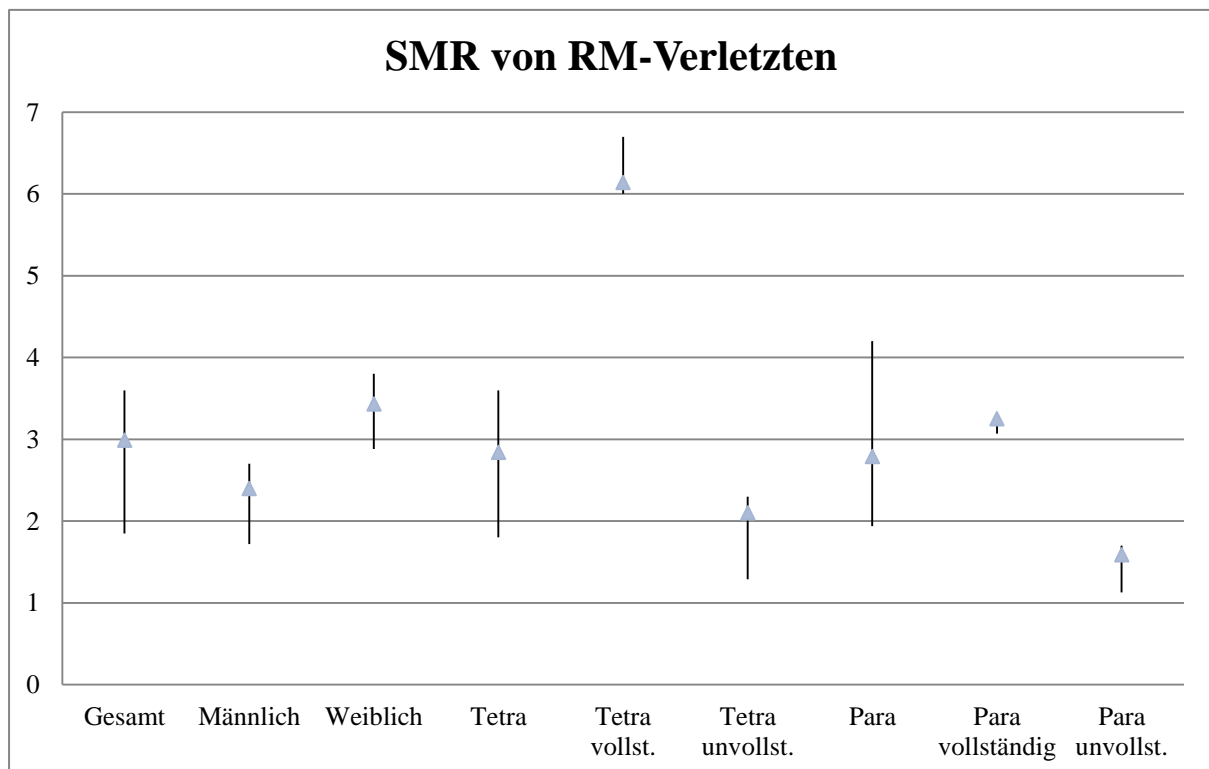


Abbildung 8: Mortalität nach Rückenmarksverletzung für verschiedene Kollektive (gemessen anhand der SMR)

Verkürzung der Lebenserwartung in Jahren

Die Studien von Yeo, et al. [34], Strauss et al. [104], Frankel et al. [105] und DeVivo et al. [106] geben eine Einschätzung der Lebenserwartung in Jahren für unterschiedliches Alter bei Verletzung an. Mit zunehmendem Alter bei Verletzung zeigen die Patienten eine weniger starke Verkürzung der Lebenserwartung, gemessen in absoluten Jahren. Dies ist für jede Verletzungshöhe (Tetra- und Paraplegiker) und jedes Verletzungsausmaß (Frankel Grade) zu beobachten.

Innerhalb einer Altersstufe ist jeweils die Lebenserwartung am stärksten verkürzt für Tetraplegiker mit Frankel Grade A bzw. ABC, gefolgt von der für Paraplegiker mit Frankel Grade A bzw. ABC. Verletzungen des Grades D sind insgesamt mit dem geringsten Verlust an Lebensjahren verbunden (s. Tabellen 26-29).

Vergleicht man beispielsweise die Ergebnisse zu den Studien von DeVivo et al. [106] und Strauss et al. [104] sind bei einem Alter von 20 Jahren bei Verletzung eine Verkürzung der Lebenserwartung je nach Verletzungshöhe und –ausmaß von 6,4 bis 27,8 Jahren zu erwarten. Ist ein Patient bei Verletzung dagegen 65 Jahre alt, ist in der Zusammenschau der genannten Studien mit einer Lebenserwartungsreduktion von 0,9 bis maximal 8,6 Jahren auszugehen, wobei der niedrigste Wert für geringgradige Verletzungen und der höchste für Tetraplegien mit größerem Verletzungsausmaß gilt.

Tabelle 26: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel D

Frankel D	Alter bei Verletzung	10	20	25	35	45	55	65
Verkürzung der Lebenserwartung (in Jahren)	Frankel, 1998 [105](♂/♀)	6,7/ 6,6	9,7/ 9,8	10,1/ 10,4	9,5/ 9,9	7,5/ 7,9	4,9/ 5,2	4,9/ 5,2
	Yeo, 1998 [34]	k.A.	k.A.	4,0	2,9	2,2	1,6	0,9
	DeVivo, 1999 [106]	k.A.	6,7	5,2	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Strauss, 2000 [104]	6,4	5,8	5,5	4,8	4,2	3,2	2,0

Tabelle 27: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel A

Frankel A	Alter bei Verletzung	25	35	45	55	65
Verkürzung der Lebenserwartung (in Jahren)	Yeo, 1998 [34] (Tetraplegiker/Paraplegiker)	15,0/ 8,1	13,2/ 6,8	10,7/ 5,5	7,6/ 3,8	4,7/ 2,0

Tabelle 28: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel ABC und Tetraplegie

Frankel ABC	Alter bei Verletzung	10	20	25	35	45	55	65
Verkürzung der Lebenserwartung (in Jahren)	Frankel, 1998 [105] (♂/♀)	22,4/ 21,9	20,6/ 20,6	19,4/ 19,6	16,5/ 17,2	13,4/ 14,3	10,3/ 11,3	7,5/ 8,6
	DeVivo, 1999 [106] (C1-4/C5-8)	k.A.	23,9/ 18,3	19,1/ 15,0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Strauss, 2000 [104] (C1-4/C5-8)	27,8/ 15,4	21,0/ 15,1	19,5/ 14,6	17,5/ 13,3	14,2/ 11,2	10,0/ 8,3	7,0/ 6,5

Tabelle 29: Verkürzung der Lebenserwartung nach Rückenmarksverletzung (in Jahren) abhängig vom Alter bei Verletzung bei Verletzungen vom Schweregrad Frankel ABC und Paraplegie

Frankel ABC	Alter bei Verletzung	10	20	25	35	45	55	65
Verkürzung der Lebenserwartung (in Jahren)	Frankel, 1998 [105] (♂/♀)	6,6/ 11,9	11,6/ 11,6	11,2/ 11,3	10,0/ 10,3	8,7/ 9,2	7,4/ 8,1	6,2/ 7,1
	DeVivo, 1999 [106]	k.A.	6,7	10,3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Strauss, 2000 [104]	12,0	10,1	9,7	8,5	6,6	4,8	3,8

4.2.2.3 Todesursachen nach Rückenmarksverletzung

Auffallend hohe Werte für die SMR werden von allen Studien für durch Sepsis bzw. Infektionen verursachte Todesfälle festgestellt. Die Werte liegen hier mit Ausnahme des relativ niedrigen Wertes von 1,5 bei Sabre et al. [93] sowie von 6,9 bei Lidal et al. [101] bei zwischen 14,53 bis zu 720 für verschiedene Kollektive und Studienzeiträume (s. Tabelle 30).

Tabelle 30: Sepsis/ Infektionen als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachen-spezifische SMR)

Studie	Anzahl der Pat.	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Hartkopp, 1997 [98]	888	Reha-Einweisung	1953-1990: 125 1953-1971: 720 1972-1990: 96,4
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	172,3
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂6,9*, ♀ k.A.
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	„bakterielle Erkrankungen“: 14,53
Sabre, 2013 [93]	595	KH-Einlieferung	339,5

*Im Konfidenzintervall ist die 1 enthalten

Auch Tod durch Suizid ist bei Rückenmarksverletzten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung circa um das vier- bis neunzehnfache erhöht (s. Tabelle 31).

Tabelle 31: Suizid als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachen-spezifische SMR)

Studie	Anzahl der Pat.	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Hartkopp, 1997 [98]	888	Reha- Einweisung	1953-1990: 4,57 1953-1971: 5,74 1972-1990:7,54
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	4,4
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂4,7, ♀19,2
Hagen, 2010 [88]	401	KH-Einlieferung	5,79
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	4,37
Sabre, 2013 [93]	595	KH-Einlieferung	8,3

Des Weiteren sind Erkrankungen der Atemwege, insbesondere Pneumonie, als Todesursache mehrfach erhöht (s. Tabelle 32). Dasselbe gilt auch für Erkrankungen der Harnwege (s. Tabelle 33).

Tabelle 32: Erkrankungen der Atemwege als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachen-spezifische SMR)

Erkrankungen der Atemwege allgemein			
Studie	Anzahl der Pat.	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Hartkopp, 1997 [98]	888	Reha-Einweisung	1953-1990: 9,54 1953-1971: 49,5 1972-1990: 13,1
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂2,7*, ♀8,9*
Hagen, 2010 [88]	401	KH-Einlieferung	1,96
Sabre, 2013 [93]	595	KH- Einlieferung	5,5
Pneumonie			
Hartkopp, 1997 [98]	888	Reha-Einweisung	1953-1990: 25,6 1953-1971: 102 1972-1990: 52,1

Pneumonie und Influenza			
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	32,5
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂5,6, ♀ 8,7
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	17,11

*Im Konfidenzintervall ist die 1 enthalten

Tabelle 33: Erkrankungen der Harnwege/ des Urogenitaltraktes als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachen-spezifische SMR)

Studie	Anzahl der Pat.	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Hartkopp, 1997 [98]**	888	Reha-Einweisung	1953-1990: 3,68 1953-1971: 18,7 1972-1990: k.A.
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	22,8
Lidal, 2007 [101]**	387	1 Jahr nach Verletzung	♂21,9, ♀ 23,4
Hagen, 2010 [88]**	401	KH-Einlieferung	1,99*
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	6,84
Sabre, 2013 [93]**	595	KH-Einlieferung	18

*Im Konfidenzintervall ist die 1 enthalten.

** Diese Studien schließen Erkrankungen des Urogenitaltraktes, nicht nur der Harnwege, ein.

Die Ergebnisse der Einzelstudien bezüglich Erkrankungen des Kreislaufs variieren deutlich von Studie zu Studie (s. Tabelle 34). Beispielsweise berechneten Soden et al. [100], Lidal et al. [101] sowie Hagen et al. [88] eine SMR, die keinen Unterschied in der Häufigkeit von ischämischen Herzerkrankungen bei Rückenmarksverletzten feststellt, während zerebrovaskulären Erkrankungen eine SMR zwischen 0,8 bis zu 6,6 zugeschrieben wird. Insgesamt scheint die SMR für kardiovaskuläre Erkrankungen je nach genauer Diagnose leicht erhöht, jedoch bei weitem nicht in dem Maße wie Sepsis, Infektionen oder Erkrankungen der Atemwege.

Tabelle 34: Kardiovaskuläre Erkrankungen als Todesursache nach RM-Verletzung (Todesursachen-spezifische SMR)

Kardiovaskuläre Erkrankungen allgemein			
Studie	Anzahl der Pat.	Beginn des Beobachtungszeitraums	SMR
Hartkopp, 1997 [98]	888	Reha-Einweisung	1953-1990: 1,15* 1953-1971: 3,22 1972-1990: 1,45*
Hagen, 2010 [88]	401	KH-Einlieferung	0,98*
Sabre, 2013 [93]	595	KH-Einlieferung	1,5
(Ischämische) Herzerkrankungen			
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	0,9*
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂0,9*. ♀k.A.
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	1,77

Cao, 2013 [103]**	2685	KH-Entlassung	2,8
Zerebrovaskuläre Erkrankungen			
Soden, 2000 [100]	335	1,5 Jahre nach Verletzung	2,3
Lidal, 2007 [101]	387	1 Jahr nach Verletzung	♂0,8*, ♀k.A.
Middleton, 2012 [92]	2014	1 Jahr nach Verletzung	2,61
Cao, 2013 [103]	2685	KH-Entlassung	11,0

*Im Konfidenzintervall ist die 1 enthalten.

**Cao, 2013 fasste Herzerkrankungen allgemein, nicht nur ischämischer Genese, zusammen.

Auffallend ist, dass bei der Berechnung der SMR (s. Tabelle 35) von Neubildungen der Einzelwert bei drei Studien zwischen 0,5 und 0,84 liegt, während die Studie von Cao et al. [103] mit 4,8 einen deutlich höheren Wert nennt. Dass die berechnete Gesamt-SMR für Neubildungen bei 3,06 ist, liegt in der deutlich höheren Fallzahl von Cao et al. [103], begründet (s. Tabelle 35).

Tabelle 35: Metaanalyse der SMRs für spezifische Todesursachen nach RM-Verletzung

Todesursachen	Für Metaanalyse verwendete Studien	SMR	Spannweite
Erkrankungen der Atemwege	Hartkopp et al, 1997 [98] Hagen et al, 2010 [88] Sabre et al, 2013 [93]	6,65	1,96- 9,54
Suizid	Hartkopp et al, 1997 [98] Hagen et al, 2010 [88] Sabre et al, 2013 [93]	6,01	4,57- 8,3
Sepsis/Infektionen	Hartkopp et al, 1997 [98] Sabre et al, 2013 [93]	211,06	125,00- 339,50
Erkrankungen des Verdauungssystems	Hartkopp et al, 1997 [98] Sabre et al, 2013 [93]	2,19	1,90- 2,66
Erkrankungen des Kreislaufs	Hartkopp et al, 1997 [98] Hagen et al, 2010 [88] Sabre et al, 2013 [93]	1,21	0,89- 1,50
Neubildungen	Hartkopp et al, 1997 [98] Hagen et al, 2010 [88] Sabre et al, 2013 [93] Cao et al, 2013 [103]	3,06	0,50- 4,80
Erkrankungen der Harnwege	Hartkopp et al, 1997 [98] Hagen et al, 2010 [88] Sabre et al, 2013 [93]	7,84	1,99- 18,00

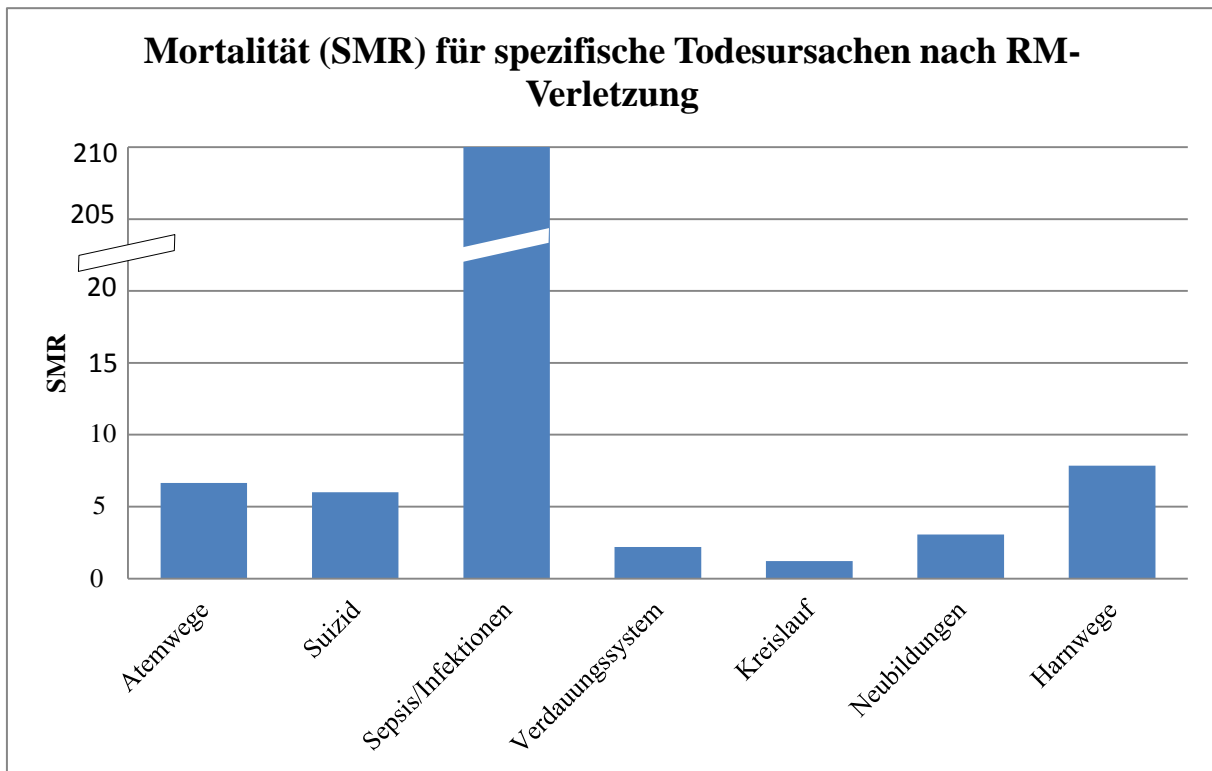


Abbildung 9: Mortalität (SMR) für spezifische Todesursachen nach Rückenmarksverletzung

Hartkopp et al. [94] und Soden et al. [96] untersuchten Todesursachen-spezifische SMR für die Kollektive Tetraplegiker und Paraplegiker getrennt. Pneumonie als Todesursache geht hierbei bei Tetraplegikern mit einer deutlich erhöhten SMR im Vergleich zu Paraplegikern einher. Erkrankungen der Harnwege führen dagegen bei Paraplegikern deutlich häufiger zum Tod. Sepsis als Todesursache ist bei beiden Kollektiven in vergleichbarem Ausmaß erhöht. (siehe Tabelle 36 und 37).

Tabelle 36: Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR) nach RM-Verletzung (Tetraplegie)

Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR)		Tetraplegiker	
Studieninformation	Hartkopp, 1997 [94] Anzahl der Pat.: 888, Beginn des Beobachtungszeitraums: Reha-Einweisung	Soden, 2000 [96] Anzahl der Pat.: 335	Beginn des Beobachtungszeitraums: 1,5 Jahre nach Verletzung
Sepsis	55,4	206,4	
Pneumonie	26,2	Pneumonie & Influenza: 48,8	
Erkrankungen der Harnwege	k.A.	13,9	
Suizid	3	6	
Erkrankungen des Kreislaufs	1,07	k.A.	

Tabelle 37: Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR) nach RM-Verletzung (Paraplegie)

Todesursachen in Abhängigkeit von der Verletzungshöhe (SMR)		Paraplegiker	
Studieninformation	Hartkopp, 1997 [94] Anzahl der Pat.: 888, Beginn des Beobachtungszeitraums: Reha-Einweisung	Soden, 2000 [96] Anzahl der Pat.: 335 Beginn des Beobachtungszeitraums: 1,5 Jahre nach Verletzung	
Sepsis	215	133,1	
Pneumonie	24,8	Pneumonie & Influenza: 13,2	
Erkrankungen der Harnwege	k.A.	33,5	
Suizid	2,2	k.A.	
Erkrankungen des Kreislaufs	1,26	k.A.	

Aus der Erfassung der prozentualen Verteilung von Todesursachen der Einzelstudien geht hervor, dass bei Rückenmarksverletzten Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems auf Platz eins der Todesursachen liegen, gefolgt von Erkrankungen der Atemwege und Neoplasien. (s. Tabelle 38 bis 45). Paraplegiker versterben häufiger an kardiovaskulären Erkrankungen, während bei Tetraplegikern Erkrankungen der Atemwege als Todesursache häufiger vorkommen. Suizid ist tendenziell bei Tetraplegikern eine häufigere Todesursache als bei Paraplegikern (s. Tabelle 46).

Tabelle 38: Erkrankungen der Atemwege als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Erkrankungen der Atemwege allgemein				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	13,8%	19,3%	11,2%
Hartkopp, 1997 [98]	888	29%	45%	23%
Frankel, 1998 [105]	3.179	23%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	28,0%/ 18,0%	k.A.	k.A.
Hagen, 2010 [88]	401	35%	C, kompletter Querschnitt: 20% C, unvollst.: 29%	TL, kompletter Querschnitt: 7% TL, unvollst.: 5%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂9,4%, ♀6,1%	♂8,0%, ♀7,7%
Thietje, Kowald, 2011 [90]	102	26%	6,3%	14,6%
Pneumonie und Influenza				
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	12%	22%	4%
Middleton, 2012 [92]	2.014	12,7%	k.A.	k.A.

C: zervikal, TL: thorakolumbal, unvollst.: unvollständig, kein kompletter Querschnitt

Tabelle 39: Kardiovaskuläre Erkrankungen als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Kardiovaskuläre Erkrankungen allgemein				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	23,2%	14,1%	23,2%
Hartkopp, 1997 [98]	888	24%	13%	20%
Hagen, 2010 [88]	401	39%	C, kompletter Querschnitt: 8% C, unvollst.: 36%	TL, kompletter Querschnitt: 13% TL, unvollst.: 11%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂21%, ♀18,2%	♂ 23%, ♀11,5%
Lungenembolie				
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	9,7%/ 3,2%	k.A.	k.A.
(Ischämische) Herzerkrankungen				
Frankel, 1998 [105]	3.179	18%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	23,0%/ 16,8%	k.A.	k.A.
Thietje, Kowald, 2011 [90]*	102	28,1%	14,6%	41,7%
Thietje, Pouw, 2011 [97]*	100	11%	4%	18%
Middleton, 2012 [92]*	2.014	13,2%	k.A.	k.A.
Zerebrovaskuläre Erkrankungen				
Frankel, 1998 [105]	3.179	5%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	Apoplex: 3,2%/ 3,4%	k.A.	k.A.
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	7%	6%	8%
Middleton, 2012 [92]	2.014	8,8%	k.A.	k.A.

* Die Angaben dieser Studien umfassen ausschließlich ischämische Herzerkrankungen.; C: zervikal, TL: thorakolumbal, vollst.= vollständig, unvollst.= unvollständig

Tabelle 40: Suizid als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Suizid				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Hartkopp. 1997 [98]	888	10%	8%	9%
Hagen, 2010 [88]	401	6%	C, kompletter Querschnitt: 2% C, unvollst.: 2%	TL, kompletter Querschnitt: 3% TL, unvollst.: 4%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂5,8% ♀0%	♂17%, ♀27%

Thietje, Kowald, 2011 [90]	102	9,4%	16,7%	2,1%
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	11%	18%	4%
Middleton, 2012 [92]	2.014	4,4%	k.A.	k.A.

C: zervikal, TL: thorakolumbal, vollst.= vollständig, unvollst.= unvollständig

Tabelle 41: Sepsis als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Sepsis				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	4,4%	7,0%	4,9%
Hartkopp, 1997 [98]	888	3%	3%	9%
Frankel, 1998 [105]	3.179	4%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	7,5%/ 0%	k.A.	k.A.
Thietje, Kowald, 2011 [90]	102	Urosepsis: 6,3%	8,4%	4,2%
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	26%	32%	20%
Middleton, 2012 [92]	2.014	Bakterielle Erkrankungen:4,4%	k.A.	k.A.

Tabelle 42: Erkrankungen der Harnwege/ des Urogenitaltraktes als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Erkrankungen der Harnwege/ des Urogenitaltraktes				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	24,3%	21,1%	28,1%
Hartkopp, 1997 [98]	888	2%	4%	1%
Frankel, 1998 [105]	3.179	19%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	3,8%/ 4,0%	k.A.	k.A.
Hagen, 2010 [88]	401	12%	C vollst.: 6% C unvollst.: 7%	TL vollst.: 6% TL unvollst.: 1%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂1,4%, ♀3%	♂1,5%, ♀0%
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	Nierenversagen: 1%	0%	2%
Middleton, 2012 [92]	2.014	4,8%	k.A.	k.A.

C: zervikal, TL: thorakolumbal, vollst.= vollständig, unvollst.= unvollständig

Tabelle 43: Erkrankungen des Verdauungssystems als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Erkrankungen des Verdauungssystems				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	4,4%	7,0%	3,9%
Hartkopp. 1997 [98]	888	5%	3%	6%
Frankel, 1998 [105]	3.179	4%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	4,8%/ 5,4%	k.A.	k.A.
Hagen, 2010 [88]	401	5%	C vollst.: 1% C unvollst.: 3%	TL vollst.: 4% TL unvollst.: 1%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂4,5%, ♀21,2%	♂9,5%, ♀7,7%
Thietje, Kowald, 2011 [90]	102	Ileus: 4,2%	4,2%	4,2%
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	2%	2%	4%
Middleton, 2012 [92]	2.014	3,9%	k.A.	k.A.

C: zervikal, TL: thorakolumbal, vollst.= vollständig, unvollst.= unvollständig

Tabelle 44: Neubildungen als Todesursache nach RM-Verletzung (prozentualer Anteil)

Neubildungen				
Studie	Anzahl der Pat.	Gesamtkollektiv	Tetraplegiker	Paraplegiker
Whiteneck, 1992 [95]	834	11%	7%	10,2%
Hartkopp. 1997 [98]	888	7%	3%	4%
Frankel, 1998 [105]	3.179	10%	k.A.	k.A.
DeVivo, 1999 [106](1.Jahr nach Verletzung/nach 1.Jahr)	28.239	1,4%/9,5%	k.A.	k.A.
Hagen, 2010 [88]	401	17%	C vollst.: 2% C unvollst.: 18%	TL vollst.: 10% TL unvollst.: 0%
Ahoniemi, 2011 [102]	1.647	k.A.	♂8,1%, ♀3,0%	♂11,5%, ♀5,8%
Thietje, Kowald, 2011 [90]	102	11,5%	6,3%	16,7%
Thietje, Pouw, 2011 [97]	100	11%	6%	16%
Middleton, 2012 [92]	2.014	14,5%	k.A.	k.A.

C: zervikal, TL: thorakolumbal, vollst.= vollständig, unvollst.= unvollständig

Tabelle 45: Prozentuale Verteilung (Spannweiten) von Todesursachen in den Gesamtkollektiven Rückenmarksverletzter

Todesursache	Referenzen (Gesamtkollektiv)	Gesamtkollektiv (%)
Neubildungen	Whiteneck, 1992 [95]	7,0-17,0
Erkrankungen des Kreislaufs	Hartkopp, 1997 [98] Frankel, 1998 [105]	18,0-28,1
Erkrankungen der Atemwege	Thietje, Pouw, 2011 [97]	12,0-35,0
Erkrankungen des Verdauungssystems	Thietje, Kowald, 2011 [90] Hagen, 2010 [88]	4,2-5,0
Sepsis	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98] Frankel, 1998 [105] Thietje, Pouw, 2011 [97]	3,0-5,0
Nervensystem	Thietje, Pouw, 2011 [97] Hagen, 2010 [88]	1,0-17,0
Erkrankungen der Harnwege/ urogenitale Erkrankungen	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98] Frankel, 1998 [105] Hagen, 2010 [88]	2,0-24,3
Suizid	Hartkopp, 1997 [98] Thietje, Pouw, 2011 [97] Thietje, Kowald, 2011 [90] Hagen, 2010 [88]	6,0-11,0

Tabelle 46: Prozentuale Verteilung (Spannweiten) von Todesursachen im Kollektiv der Tetraplegiker und Paraplegiker

Todesursache	Referenzen (Tetra- und Paraplegiker)	Tetraplegiker (%)	Paraplegiker (%)
Neubildungen	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98] Thietje, Pouw, 2011 [97] Thietje, Kowald, 2011 [90]	3,0-7,0	4,0-16,7
Erkrankungen des Kreislaufs	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98]	13,0-14,1	20,0-23,2
Erkrankungen der Atemwege	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98]	6,3-45,0	4,0-23,0
Erkrankungen des Verdauungssystems	Thietje, Pouw, 2011 [97] Thietje, Kowald, 2011 [90]	2,0-7,0	3,9-6,0
Sepsis	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98] Thietje, Pouw, 2011 [97]	3,0-32,0	4,9-20,0
Nervensystem	Thietje, Pouw, 2011 [97]	0,0	2,0
Erkrankungen der Harnwege/ urogenitale Erkrankungen	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98]	4,0-21,1	1,0-28,1
Suizid	Whiteneck, 1992 [95] Hartkopp, 1997 [98] Thietje, Pouw, 2011 [97] Thietje, Kowald, 2011 [90]	8,0-18,0	2,1-9,0

4.2.2.4 Risikofaktoren für Mortalität nach Rückenmarksverletzung

13 der 23 ausgewählten Studien untersuchen die Auswirkung verschiedenster Faktoren auf die Mortalität. Unter anderem wird das Geschlecht, das Alter bei Verletzung, Verletzungshöhe und -ausmaß, aber auch Komorbiditäten, Vorerkrankungen und Folgen der Rückenmarksverletzung hinsichtlich ihrer Effekte auf das Mortalitätsrisiko näher betrachtet. Hierzu werden als Bewertungsformen in drei Studien die Odds Ratio (OR), in vier Studien das Relative Risiko bzw. die Risk Ratio (RR), in weiteren vier Studien die Hazard Ratio (HR) und in einer Studie das Relative Mortalitätsrisiko (RMR) verwendet. Bei DeVivo et al. [106] wird sowohl die OR als auch die RR berechnet.

Die Spannweite der Werte der sieben Studien, die Angaben zum Risikofaktor männliches Geschlecht enthalten, liegt zwischen 1,22 und 1,42 (s. Tabelle 47). Männer nach Rückenmarksverletzung haben demnach im Vergleich zu Frauen ein bis zu 1,4fach höheres Risiko zu versterben. Dies gilt laut der sieben Studien über den maximalen Nachbeobachtungszeitraum von elf bis 57 Jahren; der Beginn der Beobachtungszeiträume lag hierbei zwischen Krankenhauseinlieferung bis zu zwei Jahren nach Verletzung. Vom Risikofaktor „männliches Geschlecht“ weichen als einzige Studie Hagen et al. (2010) [88], ab, die Frauen ein relatives Mortalitätsrisiko von 1,96 im Vergleich zu Männern zuschreibt.

Tabelle 47: Geschlecht als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung

Studie	Geschlecht	Risikoangaben
Frankel, 1998 [105]	männlich	RR=1,23
DeVivo, 1999 [106]	männlich	Mortalität <1 Jahr nach Verletzung: männlich OR=1,42 Mortalität >1 Jahr nach Verletzung: männlich RR=1,26
O'Connor, 2005 [89]	männlich	HR=1,40
Strauss, 2006 [91]	männlich	<2 Jahre nach Verletzung: OR=1,22 >2 Jahre nach Verletzung: OR=1,3
Hagen, 2010 [88]	weiblich	RMR=1,96
Ahoniemi, 2011 [102]	männlich	HR=1,36
Krause, 2011 [107]	Männlich	OR=1,26
Cao, 2013 [103]	Männlich	HR=1,3
Sabre, 2013 [93]	weiblich	<2 Jahre nach Verletzung: RR=0,96 >2 Jahre nach Verletzung: RR=0,84

Auch das Alter bei Verletzung wird als mit jedem zusätzlichen Jahr kontinuierlich steigender Risikofaktor festgestellt. Die Werte liegen hier zwischen 1,04 und 1,08, was mit jedem zusätzlichen Jahr an Alter bei Verletzung ein bis zu 8% höheres Mortalitätsrisiko impliziert (s. Tabelle 48).

Tabelle 48: Alter bei Verletzung als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung

Studie	Alter als Risikofaktor
McColl, 1997 [96]	RR=1,07 (7% Risikozunahme pro zusätzlichem Jahr an Alter)
Frankel, 1998 [105]	RR=1,07 (7% Risikozunahme pro zusätzlichem Jahr an Alter)
DeVivo, 1999 [106]	<1 Jahr nach Unfall: 1,07 (7% Risikozunahme pro zusätzlichem Jahr an Alter) >1 Jahr nach Unfall: 1,06 (6% Risikozunahme pro zusätzlichem Jahr an Alter)
O'Connor, 2005 [89]	Signifikanter Anstieg der HR bei Alter >45 Jahre: HR=3,26 (im Vgl. zu 15-24-jährigen)
Lidal, 2007 [101]	RR=1,08 (8% Risikozunahme pro zusätzlichem Jahr an Alter)
Ahoniemi, 2011 [102]	HR=1,06
Sabre, 2013 [93]	<2 Jahre nach Verletzung: RR=1,05 >2 Jahre nach Verletzung: RR=1,04

Die Verletzungshöhe ist ebenfalls als Risikofaktor anzusehen, wobei grundsätzlich das Risiko bei Verletzung im zervikalen Bereich am größten ist und mit abnehmender anatomischer Verletzungshöhe abnimmt (s. Tabelle 49). Tetraplegiker haben demzufolge ein zwischen 1,4 und 1,8fach höheres Mortalitätsrisiko als Paraplegiker. Wurden in den Studien beispielsweise die Höhen C1-4 thorakolumbalen Levels gegenübergestellt, fielen diese Werte noch deutlicher aus. Ähnliche Aussagen sind auch zum Verletzungsausmaß als Risikofaktor zu treffen. Komplette Querschnitte haben gegenüber Verletzten, denen Funktionen erhalten bleiben, ein mehrfach erhöhtes Risiko, zu versterben (s. Tabelle 50 und 51). Die Odds Ratio bzw. das relative Risiko liegt hier bei Werten zwischen 1,5 bis hin zu 6,5.

Tabelle 49: Verletzungshöhe als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung

Studie	Verletzungshöhe als Risikofaktor
	Risikovergleich Tetraplegie zu Paraplegie
Whiteneck, 1992 [95]	OR=1,4
McColl, 1997 [96]	RR=1,66
DeVivo, 1999 [106]	<1 Jahr nach Verletzung: C1-4: OR=3,27 (je im Vgl. zu T1-S5) C5-8: OR=2,30 >1 Jahr nach Verletzung: C1-4: RR=2,01 C5-8: RR=1,0
O'Connor, 2005 [89]	C1-4: HR=2,76 (im Vgl. zu T1-S5) C5-8: HR=1,71
Lidal, 2007 [101]	RR=1,67
Ahoniemi, 2011 [102]	HR=1,75
Sabre, 2013 [93]	C1-4: RR=5,00 (im Vgl. zu T1-S5) C5-8: RR=2,88
Cao, 2013 [103]	C1-4: HR=1,6 (im Vgl. zu C5-S5)

Tabelle 50: Verletzungsausmaß als Risikofaktor für Mortalität nach RM-Verletzung

Studie	Verletzungsausmaß als Risikofaktor
	Risikovergleich kompletter Querschnitt zu unvollständiger Verletzung
Whiteneck, 1992 [95]	OR=1,5
McCull, 1997 [96]	RR=1,97
O'Connor, 2005 [89]	HR=2,87
Ahoniemi, 2011 [102]	HR=1,81
Sabre, 2013 [93]	Unvollständige Verletzungen im Vgl. zu komplettem Querschnitt: RR=0,29
	Risikovergleich anderer Konstellationen
DeVivo, 1999 [106]	Vollständig: OR=6,46 Motorik nicht erhalten: OR=3,22 <1 Jahr nach Verletzung: Nur Sensorik erhalten: OR=4,50 Vollständig: RR=2,16 Motorik nicht erhalten: RR=1,54 >1 Jahr nach Verletzung: Nur Sensorik erhalten: RR=4,50 (Vgl. zu Verletzungen, bei denen die Motorik erhalten blieb)
Lidal, 2007 [101]	Frankel Grade A-C im Vgl. zu Frankel Grade D-E: RR=1,84
Cao, 2013 [103]	Vgl. zu Verletzungen mit Frankel Grade A Frankel Grade B: HR=0,4 Frankel Grade C: HR=0,5 Frankel Grade D: HR=0,3 Frankel Grade E: HR=0,6

Tabelle 51: Risikovergleich von Verletzungen verschiedener Höhe und Ausmaßes

Studie	Risikovergleich verschiedener Verletzungen
Frankel, 1998 [105]	Tetraplegie ABC RR=2,22 Paraplegie ABC RR=1,46 (je im Vgl. zu Grade D Verletzungen)
Strauss, 2006 [91]	< 2 Jahre nach Verletzung: Grade A C1-3: OR=17,11 C4: OR=8,21 C5: OR= 6,35 C6-8: OR= 3,20 >2 Jahre nach Verletzung: Grade A C1-3: OR=7,44 C4: OR=6,82 C5: OR=5,07 C6-8: OR=3,54 (je im Vgl. zu Grade D und E)
Hagen, 2010 [88]	- Unvollständige zervikale Verletzungen im Vgl. zu unvollständigen thorakolumbalen/sakralen (TLS) Verletzungen: RMR=1,35 - Vollständige TLS im Vgl. zu unvollständigen TLS-Verletzungen: RMR=2,49 - Vollständige zervikale im Vgl. zu unvollständigen TLS-Verletzungen: RMR=4,56

Zwei Studien, Lidal et al. [101], und Cao et al. [103] untersuchten den Effekt von ausgewählten Komorbiditäten auf die Mortalität nach Rückenmarksverletzung. Cao et al. [103] stellen hier eine Risikoerhöhung für das Vorliegen von Komorbiditäten fest, bei Vorhandensein von zwei Komorbiditäten (u.a. neurologische Erkrankungen,

Herzerkrankungen, Stoffwechselerkrankungen) auf das 1,4-fache, bei mindestens drei Vorerkrankungen auf das Doppelte. Lidal et al. [101] halten Werte für konkrete Einzeldiagnosen fest. Demnach gehen vorbestehende kardiovaskuläre Erkrankungen mit einem 2,8-fachen Risiko einher. Psychiatrische Diagnosen erhöhen das Risiko um mehr als das Siebenfache. Der Missbrauch von Alkohol und anderer Substanzen führen zu mehr als einer Dopplung des Risikos.

Die Auswirkungen von Begleitverletzungen und Verletzungsfolgen werden von Krause et al. in zwei Studien thematisiert [107, 108]. So erhöht ein behandlungsbedürftiges Ulcus das Risiko um das 1,16fache, eine Fraktur oder Amputation um das 1,78- bis 2,69fache sowie eine Depression um das 1,60- bis 1,86 fache. Infektionen führen zu einer 1,18fachen Risikoerhöhung, während mindestens eine Hospitalisierung nach RM-Verletzung mit einem 1,63fachen Risiko einhergeht, nach RM-Verletzung zu versterben.

4.3 Einfluss von Komorbiditäten auf die Sterblichkeit von Unfallverletzten

Insgesamt neun Originalstudien mit einer Gesamtzahl von 606.375 Patienten wurden aufgenommen. Fünf Studien stammen aus den USA, jeweils eine aus Großbritannien, Korea, Kanada und Deutschland. Sie umfassen einen Gesamtstudienzeitraum von 1983 bis 2007. Untersucht wurde in allen der Zusammenhang zwischen bei Unfallopfern vorhandenen Vorerkrankungen und deren Einfluss auf das Sterberisiko nach Unfall. Alle Studien verwendeten dazu multivariate logistische Regressionsmodelle, um den Effekt vorhandener Komorbiditäten unabhängig von Verletzungsschwere, Alter oder andere äußere Umstände isoliert zu erfassen. Berechnet wurde dazu jeweils die Odds Ratio, das Risikoverhältnis, das Aufschluss gibt über die Risikoerhöhung durch spezifische Komorbiditäten. Da es sich bei allen Studien um die Auswertung klinischer Daten handelt, wurden bereits präklinische Verstorbene nicht berücksichtigt.

Erkrankungen des Herzkreislaufsystems erhöhen das Sterberisiko nach Trauma je nach konkreter Entität um das 1,35-7,0-fache. Hong et al. [109] und Grossman et al. [110] untersuchten speziell den Einfluss einer vorbestehenden Herzinsuffizienz mit dem Ergebnis einer 1,74 bis 5,0fachen Erhöhung des Sterberisikos. Eine ischämische Herzerkrankung bzw. ein Myokardinfarkt erhöht das Risiko ebenso um rund das Doppelte. Arrhythmien wirken sich mitunter am stärksten auf das Risiko aus, mit einer Erhöhung um das Zwei- bis über Vierfache (s. Tabelle 52).

Tabelle 52: Einfluss von kardiovaskulären Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch kardiovaskuläre Vorerkrankungen
Morris, 1990 [111]	Ischämische Herzerkrankung OR=1,8
Grossman, 2002 [110]	Herzinsuffizienz: OR=1,74, andere Erkrankung nicht signifikant
Hollis, 2006 [112]	OR=7,0
Kao, 2006 [113]	Herzerkrankungen OR=1,56
Wutzler, 2009 [114]	Herzerkrankungen OR=1,35
Thompson, 2010 [115]	Myokardinfarkt: OR=2,43 Zerebrovaskuläre Erkrankungen: OR=2,18 Arrhythmien: OR=2,08
Hong, 2013 [109]	Herzinsuffizienz: OR=5,02 Arrhythmien: OR=4,58 Erkrankungen der Herzklappen: OR=1,10 Erkrankungen der peripheren Gefäße: OR=2,33 Unkomplizierter Bluthochdruck: OR=1,00 Komplizierter Bluthochdruck: OR=2,73

Die größte Spannweite ergibt sich bei Zusammenschau der Ergebnisse zur Risikobeeinflussung durch hämatologische Grunderkrankungen wie Störungen der Blutgerinnung von 1,68 bis 18,52 (s. Tabelle 53). Eine hinreichende Erklärung durch Charakteristika des Studienkollektives ist den Studien nicht zu entnehmen. Der Hauptunterschied zwischen den Studien dieser Minimal- und Maximalwerte liegt in den Ursprungsländern Deutschland bzw. Korea.

Tabelle 53: Einfluss hämatologischer Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch hämatologische Vorerkrankungen
Morris, 1990 [111]	Angeborene Gerinnungsstörung OR=3,2
Grossman, 2002 [110]	nicht signifikant
Hollis, 2006 [112]	OR=5,3
Wutzler, 2009 [114]	Gerinnungsstörung OR=1,68
Hong, 2013 [109]	Gerinnungsstörung OR=18,52

Vorbestehende Krebserkrankungen erhöhen das Risiko, nach einem Unfall zu versterben, um rund das zwei- bis siebenfache (s. Tabelle 54).

Tabelle 54: Einfluss von Karzinomen/malignen Neubildungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch Karzinome/maligne Neubildungen
Grossman, 2002 [110]	OR=1,84
Hollis, 2006 [112]	OR=7,3
Wutzler, 2009 [114]	OR=1,76
Hong, 2013 [109]	Metastasierend: OR=7,07 Solider Tumor ohne Metastasen: OR=1,96

Eine eindeutige Risikoerhöhung ist ebenso durch vorbestehende Lebererkrankungen, insbesondere bei Leberzirrhose zu beobachten. Patienten mit derartiger Vorerkrankung haben ein über zwei- bis fünffaches Risiko, nach Unfall zu versterben (s. Tabelle 55).

Tabelle 55: Einfluss von hepatischen Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch hepatische Vorerkrankungen
Morris, 1990 [111]	Zirrhose OR=4,8
Grossman, 2002 [110]	OR=5,11
Kao, 2006 [113]	OR=4,82
Wutzler, 2009 [114]	Hepatitis/Zirrhose OR= 2,36
Thompson, 2010 [115]	Schwere Lebererkrankung OR=5,21
Hong, 2013 [109]	OR=2,65

Auch vorbestehende Atemwegserkrankungen, insbesondere chronische Lungenerkrankungen wie die COPD, erhöhen das Sterberisiko nach Trauma (s. Tabelle 56).

Tabelle 56: Einfluss von Atemwegserkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch Atemwegserkrankungen
Morris, 1990 [111]	COPD: OR=1,8
Grossman, 2002 [110]	COPD: OR=1,49
Hollis, 2006 [112]	OR=5,6
Wutzler, 2009 [114]	Keine Risikoerhöhung
Hong, 2013 [109]	Chronische Lungenerkrankung: OR=2,47

Neurologische Erkrankungen haben je nach exakter Diagnose verschiedene Auswirkungen auf das Sterberisiko nach Trauma (s. Tabelle 57).

Tabelle 57: Einfluss neurologischer Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch neurologische Vorerkrankungen
Morris, 1990 [111]	Kein signifikanter Effekt bei degenerativen Erkrankungen Psychose OR=0,7
Grossman, 2002 [110]	Nicht signifikant
Hollis, 2006 [112]	OR=5,0 Demenz: OR=5,9
Bamvita, 2007 [23]	aOR=2,18
Thompson, 2010 [115]	Demenz: OR=1,76
Hong, 2013 [109]	Allg.: OR=3,94 Paralyse: OR=1,11 Alzheimer: OR=6,14

aOR: adjusted Odds Ratio

Widersprüchliche Ergebnisse sind bei Vergleich der Studien zur Grunderkrankung Diabetes festzustellen. Von den sechs Studien, die die Risikovariation durch einen vorbestehenden

Diabetes untersuchten, fanden drei keinen signifikanten Zusammenhang. McGwin et al. [116] konstatiert diesen nur für die Kombination bestimmter Altersgruppen und Verletzungsschweren, während Morris et al. [111] und Hong et al. [109] eine Risikoerhöhung um das 1,3 bis 2,8fache festhalten. Hollis et al. [112] untersuchten endokrine Störungen im Allgemeinen unter Einschluss des Diabetes und veröffentlichten einen Wert von 6,1 (s. Tabelle 58).

Tabelle 58: Einfluss endokriner Vorerkrankungen auf das Sterberisiko nach Trauma

Studie	Risikobeeinflussung durch endokrine Vorerkrankungen
Morris, 1990 [111]	Diabetes: OR=1,3
Grossman, 2002 [110]	Diabetes nicht signifikant
Hollis, 2006 [112]	OR=6,1
Kao, 2006 [113]	Diabetes- keine Risikoerhöhung
Wutzler, 2009 [114]	Diabetes- keine Risikoerhöhung
Hong, 2013 [109]	Unkomplizierter Diabetes: OR=1,39 Komplizierter Diabetes: OR=2,80

Zu einer deutlichen Risikoerhöhung führen insbesondere Nierenerkrankungen, mit einer OR von 3,12 bei Grossman et al. [110] und 22,4 bei Hollis et al. [112]. Für das Nierenversagen gibt Hong et al. [109] eine Risikoerhöhung von 5,95 an.

Für den Missbrauch von Alkohol und anderen Substanzen halten Morris et al. [111] und Grossman et al. [110] keinen signifikanten Effekt auf die Sterblichkeit fest. Hollis et al. [112] und Hong et al. [109] geben demgegenüber eine OR von 10,2 bzw. 1,19 für Alkoholmissbrauch an.

Für eine Depression halten Thompson et al. [115] und Hong et al. [109] eine OR von 0,24 bzw. 3,07 fest.

Für Erkrankungen des Verdauungstraktes geben Grossman et al. [110] kein signifikantes Ergebnis an, während Hollis et al. [112] eine Risikoerhöhung von 5,2 festhalten. Für die konkrete Diagnose eines peptischen Ulcus ohne Blutung geben Hong et al. [109] eine OR von 1,93 an.

Für die periphere arterielle Verschlusskrankheit (paVk) als Beispiel einer häufigen Gefäßerkrankung konstatieren Wutzler et al. [114] eine OR von 1,81.

Zusammenfassend ist als Ergebnis festzuhalten, dass Komorbiditäten im Allgemeinen, unabhängig von Alter und Verletzungsschwere, das Risiko nach Unfall im Krankenhaus zu versterben, definitiv erhöhen. Bei konkreter Untersuchung des Effekts von Vorerkrankungen

bei verschiedenen Verletzungsschweren wurde gezeigt, dass vor allem bei eher leichteren Verletzungen diese ausschlaggebend für das Sterberisiko sind. Mit zunehmender Verletzungsschwere verringert sich die Auswirkung von Komorbiditäten auf die Sterblichkeit [23].

4.4 Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit von Unfallverletzten

Von den 13 Originalstudien, die im Folgenden berücksichtigt werden, stammen zehn Studien aus den USA, zwei aus Deutschland und eine aus der Schweiz. Die Gesamtzahl an Patienten beträgt 229.152. Die Zeiträume, in denen sich die Patienten der jeweiligen Studienkollektive verletzten, umfassen einen Gesamtzeitraum von 1996-2011. Das Studiendesign ist mit Ausnahme zweier prospektiver Studien und einer Fall-Kontrollstudie retrospektiv angelegt. Da es sich um klinische Daten handelt, wurden präklinisch verstorbene Unfallopfer in keiner Studie berücksichtigt. Um Verzerrungen durch andere Umweltfaktoren wie Alter und Verletzungsschwere auszuschließen, wurde in den Studien eine multivariate logistische Regressionsanalyse durchgeführt. So konnte der Einfluss des BMI auf die Mortalität nach Trauma isoliert dargestellt werden. Als allgemeines Vergleichskollektiv wurden Normalgewichtige herangezogen, mit einem BMI zwischen 18 und 25. Tabelle 66 im Anhang liefert einen Überblick über die zentralen Studiencharakteristika.

Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit nach Trauma: Die Kernaussagen der einzelnen Studien zum Einfluss des BMI auf das Sterberisiko sind in Tabelle 59 aufgelistet. Die Ergebnisse der Einzelstudien sind nicht eindeutig. In zwei Studien wurde kein relevanter Zusammenhang zwischen Mortalitätsrisiko und Ernährungszustand festgestellt, die übrigen konstatieren eine signifikante Risikoerhöhung für Übergewichtige ab einem BMI von 30 bzw. für stark Übergewichtige mit einem BMI von mindestens 40 im Vergleich zu Normalgewichtigen.

Tabelle 59: Übersicht über die Aussagen verschiedener Studien bzgl. BMI als Risikofaktor für Sterblichkeit nach Unfall

Studie	Aussagen zum BMI als Risikofaktor für Mortalität (Normalgewichtige als Referenzgruppe)
Newell, 2007 [117]	Kein signifikanter Einfluss auf die Mortalität
Hoffmann, 2012 [118]	Untergewichtige (BMI<20) und stark Übergewichtige (BMI>30) haben ein erhöhtes Risiko für Krankenhaussterblichkeit (OR=2,08 bzw. 1,60); leichtes Übergewicht (BMI 25,0-29,9) hat keinen Einfluss.
Andruszkow, 2013 [119]	Kein signifikanter Einfluss auf die Mortalität
Bohicchio, 2006 [120]	Erhöhtes Risiko für Krankenhaussterblichkeit für Übergewichtige mit BMI>30 (OR=7,1)

Ditillo, 2013 [121]	Krankhaft Übergewichtige mit einem BMI ≥ 40 haben ein erhöhtes Risiko für Krankenhaussterblichkeit (OR=1,8)
Ciesla, 2006 [122]	Kein Zusammenhang zwischen Übergewicht und Mortalität nachgewiesen.
Nelson, 2012 [123]	Kein linear steigende signifikante Risikoerhöhung mit steigendem BMI; BMI ≥ 30 ist mit erhöhter Mortalität assoziiert (OR=2,52)
Neville, 2004 [124]	Übergewicht (BMI ≥ 30) mit erhöhter Mortalität assoziiert (OR=5,7)
Ryb, 2008 [125]	Übergewicht (BMI 25-30)OR=1,87; starkes Übergewicht (BMI>30) OR=3,89
Arbabi, 2003 [126]	Übergewichtige (BMI<30) OR=4,2 im Vergleich zu Schlanken; bei leicht Übergewichtigen (BMI 25-30) keine signifikante Risikoerhöhung
Brown, 2005 [127]	Übergewicht (BMI>30) als unabhängiger Risikofaktor für Mortalität OR=1,6; keine lineare Risikoerhöhung mit zunehmendem BMI
Mock, 2002 [128]	BMI ≥ 40 : OR= 2,22; andere BMI-Untergruppen erreichten keine Risikoerhöhung von Signifikanz
Jehle, 2012 [129]	Untergewicht (BMI<18,5): OR=1,115; leichtes Übergewicht (BMI 25-30): OR=0,952; Übergewicht (BMI 35-40):OR=1,212; starkes Übergewicht (BMI ≥ 40):OR=1,599 Für die BMI-Gruppe zwischen 30-35 wurde kein signifikantes Ergebnis angegeben.

Einfluss des BMI auf Komplikationen nach Trauma: Die verschiedenen Studien fanden Risikoerhöhungen für unterschiedliche Komplikationen. Übergewicht (BMI ≥ 30) bzw. starkes Übergewicht (BMI ≥ 40) steht demnach in direktem Kausalzusammenhang mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für Komplikationen wie Multiorganversagen, Nierenversagen, Pneumonie, Harnwegsinfekte und Dekubitus.

Eine allgemeingültige generalisierende Aussage erweist sich vor dem Hintergrund der deutlichen Studienunterschiede als nicht möglich. In den amerikanischen Studien wurde eine weitere Unterteilung der BMI-Gruppen vorgenommen mit zusätzlicher Einführung der Subgruppe mit BMI>40. Diese wurde zur Abgrenzung der als „obese“, Übergewichtige, zusammengefasste Gruppe mit einem BMI zwischen 30 und 40, als „morbidly obese“, etwa „krankhaft Übergewichtige“, bezeichnet. In Tabelle 60 ist eine Übersicht über die Erhöhung des Komplikationsrisikos für BMI-Untergruppen anhand spezifischer Einzelkomplikationen dargestellt.

Tabelle 60: Einfluss des BMI auf spezifische Komplikationen nach Unfall

Komplikation	Referenzen	Odds Ratio	
		BMI>30	BMI>40
Multiorganversagen	Newell, 2007 [117]	Keine signifikante Risikoerhöhung*	OR= 2,639
	Ciesla, 2006 [122]	OR= 1,8	k.A.
	Andruszkow, 2013 [119]	OR= 4,209	k.A.
	Nelson, 2012 [123]	Signifikant erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Multiorganversagens ab einem BMI von 30; Risiko eine Multiorganversagens steigt mit dem BMI.	

	Neville, 2004 [124]	Höhere Rate an Multiorganversagen bei Übergewichtigen beobachtet.	
	Hoffmann, 2012 [118]	Multiorganversagen und Sepsis signifikant mit dem BMI assoziiert; bei Übergewichtige ungefähr doppelt so häufig wie bei Untergewichtigen	
Sepsis	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR= 2,1
	Newell, 2007 [117]	Keine signifikante Risikoerhöhung	
	Hoffmann, 2012 [118]	Multiorganversagen und Sepsis signifikant mit dem BMI assoziiert; bei Übergewichtige ungefähr doppelt so häufig wie bei Untergewichtigen	
Nierenversagen	Newell, 2007 [117]	Keine signifikante Risikoerhöhung*	OR= 13,506
Pneumonie	Newell, 2007 [117]	OR=1,723*	OR= 2,487
	Bochicchio, 2006 [120]	OR= 2,0	k.A.
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR= 1,4
Harnwegsinfekt	Newell, 2007 [117]	OR= 1,823*	OR=2,332
	Bochicchio, 2006 [120]	OR= 2,0	k.A.
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR= 1,8
Dekubitus	Newell, 2007 [117]	Keine signifikante Risikoerhöhung*	OR= 2,841
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR= 2,1
ARDS	Newell, 2007 [117]	Keine Risikoerhöhung	OR=3,7
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR=2,4
Tiefe Venenthrombose	Newell, 2007 [117]	Keine Risikoerhöhung	OR=4,2
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR=1,9
Lungenembolie	Newell, 2007 [117]	Keine Risikoerhöhung	
	Ditillo, 2013 [121]	k.A.	OR=1,5

*Newell, 2007: Untergruppe BMI: 30-39,9

Einfluss des BMI auf die Krankenhausverweildauer: Sechs Studien sammelten Daten zur Dauer der medizinischen Versorgung nach Unfall und deren Abhängigkeit vom BMI. Alle kamen zum Ergebnis, dass übergewichtige Traumapatienten eine deutlich längere Krankenhausverweildauer aufwiesen und z.T. auch über einen längeren Zeitraum intensivmedizinischer Behandlung bedurften als Normalgewichtige (s. Tabelle 61).

Tabelle 61: Übersicht über die Aussagen verschiedener Studien bzgl. der Auswirkung des BMI auf die Krankenhaus-Verweildauer

Studie	Aussagen zum Einfluss des BMI auf die Verweildauer auf der Intensivstation bzw. im Krankenhaus (Referenzgruppe Normalgewichtige)
Newell, 2007 [117]	Steigender BMI ist direkt mit einer Zunahme der Verweildauer im Krankenhaus und der Intensivstation verbunden. Krankhaft Übergewichtige (BMI \geq 40) haben einen nahezu doppelt so langen Krankenhausaufenthalt und einen mehr als doppelt so lange Verweildauer auf der Intensivstation.
Hoffmann, 2012 [118]	Dauer der stationären Behandlung, Verweildauer auf der Intensivstation nimmt mit steigendem BMI stetig zu.
Andruszkow, 2013 [119]	Dauer der Beatmung, Behandlung auf der Intensivstation, gesamte Verweildauer steigt mit zunehmendem BMI.
Bochicchio, 2006 [120]	Längerer Intensiv- und Krankenhausaufenthalt bei Übergewicht (BMI \geq 30); OR für Krankenhausverweildauer=8,3

Ditillo, 2013 [121]	Längere Krankenhaus und Intensiv-Verweildauer (OR 1,2 bzw. 1,15) für stark Übergewichtige (BMI \geq 40)
Ciesla, 2006 [122]	Übergewicht ist mit längerem Intensiv- und Krankenhausaufenthalt assoziiert.
Brown, 2005 [127]	Übergewichtige Patienten haben einen längeren Aufenthalt im KH, auf der Intensivstation, und eine längere Zeit mechanischer Beatmung.

5. Diskussion

5.1 Mortalität und Lebenserwartung nach Unfall

Die präklinischen Todesfälle bewegen sich über die drei Jahrzehnte im Rahmen von 55% bis annähernd 61% ohne erkennbaren Trend. Da in der Mehrheit der Studien „death at scene“ als Begriff für den sofortigen Tod am Unfallort verwendet wurde, liegt der konstant hohe Anteil an präklinischen Todesfällen mit großer Wahrscheinlichkeit in dem Ausmaß schwerster und nicht-überlebbarer Verletzungen der eingeschlossenen Unfallopfer begründet. Somit lassen sich durch die Unfallopfer, die sofort tot waren, auf die Schwere des Unfalls und der zugezogenen tödlichen Verletzungen schließen.

Bei der Verteilung der Todeszeitpunkte des Gesamtkollektives sind mit 40,6% der größte Anteil die sofort Verstorbenen, gefolgt von 38,1% an späten Todesfällen, während die frühen Todesfälle prozentual am geringsten ausfielen. Betrachtet man jedoch die beiden Unterkollektive, Unfallopfer unter Einschluss präklinisch Verstorbener zum einen und ausschließlich klinische Todesfälle zum anderen, fällt die Verteilung unterschiedlich aus. Hier dominieren bei ersteren die sofortigen Todesfälle, während sich dies bei klinischen Todesfällen hin zu späteren Zeitpunkten verschiebt. Dies legt den Schluss nahe, dass Verunfallte, die nicht bereits präklinisch ihren schwersten, letalen Verletzungen erliegen und in Krankenhäuser eingeliefert werden, tendenziell zu einem großen Teil erst später versterben, d.h. durch ärztliche Maßnahmen länger am Leben erhalten werden.

Da bei der Berechnung von Durchschnittswerten die Studien je nach Studiengröße, d.h. Anzahl der eingeschlossenen Todesfälle, gewichtet wurden, führte dies zu einem großen rechnerischen Einfluss der Studie von Lefering et al. [26] mit einer Anzahl von 17.322 in Krankenhäuser Verstorbenen auf die Werte des Gesamtkollektives und auch der klinischen Todesfälle.

Bei Einteilung der Todeszeitpunkte in sofortig, früh und spät fällt im Verlauf der drei Jahrzehnte der 1980er bis 2000er Jahre Folgendes auf: Werden Unfallopfer inklusive präklinisch Verstorbener berücksichtigt, scheint sich im Laufe der Jahrzehnte keine erkennbare Verschiebung abzuzeichnen. Insbesondere die sofortigen Todeszeitpunkte sind unverändert hoch. Dieses Ergebnis wird auch von den oben beschriebenen konstanten Anteilen präklinisch Verstorbener an Unfallopfern der 1980er bis 2000er Jahre gestützt. Bei

den ausschließlich klinischen Todesfällen dagegen nehmen in den 2000er Jahren die sofortigen und frühen Todeszeitpunkte ab, während die späteren prozentual ansteigen. Auch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass unter den Studien zu Unfallopfern allgemein sich nur zwei aus den 1980er Jahren und eine aus dem Jahre 1997 fanden, während unter denen zu klinischen Todesfällen nur eine vor Beginn der 2000er Jahre in englischer Sprache publiziert worden war. Als belastbares Fazit lässt sich jedoch festhalten, dass, da bei den klinischen Todesfällen die präklinisch an nicht überlebenden Verletzungen Verstorbenen herausfielen, der Anteil sofortiger Todesfälle dementsprechend deutlich darunter liegt mit einer Verteilung hin zu späteren Todeszeitpunkten.

Grundsätzlich ist die berichtete Tendenz der Entwicklung hin zu längeren Überlebenszeiten vor dem Hintergrund der Fortschritte im Bereich der Traumatologie zu sehen. Vor mehr als 30 Jahren beschrieb der amerikanische Traumatologe Donald Trunkey in einem seither vielzitierten Paper eine trimodale Verteilung von Todesfällen nach Trauma, basierend auf vorherrschenden Todesursachen in bestimmten Zeitintervallen zwischen Unfall und Eintritt des Todes. Als „immediate“, also sofortigen Tod bezeichnete er den Eintritt des Todes am Unfallort, hauptsächlich aufgrund von nicht-überlebenden Verletzungen. Die zweite Kategorie umfasst „early deaths“, also frühe Todesfälle in einem zeitlichen Rahmen von Stunden nach dem Unfallereignis, hauptsächlich verursacht durch Verbluten. Die Todesfälle, die erst Wochen nach Trauma eintraten, stellten für ihn die dritte Kategorie in der Todesverteilung dar und waren hauptsächlich Multiorganversagen und Sepsis zuzuschreiben [130]. In den Folgejahrzehnten wurden weltweit zahlreiche Bemühungen unternommen, um durch Entwicklung eines Traumanetzwerks und besserer präklinischer und klinischer Versorgung Todesfälle aller drei Kategorien zu verringern. So wurden beispielsweise die Rettungszeiten über die Jahrzehnte immer weiter verkürzt [131]. In den letzten 25 Jahren wurde die Versorgung Schwerverletzter strukturiert, das präklinische und intensivmedizinische Management mittels inzwischen international etablierter Handlungsalgorithmen (ATLS-Advanced Trauma Life Support) verbessert und ein strukturiertes weitläufiges Traumanetzwerk erstellt mit derzeit mehr als 400 teilnehmenden Kliniken. Die entwickelten Ausbildungs- und Versorgungskonzepte dienen strukturierten und standardisierten Abläufen bei der Versorgung Schwerverletzter, mit Augenmerk auf dem für das Überleben des Patienten entscheidenden Faktor Zeit [132]. Als für das Überleben entscheidende Fortschritte haben sich zunehmend verkürzte Rettungszeiten, die Sonographie zum Ausschluss abdomineller Blutungen anstelle der zuvor praktizierten Peritoneallavage und die Computertomographie zur schnelleren Erfassung des Zustandes des Patienten erwiesen [131].

Aufgrund der beschriebenen bahnbrechenden Verbesserungen in der Versorgung von Verunfallten, war über die untersuchten Jahrzehnte ein Rückgang hauptsächlich der von Trunkey et al. [130] als „early deaths“ beschriebener Todesfälle zu erwarten. Zieht man die Ergebnisse der Metaanalyse der klinischen Todesfälle heran, wird diese Hypothese durch die vorliegenden Ergebnisse gestützt. Vor allem bestimmt durch den niedrigen Wert für frühe Todesfälle von Lefering et al. [26] beläuft sich der errechnete Durchschnittswert auf 18,8%. Die Studie von Acosta et al. [27] hat als einzige Studie zu zeitlichen Verteilung klinischer Todesfälle aus den 1990er Jahren einen Wert von 32,2% angegeben. Diese Tendenz der prozentualen Verringerung früher Todesfälle spiegelt, wie bereits vermutet, die verbesserte klinische Akutversorgung wider.

Im vorliegenden Review ist der prozentuale Anteil präklinischer Todesfälle nach Unfall nahezu konstant. Da der präklinische Tod eine Teilmenge der Kategorie „sofortiger“ Tod ist, ist eine ähnliche Beobachtung auch zu sofortigen Todeszeitpunkten erkennbar. Wird das Kollektiv der Unfallopfer inklusive präklinisch Verstobener berücksichtigt, ist keine Tendenz zu erkennen: Die Werte belaufen sich hier auf 55,8% in den 198er Jahren, 61,4% für die 1990er Jahre und circa 53,2% für die Zeit ab der Jahrtausendwende.

Probst et al. [131] kamen in ihre Studie zur Entwicklung der Polytrauma-Versorgung von 1975 bis 2004 jedoch zu dem Ergebnis, dass fast alle Verletzungen über den Studienzeitraum abnahmen. Besonders die Anzahl von Opfern aus Verkehrsunfällen mit schweren Verletzungen, sowie auch die Anzahl an Verletzungen pro Patient gingen in den letzten Jahren deutlich zurück. Als Hintergrund dieser Entwicklung wird vermutet, dass die Sicherheit im Straßenverkehr durch technische Innovationen und moderne Sicherheitsvorkehrungen wie Sicherheitsfahrergastzelle, Airbags, Gurte und elektronische Hilfen wie Antiblockiersystem (ABS), elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) deutlich verbessert wurde. Richter et al. [133] stellten hierzu einen Vergleich der Verletzungsschweren bei Verkehrsunfällen in den Jahren 1973-1979 und 1994-1999 an. In den 90er Jahren war sowohl die Unfallschwere, gemessen an der Kollisionsgeschwindigkeit, und die Verletzungsschwere, gemessen an der ISS, der Inzidenz von Polytraumata und der Mortalität Verunfallter, deutlich gesunken. Diese war jedoch nicht nur der geringeren Unfallschwere, sondern vor allem auch des besseren Fahrzeugdesigns mit verbesserter Sicherheit für Insassen geschuldet.

Die Anzahl der Verkehrstoten nahm seit den 1970 erheblich ab, obwohl die Anzahl der Autofahrer demgegenüber deutlich anstieg [134]. Durchschlagende Maßnahmen waren

hierbei vor allem die Einführung der Höchstgeschwindigkeit von 100km/h auf Landstraßen 1972, Einführung der 0,8-Promille-Höchstgrenze für den Blutalkoholkonzentrationswert 1973, Einführung der Richtgeschwindigkeit von 130 km/h auf Autobahnen 1974, Einführung der Helmpflicht 1980, die Gurtanlegepflicht 1984 und die Herabsetzung der Blutalkoholkonzentrationshöchstgrenze auf 0,5 Promille im Jahre 1998 [135]. In den Zeitraum der im vorliegenden Literaturreview berücksichtigten Studien fallen somit die Einführung der Gurtanlegepflicht und die niedrigeren Blutalkoholgrenzen. Verunfallte überleben aktuell aufgrund besserer technischer Vorkehrungen und besserer rascher medizinischer Versorgung für einen längeren Zeitraum, wodurch sich Todeszeitpunkte nach hinten verschoben haben. Unfallopfer mit schwerster, potentiell tödlicher Verletzung werden aktuell noch für eine gewisse Zeit am Leben erhalten, erliegen diesen jedoch zu einem späteren Zeitpunkt. Die zunehmend längere Zeit bis zum Eintritt des Todes seit den 80er Jahren bestätigen Probst et al. [131] in ihrer Studie zur Entwicklung der Polytrauma-Versorgung. Dennoch ist aufgrund der im Rahmen dieser Arbeit ausgewerteten Daten festzustellen, dass sich der prozentuale Anteil an präklinischen Todesfällen über die Jahrzehnte nicht verringert hat. Die genannten Verbesserungen und Sicherheitserrungenschaften haben keine Auswirkung auf den Anteil präklinischer Todesfälle, wenn bestimmte, nicht überlebbare Verletzungsmuster vorliegen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entwicklung und Reifung standardisierten Traumamanagements und die Etablierung von Traumanetzwerken die Epidemiologie und die Mortalitätsmuster nachhaltig verändert hat, insbesondere im klinischen Setting.

Bei der Entwicklung der Todesursachen finden sich in allen drei Jahrzehnten Verletzungen des Zentralen Nervensystems auf Platz 1, gefolgt von Verbluten und der Kombinationen aus beidem. Kauvar et al. [136] bestätigen in einer Publikation zum Thema „Auswirkung von Hämorrhagie auf das Trauma Outcome“ diese Ergebnisse. Verbluten bzw. hämorrhagischer Schock ist demzufolge für 30-40% der Mortalität nach Unfall verantwortlich, wobei zwischen 33 und 56% davon bereits in der präklinischen Phase eintreten.

Der prozentuale Anteil von Verbluten sank von durchschnittlich 28% in den 80er Jahren und 32% in den 90er Jahren auf 20% in den 2000er Jahren. Diese Entwicklung ist der verbesserten und raschen medizinischen Versorgung geschuldet. Vor allem Verbluten als potentiell abwendbare Todesursachen kann und muss in Zukunft noch weiter reduziert werden. So zeigten auch O'Reilly et al. [137], dass Todesfälle durch Verbluten durch identifizierbare,

abwendbare Versorgungsfehler verhindert werden können. Es existieren Richtlinien zum Management von Blutungen und Koagulopathie nach schweren Unfällen, entwickelt von einer multidisziplinären TASK Force Gruppe im Jahre 2007, die seitdem zweimal aktualisiert wurden [138]. Schäfer et al. [139] zeigen in einer aktuellen Studie, dass unter europäischen Level 1- Trauma Zentren unterschiedliche Vorgehensweisen bezüglich Management und Behandlung starker Blutungen existieren. Verbesserungen in Strategien der Versorgung von Blutungen und des hämorrhagischen Schocks ist weiterhin Gegenstand aktueller Forschung, v.a. bezüglich der internationalen Implementierung und Vereinheitlichung der Richtlinien besteht aktuell allerdings noch Handlungsbedarf.

Ein auffälliger Trend ist auch im prozentualen Verlauf der Todesursache Sepsis zu erkennen. Nach anfänglichem Rückgang von 14% auf 3% fand in den 2000er Jahren wieder ein deutlicher Anstieg auf rund 17% statt. Als limitierender Faktor bezüglich der Aussagekraft dieses zeitlichen Verlaufes von Sepsis als Todesursache nach Unfall ist zu berücksichtigen, dass nur die Studie von Hodgson et al. [56] zu 108 Todesfällen in der Region von Ontario in Kanada die Grundlage der 2000er-Jahre-Daten bildet. In diesem Zusammenhang sind sicherlich weitere Nachforschungen zum Thema „Sepsis als Todesursache“ anzustellen. Es scheint jedoch, als habe man Sepsis in den 90er Jahren besser im Griff gehabt, als im untersuchten Folgezeitraum mit dem großen Problem des Vormarsches multiresistenter Keime, das offensichtlich die Anzahl septischer Infektionen wieder ansteigen ließ. Diese Aussage unterstützen auch die Ergebnisse der Studien von Angus et al. [140] und Martin et al. [141], die von einer jährlichen Zunahme der Inzidenz von Sepsis in den USA um 1,5% (1997) bzw. 8,7% (im Zeitraum 1979-2000) berichten. Auch Christian Brun-Buisson und seine EPISEPSIS Study Group fanden bei ihrem Vergleich von Raten schwerer Sepsis aus den Jahren 1993 und 2004 in Frankreich eine Zunahme um 75% [142].

Die Kosten von Sepsis belaufen sich laut Angus et al. [140] in den USA auf 16,7 Milliarden US-Dollar. In Deutschland ist derzeit von circa 57.900 nosokomialen Infektionen auszugehen [143]. Da Patienten laut einer Studie von Glance et al. [144] mit nosokomialen Infektionen bis zu 2,5mal so hohe Kosten verursachen wie Patienten ohne derartige Infektionen, stellen nosokomiale Infektionen auch in Deutschland aktuell eine enorme ökonomische Last dar. Speziell die Auswirkungen von nosokomialen Infektionen auf Patienten nach Trauma untersuchten Bochicchio et al. [145]. Sie konnten zeigen, dass sich sowohl die Krankenhausverweildauer, sowie auch die Verweildauer auf Intensivstationen verlängert und die Mortalität erhöht.

Auch Mortalitätsraten von Patienten mit Sepsis scheinen nahezu konstant hoch zu sein. In einer deutschen multizentrischen Studie von Engel et al. [146] beträgt die Mortalität von Patienten mit Sepsis auf Intensivstationen rund 48%, die Mortalität im Krankenhaus mehr als 55%. Vergleichbare Zahlen zur Mortalität bei nosokomialen Infektionen liefert auch Alberti et al. [147] in einer internationalen, multizentrischen Studie mit rund 54%. Etwas niedrigere Werte veröffentlichten Sundararajan et al. [148] aus Victoria, Australien mit einer Mortalität von 31% aller Patienten mit schwerer Sepsis und 29% aller Patienten, die mit Sepsis auf Intensivstationen behandelt wurden. Dies verdeutlicht, dass Sepsis und nosokomiale Infektionen, nicht nur nach Unfällen, als ernstes Krankheitsbild eine Herausforderung der Medizin darstellt, die in den letzten Jahrzehnten keineswegs an Bedeutung verloren hat.

Dass es nur sehr begrenzt Daten zu Langzeitüberleben und Langzeittodesursachen bei Überleben der Akutphase nach Trauma allgemein gibt, liegt sicherlich darin begründet, dass bei verschiedenen führenden Verletzungen die eingeschlossenen Kollektive sehr inhomogen sind mit verschiedensten Problemen und Verläufen je nach erlittenen Verletzungen. Hierzu werden aus diesem Grund bisher eher spezifische Einzelverletzungen herangezogen und näher untersucht.

5.2 Spezifische Verletzungen

5.2.1 Schädelhirntrauma

Bei Betrachtung der Sterblichkeitsraten des ersten Jahres nach Schädelhirntrauma sind besonders die hohen initialen Raten der ersten Monate auffällig. Die Mortalität beläuft sich nach 90 Tagen auf bis zu 37%. Nach Ablauf des ersten Jahres nach SHT haben SHT-Patienten weiterhin eine SMR von rund zwei. Auch nach Überleben der kritischen Initialphase bleibt das Sterberisiko folglich im Vergleich zur nicht verletzten Allgemeinbevölkerung auf das Doppelte erhöht.

Dass der Zustand nach Rehabilitation prognostische Aussagekraft bezüglich der Mortalitätsrate hat, zeigen Baguley et al. [75] in ihrer Studie zur Langzeitmortalität von SHT-Überlebenden, die nach Reha wegen funktioneller Einschränkungen auf fremde Hilfe

angewiesen waren. Hier ergab sich eine SMR von 13, die deutlich über der anderer Studien lag, deren Studienkollektiv eine größere Variationsbreite an post-Rehabilitationsoutcomes umfasste. Auch Shavelle et al. [74] konstatieren in ihrer Untersuchung von SHT-Patienten, die ein dauerhaft bestehendes kognitives und/oder sprachliches Defizit davongetragen hatten, eine durchschnittliche SMR von 3,1, die sich jedoch in den Untergruppen mit zunehmender zusätzlich bestehender Gehbehinderung bis auf 16,4 steigerte. Die Einschränkung der Mobilität ist demnach für die Mortalität nach Schädelhirntrauma zentral.

Flaada et al. [77] untersuchten das relative Mortalitätsrisiko von 1433 Patienten nach SHT mit Augenmerk auf der Rolle des Alters. Bei den Patienten, die die ersten 6 Monate überlebt hatten, unterschied sich lediglich bei denen mittleren Alters das 10-Jahres-Überleben von dem der Vergleichspopulation. Die Gruppe der unter 16- bzw. über 65-Jährigen, die das erste halbe Jahr überlebt hatten, schienen sich in ihrem Überleben wieder an die Vergleichspopulation angepasst zu haben. Der größte Anteil der untersuchten Patienten hatte jedoch nur ein leichtes Schädelhirntrauma davongetragen, was wiederum den Einfluss der Schwere des SHT auf die Mortalität verdeutlicht.

Bei Betrachtung der Todesursachen sind bezüglich Vermeidbarkeit bzw. Minderung evtl. vermeidbarer Verläufe verschiedene Aspekte zu bedenken. Zum einen ist die hohe Rate an Krampfanfällen auffällig (SMR zwischen 6 und 119). Patienten nach Schädelhirntrauma haben bekanntermaßen ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer posttraumatischen Epilepsie. Dabei ist das Risiko für die Entwicklung von Krampfanfällen abhängig von der Schwere des erlittenen SHT [149-151]. Die Deutsche Gesellschaft für Epileptologie geht von einer Prävalenz von 0,5-1% Epileptikern aus, in Deutschland somit circa 400.000 bis 800.000 Menschen [152]. Posttraumatische Epilepsie macht weniger als 10% aller Epilepsien aus [153]. Wie aus Tierexperimenten hervorgeht, ist hierfür eine erhöhte kortikale Exzitabilität ursächlich [154]. In den Studien des vorliegenden Literaturreviews wurde hierzu die Information, ob diese Personen auch zuvor schon Krampfanfälle erlitten hatten und ob sie zum Zeitpunkt des Todes Antikonvulsiva einnahmen, nicht genannt. Hätten Epileptikern ein allgemein erhöhtes Risiko, zu verunfallen, würden die vorliegenden Ergebnisse verfälscht im Sinne einer Überschätzung des Risikos, an einem Krampfanfall zu versterben. Der aktuelle Literaturreview zum Thema erhöhtes Unfallrisiko bei Epileptikern von Naik et al. [155] kann aus seiner Analyse keine eindeutigen Schlüsse ziehen. Diese Zusatzinformation wäre für therapeutische bzw. präventive Überlegungen durchaus relevant. Unter diesem Gesichtspunkt

könnte eine Sichtung der gegenwärtigen Literatur zum Thema unerwartete Todesfälle durch Epilepsie nach Schädelhirntrauma Präventionsmöglichkeiten beleuchten.

Sepsis und Infektionen stellen nach Schädelhirntrauma auch im Langzeitverlauf eine häufige Ursache für Sterblichkeit dar. Die spezifische SMR ergab hier 5. Damit sterben SHT-Patienten fünfmal häufiger an Infektionen als die Allgemeinbevölkerung. Dies muss als potentiell abwendbare Ursache reduziert werden, beispielsweise mit besserer pflegerischer Nachbetreuung.

Auch Suizid scheint im Kollektiv von Schädelhirntrauma-Patienten häufiger zu sein als in der Allgemeinbevölkerung. Dies unterstreicht die Notwendigkeit psychologischer Nachsorge und Monitoring, um gefährdete Patienten identifizieren und adäquat behandeln zu können.

Insgesamt legen diese speziellen und deutlich anderen bzw. häufigeren Todesursachen des Schädelhirntrauma-Kollektives den Schluss nahe, dass sie durch bessere, langjährige medizinische und psychologische Nachbetreuung eventuell noch zu mindern wären. Dies betont auch die Publikation von Masel et al. [156], in der ein Schädelhirntrauma einen Prozess, nicht nur ein Ereignis, darstellt, das als Beginn eines chronischen Krankheitsverlaufs eingestuft werden muss.

Bei der Beleuchtung des Langzeitüberlebens wären zusätzlich sicherlich auch noch die Frage nach Verbesserung des Zustandes auf lange Sicht und den Abbau von Funktionen im Alter relevant.

Die internationale Politik schenkt dem Thema Schädelhirntrauma in den letzten Jahren mehr Beachtung und reagiert nun entsprechend. Die Europäische Kommission rief 2011 eine internationale Initiative zur Schädelhirntrauma-Forschung (InTBIR) ins Leben, die sich zum Ziel setzte, bis zum Jahr 2020 das Outcome nach Schädelhirntrauma zu verbessern und seine ökonomischen Auswirkungen zu mindern. Im Detail wird eine einheitliche internationale Sammlung klinischer Daten angestrebt mit Einrichtung gemeinsamer Datenbanken, analytischen Vorgehensweisen zur Ermittlung der effektivsten und besten Praxis zur frühen Diagnose und Behandlung [157]. Dies scheint auf Basis der zum Teil nur unzureichenden Studienlage, auch im Hinblick auf systematische Reviews, und mangelnder international vergleichbarer Methoden dringend nötig. In den kommenden Jahren ist daher endlich mit verlässlichen Daten zu rechnen.

5.2.2 Rückenmarksverletzungen

Auch van den Berg et al. [158] erstellten einen systematischen Review zum Thema Überleben nach Rückenmarksverletzung. Im Gegensatz zum vorliegenden Review, der nur traumatisch bedingte Rückenmarksverletzungen berücksichtigt, wurden sowohl traumatische, als auch nicht-traumatische Ursachen miteingeschlossen. Die Ergebnisse sind vergleichbar. Auch bei van den Berg et al. [158] waren niedrigere Überlebensraten mit höherem Alter bei Eintritt der Verletzung, höherem neurologischem Level und Ausmaß der Verletzung assoziiert. Auch die berichteten Werte der SMR waren bis um das Dreifache höher als bei der Allgemeinbevölkerung. Die Überlebensraten bei Personen mit nicht- traumatisch bedingten Verletzungen des Rückenmarks waren niedriger als bei traumatischer Genese. Eine Erklärung ist sicherlich das höhere Alter der Personen mit Erkrankungen, die das Rückenmark betreffen im Vergleich zum Kollektiv aus traumatisch bedingten Rückenmarksverletzten. Dass das Mortalitätsrisiko mit zunehmendem Alter bei Eintritt der Verletzung ansteigt, konnte auch im vorliegenden Review gezeigt werden.

Zwischen rund 80 bis hin zu 97 % der RM-verletzten Studienkollektive überlebte das erste Jahr nach Verletzung. Wenn man bedenkt, dass der Beobachtungszeitraum der Studien jedoch frühestens bei Krankenhauseinlieferung, teils auch erst ab Beginn der Reha einsetzte, ist von einer Überschätzung dieser Überlebensraten auszugehen. Präklinische Fälle wurden damit ebenso ausgeschlossen und somit schwerste, nicht überlebbare RM-Verletzungen nach Unfall gänzlich nicht berücksichtigt.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass internationale Unterschiede im medizinischen Versorgungssystem zu unterschiedlichen Rehabilitationsprogrammen und Nachsorge und damit auch zu möglicherweise unterschiedlichen Überlebens-Outcomes führen.

Bei der Untersuchung von Risikofaktoren, die die Überlebenschancen maßgeblich beeinflussen, wurde im Allgemeinen keine Änderung der Risikofaktoren bei Patienten über die Zeit berücksichtigt. So wurde beispielsweise bei der Betrachtung von Komorbiditäten deren Vorbestehen, also nur bereits vorhandene Diagnosen berücksichtigt. Zur Frage nach Morbidität von RM-Verletzten sollte auch eine genauere Dokumentation von Krankheitsfolgen und im Verlauf entstandenen Komorbiditäten erfolgen. Nur so kann man sich ein genaues Bild der individuellen Krankheitslast machen.

Weitere wichtige Faktoren wie die Qualität der klinischen Versorgung, das medizinische System, die soziale Stellung, der sozioökonomische Status und die Unterstützung durch die Familie, die das Überleben und ganz zentral die Lebensqualität nach Rückenmarksverletzung

beeinflussen, wurden in den vorliegenden Studien nicht berücksichtigt. Dabei korreliert unter anderem das Einkommen als auch das soziale Umfeld und die Integration in die Gesellschaft zweifellos mit dem Überleben [159, 160]. Dies sollte Anstoß dazu geben, in weiteren Reviews oder Metaanalysen die Lebensqualität von Betroffenen nach Unfall und die wichtigsten Einflussfaktoren zu untersuchen, um gezielt an diesen Punkten ansetzen zu können.

Menschen mit Langzeit-Rückenmarksverletzung versterben an sekundären Komplikationen wie Infektionen, eingeschränkter Lungenfunktion und Kreislauferkrankungen. Diese Erkenntnisse machen die Bedeutung einer besseren Primärprävention und früheren Versorgung von sekundären Komplikationen deutlich. Auch der Anteil psychisch Erkrankter und suizidaler Personen ist nicht zu vernachlässigen, sodass künftig noch mehr Engagement in die Etablierung eines umfassenden, sowohl in physischem als auch psychischem Sinne, regelmäßigen und langfristigen Follow-Up-Systems investiert werden sollte. Hierbei kann auch die Berücksichtigung individueller Risikofaktoren eine bessere Risikoeinschätzung für Kliniker ermöglichen, und somit eine patientengerechtere und erfolgreiche Nachverfolgung sicherstellen. Wichtig ist zudem ein optimales Versorgungsnetzwerk spezialisierter Zentren für Rückenmarksverletzte. Parent et al. [161] fanden in einem systematischen Review einen Zusammenhang zwischen früher Überweisung an spezialisierte Zentren und einer kürzeren gesamten Hospitalisierungsdauer, als auch eine niedrigere Mortalität und geringere Komplikationsrate bei Behandlung in spezialisierten Zentren. Dadurch kann nicht nur eine günstige Beeinflussung von Einzelschicksalen, sondern auch eine Reduktion der gesundheitsökonomischen Folgen bewirkt werden.

5.3 Einfluss von Komorbiditäten auf die Sterblichkeit

Wie die eingeschlossenen Studien zeigen, erhöhen vorhandene Grunderkrankungen das Risiko, nach einem Unfall zu versterben. Vor allem bei Erkrankungen des Herzkreislaufsystems, bei hämatologischen Grunderkrankungen wie Störungen der Blutgerinnung und bei hepatologischen Grunderkrankungen wird in den eingeschlossenen Studien eine signifikant erhöhte Odds Ratio angegeben. Auffällig bei Betrachtung der konkreten Einzelwerte ist vor allem die große Spannweite bei der Evaluierung des Risikos im Rahmen vorbestehender Störungen der Blutgerinnung. Den Minimalwert von 1,68 wurde in der deutschen Studie von Wutzler et al. [114] publiziert, der Maximalwert von 18,52 von

Hong et al. [109] im Rahmen einer koreanischen Studie. Dieser Unterschied könnte den unterschiedlichen Behandlungsstandard in den beiden Ländern widerspiegeln.

Das Wissen um ein erhöhtes Sterberisiko bei vorhandenen Komorbiditäten bringt konkrete Forderungen bei der Patientenversorgung mit sich. Patienten mit den genannten Komorbiditäten sind als Risikopatienten anzusehen, denen aus ärztlicher und pflegerischer Hinsicht höchste Vorsicht entgegengebracht werden sollte. Bei Klinikern sollte ferner das Bewusstsein geschärft werden, dass insbesondere für leicht verletzte Patienten nach Unfall bei gleichzeitig vorhandenen Vorerkrankungen ein erhöhtes Risiko besteht. Engmaschige Überwachung sollte daher nicht nur von akuter Verletzungsschwere abhängig gemacht werden, sondern insbesondere in der Zusammenschau von Verletzung und Patientenvorgeschichte entschieden werden. Bei älteren Patienten mit chronischer Erkrankungen und leichter Verletzung besteht möglicherweise eine größere Gefahr, dass sich die Behandlung im Verlauf komplizierter und kostspieliger erweist, als zunächst angenommen. Dies könnte auch Auswirkung auf praktische und logistische Entscheidungen bei der Patientenbehandlung haben, wie die initiale Auswahl des Krankenhauses und die Erwartungshaltung einer schnellen Genesung bei Patient und Angehörigen.

Ein interessanter und versicherungstechnisch sicherlich weiterer wichtiger Aspekt ist zudem das Outcome bei Vorhandensein von Komorbiditäten und deren Auswirkung auf langfristige Inanspruchnahme des Gesundheitssystems, wie z.B. medizinische Unterstützung bei Langzeitbehinderung und weitere Krankenhausaufenthalte. Cameron et al. [162] und Cameron et al. [163] veröffentlichten dazu erste Ergebnisse, beriefen sich jedoch auf eine nur ungenügende Datenlage. Der Einfluss von Vorerkrankungen auf diese gesundheitsökonomisch bedeutsamen Gesichtspunkte sollte deswegen zukünftig Anlass für weitere fundierte Studien geben, um mit wissenschaftlich gesicherten Aussagen sowohl Langzeiterwartungen für das Individuum als auch gesundheitsökonomisch Kosteneinschätzungen zu ermöglichen.

5.4 Einfluss des BMI auf die Sterblichkeit

Die im Review berücksichtigten Studien ermöglichen keine eindeutige, allgemein gültige Aussage bezüglich des BMI als Risikofaktor für Mortalität nach Unfall. Die Hypothese einer graduellen Risikoerhöhung mit steigendem BMI muss verworfen werden. Es ist anzunehmen, dass leicht Übergewichtige mit einem BMI zwischen 25 und 30 kein erhöhtes

Sterblichkeitsrisiko nach Unfall haben. Erst bei stärkerem Übergewicht, d.h. ab einem BMI ab 30 bzw. 40 ist das Risiko im Vergleich zu Normalgewichtigen erhöht.

Mit der vorliegenden Arbeit vergleichbare Ergebnisse lieferte auch die von Hogue Jr et al. [164] erstellte Metaanalyse über die Auswirkung von Übergewicht bei Intensivpatienten mit Erkrankungen verschiedenster, nicht nur traumatischer, Genese. Es konnte zwar nicht gezeigt werden, dass starkes Übergewicht mit einem BMI > 40 die Mortalität auf der Intensivstation und im Krankenhaus negativ beeinflusst, sie kann aber zu längeren Aufenthalten auf der Intensivstation und im Krankenhaus allgemein führen. Auch der allgemein gehaltene Review von Flegal et al. [165], der die Assoziation zwischen Übergewicht und Mortalität jeder Ursache, nicht nur nach Trauma, untersuchte, kam bei einer beeindruckenden Gesamtzahl von 91 Studien mit insgesamt über zwei Millionen eingeschlossenen Patienten zu dem Ergebnis, dass Adipositas jeden Grades mit höherer Mortalität assoziiert ist (HR=1,18), leichtes Übergewicht (BMI zwischen 25 und 30) sich scheinbar sogar protektiv auswirkt (HR= 0,94). Letzteres konnte in der vorliegenden Arbeit speziell im Hinblick auf übergewichtige Trauma-Patienten nicht gezeigt werden.

Weiterhin konnte durch den vorliegenden Review gezeigt werden, dass Übergewicht mit einem erhöhten Risiko für Komplikationen assoziiert ist. Übergewichtige mit einem BMI über 30 bzw. über 40 haben ein deutlich erhöhtes Risiko für Infektionen verschiedener Genese, Sepsis und Multiorganversagen. Die Kausalzusammenhänge zwischen Übergewicht und Einzelkomplikationen sind noch nicht eingehend erforscht. Das deutlich erhöhte Risiko für Multiorganversagen wird von einigen als physiologische Konsequenz des Fettgewebes gesehen, mit seiner endokrinen Sekretion von Leptin, Tumornekrosefaktor, Interleukin-6 und anderen Substanzen, die eine systemische Inflammation vermitteln können [166, 167]. In manchen Publikationen wird im Zusammenhang mit Übergewicht gar von einem kontinuierlichen Zustand leichter Inflammation gesprochen [168-170].

Die dargestellten Ergebnisse bringen auch Implikationen für Kliniker mit sich. Übergewichtige Unfallopfer sind als Hochrisiko-Subgruppe einzustufen, die von gezielten klinischen Maßnahmen profitieren könnten, um Komplikationen zu reduzieren und somit gesundheitsökonomische Kosten zu verringern. Der durch Übergewicht verursachte ökonomische Schaden ist derzeit enorm, allgemein im Gesundheitsbereich als auch in der Traumatologie. Laut WHO beläuft sich der Anteil an durch Adipositas verursachte Gesundheitskosten auf bis zu 6% der europäischen Gesundheitsausgaben [171]. Aus den Ergebnissen des vorliegenden Reviews geht hervor, dass Übergewicht auch im

Zusammenhang mit Unfällen mit längeren Krankenhausaufenthalten und längerer intensivmedizinischer Betreuung einhergeht.

Übergewicht und chronische Erkrankungen wie Diabetes, Hyperlipidämie, Herzerkrankungen und Bluthochdruck sind oft untrennbar miteinander verbunden. Insofern ist es schwierig zu entscheiden, ob etwaige Risikoerhöhungen dem erhöhten Körpergewicht oder den mit diesem in kausalem Zusammenhang stehenden Komorbiditäten zuzuschreiben sind. Unsere Gesellschaft muss auch in Zukunft noch stärker für Prävention sensibilisiert werden.

Da ein Menschenleben mehr ist als der epidemiologische Blick auf blanke Zahlen und Risiken, würde in weiteren Arbeiten sicherlich das Outcome mit Augenmerk auf die Lebensqualität (Arbeitsunfähigkeit, posttraumatische Depressionen etc.) nach Unfall interessante Erkenntnisse liefern und so zu einem noch umfassenderen Verständnis des weitläufigen Themas „Unfall/opfer- Überleben, Lebenserwartung und (Weiter-)Leben nach Trauma“ führen.

6. Zusammenfassung

Unfälle sind in Deutschland auf Platz fünf aktueller Todesursachenstatistiken. Die Zahl Unfallverletzter übersteigt die Zahl der Unfalltoten nochmals deutlich. Breite Metaanalysen zum Thema Lebenserwartung nach Unfall existieren bislang nicht.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den aktuellen Wissenstand zum Thema „Lebenserwartung nach Unfall“ zu beleuchten, insbesondere bei Schädelhirntraumata (SHT) und Rückenmarksverletzungen, unter Berücksichtigung von Komorbiditäten.

Zur Literaturrecherche wird die Datenbank MEDLINE herangezogen. Die erhaltenen Ergebnisse werden anhand verschiedener Einschlusskriterien zuerst mittels Überschriften selektiert, von den verbliebenen Studien die Abstracts gelesen und bei Relevanz der Studie die Volltexte gelesen. Zusätzlich werden die Bibliographien der erhaltenen Studien ebenso nach relevanten Originalstudien gesichtet. Es werden die Zielgrößen Standardisierte Mortalitätsratio (SMR) und die Lebenserwartung, ebenso Häufigkeitsangaben und Freitextinformationen zu Todesursachen, Todeszeitpunkten und Verletzungen extrahiert und aufbereitet. Bei vergleichbaren Studien werden Metaanalysen durchgeführt, anderenfalls ein Vergleich angestellt. Zentrale Zielgrößen der Betrachtung sind insbesondere die SMR als Vergleichsgröße und die absolute Reduktion der Lebenserwartung in Jahren.

Tödlich verletzte Unfallopfer versterben zu 60% schon direkt am Unfallort. Die übrigen 40% versterben nach Einlieferung in eine Klinik, vorwiegend an ZNS-Verletzungen und/oder Verbluten. Der Todeszeitpunkt der nicht am Unfallort Versterbenden hat sich im Laufe der letzten drei Jahrzehnte um mehrere Tage nach hinten verschoben. Als Haupttodesursachen werden Verletzungen des ZNS, Verbluten, oder die Kombination aus beiden genannt.

Die Mortalität ist auf lange Sicht nach SHT (5-10 Jahre nach Verletzung) im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung auf das Doppelte erhöht. Sie pendelt sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren auf einen Wert von zwei ein.

Abhängig von Geschlecht und Alter bei Verletzung ist nach SHT eine Reduktion der Lebenserwartung von insgesamt fünf bis neun Jahren zu erwarten. Faktoren, die mit einer erhöhten Sterbewahrscheinlichkeit auch nach Überleben des ersten Jahres nach SHT einhergehen, sind v.a. Zugehörigkeit zum männlichen Geschlecht, höheres Alter (lineare Risikozunahme pro zusätzliches Jahr an Alter bei Verletzung), psychiatrische Erkrankungen und Alkoholabusus oder Missbrauch anderer Substanzen in der Vorgeschichte.

Haupttodesursachen, die auf lange Sicht, d.h. im Zeitraum von Jahren bis Jahrzehnten nach Schädelhirntrauma zum Tode führen, sind analog zur Allgemeinbevölkerung am häufigsten Herz-Kreislaufkrankungen (36%), gefolgt von Atemwegserkrankungen (11%).

Das Risiko für bestimmte Todesursachen ist im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung folgendermaßen erhöht: Konvulsionen 20fach, infektiöse Krankheiten fünffach, psychiatrische und neurologische Erkrankungen jeweils vierfach.

Bei Rückenmarksverletzten ist die Mortalität im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung dreifach erhöht. Ausschlaggebend scheint hierbei nicht nur die Verletzungshöhe, sondern v.a. auch das Ausmaß der Verletzung zu sein. Das Sterberisiko erhöht sich u.a. bei Vorliegen von verschiedenen Vorerkrankungen, Verletzungsfolgen und Komplikationen (z.B. Dekubitus), hohen Rückenmarksverletzungen (zervikal im Vergleich zu thorakal) und zunehmendem Verletzungsausmaß. Haupttodesursachen sind bei Paraplegikern Herz-Kreislaufkrankungen, bei Tetraplegikern Atemwegserkrankungen.

Komorbiditäten wie beispielsweise Herzinsuffizienz, Gerinnungsstörungen, Leber- und Nierenerkrankungen erhöhen die Mortalität auch bei Unfallverletzten. Starkes Übergewicht geht mit erhöhter Mortalität einher. Allgemein wirkt sich Übergewicht auch auf die Komplikationsrate nach traumatischen Verletzungen aus.

Die dargestellte Verschiebung von klinischen Todeszeitpunkten in den vergangenen Jahrzehnten spiegelt die Fortschritte und Verbesserungen der Versorgung von Unfallopfern wider. Diese erfreuliche Entwicklung sollte weiterhin Anreiz zu Verbesserung liefern.

Besondere Beachtung sollte bei der Betreuung von SHT-Patienten und Rückenmarksverletzten der Prävention von sekundären Komplikationen geschenkt werden, um potentiell abwendbare Todesfälle zu vermeiden. Eine Etablierung eines umfassenden Follow-Up-Systems unter Berücksichtigung individueller Risikofaktoren soll eine patientengerechtere und erfolgreichere Nachbetreuung sicherstellen. Vorbestehende Erkrankungen und Komorbiditäten können bei der Risikoeinschätzung helfen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Aschenbrenner, I., Biberthaler, P., *DGU-Patienteninformation Schädel-Hirn-Trauma*. 2012.
2. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV). *Allgemeine Unfallversicherungsbedingungen AUB 2014*. 2014, accessed 21.10.2018; Available from:
<https://www.gdv.de/resource/blob/6252/952c52d93fc486c4970a8c33e2ea0d1e/01-allgemeine-unfallversicherungsbedingungen--aub-2014--data.pdf>.
3. Bundesanstalt Für Arbeitsschutz Und Arbeitsmedizin, *Unfallstatistik 2015, Unfalltote und Unfallverletzte 2015 in Deutschland*. 2017.
4. Robert Koch-Institut, *Das Unfallgeschehen bei Erwachsenen in Deutschland*. 2013.
5. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. *Gesundheitsbericht für Deutschland*. 1998, accessed 09.04.2016; Available from: http://www.gbe-bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=1208#m1.
6. Thurman, D.J., Alverson, C., Dunn, K.A., Guerrero, J., Snizek, J.E., *Traumatic Brain Injury in the United States: A Public Health Perspective*. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 1999(December): p. 602- 615.
7. Rickels, E., Von Wild, K.R.H., Wenzlaff, P., *Das Schädel-Hirn-Trauma-Epidemiologie und Versorgung*, Zentrum für Qualität und Management im Gesundheitswesen Einrichtung der Ärztekammer Niedersachsen, Editor. 2010.
8. Olesen, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Wittchen, H.-U., Jönsson, B., *The economic cost of brain disorders in Europe*. *European Journal of Neurology*, 2012. **19**: p. 155-162.
9. Wyndaele, M., Wyndaele, J.J., *Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey?* *Spinal Cord*, 2006. **44**: p. 523- 529.
10. National Spinal Cord Injury Statistical Center. *Facts and Figures at a Glance*. 2013, accessed 22.05.2015.
11. DeVivo, M.J., Chen, Y., Mennemeyer, S.T., Deutsch, A., *Costs of Care Following Spinal Cord Injury*. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 2011. **16**(4): p. 2-9.
12. Cao, Y., Chen, Y., DeVivo, M.J., *Lifetime Direct Costs After Spinal Cord Injury*. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 2011. **16**(4): p. 10-16.
13. Who. *Metrics: Disability-Adjusted Life Year (DALY)*. 2015, accessed 15.10.2015; Available from:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/.

14. G. B. D. Dalys Hale Collaborators, *Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016*. Lancet, 2017. **390**(10100): p. 1260-1344.
15. Robert Koch-Institut. *Gesundheitsmonitoring: Chronische Erkrankungen*. 2013, accessed 10.06.2016; Available from: http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Chronische_Erkrankungen/HKK/HKK_node.html.
16. Deutsches Zentrum Für Diabetesforschung. *Zahlen*. Accessed 15.10.2015; Available from: <http://www.dzd-ev.de/diabetes-die-krankheit/zahlen/index.html>.
17. Robert Koch-Institut. *Übergewicht und Adipositas. Faktenblatt zu GEDA 2012: Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«*. 2014, accessed 10.06.2016; Available from: www.rki/geda.
18. Peeters, A., Barendregt, J.J., Willekens, F., Mackenbach, J.P., Al Mamun, A., L., B., *Obesity in Adulthood and Its Consequences for Life Expectancy: A Life-Table Analysis*. Annals of Internal Medicine, 2003. **138**: p. 24-32.
19. Baker, C.C., Oppenheimer, L., Stephens, B., Lewis, F.R., Trunkey, D.D., *Epidemiology of Trauma Deaths*. The American Journal of Surgery, 1980. **140**(July): p. 144-150.
20. Meislin, H., Criss, E.A., Judkins, D., Berger, R., Conroy, C., Parks, B., Spaitte, D.W., Valenzuela, T.D., *Fatal Trauma: The Modal Distribution of Time to Death Is a Function of Patient Demographics and Regional Resources*. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care, 1997. **43**(3): p. 433- 440.
21. Demetriades, D., Kimbrell, B., Salim, A., Velmahos, G., Rhee, P., Preston, C., Gruzinski, G., Chan, L., *Trauma Deaths in a Mature Urban Trauma System: Is "Trimodal" Distribution a Valid Concept?* Journal of the American College of Surgeons, 2005(201): p. 343-348.
22. Demetriades, D., Murry, J., Charalambides, K., Alo, K., Velmahos, G., Rhee, P., Chan, L., *Trauma Fatalities: Time and Location of Hospital Deaths*. Journal of the American College of Surgeons, 2004. **198**(1): p. 20-26.
23. Bamvita, J.-M., Bergeron, E., Lavoie, A., Ratte, S., Clas, D., *The Impact of Premorbid Conditions on Temporal Pattern and Location of Adult Blunt Trauma Hospital Deaths*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2007. **63**: p. 135-141.
24. Cothren, C.C., Moore, E.E., Hedegaard, H.B., Meng, K., *Epidemiology of Urban Trauma Deaths: A Comprehensive Reassessment 10 Years Later*. World Journal of Surgery, 2007. **31**: p. 507-511.
25. Gunst, M., Ghaemmaghami, V., Gruszecki, A., Urban, J., Frankel, H., Shafi, S., *Changing epidemiology of trauma deaths leads to a bimodal distribution*. Baylor University Medical Center Proceedings, 2010. **23**(4): p. 349-354.

26. Lefering, R., Paffrath, T., Bouamra, O., Coats, T.J., Woodford, M., Jenks, T., Wafaisade, A., Nienaber, U., Lecky, F., *Epidemiology of in-hospital trauma deaths*. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2012. **38**: p. 3-9.
27. Acosta, J.A., Yang, J.C., Winchell, R.J., Simonds, R.K., Fortlage, D.A., Hollingsworth-Fridlund, P., Hoyt, D.B., *Lethal Injuries and Time of Death in a Level I Trauma Center*. Journal of the American College of Surgeons, 1998. **186**: p. 528-533.
28. De Knecht, C., Meylaerts, S.a.G., Leenen, L.P.H., *Applicability of the trimodal distribution of trauma deaths in a Level I trauma centre in the Netherlands with a population of mainly blunt trauma*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2008. **39**: p. 993-1000.
29. Pang, J.-M., Civil, I., Ng, A., Adams, D., *Is the trimodal pattern of death after trauma a dated concept in the 21st century? Trauma deaths in Auckland 2004*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2008. **39**: p. 102-106.
30. Pories, S.E., Gamelli, R.L., Pilcher, D.B., Vacek, P., Jones, J., Harris, F., Goodwin, G., *Practical Evaluation of Trauma Deaths*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1989. **29**(12): p. 1607-1610.
31. Chiara, O., Scott, J.D., Cimbanassi, S., Marini, A., Zoia, R., Rodriguez, A., Scalea, T., *Trauma deaths in an Italian urban area: an audit of pre-hospital and in-hospital trauma care*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2002. **33**: p. 553-562.
32. Kleber, C., Giesecke, M.T., Tsokos, M., Haas, N.P., Schaser, K.D., Poloczek, S., *Overall Distribution of Trauma-related Deaths in Berlin 2010: Advancement or Stagnation of German Trauma Management?* World Journal of Surgery, 2012. **36**: p. 2125-2130.
33. Hadfield, R.J., Parr, M.J.A., Manara, A.R., *Late deaths in multiple trauma patients receiving intensive care*. Resuscitation, 2001. **49**: p. 279-281.
34. Yeo, J.D., Walsh, J., Rutkowski, S., Soden, R., Craven, M., Middleton, J., *Mortality following spinal cord injury*. Spinal Cord 1998. **36**: p. 329- 336.
35. Rensing, M., Blettner, M., Klug, S.J., *Auswertung epidemiologischer Studien*. Deutsches Ärzteblatt, 2010. **107**(11): p. 187- 192.
36. Sauerbrei, W., Blettner, M., *Interpretation der Ergebnisse von 2×2-Tafeln*. Deutsches Ärzteblatt, 2009. **106**(58): p. 795- 800.
37. Ziegler, A., Lange, S., Bender, R., *Überlebenszeitanalyse: Die Cox-Regression*. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 2007. **132**: p. 42-44.
38. Baker, S.P., O'Neill, B., Haddon, W., Long, W.B., *The injury severity score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating trauma care*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1974. **14**: p. 187-96.
39. Gennarelli, T.A., Wodzin, E., *AIS 2005: a contemporary injury scale*. Injury, 2006. **37**(12): p. 1083-91.

40. Lefering, R., *Scoring beim Polytrauma*. 2007: Hans-Jörg Oestern.
41. Rennie, C.P., Brady, P.C., Conn, S., *Advances in Injury Severity Scoring*. Journal of Emergency Nursing, 2007. **33**: p. 179-81.
42. Teasdale, G., Jennett, B., *Assessment of Coma and Impaired Consciousness*. The Lancet, 1974. **2**: p. 81-83.
43. Jennett, B., Bond, M., *Assessment of Outcome After Severe Brain Damage*. The Lancet, 1975. **305** (7905): p. 480-484.
44. Benzel, E.C., *The Cervical Spine*. 2012: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. p. 191.
45. Kirshblum, S.C., Burns, S.P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D.E., Jha, A., Johansen, M., Jones, L., Krassioukov, A., Mulcahey, M.J., Schmidt-Read, M., Waring, W., *International standards for neurological classification of spinal cord injury*. The Journal of Spinal Cord Medicine 2011. **34**(6): p. 535-546.
46. Wright, J. *The Functional Assessment Measure. The Center for Outcome Measurement in Brain Injury*. 2000, accessed 10.04.2016; Available from: <http://www.tbims.org/combi/FAM>.
47. Who. *BMI classification* accessed 25.05.2018; Available from: http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
48. Potenza, B.M., Hoyt, D.B., Coimbra, R., Fortlage, D., Holbrook, T., Hollingsworth-Fridlund, P., *The Epidemiology of Serious and Fatal Injury in San Diego County Over an 11-Year Period*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2004. **56**(1): p. 68- 75.
49. Certo, T.F., Rogers, F.B., Pilcher, D.B., *Review of Care of Fatally Injured Patients in a Rural State: 5-year Followup*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1983. **23**(7): p. 559-565.
50. Spain, D.M., Fox, R.I., Marcus, A., *Evaluation of Hospital Care in One Trauma Care System*. American Journal of Public Health, 1984. **74**: p. 1122-1125.
51. Daly, K.E., Thomas, P.R.S., *Trauma deaths in the South West Thames Region*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 1992. **23**(6): p. 393-396.
52. Maio, R.F., Burney, R.E., Gregor, M.A., Baranski, M.G., *A Study of Preventable Trauma Mortality in Rural Michigan*. journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1996. **41**(1): p. pp 83-90.
53. Goris, R.J., Draaisma, J., *Causes of Death after Blunt Trauma*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1982. **22**(2): p. 141-146.
54. Shackford, S.R., Mackersie, R.C., Davis, J.W., Wolf, P.L., Hoyt, D.B., *Epidemiology and Pathology of Traumatic Deaths Occurring at a Level I Trauma Center in a Regionalized System: The Importance of Secondary Brain Injury*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1989. **29**(10): p. 1392-1397.

55. Sauaia, A., Moore, F.A., Moore, E.E., Moser, K.S., Brennan, R., Read, R.A., Pons, P.T., *Epidemiology of Trauma Deaths: A Reassessment*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1995. **38**(2): p. 185-193.
56. Hodgson, N.F., Stewart, T.C., Girotti, M.J., *Autopsies and death certification in deaths due to blunt trauma: What are we missing?* Journal canadien de chirurgie, 2000. **43**(2): p. 130-136.
57. Stewart, R.M., Myers, J.G., Dent, D.L., Ermis, P., Gray, G.A., Villarreal, R., Blow, O., Woods, B., Mcfarland, M., Garavaglia, J., Root, H.D., Pruitt Jr., B.A., *Seven Hundred Fifty-Three Consecutive Deaths in a Level I Trauma Center: The Argument for Injury Prevention*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2003. **51**(1): p. 66-71.
58. Soreide, K., Krüger, A.J., Vardal, A.L., Ellingsen, C.L., Soreide, E., Lossius, H.M., *Epidemiology and Contemporary Patterns of Trauma Deaths: Changing Place, Similar Pace, Older Face*. World Journal of Surgery, 2007. **31**: p. 2092-2103.
59. Probst, C., Zelle, B.A., Sittaro, N.A., Lohse, R., Krettek, C., Pape, H.C., *Late Death After Multiple Severe Trauma: When Does It Occur and What Are the Causes?* Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2009. **66**: p. 1212-1217.
60. Evans, J.A., Van Wessen, K.J.P., McDougall, D., Lee, K.A., Lyons, T., Balogh, Z.J., *Epidemiology of Traumatic Deaths: Comprehensive Population-Based Assessment*. World Journal of Surgery, 2009. **34**: p. 158-163.
61. Lenartova, L., Janciak, I., Wilbacher, I., Rusnak, M., Mauritz, W., *Severe Traumatic Brain Injury in Austria III : Prehospital status and treatment*. Wiener klinische Wochenschrift, 2007. **119**(1-2): p. 35-45.
62. Mauritz, W., Janciak, I., Wilbacher, I., Rusnak, M., *Severe Traumatic Brain Injury in Austria IV: Intensive care management*. Wiener klinische Wochenschrift, 2007. **119**(1-2): p. 46-55.
63. Rusnak, M., Janciak, I., Majdan, M., Wilbacher, I., Mauritz, W., *Severe Traumatic Brain Injury in Austria I: Introduction to the study*. Wiener klinische Wochenschrift, 2007. **119**(1-2): p. 23-28.
64. Utomo, W.K., Gabbe, B.J., Simpson, P.M., Cameron, P.A., *Predictors of in-hospital mortality and 6-month functional outcomes in older adults after moderate to severe traumatic brain injury*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2009. **40**: p. 973-977.
65. Masson, F., Thicoipe, M., Aye, P., Mokni, T., Senjean, P., Schmitt, V., Dessalles, P.-H., Cazaugade, M., Labadens, P., *Epidemiology of Severe Brain Injuries: A Prospective Population-Based Study*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2001. **51**(3): p. 481-489.
66. Jiang, J.-Y., Gao, G.-Y., Li, W.-P., Yu, M.-K., Zhu, C., *Early Indicators of Prognosis in 846 Cases of Severe Traumatic Brain Injury*. Journal of Neurotrauma, 2002. **19**(7): p. 869-874.

67. Harrison-Felix, C., Whiteneck, G.G., Jha, A., DeVivo, M.J., Hammond, F.M., Hart, D.M., *Mortality Over Four Decades After Traumatic Brain Injury Rehabilitation: A Retrospective Cohort Study*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2009. **90**: p. 1506-13.
68. Harrison-Felix, C., Whiteneck, G., DeVivo, M., Hammond, F.M., Jha, A., *Mortality following rehabilitation in the Traumatic Brain Injury Model Systems of Care*. NeuroRehabilitation, 2004. **19**: p. 45-54.
69. Colantonio, A., Escobar, M.D., Chipman, M., Mclellan, B., Austin, P.C., Mirabella, G., Ratcliff, G., *Predictors of Postacute Mortality Following Traumatic Brain Injury in a Seriously Injured Population*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2008. **64**: p. 876-882.
70. Brooks, J.C., Strauss, D.J., Shavelle, R.M., Paculdo, D.R., Hammond, F.M., Harrison-Felix, C., *Long-Term Disability and Survival in Traumatic Brain Injury: Results From the National Institute on Disability and Rehabilitation Research Model Systems*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2013. **94**: p. 2203-2209.
71. Baguley, I.J., Nott, M.T., Howle, A.A., Simpson, G.K., Browne, S., King, A.C., Cotter, R.E., Hodgkinson, A., *Late mortality after severe traumatic brain injury in New South Wales: a multicentre study*. Medical Journal of Australia, 2012. **196**(1): p. 40-45.
72. Harrison-Felix, C., Kreider, S.E.D., Arango-Lasprilla, J.C., Brown, A.W., Dijkers, M.P., Hammond, F.M., Kolakowsky-Hayner, S.A., Hirshson, C., Whiteneck, G., Zasler, N.D., *Life Expectancy Following Rehabilitation: A NIDRR Traumatic Brain Injury Model Systems Study*. Head Trauma Rehabil, 2012. **27**(6): p. E69–E80.
73. Ratcliff, G., Colantonio, A., Escobar, M., Chase, S., Vernich, L., *Long-term survival following traumatic brain injury*. Disability and Rehabilitation, 2005. **27**(6): p. 305-314.
74. Shavelle, R.M., Strauss, D., Whyte, J., Day, S.M., Yu, Y.L., *Long-Term Causes of Death After Traumatic Brain Injury*. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2001. **80**: p. 510-516.
75. Baguley, I.J., Nott, M.T., Slewa-Younan, S., *Long-term mortality trends in functionally-dependent adults following severe traumatic-brain injury*. Brain Injury, 2008. **22**(12): p. 919-925.
76. Ventura, T., Harrison-Felix, C., Carlson, N., Diguseppi, C., Gabella, B., Brown, A., DeVivo, M., Whiteneck, G., *Mortality After Discharge From Acute Care Hospitalization With Traumatic Brain Injury: A Population-Based Study*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2010. **91**: p. 20-29.
77. Flaada, J.T., Leibson, C.L., Mandrekar, J.N., Diehl, N., Perkins, P.K., Brown, A.W., Malec, J.F., *Relative Risk of Mortality after Traumativ Brain Injury: A Population-based Study of the Role of Age and Injury Severity*. Neurotrauma, 2007. **24**(3): p. 435-445.

78. Harrison-Felix, C., Whiteneck, G., Devivo, M.J., Hammond, F.M., Jha, A., *Causes of Death Following 1 Year Postinjury Among Individuals With Traumatic Brain Injury*. The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 2006. **21**(1): p. 22-33.
79. Statistisches Bundesamt, *Gesundheit - Todesursachen in Deutschland*, in *Fachserie 12, Reihe 4*. 2013: Wiesbaden.
80. Coronado, V.G., Xu, L., Basavaraju, S.V., Mcguire, L.C., Wald, M.M., Faul, M.D., Guzman, B.R., Hemphill, J.D., *Surveillance for Traumatic Brain Injury–Related Deaths — United States, 1997–2007*. Morbidity and Mortality Weekly Report, 2011. **Vol. 60** (No. 5).
81. McMillan, T.M., Teasdale, G.M., *Death rate is increased for at least 7 years after head injury: a prospective study*. Brain, 2007. **130**: p. 2520-2527.
82. Leitgeb, J., Mauritz, W., Brazinova, A., Majdan, M., Wilbacher, I., *Impact of concomitant injuries on outcomes after traumatic brain injury*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2013. **133**: p. 659-668.
83. Baguley, I., Slewa-Younan, S., Lazarus, R., Green, A., *Long-term mortality trends in patients with traumatic brain injury*. Brain Injury, 2000. **14**(6): p. 505-512.
84. Fazel, S., Wolf, A., Pillas, D., Lichtenstein, P., Långström, N., *Suicide, Fatal Injuries, and Other Causes of Premature Mortality in Patients With Traumatic Brain Injury: A 41-Year Swedish Population Study*. JAMA Psychiatry, 2014. **71**(3): p. 326-333.
85. Cameron, C.M., Purdie, D.M., Kliwer, E.V., McClure, R.J., *Ten-year outcomes following traumatic brain injury: A population-based cohort*. Brain Injury, 2008. **22**(6): p. 437–449.
86. Shavelle, R., Strauss, D., *Comparative Mortality of Adults With Traumatic Brain Injury in California, 1988-97*. Journal of Insurance Medicine, 2000. **32**: p. 163-166.
87. Martins, F., Freitas, F., Martins, L., Dartigues, J.F., Barat, M., *Spinal cord injuries-Epidemiology in Portugal's central region*. Spinal Cord, 1998. **36**: p. 574- 578.
88. Hagen, E.M., Lie, S.A., Rekan, T., Gilhus, N.E., Gronning, M., *Mortality after traumatic spinal cord injury: 50 years of follow-up*. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 2010. **81**: p. 368-373.
89. O'Connor, P.J., *Survival After Spinal Cord Injury in Australia*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005. **86**: p. 37-41.
90. Thietje, R., Kowald, B., Hirschfeld, S., *Woran sterben Querschnittgelähmte heute?– Eine Nachuntersuchung von 102 Fällen*. Rehabilitation, 2011. **50**: p. 251- 254.
91. Strauss, D.J., DeVivo, M.J., Paculdo, D.R., Shavelle, R.M., *Trends in Life Expectancy After Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2006. **87**: p. 1079-1085.
92. Middleton, J.W., Dayton, A., Walsh, J., Rutkowski, S.B., Leong, G., Duong, S., *Life expectancy after spinal cord injury: a 50-year study*. Spinal Cord, 2012. **50**: p. 803-811.

93. Sabre, L., Rekand, T., Asser, T., Kõrv, J., *Mortality and causes of death after traumatic spinal cord injury in Estonia*. The Journal of Spinal Cord Medicine, 2013. **36**(6): p. 687-694.
94. DeVivo, M.J., Kartus, P.L., Stover, S.L., Rutt, R.D., Fine, P.R., *Seven-Year Survival Following Spinal Cord Injury*. Archives of neurology, 1987. **44**: p. 872-875.
95. Whiteneck, G.G., Charlifue, S.W., Frankel, H.L., Fraser, M.H., Gardner, B.P., Gerhart, K.A., Krishnan, K.R., Menter, R.R., Nuseibeh, I., Short, D.J., Silver, J.R., *Mortality, morbidity, and psychosocial outcomes of persons spinal cord injured more than 20 years ago*. Paraplegia 1992. **30**: p. 617-630.
96. McColl, M.A., Walker, J., Stirling, P., Wilkins, R., Corey, P., *Expectations of life and health among spinal cord injured adults*. Spinal Cord, 1997. **35**: p. 818- 828.
97. Thietje, R., Pouw, M.H., Schulz, A.P., Kienast, B., Hirschfeld, S., *Mortality in patients with traumatic spinal cord injury: Descriptive analysis of 62 deceased subjects*. The Journal of Spinal Cord Medicine, 2011 **34**(5): p. 482-487.
98. Hartkopp, A., Brønnum-Hansen, H., Seidenschnur, A.-M., Biering-Sørensen, F., *Survival and cause of death after traumatic spinal cord injury. A long-term epidemiological survey from Denmark*. Spinal Cord 1997. **35**: p. 76-85.
99. Moorin, R., Miller, T.R., Hendrie, D., *Population-based incidence and 5-year survival for hospital-admitted traumatic brain and spinal cord injury, Western Australia, 2003–2008*. Journal of Neurology, 2014. **261**: p. 1726-1734.
100. Soden, R.J., Walsh, J., Middleton, J.W., Craven, M.L., Rutkowski, S.B., Yeo, J.D., *Causes of death after spinal cord injury*. Spinal Cord 2000. **38**: p. 604-610.
101. Lidal, I.B., Snekkevik, H., Aamodt, G., Hjeltnes, N., Stanghelle, J.K., Biering-Sørensen, F., *Mortality after spinal cord injury in Norway*. Journal of Rehabilitation Medicine, 2007. **39**: p. 145-151.
102. Ahoniemi, E., Pohjolainen, T., Kautiainen, H., *Survival after Spinal Cord Injury in Finland*. Journal of Rehabilitation Medicine, 2011. **43**: p. 481-485.
103. Cao, Y., Selassie, A.W., Krause, J.S., *Risk of Death After Hospital Discharge With Traumatic Spinal Cord Injury: A Population-Based Analysis, 1998-2009*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2013. **94**: p. 1054-1061.
104. Strauss, D., DeVivo, M.J., Shavelle, R., *Long-term Mortality Risk After Spinal Cord Injury*. Journal of insurance medicine, 2000. **32**: p. 11-16.
105. Frankel, H.L., Coll, J.R., Charlifue, S.W., Whiteneck, G.G., Gardner, B.P., Jamous, M.A., Krishnan, K.R., Nuseibeh, I., Savic, G., *Long-term survival in spinal cord injury: a fifty year investigation*. Spinal Cord, 1998 **36**: p. 266-274.
106. DeVivo, M.J., Krause, J.S., Lammertse, D.P., *Recent Trends in Mortality and Causes of Death Among Persons With Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1999. **80**: p. 1411-1419.

107. Krause, J.S., Saunders, L.L., *Health, Secondary Conditions, and Life Expectancy After Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2011. **92**: p. 1770-1775.
108. Krause, J.S., Carter, R.E., Pickelsimer, E.E., Wilson, D., *A Prospective Study of Health and Risk of Mortality After Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2008. **89**: p. 1482-1491.
109. Hong, J., Lee, W.-K., Kim, M.K., Lee, B.-E., Shin, S.D., Park, H., *Effect of comorbidity on length of hospital stay and in-hospital mortality among unintentionally injured patients*. Accident Analysis and Prevention, 2013. **52**: p. 44-50.
110. Grossman, M.D., Miller, D., Scaff, D.W., Arcona, S., *When Is an Elder Old? Effect of Preexisting Conditions on Mortality in Geriatric Trauma*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2002. **52**: p. 242-256.
111. Morris Jr, J.A., Mackenzie, E.J., Edelstein, S.L., *The Effect of Preexisting Conditions on Mortality in Trauma Patients*. JAMA, 1990. **263**(14): p. 1942-1946.
112. Hollis, S., Lecky, F., Yates, D.W., Woodford, M., *The Effect of Pre-Existing Medical Conditions and Age on Mortality After Injury*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2006. **61**(5): p. 1255-1260.
113. Kao, L.S., Todd, S.R., Moore, F.A., *The impact of diabetes on outcome in traumatically injured patients: an analysis of the National Trauma Data Bank*. The American Journal of Surgery 2006. **192**: p. 710-714.
114. Wutzler, S., Maegele, M., Marzi, I., Spanholtz, T., Wafaisade, A., Lefering, R., *Association of Preexisting Medical Conditions with In-Hospital Mortality in Multiple-Trauma Patients*. Journal of the American College of Surgeons, 2009. **209**(1): p. 75-81.
115. Thompson, H.J., Rivara, F.P., Nathens, A., Wang, J., Jurkovich, G.J., Mackenzie, E.J., *Development and Validation of the Mortality Risk for Trauma Comorbidity Index*. Annals of Surgery, 2010. **252**(2): p. 370-375.
116. McGwin, G., MacLennan, P.A., Fife, J.B., Davis, G.G., Rue, L.W., *Preexisting Conditions and Mortality in Older Trauma Patients*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2004. **56**(6): p. 1291-1296.
117. Newell, M.A., Bard, M.R., Goettler, C.E., Toschlog, E.A., Schenarts, P.J., Sagraves, S.G., Holbert, D., Pories, W.J., Rotondo, M.F., *Body Mass Index and Outcomes in Critically Injured Blunt Trauma Patients: Weighing the Impact*. Journal of the American College of Surgeons, 2007. **204**: p. 1056-1064.
118. Hoffmann, M., Lefering, R., Gruber-Rathmann, M., Rueger, J.M., *The impact of BMI on polytrauma outcome*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2012. **43**: p. 184-188.
119. Andruszkow, H., Veh, J., Mommsen, P., Zeckey, C., Hildebrand, F., Frink, M., *Impact of the Body Mass on Complications and Outcome in Multiple Trauma Patients: What Does the Weight Weigh?* Mediators of Inflammation, 2013(Article ID 345702): p. 1-8.

120. Bochicchio, G.V., Joshi, M., Bochicchio, K., Nehman, S., Tracy, J.K., Scalea, T.M., *Impact of Obesity in the Critically Ill Trauma Patient: A Prospective Study*. Journal of the American College of Surgeons, 2006. **203**: p. 533-538.
121. Ditillo, M., Pandit, V., Rhee, P., Aziz, H., Hadeed, S., Bhattacharya, B., Friese, R.S., Davis, K., Joseph, B., *Morbid obesity predisposes trauma patients to worse outcomes*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2013. **76**(1): p. 176-179.
122. Ciesla, D.J., Moore, E.E., Johnson, J.L., Burch, J.M., Cothren, C.C., Sauaia, A., *Obesity Increases Risk of Organ Failure after Severe Trauma*. Journal of the American College of Surgeons, 2006. **203**: p. 539-545.
123. Nelson, J., Billeter, A.T., Seifert, B., Neuhaus, V., Trentz, O., Hofer, C.K., Turina, M., *Obese trauma patients are at increased risk of early hypovolemic shock: a retrospective cohort analysis of 1,084 severely injured patients*. Critical Care, 2012. **16**: p. 1-11.
124. Neville, A.L., Brown, C.V.R., Weng, J., Demetriades, D., Velmahos, G.C., *Obesity Is an Independent Risk Factor of Mortality in Severely Injured Blunt Trauma Patients*. Archives of Surgery, 2004. **139**: p. 983-987.
125. Ryb, G.E., Dischinger, P.C., *Injury Severity and Outcome of Overweight and Obese Patients After Vehicular Trauma: A Crash Injury Research and Engineering Network (CIREN) Study*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2008. **64**: p. 406-411.
126. Arbabi, S., Wahl, W.L., Hemmilla, M.R., Kohoyda-Inglis, C., Taheri, P.A., Wang, S.C., *The Cushion Effect*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2003. **54**: p. 1090-1093.
127. Brown, C.V.R., Neville, A.L., Rhee, P., Salim, A., Velmahos, G.C., Demetriades, D., *The Impact of Obesity on the Outcomes of 1,153 Critically Injured Blunt Trauma Patients*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2005. **59**: p. 1048-1051.
128. Mock, C.N., Grossman, D.C., Kaufman, R.P., Mack, C.D., Rivara, F.P., *The relationship between body weight and risk of death and serious injury in motor vehicle crashes*. Accident Analysis and Prevention, 2002. **34**: p. 221-228.
129. Jehle, D., Seth, G., Jehle, C., *Influence of obesity on mortality of drivers in severe motor vehicle crashes*. American Journal of Emergency Medicine, 2012. **30**: p. 191-195.
130. Trunkey, D.D., *Trauma. Accidental and intentional injuries account for more years of life lost in the U.S. than cancer and heart disease. Among the prescribed remedies are improved preventive efforts, speedier surgery and further research*. Sci Am, 1983. **249**(2): p. 28-35.
131. Probst, C., Pape, H.-C., Hildebrand, F., Regel, G., Mahlke, L., Giannouidis, P., Krettek, C., Grotz, M.R.W., *30 years of polytrauma care: An analysis of the change in strategies and results of 4849 cases treated at a single institution*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2009. **40**: p. 77-83.

132. Schweigkofler, U., Reimertz, C., Hoffmann, R., *Polytraumamanagement - medizinische und logistische Algorithmen zur Optimierung der Schwerverletztenversorgung*. Hessisches Ärzteblatt, 2013. **4**: p. 236- 242.
133. Richter, M., Pape, H.-C., Otte, D., Krettek, C., *Improvements in passive car safety led to decreased injury severity — a comparison between the 1970s and 1990s*. Injury - International Journal of the Care of the Injured, 2005. **36**: p. 484-488.
134. Statistisches Bundesamt (Destatis). *Verkehr - Verkehrsunfälle*. 2018, accessed 26.05.2018; Available from: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleMonat/VerkehrsunfaelleM2080700181024.pdf?__blob=publicationFile.
135. Statistisches Bundesamt (Destatis). *Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2015*. accessed 26.05.2018; Available from: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2016/Unfallentwicklung_2015/Pressebrochure_unfallentwicklung.pdf?__blob=publicationFile.
136. Kauvar, D.S., Lefering, R., Wade, C.E., *Impact of Hemorrhage on Trauma Outcome: An Overview of Epidemiology, Clinical Presentations, and Therapeutic Considerations*. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2006. **60**(3): p. 3-11.
137. O'Reilly, D., Mahendran, K., West, A., Shirley, P., Walsh, M., Tai, N., *Opportunities for improvement in the management of patients who die from haemorrhage after trauma*. British Journal of Surgery, 2013. **100**: p. 749-755.
138. Spahn, D.R., Bouillon, B., Cerny, V., Coats, T.J., Duranteau, J., Fernández-Mondéjar, E., Filipescu, D., Hunt, B.J., Komadina, R., Nardi, G., Neugebauer, E., Ozier, Y., Riddez, L., Schultz, A., Vincent, J.-L., Rossaint, R., *Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated European guideline*. Critical Care, 2013. **17**.
139. Schäfer, N., Driessen, A., Fröhlich, M., Stürmer, E.K., Maegele, M., *Diversity in clinical management and protocols for the treatment of major bleeding trauma patients across European level I Trauma Centres*. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 2015. **23**(74).
140. Angus, D.C., Linde-Zwirble, W.T., Lidicker, J., Clermont, G., Carcillo, J., Pinsky, M.R., *Epidemiology of severe sepsis in the United States: Analysis of incidence, outcome, and associated costs of care*. Critical Care Medicine, 2001. **29**(7): p. 1303-1310.
141. Martin, G.S., Mannino, D.M., Eaton, S., Moss, M., *The Epidemiology of Sepsis in the United States from 1979 through 2000*. The New England Journal of Medicine, 2003. **348**: p. 1546-1554.
142. Brun-Buisson, C., Meshaka, P., Pinton, P., Vallet, B., *Episepsis: a reappraisal of the epidemiology and outcome of severe sepsis in French intensive care units*. Intensive Care Med, 2004. **30**: p. 580-588.

143. Geffers, C., Gastmeier, P., *Nosokomiale Infektionen und multiresistente Erreger in Deutschland*. Deutsches Ärzteblatt, 2011. **108**(6): p. 87-93.
144. Glance, L.G., Stone, P.W., Mukamel, D.B., Dick, A.W., *Increases in Mortality, Length of Stay, and Cost Associated With Hospital-Acquired Infections in Trauma Patients*. Archives of Surgery, 2011. **146**(7): p. 794-801.
145. Bochicchio, G.V., Joshi, M., Knorr, K.M., Scalea, T.M., *Impact of Nosocomial Infections in Trauma: Does Age Make a Difference?* The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care, 2001. **50**: p. 612-619.
146. Engel, C., Brunkhorst, F.M., Bone, H.-G., Brunkhorst, R., Gerlach, H., Grond, S., Gruendling, M., Huhle, G., Jaschinski, U., John, S., Mayer, K., Oppert, M., Olthoff, D., Quintel, M., Ragaller, M., Rossaint, R., Stuber, F., Weiler, N., Welte, T., Bogatsch, H., Hartog, C., Loeffler, M., Reinhart, K., *Epidemiology of sepsis in Germany: results from a national prospective multicenter study*. Intensive Care Med, 2007. **33**: p. 606-618.
147. Alberti, C., Brun-Buisson, C., Burchardi, H., Martin, C., Goodman, S., Artigas, A., Sicignano, A., Palazzo, M., Moreno, R., Boulmé, R., Lepage, E., Le Gall, J.R., *Epidemiology of sepsis and infection in ICU patients from an international multicentre cohort study*. Intensive Care Med, 2002. **28**: p. 108-121.
148. Sundararajan, V., Macisaac, C.M., Presneill, J.J., Cade, J.F., Visvanathan, K., *Epidemiology of sepsis in Victoria, Australia*. Crit Care Med, 2005. **33**(1): p. 71-80.
149. Annegers, J.F., Hauser, W.A., Coan, S.P., Rocca, W.A., *A Population-Based Study Of Seizures After Traumatic Brain Injuries*. The New England Journal of Medicine, 1998. **338**(1): p. 20-24.
150. Mahler, B., Carlsson, S., Andersson, T., Adelöw, C., Ahlbom, A., Tomson, T., *Unprovoked seizures after traumatic brain injury: A population-based case-control study*. Epilepsia, 2015. **56**(9): p. 1438-1444.
151. Lowenstein, D.H., *Epilepsy after head injury: An overview*. Epilepsia, 2009. **50**(2): p. 4-9.
152. Brandt, C., *Epilepsien in Zahlen*. Informationszentrum Epilepsie der Deutschen Gesellschaft für Epileptologie, 2014.
153. Christensen, J., *The Epidemiology of Posttraumatic Epilepsy*. Seminars in Neurology, 2015. **35**: p. 218-222.
154. Nichols, J., Perez, R., Wu, C., Adelson, P.D., Anderson, T., *Traumatic Brain Injury Induces Rapid Enhancement of Cortical Excitability in Juvenile Rats*. CNS Neuroscience & Therapeutics, 2015. **21**(193-203).
155. Naik, P.A., Fleming, M.E., Bhatia, P., Harden, C.L., *Do drivers with epilepsy have higher rates of motor vehicle accidents than those without epilepsy?* Epilepsy & Behavior, 2015. **47**: p. 111-114.
156. Masel, B.E., Dewitt, D.S., *Traumatic brain injury: a disease process, not an event*. Journal of Neurotrauma, 2010. **27**(8): p. 1529-1540.

157. European Commission. *The International Initiative for Traumatic Brain Injury Research (InTBIR)*. Accessed 27.05.2015; Available from: http://ec.europa.eu/research/health/medical-research/brain-research/international-initiative_en.html.
158. Van Den Berg, M.E.L., Castellote, J.M., De Pedro-Cuesta, J., Mahillo-Fernandez, I., *Survival after Spinal Cord Injury: A Systematic Review*. Journal of Neurotrauma, 2010. **27**: p. 1517-1528.
159. Krause, J.S., DeVivo, M.J., Jackson, A.B., *Health Status, Community Integration, and Economic Risk Factors for Mortality After Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2004. **85**: p. 1764-1773.
160. Krause, J.S., Saunders, L.L., Devivo, M., *Income and Risk of Mortality after Spinal Cord Injury*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2011. **92**(3): p. 339-345.
161. Parent, S., Barchi, S., Lebreton, M., Casha, S., Fehlings, M.G., *The Impact of Specialized Centers of Care for Spinal Cord Injury on Length of Stay, Complications, and Mortality: A Systematic Review of the Literature*. Journal of Neurotrauma, 2011. **28**: p. 1363-1370.
162. Cameron, C.M., Purdie, D.M., Kliwer, E.V., McClure, R.J., *Ten-year health service use outcomes in a population-based cohort of 21 000 injured adults: the Manitoba Injury Outcome Study*. Bulletin of the World Health Organization, 2006. **84**(10): p. 802-810.
163. Cameron, C.M., Kliwer, E.V., Purdie, D.M., McClure, R.J., *Long term health outcomes after injury in working age adults: a systematic review*. Journal of Epidemiology & Community Health, 2006. **60**: p. 341-344.
164. Hogue Jr, C.W., Stearns, J.D., Colantuoni, E., Robinson, K.A., Stierer, T., Mitter, N., Pronovost, P.J., Needham, D.M., *The impact of obesity on outcomes after critical illness: a meta-analysis*. Intensive Care Med, 2009. **35**: p. 1152-1170.
165. Flegal, K.M., Kit, B.K., Orpana, H., Graubard, B.I., *Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories A Systematic Review and Meta-analysis*. JAMA, 2013. **309**(1): p. 71-82.
166. Tilg, H., Moschen, A.R., *Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity*. Nature Reviews Immunology, 2006. **6**: p. 772-783.
167. Rondinone, C.M., *Adipocyte-Derived Hormones, Cytokines, and Mediators*. Endocrine, 2006. **29**(1): p. 81-90.
168. Yuan, G., Chen, X., Ma, Q., Qiao, J., Li, R., Li, X., Li, S., Tang, J., Zhou, L., Song, H., Chen, M., *C-reactive protein inhibits adiponectin gene expression and secretion in 3T3-L1 adipocytes*. Journal of Endocrinology, 2007. **194**(2): p. 275-281.
169. Yuan, G., Jia, J., Di, L., Zhou, L., Dong, S., Ye, J., Wang, D., Yang, L., Wang, J., Li, L., Yang, Y., Mao, C., Chen, M., *Effects of C-reactive protein on adipokines genes expression in 3T3-L1 adipocytes*. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2012. **424**(3): p. 462-468.

170. Trayhurn, P., *Endocrine and signalling role of adipose tissue: new perspectives on fat*. Acta Physiologica Scandinavica, 2005. **184**(4): p. 285-293.
171. Branca, F., Nikogosian, H., Lobstein, T., *The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response*. World Health Organisation. 2007.

ANHANG

Tabelle 62: Charakteristika der Unfallstudien

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	m:w/ ♂Alter
Baker, 1980	USA	1972	Analyse von Autopsieergebnissen	Coroner's Office, San Francisco	437	32% Schusswunden 28% Stürze 12% Kfz-Unfall	⊖ISS 43	3:1/k.A.
Gories, 1982	Niederlande	1970-1980	Analyse von Todesfällen	University Hospital Nijmegen, KH-Akten	89	87% Kfz-Unfälle 10% Stürze	Ausschließlich stumpfes Trauma	2,5:1/37,9
Certo, 1983	USA	1969-1974	Analyse von Todesfällen	Daten des Vermont Department of Highway Safety, Totenscheine, Krankenhäuser	280	Ausschließlich Kfz-Unfälle	k.A.	k.A.
Spain, 1984	USA	1979-1980	Analyse von Todesfällen	Autopsieberichte Hudson Valley Emergency Services Region	421	66% Verkehrsunfälle	k.A.	k.A.
Pories, 1989	Kanada	1985-1987	Analyse von Todesfällen	Traumaregister (Medical Center Hospital of Vermont's)	54	32% Kfz-Unfälle 18% Stürze 22% Sportverletzungen	⊖ISS=9	1,7:1/median 28
Shackford, 1989	USA	1986-1987	Analyse von eingelieferten Unfalltopfern	Level I Trauma Center, KH-Akten und Autopsieberichte	1477/104 Todesfälle	Todesfälle: 25,0% Kfz-Unfälle 11% Stichwunde 11% Motorradunfälle 14% Fußgängerunfälle 27% Schusswunden 8% Stürze	Todesfälle: ⊖ISS 49,5	Todesfälle: k.A./34,5
Daly, 1992	GB	1988	Analyse von traumatischen Todesfällen	Autopsieberichte (Coroner's records)	434	49% Verkehrsunfälle, 21% Stürze	33% Polytrauma 33% Kopfverletzung 8% Thorax 4% Rückenmark 3% Frakturen	k.A./52
Regel, 1995	Deutschland	1972-1981 1982-1991	Retrospektive Analyse der Patientenbehandlung	Medizinische Hochschule Hannover, Unfallchirurgie	3406	83-89% Kfz-Unfall	Ausschließlich Polytraumata, bei allen Pat. ISS >20 (⊖7,6 Verletzungen) 69% Schädelverletzung, 62% Thoraxtrauma, 86% Frakturen (Überlappungen wg. Polytrauma) ⊖ISS 35,7	2,8:1/34 bzw. 31 (je nach Jahrzehnt)
Sauaia, 1995	USA	1992	Analyse der Todesfälle	Notfarzeinsatz-Berichte, Totenscheine, Traumaregister, Polizeiberichte	289	42% Schusswunden 38% Kfz-Unfälle 8% Stürze 2% Verbrennungen	⊖ISS 35,7	k.A./36,8
Maito, 1996	USA	1994	Prospektive Studie aller Trauma-assoziierten Todesfälle	Totenscheine, Autopsieberichte, Polizeiberichte, KH-Akten im Großraum Michigan	155	84,6% Verkehrsunfälle	Todesursachen: 36,1% ZNS-Verletzungen, 35,5% massive, nicht näher bezeichnete Verletzungen, Blutung 20,0%	2,5:1/37,4

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	m:w/Alter
Meislin, 1997	USA	1991-1993	Totenscheine des medical examiner	Pima County	710	Gruppe 2: 26,5% Stürze, 23,8% Kfz-Unfälle, 21,5% Schusswunden (Gruppe 1: 34,6% Schusswunden)	„blunt and penetrating“, Gruppe 1 (tot am Unfallort) mit ISS=39; Gruppe 2 (Krankenhausentlieferung) mit ISS=25,6	Gruppe 1: 4:1/42,9 Gruppe 2: 2:1/49,3
Acosta, 1998	USA	1985-1995	Retrospektive Analyse von Autopsieberichten	University of California San Diego	900	32,5% Mord insgesamt 80% der stumpfen Traumata bedingt durch Kfz-Unfälle	ISS=44	8,6:1 (penetrating) bzw. 3:1 (stumpf)/36,5
Hodgson, 2000	Kanada	1991-1997	Analyse von Todesfällen	London Health Sciences Centre, Krankenakten, Autopsieberichte	108	59% Kfz-Unfälle, 19% Stürze, 7% Suizid/Mord	Ausschließlich stumpfes Trauma	2,6:1/39
Hadfield, 2001	GB	1996-1998	Analyse von Todesfällen auf Intensivstation nach Polytrauma	Daten der Intensivstation des Frenchay Hospital	101	56% Verkehrsunfälle 35% Stürze 8% Gewalttaten	ISS 28,7	2,3:1/38,7
Chiara, 2002	Italien	1997-1998	Analyse von Todesfällen	Unfallversorgungsmetz Mailand; Autopsieberichte	255	50,3% Verkehrsunfälle 25,5% Suizid 13,3% Mord	Todesursachen 66% ZNS und Blutung, 27% Blutung	2,7:1/♂44, ♀55,9
Stewart, 2003	USA	1995-2001	Analyse von Todesfällen	Level I Trauma Center, Patientenakten und Autopsieberichte	753	43% Kfz-Unfälle 19% Schusswunden 16% Stürze 10% Fußgänger 2% Motorradunfälle	ISS 41 GCS 5 RTS 4	k.A./43
Demetriades, 2004	USA	1993-2002	Retrospektive Analyse von Todesfällen	Level I städtische Traumazentren, Los Angeles County and University of Southern California	2648	46% Schusswunden 16% Fußgänger, 13% Kfz-Unfälle, 6% Stichwunden, 3% Stürze	ISS=29,2; 43% Kopfverletzung mit AIS≥4, 28% Thoraxverletzung mit AIS≥4, 19% Abdominalverletzung mit AIS≥4	4,6:1/36
Potenza, 2004	USA	1987-1997	Retrospektive Kohortenstudie	San Diego Trauma Systems (6 Zentren)	55664	30% Kfz-Unfälle 18% Körperverletzung 10% Stürze 10% Fußgängerunfälle	ISS 14,4 GCS 13,6 RTS 7,3	3,8:1/34,1
Demetriades, 2005	USA	2000-2002	Retrospektive Studie, Analyse von traumabedingten Todesfällen	County of Los Angeles; Analyse des Traumaregisters und Aufzeichnungen der Notaufnahmen	4151	19,9% Kfz-Unfall, 13,9% Fußgänger, 45,9% Schusswunden	50% „penetrating“, 50% „blunt“, 32,0% Kopfverletzung mit AIS≥4; 20,8% Thoraxverletzung mit AIS≥4, 1,8% Extremitäten mit AIS≥4	4:1/38,7

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	m:w/ ∞ Alter
Bamvita, 2007	Kanada	1993-2003	Analyse von KH-Aufnahmen nach Trauma, Untergruppe klinische Todesfälle	Level I Trauma Center, KH-Akten, Autopsieberichte	463	47,3% Stürze aus dem Stand, 36,9% Autounfälle, 7,6% Stürze aus großer Höhe, 4,1% Fußgängerunfälle	∞ ISS 22,6 stumpfe Traumata	1,2:1/67,5
Cohren, 2007	USA	2002	Analyse der Epidemiologie von traumabedingten Todesfällen	Denver County, Totenscheine des Colorado Department of Public Health	420	43% Verkehrsunfälle, beabsichtigte Verletzungen 24%, 20% Stürze	k.A.	2,3:1/47,3
Soreide, 2007	Norwegen	1996-2004	Analyse von Todesfällen	Stavanger University Hospital, Autopsieberichte	260	31% Kfz-Unfälle, 28% Gewalttaten, 25% Stürze, 14% Fußgänger/Fahrradfahrer	Medianer ISS 38	3:1/45,8
Ulvik, 2007	Norwegen	1998-2003	Retrospektive Kohortenstudie	Universitätskrankenhaus, Intensivstation	325	k.A.	Medianer ISS=25 38% schwere Kopfverletzung	4,9:1/median 41,1
De Knegt, 2008	Niederlande	1996-2005	Analyse der Todesfälle	University Medical Centre Utrecht	659	40,8% Kfz-Unfälle; 38,4% Stürze	93,3% stumpfes Trauma; AIS \geq 4: Thorax 59,9% Kopf, 19,1% 8,3% Abdomen 4,6% Extremitäten ∞ ISS 27,1 ∞ GCS 6,83 ∞ RTS 8,2	1,8:1/52,6
Pang, 2008	Neuseeland	2004	Analyse der Todesfälle	Traumaregister, Totenscheine Autopsieberichte, Auckland	186	36% Erhängen 31,7% Kfz-Unfälle, 9,7% Stürze, 5,4% Fußgängerunfälle	Medianer ISS= 25; hauptsächlich stumpfes Trauma	3,0:1/36,5
Probst, Zelle, 2009	Deutschland	1975- 2004	Analyse klinischer (=Gruppe I) und Langzeit-Todesfällen	Level I Trauma Center, MHH	511 (Gruppe I=408)	Gruppe I: Unfallmechanismen: 55,3% Auto, 21,9% Motorrad, 8,6% Fußgänger, 8,1% Stürze, 2,1% Suizid, 4,0% andere	Gruppe I: ∞ ISS 29,2, stumpfe Polytraumata	Gruppe I: 2,7:1/28,4J
Evans, 2010	Australien	2005	Analyse von Todesfällen	Level I trauma center	175	72% Kfz-Unfälle, 4% Stürze 8% Schusswunden 6% Stichwunden 5% Verbrennungen	„high energy“ vs. „low-energy“ Traumata, ∞ ISS 36	1,2:1/55
Gunst, 2010	USA	2005	Analyse von Trauma-bedingten Todesfällen	Daten des „office of the county medical examiner“, Letzenschau	678	43% Schusswunden, 17% Kfz-Unfälle, 6% Fußgänger-Unfälle, 3% Motorradunfälle, 5% Stürze	40% SHT, 23% Polytrauma	4,3:1/33
Kleber, 2012	Deutschland	2010	Prospektive Studie, Analyse von Todesfällen	Berlin, 39 Krankenhäuser mit Notaufnahme	440	64,5% Stürze, 19,2% Verkehrsunfälle, 12,5% Stich-,Schmitt-, Schusswunden	79% stumpfes Trauma Todesursachen: 46% Polytrauma	k.A.
Lefering, 2012	Deutschland & GB	2000-2010	Analyse von KH-Todesfällen	Europäische Traumaregister (TR-DGU und TARN)	76366 (davon 6685 bzw. 6867 Todesfälle e)	k.A.	ISS>9	k.A.

Tabelle 63: Charakteristika der SHT-Studien

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort/ Daten	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzungsschwere	m:w/ ♂Alter (in Jahren)
Baguley, 2000	Australien	1986-1996	Retrospektive Kohortenstudie	Brain Injury Rehabilitation Service, Westmead Hospital	476	62% Kfz-Unfälle 21% Stürze Gewalttaten 12%	FAM Score 174 (Lebende), FAM Score 84 (Verstorbene)	4,2:1/ 31,7 (Lebende), 37,6 (Verstorbene)
Shavelle, 2000	USA	1988-1997	Retrospektive Kohortenstudie	California Department of Developmental Services	2629	k.A.	Dauerhafte Behinderungen bzw. kognitive Defizite	2:1/ k.A.
Masson, 2001	Frankreich	1996	Prospektive Kohortenstudie	19 Krankenhäuser im Südwesten Frankreichs	497	48,3% Verkehrsunfälle 41,8% Stürze	AIS (Kopf) 4 bzw. 5	2,5:1/44
Shavelle, 2001	USA	1988-1997	Retrospektive Kohortenstudie	California Department of Developmental Services	2320	k.A.	SHT mit dauerhaften kognitiven und sprachlichen Defiziten	2:1/k.A.
Jiang, 2002	China	1991-1998	Retrospektive Kohortenstudie	Neurosurgical Institute, Shanghai	846	50,35% Kfz-Unfälle 21,87% Motorradunfälle, 14,78% Stürze	GCS ≤ 8	3,8:1/ k.A.
Brown, 2004	USA	1985-2000	Retrospektive Kohortenstudie	Minnesota, Mayo Klinik	1448	k.A.	11% mittel bis schwer 88% leicht	1,5:1/ 35,3 bzw. 1,2:1/ 26,8
Harrison-Felix, 2004	USA	1988-2000	Retrospektive Kohortenstudie	TBI Model System of Care, 15 National Institutes on Disability and Rehabilitation	2178	62% Kfz-Unfall 20% Gewalttaten 16% Stürze	37% GCS 3-8	3:1/ 37,3
Ratcliff, 2005	USA	1974-1989	Retrospektive Kohortenstudie	Reha Klinik in Pittsburgh, Pennsylvania	642	67% Kfz-Unfälle 16% Stürze	ISSINT Illness Severity Score: 28% Level 3 26% Level 4 22% Level 2 13% Level 5 11% Level 1	2,6:1/ 34,8
Harrison-Felix, 2006	USA	1988-2001	Retrospektive Kohortenstudie	TBI Model Systems, 15 National Institutes on Disability and Rehabilitation	2140	k.A.	42% GCS 3-8	3:1/ 37
Flaada, 2007	USA	1985-1999	Retrospektive Kohortenstudie	Minnesota, National Institute on Disability and Rehabilitation Research	7800	27,8% Stürze 27,1% Kfz-Unfälle 24,8% Sport- & Freizeitunfälle	89% leichtes SHT 11% mittel- bis schweres SHT	1,2:1/ 27,6
Lenartova, 2007	Österreich	1999-2003	Prospektive Kohortenstudie	5 Zentren	398	k.A.	GCS ≤ 8 (⊆5,6)	2,6:1/ 49
Mauritz, 2007	Österreich	1999-2003	Prospektive Kohortenstudie	5 Zentren	415	k.A.	GCS ≤ 8 (⊆5,7)	2,6:1/ 48,9

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort/ Daten	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzungsschwere	m:w/ eAlter (in Jahren)
McMillan, 2007	GB	1995-1996	Retrospektive Kohortenstudie	Krankenhaus Glasgow	767	k.A.	13% schweres SHT 17% mittleres SHT 66% leichtes SHT 4% Rest, unklassifiziert	3,6:1/ k.A.
Rusnak, 2007	Österreich	1999-2003	Prospektive Kohortenstudie	5 Zentren	492	k.A.	GCS ≤ 8 ($\approx 5,7$)	2,6:1/ 47,5
Baguley, 2008	Australien	1989-2006	Retrospektive Kohortenstudie	Spezialisierte SHT-Reha-Einrichtung	69	56,5% Kfz-Unfälle 14,5% Stürze 13,0% Gewaltraten	GCS=4 bei den Überlebenden, GCS=5 bei den im Studienzeitraum Verstorbenen	Überlebende: 2,3/29,7 Verstorbene: 19:1/36,8
Cameron, 2008	Kanada	1988-1991	Retrospektive Kohortenstudie	Manitoba Injury Outcome Study	1290	42% Verkehrsunfälle 24% Stürze	66,6% ISS 1-8 6,9% ISS 1-15 26,6% ISS ≥ 16	2,2:1/ 33,6
Colantonio, 2008	Kanada	1993-1995	Retrospektive Kohortenstudie	Unfallkrankenhäuser, Ontario	2721	64% Kfz-Unfälle 25% Stürze	3,8% AIS (Kopf)=1 34,3% AIS=2 28,1% AIS=3 19,0% AIS=4 14,8% AIS=5	2,4:1/ k.A.
Harrison-Felix, 2009	USA	1961-2002	Retrospektive Kohortenstudie	Craig Hospital, stationäre Rehaeinrichtung	1678	73% Kfz-Unfälle 17% Stürze	Durchschnittliche Dauer der Bewusstlosigkeit 12 Tage	3,2:1/32
Utomo, 2009	Australien	2005-2007	Retrospektive Kohortenstudie	Victorian State Traumaregister	428	88% Stürze 6% Verkehrsunfälle	Isolierte mittelschwere bis schwere SHT AIS Kopf ≥ 4	1,2:1/ ab 65
Ventura, 2010	USA	1998-2003	Retrospektive Kohortenstudie	Nationale SHT-Überwachung	18998	50% Kfz-Unfälle 33% Stürze 9% Gewaltraten	38% AIS Kopf=4 36% AIS=2 16% AIS=3 5% AIS=5 4% AIS=1 <1% AIS=6	1,9:1/ 40
Coronado, 2011	USA	1997-2007	Auswertung von Todesfällen	Columbia, Todesfälle				
Baguley, 2012	Australien	1990-2007	Multizentrische Kohortenstudie	3 stationäre spezialisierte Rehaeinrichtungen	2545	k.A.	GCS ≤ 8	4,3:1/ k.A.
Brooks, 2012	USA	1989-2011	Retrospektive Kohortenstudie	TBI Model System of Care, National Institutes on Disability and Rehabilitation	7228	63% Kfz-Unfälle 22% Stürze 2% Sportunfälle 13% Gewaltraten	GCS 9,2 \pm 4,4	2,7:1/38,9

Studie	Land	Zeitraum der Verletzung	Studienart	Studienort/ Daten	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzungsschwere	m.w/ ♂Alter (in Jahren)
Harrison-Felix, 2012	USA	1998-2008	Prospektive Kohortenstudie	20 Traumatic Brain Injury Model Systems	8573	55% Kfz-Unfall 21% Stürze 14% Gewalttaten	36,1% GCSI-3 12,5% GCS 9-12 28,3% GCS 13-15 20,5% sediert	3:1/ 39,0
Leitgeb, 2013	Österreich	2002-2010	Prospektive Kohortenstudie	17 „tertiary care“ Zentren	767	41% Stürze 39% Verkehrsunfälle	AIS Kopf=4,01 ISS 25,9	2,8:1/ 48,4
Fazel, 2014	Schweden	1969-2009	Nationale Kohortenstudie	Nationales Patientenregister (Statistics Sweden)	218300	k.A.	Alle Verletzungsschweren	3,2:1/ 18,6

Tabelle 64: Charakteristika der RM-Studien

Studie	Land	Zeitraum der Studie	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	M:w (%) / eAlter (J)
DeVivo, 1987	USA	1973-1980	Retrospektive Kohortenstudie	7 Model Regional Spinal Cord Injury Care Systems	5131	k.A.	Unvollständige Paraplegie: 18,6% Komplette Paraplegie: 28,5% Unvollständige Tetraplegie: 28,1% Komplette Tetraplegie: 24,8%	85:15/k.A.
Whiteneck, 1992	Großbritannien	1943-1970	Kohortenstudie	National Spinal Injuries Centres Stoke Mandeville Hospital, Aylesbury, Regional Injuries Centre, Southport	834	43% Auto-/Motorradunfälle, 30% Stürze, 11% erschlagen durch herabfallende Objekte, 6% Sportunfälle, 5% Schussverletzungen/Explosionen, 2% Fahrradunfälle	31% zervikale, 52% thorakale, 17% lumbosakale Verletzungen	87:13/k.A.
Hartkop, 1997	Dänemark	1953-1990	Retrospektive Kohortenstudie	Centre for Spinal Cord Injured in Hornbaek	888	k.A.	48% Tetraplegiker 52% Paraplegiker	80:20/ 28
McColl, 1997	Kanada	1945-1990	Retrospektive Kohortenstudie	Lyndhurst Spinal Cord Centre, Toronto und Kingston General Hospital, Kingston	606	k.A.	27,1% komplette Paraplegie, 28,5% unvollständige Paraplegie, 19,8% komplette Tetraplegie, 24,4% unvollständige Tetraplegie	85:15/k.A.
Frankel, 1998	Großbritannien	1943-1990	Retrospektive Kohortenstudie	National Spinal Injuries Centre, Aylesbury, und Regional Spinal Injuries Centre, Southport	3179	k.A.	Tetraplegie C1-4 ABC: 4,2% Tetraplegie C5-8 ABC: 25,0% Paraplegie ABC: 44,1% Alle D Verletzungen: 26,7%	81:19/k.A.
Martins, 1998	Portugal	1989-1992	Retrospektive multizentrische Kohortenstudie	Coimbra Hospital Center, Coimbra University Hospitals, Portugal	398	57,3% Verkehrsunfälle, 37,4% Stürze, 5,3% Gewaltverbrechen und sonstige Unfälle	51,2% zervikale, 41% thorakale, 7,8% lumbale Verletzungen, 55,6% vollständige Verletzungen, 44,4% unvollständige Verletzungen	77:23/15
Yeo, 1998	Australien	1955-1994	Retrospektive Kohortenstudie	Royal North Shore Hospital, Sydney	1453	54% Verkehrsunfälle 18% Stürze 18% sport- und Freizeitunfälle	55,3% zervikale Verletzungen, 44,7% thorakolumbale Verletzungen	82:18/k.A.
DeVivo, 1999	USA	1973-1998	Multizentrische Kohortenstudie	Model spinal cord injury care systems und Shriner's Hospitals	28239	43% Verkehrsunfälle, 18,8% Gewaltverbrechen 18,5% Stürze 11,3% Sportunfälle	53% zervikale Verletzungen (18,5% C1-4; 34,5% C5-8); 53,8% vollständige Verletzungen	81:19/k.A.
Soden, 2000	Australien	1955-1994	Analyse der Todesfälle	Royal North Shore Hospital, Spinal Injuries Unit, Sydney	335/19 5 Todesfälle	k.A.	k.A.	k.A.
Strauss, 2000	USA	1973-1996	Retrospektive multizentrische Kohortenstudie	National Model Systems (18 Zentren)	19226	k.A.	34% Tetraplegiker ABC, 35% Paraplegiker ABC, 25% alle Verletzungshöhen Grad D	81:19/k.A.
O'Conno, 2005	Australien	1986-1997	Retrospektive Kohortenstudie	6 Australische Behandlungszentren für Akutversorgung und Rehabilitation von RM-Verletzten	2892	47% Verkehrsunfälle 28% Stürze	16,3% C1-4 36,9% C5-8 46,8% T1-S5	80:20/k.A.

Studie	Land	Zeitraum der Studie	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	M:w (%) / eAlter (J)
Strauss, 2006	USA	1973-2004	Retrospektive multizentrische Kohortenstudie	25 Model SCI Systems	30822	k.A.	1990-2004: Zervikale Verletzungen Grad ABC: 30% Thorakolumbale Verletzungen Grad ABC: 44% Verletzungen Grad D: 26%	79:21/27
Lidal, 2007	Norwegen	1961-1982	Querschnittsstudie mit retrospektiven Daten	Summas Rehabilitation Hospital	387	46% Verkehrsunfälle 32% Stürze 11% Sportunfälle 4% Gewaltverbrechen	47% Tetraplegiker 53% Paraplegiker Frankel Grade A: 47% Frankel Grade B: 6% Frankel Grade C: 13% Frankel Grade D: 32% Frankel Grade E: 2%	83:17/28
Krause, 2008	USA	1997-1998	Prospektive Kohortenstudie	Rehabilitations-Krankenhaus im Südosten der USA	1265	50,9% Verkehrsunfälle 17,3% Stürze 12,7% Gewaltverbrechen 7,2% Sportunfälle	13,2% C1-4 vollständig, 30,5% C5-8 vollständig; 35,2% vollständige Verletzung nicht-zervikal, 10,7% zervikal, Gehfähigkeit erhalten; 10,4% nicht-zervikal, Gehfähigkeit erhalten	74:26/32
Ahoniemi, 2011	Finnland	1976-2005	Querschnittsstudie mit retrospektiven Daten	Käpylä Rehabilitation Centre, Helsinki	1647	41,2% Sturz 39,5% Verkehrsunfall	51% Tetraplegiker 49% Paraplegiker	83:17/38
Krause, 2011	USA	1997-1998	Prospektive Kohortenstudie	Spezialisiertes Krankenhaus im Südosten der USA	1167	k.A.	13,5% C1-4 30,5% C5-8 34,4% nicht-zervikale Verletzung 21,5% gehfähig	75:25/31
Thietje, Pouw, 2011	Deutschland	1942-1995	Retrospektive Kohortenstudie	BG Unfallkrankenhaus Hamburg	100	41% Verkehrsunfälle, 24% Arbeitsunfälle, 27% Stürze 3% penetrierende Traumata	50% zervikale Verletzungen, 50% thorakolumbale Verletzungen	90:10/32
Thietje, Kowald, 2011	Deutschland	2000-2010	Retrospektive Kohortenstudie	BG Unfallkrankenhaus Hamburg	102	41,2% Verkehrsunfälle 38,2% Arbeitsunfälle 13,7% Sport/Haushaltsunfälle 2,9% Badeunfälle 2,9% Fremdeinwirkung	50% zervikale Verletzungen 50% thorakolumbale Verletzungen 77,5% vollständige Verletzungen (ASIA A)	90:10/35
Middleton, 2012	Australien	1955-2006	Retrospektive Kohortenstudie	Spinal Unit, Sydney	2014	53% Verkehrsunfälle 19% Stürze 18% Sport- und Freizeitunfälle	53% Tetraplegiker 47% Paraplegiker	82:18/34

Studie	Land	Zeitraum der Studie	Studienart	Studienort	Anzahl der Pat.	Verletzungsursachen	Verletzung	M:w (%) / ♂:Alter (J)
Cao, 2013	USA	1998-2009	Retrospektive multizentrische Kohortenstudie	62 acute care hospitals in South Carolina	2685/436 Todesfälle	Verstorbene: 40,4% Stürze, 22,0% Kfz-Unfall, 3,0% Schussverletzungen, 34,6% andere Ursachen Überlebende: 41,2% Kfz-Unfall, 23,9% Stürze, 5,9% Schussverletzungen, 29,1% andere Ursachen	Verstorbene: CI-4: 33% Frankel Grade A: 11,1% Frankel Grade B: 16,6% Frankel Grade C: 45,7% Frankel Grade D: 13,2% Frankel Grade E: 13,4% Überlebende: CI-4: 26,4% Frankel Grade A: 10,6% Frankel Grade B: 19,9% Frankel Grade C: 38,8% Frankel Grade D: 18,1% Frankel Grade E: 13,5%	69:31/k.A.
Sabre, 2013	Estland	1997-2007	Retrospektive populationsbezogene Studie	Alle estnischen Krankenhäuser	595	41,0% Stürze, 29,4% Verkehrsunfälle	CI-4 ABC: 9,9% C5-8 ABC: 28,9% CI-8 D: 16,1% Th1-S5 ABC: 26,7% Th1-S5 D: 7,7%	k.A.
Hagen, 2014	Norwegen	1952-2001	Retrospektive multizentrische Kohortenstudie	10 Krankenhäuser im Westen von Norwegen	401	k.A.	65,9% zervikale Verletzung, 34,1% thorakolumbale Verletzung	83:17/43
Moorin, 2014	Australien	2003-2008	Populationsbezogene Längsschnittstudie	Öffentliche und private Krankenhäuser in Westaustralien	335	52,2% Verkehrsunfälle, 27,5% Stürze, 19,1% andere	k.A.	75:25/k.A.

Tabelle 65: Charakteristika der Studien zur Auswirkung Komorbiditäten auf Mortalität nach Unfall

Studie	Land	Anzahl der Pat.	Studienort/Daten	Zeitraum der Verletzung	Studienkollektiv, Verletzung	m.w/øAlter
Morris, 1990	USA	3074	331 KH der Akutversorgung, Kalifornien	1983	Traumapatienten ≥ 15 J	k.A.
Grossman, 2002	USA	33781	State Trauma Database	1986-1999	Geriatrische Traumapatienten	1:1,7/77,6
McGwin, 2004	USA	122916	National Trauma Data Bank	1994-2002	50-64Jahre: n= 47078 65+Jahre: n=75838	In Altersgruppe 50-64J: 1,9:1 In Altersgruppe 65+: 1:1,9
Hollis, 2006	GB	65743	United Kingdom Trauma Network	1990-1997	Stumpfe Verletzungen	k.A.
Kao, 2006	USA	343250	National Trauma Data Bank	1994-2003	Allg. Traumapatienten	2,1:1/35
Bamvita, 2007	Kanada	463	Level I Trauma Center	1993-2003	Stumpfe Traumata, øISS 22,6	1,2:1/67,5
Wutzler, 2009	Deutschland	11142	Traumaregister der DGU	2002-2007	Polytrauma-Pat., øISS 29,8	3:1/45,4
Thompson, 2010	USA	4644	National Study on the Costs and Outcomes of Trauma	k.A.	øISS 17	k.A./43
Hong, 2013	Korea	21362	Korea National Hospital Discharge In-depth Injury Survey 2005	2004	„unintentional injuries“	1,7:1/k.A.

Tabelle 66: Charakteristika der Studien zur Auswirkung des BMI auf die Mortalität nach Unfall

Studie	Land	Anzahl der Pat.	Studienort/Daten	Zeitraum der Verletzung	Studienkollektiv, Verletzung	m:w/ø Alter in Jahren
Mock, 2002	USA	26727	National Automotive Sampling System, Crashworthiness Data System	1993-1996	ausschließlich Kfz-Unfälle, Pat ≥ 15 , øAlter 34,3J	k.A./k.A.
Arbabi, 2003	USA	189	University of Michigan Program for Injury Research and Education	1997-2001	Pat ≥ 13 J, ausschließlich Kfz-Unfälle, ø43J; øISS=23	k.A./k.A.
Neville, 2004	USA	242	Kalifornien, Academic level I trauma center	2002	stumpfes Trauma, øISS von 20	2,2:1/45
Brown, 2005	USA	1153	Kalifornien, Traumaregister und Intensivstation (ICU) Datenbank	1998-2003	Pat ≥ 13 J, ausschließlich Kfz-Unfälle	k.A./k.A.
Bohicchio, 2006	USA	1167	R Adams Cowley Shock Trauma Center	2000-2002	71% stumpfes Trauma	2,8:1/43, 5
Ciesla, 2006	USA	716	Denver Health Medical Center (level I trauma center)	1998-2004	≥ 15 Jahre, ISS > 15, 83% stumpfes Trauma; øISS von 31,0	2,3:1/38, 6
Newell, 2007	USA	1543	National Trauma Registry of the American College of Surgeons, Level I Universitätstraumacenter	2001-2005	ISS ≥ 16 , stumpfes Trauma	k.A./k.A.
Ryb, 2008	USA	1615	Crash Injury Research and Engineering Network	2000-2005	Pat. ≥ 16 J, ausschließlich Kfz-Uunfälle	k.A./k.A.
Hoffmann, 2012	D	5766	Traumaregister der DGU	2004-2008	Polytrauma-Patienten, ISS ≥ 16	1:3/k.A.
Jehle, 2012	USA	155584	Fatality Analysis Reporting System	2000-2005	ausschließlich schwere Kfz-Unfälle	k.A./k.A.
Nelson, 2012	Schweiz	1084	Zürich Universitätsklinik (trauma database)	1996-2009	ISS ab 16; Mindestalter 16 Jahre	k.A./k.A.
Andruszkow, 2013	D	586	Level I Trauma Centers	2005-2011	Polytrauma-Patienten; ISS ≥ 16 ; ≥ 16 Jahre;	2,3:1/42, 0
Ditillo, 2013	USA	32780	National Trauma Data Bank (beinhaltet 900 Trauma Center in den USA)	2007-2010	stumpfes Trauma, ≥ 18 Jahren; øISS=9	2,7:1/53, 4

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Matthias Graw danke ich für die Überlassung des Themas.

Frau Dr. Sylvia Schick danke ich für ihre ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung bei der Durchführung der gesamten Arbeit.

Mein besonderer Dank geht auch an Frau Wieckowska, die mir bei Literaturbeschaffung stets helfend zur Seite stand.

Meinen Eltern und Dominik möchte ich für ihre unentwegte Unterstützung und Ermutigung danken.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Schwendner, Christina

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

**Lebenserwartung nach Unfall: Literaturreview zu verbleibender Lebenszeit und
Todesursachen in Abhängigkeit von Verletzungen und Begleitumständen**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 10.11.2018
Ort, Datum

Christina Schwendner