

**Abschätzung der Gesamtzahl
Schwerstverletzter in Folge
von Straßenverkehrsunfällen in
Deutschland**

Juli 2010

Bundesanstalt für Straßenwesen

bast

PD Dr. Rolf Lefering

Institut für Forschung in der operativen Medizin (IFOM)

Campus Köln-Merheim, Fakultät für Medizin

Universität Witten / Herdecke

Ostmerheimer Str. 200

51109 Köln

Projektbetreuung:

Dr. Kerstin Auerbach, Eike A. Schmidt

Kurzfassung

Die Zahlen der im Straßenverkehr Getöteten, Schwer- und Leichtverletzten werden in Deutschland seit Jahren in amtlichen Statistiken geführt. Über die Gruppe der besonders schwer betroffenen Patienten liegen jedoch nur vage Schätzungen vor. Auch werden unterschiedliche Kriterien zur Definition dieser so genannten Schwerstverletzten verwendet, die zumeist auf einer Beschreibung der Art und der Schwere der Verletzungen beruhen. In der vorliegenden Arbeit sollen mit Daten aus dem TraumaRegister der DGU sowohl die unterschiedlichen Definitionen dargestellt werden, als auch über verschiedene Methoden die Gesamtzahl dieser Personen in Deutschland geschätzt werden.

Methodik

Das TraumaRegister DGU (TR-DGU) ist eine freiwillige Dokumentation von Unfallopfern, die lebend eine Klinik erreichen, dort behandelt werden und intensivmedizinisch betreut werden müssen. Das Register besteht seit 1993 und erfasst derzeit etwa 6.000 Fälle pro Jahr aus über 100 Kliniken. Pro Patient werden ca. 100 Angaben einschließlich der Codierung seiner Verletzungen gemäß Abbreviated Injury Scale (AIS) erfasst. Dieser Codierung erlaubt die Berechnung des Injury Severity Score (ISS) und des New ISS (NISS). Zum Vergleich werden folgende Definitionen eines Schwerstverletzten betrachtet: Maximum AIS ≥ 3 ; Maximum AIS ≥ 4 ; ISS ≥ 9 ; ISS ≥ 16 ; NISS ≥ 16 , Polytrauma sowie die Notwendigkeit der Intensivtherapie.

Am Beispiel des Kriteriums „ISS ≥ 16 “ werden schließlich auf drei verschiedene Arten die Gesamtzahl Schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer geschätzt: 1.) in fünf ausgewählten Regionen werden die Schwerstverletzten aus dem TR-DGU mit der Anzahl Schwerverletzter aus der amtlichen Statistik verglichen, um den Anteil der besonders schwer betroffenen Patienten zu bestimmen. 2.) Aus dem TR-DGU wird je nach Versorgungsstufe des Krankenhauses (lokales, regionales oder überregionales Zentrum) die durchschnittliche Anzahl Schwerstverletzter ermittelt und dann über die Anzahl solcher Kliniken in Deutschland hochgerechnet. 3.) Die Zahl der Schwerstverletzten wird aus der Zahl der Getöteten Verkehrsunfallopfer geschätzt. Dazu nutzt man das Verhältnis von in der Klinik verstorbenen zu überlebenden Schwerstverletzten aus dem TR-DGU. Mit Literaturangaben zum Anteil von präklinisch Verstorbenen wird dann auf der Basis der Anzahl der Getöteten aus der amtlichen Statistik die Gesamtzahl Schwerstverletzter geschätzt.

Ergebnisse

Je nach Definition eines Schwerstverletzten konnten zwischen 9.213 und 17.425 Fälle aus dem TR-DGU der letzten 10 Jahre berücksichtigt werden. Von diesen Patienten sind zwischen 12,7% und 20,2% im Krankenhaus verstorben. Die Krankenhaus Liegedauer der Überlebenden liegt zwischen 30 und 35 Tagen.

Nimmt man die Definition „ISS ≥ 16 “ als Basis (n=13.467), so reduziert sich die Zahl Schwerstverletzter um 37%, wenn man stattdessen den Begriff des Polytraumas wählt; betrachtet man hingegen die Intensivpflichtigkeit als Kriterium so erhöht sich die Zahl um 22%.

Der erste Schätzansatz kommt zum Ergebnis, dass etwa 8-10% der Schwerverletzten zu den besonders schwer Verletzten zählen. Für ganz Deutschland erhält man damit Schätzwerte zwischen 6.300 und 7.900 Fälle pro Jahr.

Die zweite Methode ergab, dass die Krankenhäuser der drei unterschiedlichen Versorgungsstufen jeweils 30,2, 11,5 oder 3,3 Fälle pro Jahr behandeln. Bezogen auf die 874 deutschen Kliniken ergeben sich geschätzte Gesamtzahlen von 6.800 bis 10.400 Fälle.

Die dritte Methode zeigt, dass pro Patient, der im Krankenhaus verstirbt, 6,3 Schwerstverletzte überleben. Im Krankenhaus versterben jedoch etwa nur 25% bis 40% der insgesamt Getöteten; der Großteil der Getöteten verstirbt unmittelbar an der Unfallstelle. Damit müssen noch 1,5 bis 3 Todesfälle hinzugerechnet werden, was schließlich zu einem Verhältnis von 6,3 Schwerstverletzten zu 2,5 bis 4 Todesfällen führt. Bei einer Gesamtzahl von 5.995 Getöteten (Mittelwert 2002-2008) ergeben sich so Gesamtzahlen von 8.800 bis 14.000 Schwerstverletzte pro Jahr.

Diskussion und Zusammenfassung

Die Ergebnisse der angewendeten Schätzmethoden variieren stark und lassen auf eine Gesamtzahl von etwa 10.000 schwerstverletzten Verkehrsunfallopfern pro Jahr in Deutschland schließen. Bei Anwendung der Definition „Intensivtherapie“ ergeben sich sogar etwa 12.500 Fälle.

Alle Schätzmethoden sind gewissen Unsicherheiten ausgesetzt, die wenn möglich in Variationsrechnungen berücksichtigt wurden. Eine deutlich verbesserte Schätzung dieser Zahl ist jedoch erst möglich, wenn in wenigen Jahren vollzählige Erfassungen aus den derzeit entstehenden regionalen TraumaNetzwerken der DGU im TraumaRegister vorliegen.

Abstract

The numbers of victims of road traffic accidents with minor and severe (hospital stay > 24 hours) injuries as well as fatalities are documented by the national statistics department. However, those with really life-threatening injuries are not documented separately, and their total number could only be estimated improperly. There are also different definitions for this patient group in use, mostly based on type and severity of injuries. Based on data from the Trauma Registry of The German Society for Trauma Surgery (DGU) the present investigation aims to compare these different definitions, and to estimate the total number of this patient group in Germany with different methods.

Methods

The Trauma Registry of the DGU (TR-DGU) is a hospital-based voluntary documentation of trauma patients who reach the hospital alive and require intensive care. It was established in 1993, and actually about 6,000 new cases are added each year from more than 100 different hospitals. About 100 data points are collected per case, including the Abbreviated Injury Scale (AIS) for each injury. These codes allow the calculation of the Injury Severity Score (ISS) and the New ISS (NISS).

The following definitions for life-threatening trauma will be considered: maximum AIS ≥ 3 ; maximum AIS ≥ 4 ; ISS ≥ 9 ; ISS ≥ 16 ; NISS ≥ 16 , polytrauma, and intensive care.

Using the ISS ≥ 16 definition three different methods for estimating the total number of cases with life-threatening injuries in Germany following road traffic accidents will be applied: 1.) In five selected regions the number of patients in the TR-DGU will be compared to the number of severe injuries from the same region documented in the national statistics database. 2.) Based on data from the TR-DGU the yearly number of patients with life-threatening injuries per hospital will be derived, for each level of care. Estimation of the total number of cases is then based on the number of hospitals involved in trauma care in Germany. 3.) The total number of fatalities will be used to estimate the number of survivors with life-threatening injuries. The number of survivors per fatality will be derived from the TR-DGU, and the portion of preclinical deaths is taken from published data.

Results

Based on the various definitions of life-threatening injuries, between 9,213 and 17,425 cases were available from the TR-DGU in the recent 10 years. Hospital mortality rate was between 12.7% and 20.2%. Length of stay in hospital for survivors was between 30 and 35 days.

Relative to the ISS ≥ 16 definition ($n=13.467$), the polytrauma definition would decrease the number of cases with life-threatening injury by 37%, while the intensive care definition would include 22% more cases.

The first method for estimating the total number of cases with life-threatening injuries after road traffic accidents found that about 8-10% of those with severe injuries belong to this specific subgroup. This would mean a total number of 6,300 – 7,900 cases per year.

The second method showed that 30.2 survivors with life-threatening injuries were treated in a level one hospital, and 11.5 and 3.3 cases in level two and three hospitals, respectively. Based on 874 hospitals in Germany, the total estimate varies between 6,800 and 10,400 cases.

The third method showed that there were 6.3 survivors per each non-survivor who died in hospital. From the literature it was estimated that 25% - 40% of all fatalities occur in the hospital; the other accident victims die at the scene of the accident. So 1.5 – 3 additional non-survivors have to be considered when compared with the overall mortality rate. From 2002-2008, a mean number of 5,595 fatalities per year were observed in Germany. This leads to an estimate of 8,800 – 14,000 survivors per year.

Discussion and Summary

The results of estimating the total number of cases with life-threatening injuries in Germany vary considerably. The number was around 10,000 using the ISS ≥ 16 definition, and 12,500 using the intensive care definition.

The estimation methods are associated with various uncertainties which were dealt with here by sensitivity analyses. An increase in precision of these estimates could only be expected after introduction of a complete documentation of all trauma cases in Germany. The formation of regional trauma networks by the DGU with compulsory participation in the TR-DGU will be an important step in this direction.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Definition Schwerstverletzter.....	7
1.2	Das TraumaRegister DGU.....	8
1.3	Schätzmethoden.....	9
2	Methodik.....	11
2.1	Definitionen.....	11
2.2	Patienten.....	13
2.3	Methode 1 - Regionen.....	13
2.4	Methode 2 - Kliniken.....	13
2.5	Methode 3 - Todesfälle.....	14
3	Ergebnisse.....	15
3.1	Definition.....	15
3.2	Anzahl Schwerstverletzter: Methode 1 - Regionen.....	16
3.3	Anzahl Schwerstverletzter: Methode 2 - Kliniken.....	18
3.4	Anzahl Schwerstverletzter: Methode 3 - Getötete.....	19
4	Diskussion.....	21
5	Literatur.....	24
6	Anhang.....	25
6.1	Kliniken im Traumaregister DGU.....	25
6.2	Regionen.....	26

1 Einleitung

Die amtliche Verkehrsunfallstatistik in Deutschland weist unter anderem die Anzahl von im Straßenverkehr Getöteten, Schwer- und Leichtverletzten pro Jahr aus. Unklarheit besteht aber über die besonders schwer betroffene Gruppe der Schwerst- oder lebensbedrohlich Verletzten. In Abhängigkeit von der Definition werden in unterschiedlichen Quellen Zahlen von etwa 30.000 bis 35.000 Fällen pro Jahr genannt, bezogen auf alle Ursachen, nicht nur den Straßenverkehr. Kühne schätzt in einer Arbeit aus dem Jahr 2006 die Anzahl Polytraumatisierter auf 35.300 Personen, indem er die Ergebnisse von 63 Kliniken im TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) auf alle deutschen Krankenhäuser hochrechnet (KÜHNE 2006). Vor 10 Jahren schätzten Haas et al. in der Arbeit "Traumazentrum 2000" die Anzahl Polytraumatisierter in Deutschland auf 32.500, von denen etwa zwei Drittel ($n=22.750$) aufgrund von Verkehrsunfällen entstanden seien (HAAS 1997).

Daten aus dem TraumaRegister DGU bestätigen, dass etwa 60% der dokumentierten Unfallopfer aufgrund von Straßenverkehrsunfällen in den Kliniken behandelt werden.

Gerade diese Gruppe der besonders schwer verletzten Patienten, deren Wiederherstellung sehr zeitaufwändig und kostenintensiv ist, steht im Mittelpunkt dieser Untersuchung. Wie lässt sich diese Gruppe definieren? Und in Abhängigkeit von dieser Definition, wie häufig kommt so etwas vor, und wie lange dauert die Behandlung dieser Patienten?

Wenn ein Mediziner von einem "Schwerverletzten" spricht, unterscheidet sich ein solcher Fall deutlich von einem "Schwerverletzten" der amtlichen Statistik. Zwar sind Patienten mit multiplen Verletzungen und langen Intensiv- und Krankenhausaufenthalten auch in der amtlichen Definition erfasst, jedoch auch all jene Fälle, die für mindestens 24 Stunden in einem Krankenhaus stationär behandelt werden. Dazu gehören also auch die leichte Gehirnerschütterung oder die einfache Fraktur. Diese Patienten können oft nach 1-2 Tagen das Krankenhaus wieder verlassen. Für den einzelnen Betroffenen wie auch für die Gesellschaft sind dagegen die schweren Verletzungen relevant, die sowohl im Akutkrankenhaus wie auch in der nachfolgenden Rehabilitation und Wiedereingliederung hohe Kosten verursachen und oft mit lang anhaltenden körperlichen oder psychischen Problemen verbunden sind. Die genaue Zahl dieser "Schwerstverletzten" in Deutschland ist jedoch nicht bekannt und kann bisher nur sehr

grob geschätzt werden.

Natürlich hängt die Anzahl der Schwerstverletzten auch von der gewählten Definition ab. Die meisten Definitionen beziehen sich dabei auf den Injury Severity Score (ISS) oder auf die zur Berechnung des ISS notwendige Klassifizierung der Verletzungen gemäß Abbreviated Injury Scale (AIS). Die unterschiedlichen Definitionen bzw. Patientengruppen sollen in dieser Untersuchung sowohl in ihrem zahlenmäßigen Verhältnis untereinander verglichen werden wie auch im Hinblick auf die klassischen Merkmale zur Deskription eines Trauma-Kollektivs wie Letalität, Liege- und Beatmungsdauern.

Die Abschätzung der Gesamtzahl schwerstverletzter Patienten nach Straßenverkehrsunfällen in Deutschland kann derzeit nur auf Schätzungen beruhen. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, diese Schätzungen mit Hilfe von Daten aus dem TraumaRegister DGU auf den neuesten Stand zu bringen und transparent zu gestalten.

Das TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (TR-DGU) befasst sich seit 1993 mit der Versorgung schwerstverletzter Patienten und führt eine vergleichende externe Qualitätssicherung für die beteiligten Kliniken durch. Die Teilnahme an diesem Register ist freiwillig, was trotz einer stetig steigenden Anzahl von teilnehmenden Kliniken (2008: $n=116$) nur ein lückenhaftes Bild für Deutschland wiedergeben kann. Mit Einführung von regionalen Trauma-Netzwerken, die sich vertraglich zusammenschließen und zertifiziert werden, kann zukünftig über die Pflichtteilnahme am TraumaRegister QM der DGU eine deutlich validere und ggf. für Deutschland repräsentative Datengrundlage geschaffen werden. Bis dahin kann man nur versuchen, die bestehende Datengrundlage des TraumaRegisters und die amtliche Statistik zu nutzen, um valide Schätzer für die Anzahl Schwerstverletzter herzuleiten.

1.1 Definition Schwerstverletzter

In der amtlichen Unfall-Statistik gilt eine Person als schwer verletzt, wenn sie unmittelbar nach dem Unfall in einem Krankenhaus aufgenommen und dort für mindestens 24 Stunden behandelt wird. Als leicht verletzt zählen alle übrigen Verletzten, also solche, die gar nicht oder nur ambulant für wenige Stunden in einer Klinik behandelt werden müssen. Die Einteilung in diese Kategorien wird durch die Polizei vorgenommen. Eine Verknüpfung oder Validierung dieser Einteilung anhand von Daten aus dem Krankenhaus erfolgt nicht und ist derzeit auch aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich (AUERBACH 2009).

Die Gruppe der Schwerstverletzten innerhalb der im Krankenhaus behandelten Schwerverletzten soll diejenige Gruppe von Patienten beschreiben, die einen erheblichen medizinischen Behandlungsbedarf hat und auch nach der Entlassung aus dem Krankenhaus oft langfristige Folgeschäden aufweist. Diese Gruppe ist aber nicht klar abzugrenzen. Es existieren vor allem in der wissenschaftlichen Literatur mehrere verschiedene Ansätze zur Definition dieses Kollektivs, die sich alle an der Schwere der Verletzungen orientieren.

Ein weit verbreiteter Begriff ist der des „Polytraumas“, bei dem, wie das Wort schon sagt, mehrere Verletzungen vorliegen müssen. Nach Tscherne sollte eine dieser Verletzungen oder deren Kombination lebensbedrohlich sein (siehe Kap. 1 in OESTERN 2008).

Der klassische Weg zur Definition der Schwere der Verletzungen eines Unfallopfers insbesondere in der medizinischen Fachliteratur ist aber die Nutzung objektiver Schweregrad-Scoresysteme wie die Abbreviated Injury Scale (AIS) oder der auf dem AIS basierende Injury Severity Score (ISS). Hier werden je nach Schwere der einzelnen Verletzungen Punkte vergeben und diese anschließend kombiniert. Der ISS ist dabei der mit Abstand am häufigsten verwendete Score in der internationalen Literatur (LEFERING 2002). Im Methodenteil des vorliegenden Berichts ist dieser Score sowie eine einfache Modifikation, der New ISS oder NISS, näher beschrieben.

Als pragmatischer Ansatz zur Definition der besonders schwer betroffenen Patientengruppe bietet sich aber auch die Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Behandlung an. Diese Patientengruppe ist auch gut im TraumaRegister DGU abgebildet, wo die Intensivtherapie als Einschlusskriterium empfohlen wird.

In der vorliegenden Untersuchung sollen die folgenden Definitionen eines Schwerstverletzten betrachtet werden:

- Maximum AIS ≥ 3
- Maximum AIS ≥ 4
- ISS ≥ 9
- ISS ≥ 16
- NISS ≥ 16
- „Polytrauma“
- Intensivtherapie

Die so definierten Patientengruppen werden anhand üblicher Kriterien zur Beurteilung der Schwere der Verletzungen sowie des Ressourcenverbrauches vergleichend gegenüber gestellt.

1.2 Das TraumaRegister DGU

Zur Beantwortung der Frage nach der Anzahl Schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer wird das TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (TR-DGU) herangezogen. Dieses Register wurde 1993 von der AG "Polytrauma" der DGU als Instrument zur multizentrischen Erfassung von Behandlungsdaten Schwerstverletzter im deutschsprachigen Raum gegründet (RUCHHOLTZ 2008, RUCHHOLTZ 2005).

Die Ziele dieser prospektiven, standardisierten und anonymisierten Dokumentation schwerstverletzter Patienten vom Unfallort bis zur Klinikentlassung waren

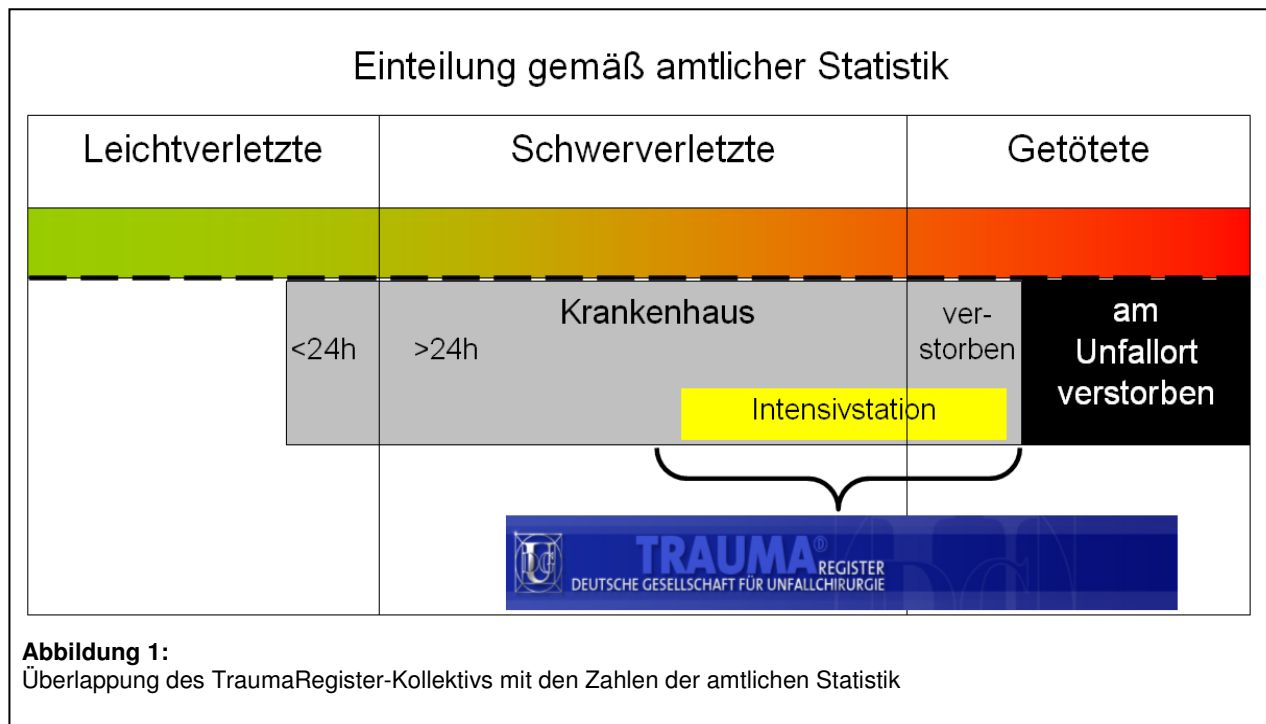
1. die Schaffung einer Basis für interklinische Qualitätsvergleiche und
2. die Etablierung einer Datenbank zur wissenschaftlichen Evaluation der Traumaversorgung in Deutschland.

Aus den anfänglich fünf Kernkliniken sind mittlerweile über 160 Kliniken geworden, von denen 116 Kliniken in 2008 aktiv ihre Patienten im TR-DGU dokumentiert haben. Das Register ist seit einigen Jahren offen für Teilnehmer aus dem europäischen Ausland und enthält zurzeit Daten von Kliniken aus sechs Nationen (D, CH, A, NL, B, SI). Die jährliche Zahl gemeldeter Patienten steigt stetig an und erreicht seit 2007 Werte von über 6.000 Fällen (Gesamtzahl 1993-2008: 42.248 Fälle).

Jede teilnehmende Klinik erhält jährlich einen umfassenden Qualitätsbericht und verpflichtet sich zur vollständigen Dokumentation aller konsekutiven Unfallpatienten, die lebend die Klinik erreichen, über den Schockraum aufgenommen werden und potenziell intensivpflichtig sind.

Der Schwerpunkt der Dokumentation liegt auf der präklinischen und frühen klinischen Versorgung. Die Daten für das Register werden in standardisierter Form zu vier verschiedenen Zeitpunkten (A: Präklinik, B: Schockraum, C: Intensivstation, und D: Entlassung) erfasst. Der Datensatz enthält Angaben zur Person des Unfallopfers, zum Unfallhergang, zur präklinischen und klinischen Akutversorgung sowie zum Outcome. Die Dokumentation wird ergänzt durch eine Codierung aller Verletzungen nach der Abbreviated Injury Scale (AIS) und der operativen Eingriffe.

Die papiergestützte Dokumentation wurde 2002 durch eine internetbasierte passwortgeschützte Online-Erfassung ersetzt. Multiple Plausibilitätsprüfungen und Bereichsvorgaben der Erfassungsoftware erlauben einen hohen Qualitätsstandard der Daten.



Die Teilnahme am Register ist bisher freiwillig und kostenfrei; die Ergebnisse werden nur den jeweiligen Kliniken zurück gemeldet. Eine anonymisierte Datenbank steht für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung. Jede Klinik, die Patienten ins Register einbringt, ist berechtigt, wissenschaftliche Fragestellung an Hand des Registers zu untersuchen.

Die Leitung des Registers liegt seit 2007 in Händen der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU, und wird dort als eigener Arbeitskreis geführt (Leitung: PD Dr. R. Lefering und Dr. T. Paffrath).

Basierend auf dem Weißbuch der DGU bilden sich derzeit in Deutschland regionale TraumaNetzwerke als Zusammenschluss der in diesem Gebiet an der Traumaversorgung beteiligten Krankenhäuser. Die Häuser werden auditert und zertifiziert. Je nach Ausstattung und Verfügbarkeit gewisser Fachdisziplinen werden die Häuser als lokales, regionales oder überregionales Traumazentrum klassifiziert.

Als Teil der Einführung der TraumaNetzwerke wurde zugleich das TraumaRegister DGU als verpflichtendes Instrument zur Qualitätssicherung eingeführt. Um die Belastung der Häuser durch diese zusätzliche Maßnahme in Grenzen zu halten, wurde eine Kurzversion des TraumaRegisters eingeführt, das TraumaRegister QM (TR-QM, QM steht für Qualitätsmanagement).

Im Gegensatz zum klassischen TraumaRegister mit gut 100 Daten pro Fall erfasst das TR-QM nur etwa 40 Angaben pro Patient, die insbesondere für die Abbildung der Prozess- und Ergebnisqualität benötigt werden. Die Einschlusskriterien sind aber für beide Formen des TraumaRegisters gleich: Es werden alle Patienten dokumentiert, die lebend die Klinik erreichen und potentiell intensivpflichtig sind.

1.3 Schätzmethode

Um die Zahl der Schwerverletzten nach einem Verkehrsunfall in Deutschland abzuschätzen, werden drei verschiedene Ansätze verfolgt. Dabei wird jeweils versucht, Zahlen aus dem TraumaRegister DGU und solche aus der amtlichen Unfallstatistik in Relation zu setzen, um so die Gesamtzahl Schwerverletzter Verkehrsunfallopfer in Deutschland zu extrapolieren.

Erster Ansatz

Der erste Ansatz betrachtet einzelne Regionen, in denen das TraumaRegister DGU über die teilnehmenden Kliniken eine sehr gute Abdeckung bei der Behandlung von Unfallopfern erreicht. Da das TraumaRegister DGU derzeit noch auf einer ausschließlich freiwilligen Teilnahme beruht, kann dies nur für einzelne lokal begrenzte Regionen zutreffen. In diesen Regionen wird, basierend auf den Zahlen mehrerer Jahre, die Fallzahl der im TraumaRegister erfassten Patienten mit der Zahl

der amtlich erfassten Schwerverletzten aus derselben Region verglichen. Damit lässt sich der Anteil Schwerstverletzter abschätzen.

Zweiter Ansatz

Im TraumaRegister DGU lässt sich relativ gut die Anzahl der pro Jahr in einem Krankenhaus behandelten Unfallopfer bestimmen. Diese Zahl hängt natürlich stark von der Größe und der Kapazität der Klinik ab. Es gibt deutliche Unterschiede zwischen lokalen, regionalen und überregionalen Traumazentren.

Über den Arbeitskreis Umsetzung TraumaNetzwerk der DGU erfolgt zurzeit eine Erfassung aller an der Traumaversorgung beteiligter Krankenhäuser. Die Häuser ordnen sich dabei selbst einer der drei Versorgungsstufen zu. Im Rahmen der Zertifizierung der Krankenhäuser erfolgt dann eine Überprüfung vor Ort und gegebenenfalls eine andere Einstufung. Es besteht somit ein relativ guter Überblick über die derzeit an der Traumaversorgung beteiligten Kliniken in Deutschland.

Über die durchschnittliche Anzahl der schwerstverletzten Verkehrsunfallopfer pro Klinik (einer Versorgungsstufe) lässt sich somit die Anzahl der insgesamt in Deutschland verunfallten Personen hochrechnen.

Dritter Ansatz

Die Zahl der bei einem Verkehrsunfall getöteten Opfer wird in der amtlichen Unfallstatistik sehr präzise erfasst. Derzeit liegt diese Zahl für Deutschland schon im zweiten Jahr in Folge unter der Marke von 5.000. Ein Teil dieser Personen verstirbt bereits an der Unfallstelle, ein anderer Teil wird noch in eine Klinik gebracht und verstirbt dort innerhalb der ersten 30 Tage. Wie groß der Anteil derer ist, die erst in der Klinik versterben, ist nicht genau bekannt und muss aus Publikationen oder anderen Untersuchungen abgeleitet werden.

Unter den in der Klinik behandelten Unfallopfern ist allerdings das Verhältnis der verstorbenen zu den überlebenden schwerstverletzten Patienten zum Beispiel aus dem TraumaRegister DGU sehr gut bekannt. Man weiß also, wie viele Schwerstverletzte auf einen (in der Klinik) verstorbenen Patienten kommen. Ergänzt man die entsprechende Anzahl präklinischer Todesfälle, weiß man dann auch, wie viele Schwerstverletzte auf einen Getöteten insgesamt kommen. Aus der Gesamtzahl der Getöteten kann man dann auf die Anzahl der Schwerstverletzten schließen.

Alle drei Ansätze sind nur Schätzungen und daher mit gewissen Unsicherheiten verbunden. Dazu gehört die nicht sauber abzugrenzende regionale Zuordnung der Verunfallten (z.B. durch

Hubschraubertransport in andere Kliniken), die nicht immer ganz vollständige Erfassung aller Traumapatienten einer Klinik im TraumaRegister wie auch eine gewisse Unschärfe bei der Ermittlung der Daten in der amtlichen Statistik.

Soweit möglich werden Sensitivitätsanalysen mit Vergleichsrechnungen durchgeführt, die die zuvor genannten Unsicherheiten berücksichtigen. Dabei werden für nicht genau bekannte Größen mehrere realistische Werte eingesetzt, die dann zu unterschiedlichen Schätzwerten für die Gesamtzahl Schwerstverletzter führen. Auf diese Weise lässt sich die mit der Methode verbundene Unsicherheit sichtbar machen.

2 Methodik

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Methoden der Definition eines Schwerstverletzten beschrieben. Anschließend wird für jeden der drei Ansätze zur Ermittlung der Anzahl Schwerstverletzter das jeweilige statistische Vorgehen sowie die Auswahl der Fälle aus dem Trauma-Register bzw. der amtlichen Statistik beschrieben.

2.1 Definitionen

Schweregrad-Einteilung

Zur Schweregrad-Einteilung wird im Trauma-Register DGU wie auch in vielen anderen Registern weltweit die Abbreviated Injury Scale (AIS) verwendet. Dazu erhält jede einzelne Verletzung eines Patienten einen 7-stelligen Code. Die ersten sechs Ziffern beschreiben die Verletzung selber nach einem hierarchisch aufgebauten System. Zum Beispiel haben alle Kopfverletzungen eine 1 als erste Ziffer, alle Verletzungen der oberen bzw. unteren Extremität eine 7 bzw. eine 8 (AAAM 1998).

Neben dem 6-stelligen Verletzungs-Code gibt die 7. Stelle den zugehörigen Schweregrad an. Diese Einteilung reicht von Grad 1 = leichte Verletzung bis Grad 6 = maximal. In Tabelle 1 sind diese Schweregrade mit Beispielen dargestellt.

Die Entwicklung des AIS reicht bis in die frühen 1970er Jahre zurück, als man für Studien in den USA 73 typische Verletzungen nach Autounfällen definierte. Seit dieser Zeit wurde die AIS wiederholt revidiert und erweitert und stellt heute ein System von ca. 2.000 Diagnosen dar (AAAM 1998). Die letzte Revision erfolgte im Jahr 2005. Basis der Dokumentation im TraumaRegister DGU und damit dieser Untersuchung ist bisher die Revision des AIS von 1998. Ab 2009 wird die aktuelle Version AIS-2005 angewendet.

Ausgehend von dieser AIS-Codierung der Verletzungen lässt sich nun eine erste Definition von Schwerstverletzten ableiten, nämlich indem nur die schwerste Verletzung betrachtet wird:

- Maximum AIS \geq 4 (MAIS-4)
- Maximum AIS \geq 3 (MAIS-3)

MAIS steht dabei für Maximaler AIS-Schweregrad. MAIS 3 Patienten sind allerdings nicht in allen Fällen im TraumaRegister enthalten, da eine Grad 3 Verletzung nicht zwingend intensivtherapeutisch behandelt werden muss.

Tabelle 1: Schweregrad-Einteilung der *Abbreviated Injury Scale (AIS)* von 1 bis 6 mit Beispielen.

Schweregrad	Beschreibung	Beispiele
1	leicht	kleine Fleischwunden; Finger- und Zehenfrakturen; Hämatome
2	mäßig	geschlossene Radiusfrakturen; Wirbelkörperfraktur ohne Beteiligung des Rückenmarks
3	ernsthaft	ausgedehnte Pankreaskontusion; Femurfrakturen; offene Tibiafrakturen
4	schwer	Hämatothorax (>1000 ml); intracerebrale Blutung mit Koma >6h; Colruptur
5	kritisch	Instabile Beckenfraktur „Open Book“ mit relevantem Blutverlust (>20% des Blutvolumens)
6	maximal (z. Zt. nicht behandelbar)	Hirnstammverletzung; hoher Querschnitt (C1-C3); komplexe Herzverletzungen

Als eines der weltweit am häufigsten verwendeten Punktsysteme (Scores) zur Beschreibung der Verletzungsschwere greift der Injury Severity Score (ISS) auf diese AIS Codierung der Verletzungen zurück (BAKER 1974). Zur Berechnung des ISS wird aus den drei am schwersten betroffenen Körperregionen der jeweils höchste AIS-Schweregrad genommen, quadriert und dann zusammen gezählt. So erhält man eine Punktzahl zwischen 1 und 75. Eine Grad 6 Verletzungen ergibt per Definition immer den Wert 75 im ISS.

Die sechs Körperregionen, aus denen der ISS die drei am schwersten betroffenen wählt, sind folgende: Kopf/Hals (mit Halswirbelsäule), Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten mit Becken und Schulter sowie als sechste Region Muskel- und Weichteilverletzungen.

Der ISS ist trotz bekannter Schwächen der weltweit am häufigsten verwendete Score in der akademischen Literatur. Eine typische Definition zur Auswahl „schwer“ verletzter Patienten ist ein ISS von mindestens 16 Punkten. 16 Punkte lassen sich z.B. durch eine Verletzung vom Grad 4 oder durch zwei Verletzungen vom Grad 3 in unterschiedlichen Körperregionen erreichen.

- ISS \geq 16 Punkte (ISS-16)

Neben der Definition ISS \geq 16 bietet sich hier aber auch ISS \geq 9 an, da mit dieser Definition alle MAIS-3 Patienten erfasst sind. Eine AIS-Verletzung vom Grad 3 ergibt einen ISS von

mindestens 9 Punkten. Darüber hinaus lassen sich 9 Punkte im ISS aber auch durch mehrere Grad 2 Verletzungen in verschiedenen Körperregionen erreichen.

- ISS \geq 9 Punkte (ISS-9)

Der ISS wurde zu Recht wiederholt kritisiert, weil Mehrfachverletzungen derselben Körperregion nur unzureichend abgebildet werden. Es werden nur Verletzungen aus unterschiedlichen Regionen betrachtet. Osler et al. haben daher einen modifizierten ISS vorgeschlagen, den New ISS oder NISS, welcher die drei schwersten Verletzungen unabhängig von ihrer Lokalisation betrachtet (OSLER 1995). Die Berechnung des NISS Punktwertes, also quadrieren und dann zusammenzählen, erfolgt dabei analog zum ISS. NISS Werte können mit dem ISS übereinstimmen, wenn die drei schwersten Verletzungen in unterschiedlichen Körperregionen liegen. In der Regel sind NISS Werte aber höher als ISS Werte. Wählt man nun NISS statt ISS zur Definition, werden somit mehr Patienten erfasst als mit dem ISS:

- NISS \geq 16 Punkte (NISS-16)

Abschließend soll auch noch der Begriff des „Polytraumas“ berücksichtigt werden. Wie der Name bereits sagt sind hier Patienten mit einer isolierten (auch schweren) Verletzung ausgeschlossen. Es müssen also mindestens zwei Verletzungen vorliegen, von denen eine oder die Kombination der Verletzungen lebensbedrohend ist. Eine Verletzung vom AIS Grad 3 wird als „relevant“ bezeichnet. Bei einem Schädel-Hirn-Trauma ist auch bereits ab Grad 3 ein leichter Anstieg der Letalität zu beobachten (LEFERING 2008). Für alle übrigen Verletzungen ist erst ab Grad 4 eine erhöhte Letalität zu beobachten.

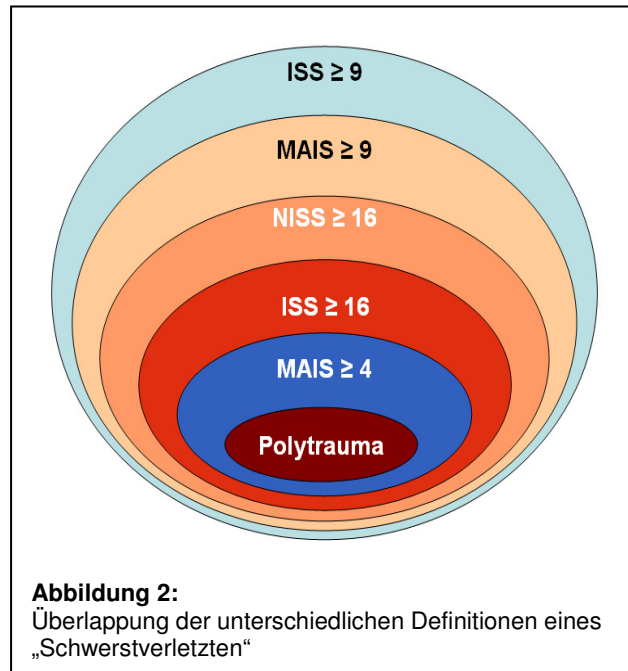
Im Rahmen dieser Untersuchung wird daher ein „Polytrauma“ folgendermaßen definiert: alle Patienten mit einer Verletzung mindestens vom Grad 4 sowie einer weiteren relevanten Verletzung mindestens vom Grad 3.

- Polytrauma

Da alle diese Definitionen auf der AIS-Codierung der Verletzungen beruhen, lassen sich Abhängigkeiten untereinander im Sinne einer Schachtelung gut ableiten und darstellen. Abbildung 2 gibt dazu einen Überblick.

MAIS-3 ergibt immer mindestens einen ISS von 9, der kann aber auch durch die Kombination 2-2-1 oder 2-2-2 erreicht werden. NISS-16 ist weiter gefasst als ISS-16, da die betreffenden Verletzungen auch in derselben Körperregion liegen können. Alle MAIS-4 Patienten haben notwendigerweise auch einen ISS von 16 oder

mehr, aber 16 Punkte lassen sich auch durch zwei AIS 3 Verletzungen erreichen. Das Polytrauma schließlich kann als die schwerste Definition angesehen werden, da sich laut Definition mindestens ein ISS von 25 oder mehr ergibt.



Nicht ganz exakt in dieses Schema passt der letzte Vorschlag zur Definition eines Schwerstverletzten, der „Aufenthalt auf einer Intensivstation“.

Hierbei werden nicht direkt Ausmaß und Schwere der Verletzungen quantifiziert, sondern die therapeutisch notwendigen Konsequenzen betrachtet. Patienten, die einer intensivmedizinischen Behandlung nach ihrem Trauma bedurften, sind im TraumaRegister DGU sehr gut abgebildet, da dieses Kriterium als Einschlusskriterium für die Dokumentation eines Falles empfohlen wird.

Für die vorliegende Untersuchung wurden allerdings Patienten, die auf der Intensivstation behandelt wurden, aber einen ISS von unter 9 Punkten aufwiesen, nicht berücksichtigt. Bei diesen (wenigen) Patienten ist die Gefahr einer nicht vollständigen oder fehlerhaften Codierung der Verletzungen besonders hoch. Eine AIS Grad 2 Verletzung erfordert nur in seltenen Ausnahmen eine intensivmedizinische Versorgung. Bei der Berechnung der Sterblichkeit für dieses Kollektiv werden auch solche Patienten mit eingeschlossen, die innerhalb der ersten 24 Stunden verstorben sind und aus diesem Grund keine Intensivtherapie erhalten haben.

- Intensivtherapie (Intensiv)

Zur Charakterisierung und Einschätzung der Schwere der Verletzungen werden für die zuvor genannten Definitionen jeweils vergleichend mehrere Maßzahlen des klinischen Behandlungsergebnisses („Outcome“) sowie der Inanspruchnahme medizinischer Ressourcen im Ergebnisteil angegeben. Dazu gehören:

- Sterblichkeit in den ersten 24 Stunden
- Sterblichkeit in den ersten 30 Tagen
- Sterblichkeit im Krankenhaus
- Liegedauer im Krankenhaus
- Liegedauer auf der Intensivstation
- Dauer der künstlichen Beatmung
- Inzidenz von Multiorganversagen

Alle Angaben außer der Sterblichkeit werden nur für diejenigen Patienten angegeben, die die ersten 30 Tage überlebt haben, entsprechend der amtlichen Statistik also zu den Schwerverletzten zählen.

2.2 Patienten

Als Patientengruppe wurden die Patienten der letzten 10 Jahre (1999-2008) aus dem TraumaRegister DGU herangezogen, die in einem deutschen Krankenhaus behandelt wurden, und für die als Unfallursache „Verkehr“ angegeben wurde. Stürze, Gewaltverbrechen und andere Unfallursachen ebenso wie der Verdacht auf einen Suizid wurden ausgeschlossen. Altersgrenzen wurden nicht gesetzt. Ferner musste eine AIS-Codierung der Verletzungen vorliegen. Es wurden sowohl primär versorgte Patienten betrachtet, die vom Unfallort direkt in eine der beteiligten Kliniken gebracht wurden, als auch solche, die innerhalb von 3 Tagen nach dem Unfall in die hauptversorgende Klinik verlegt wurden.

Bei einem Mindest-ISS von 9 Punkten (entsprechend der am weitesten gefassten Definition ISS-9) stehen damit 17.425 Patienten für die Auswertungen zur Verfügung.

Patienten, die innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Unfall verstorben sind, werden nur zur Berechnung der Sterblichkeit herangezogen. Alle übrigen Auswertungen beschränken sich auf das Kollektiv der Überlebenden, die damit eine Teilmenge der Gruppe der Schwerverletzten der amtlichen Statistik darstellen.

Diese Kriterien gelten auch, soweit nicht anders festgelegt, für die nachfolgenden Auswertungen.

2.3 Methode 1 - Regionen

Beim ersten Ansatz wurden Regionen ausgewählt, in denen die wesentlichen an der Traumaversorgung beteiligten Kliniken für einen längeren Zeitraum (mindestens 2 Jahre) am TraumaRegister DGU teilgenommen haben. In diesen Regionen werden die amtlichen Zahlen der Schwerverletzten direkt mit denen des TR-DGU verglichen.

Folgende Regionen wurden dazu ausgewählt:

- | | |
|-------------|-----------|
| • Kassel | 2007-2008 |
| • Ulm | 2002-2007 |
| • Koblenz | 2006-2007 |
| • Bielefeld | 2003-2008 |
| • Erfurt | 2002-2007 |

Parallel musste dazu das Einzugsgebiet der betreffenden Krankenhäuser festgelegt werden. Hierzu wurden diejenigen Kreise gezählt, die räumlich eine größere Nähe zu den genannten Kliniken der regionalen oder überregionalen Versorgung haben als zu anderen vergleichbaren Krankenhäusern (siehe 6.2).

Die Zahlen der Schwerverletzten aus der amtlichen Statistik wurden dann kumuliert mit denen des TraumaRegisters (Schwerstverletzte) verglichen. Über den prozentualen Anteil der Schwerstverletzten (TR-DGU) an den Schwerverletzten (amtliche Statistik) wurde dann auf die Zahl für ganz Deutschland geschlossen.

Es bleibt einschränkend zu erwähnen, dass derzeit keine Region „vollständig“, d.h. inklusive aller lokalen und regionalen Krankenhäuser, am TR-DGU teilnimmt. Dies wurde durch entsprechende Annahmen in Simulationsrechnungen berücksichtigt.

2.4 Methode 2 - Kliniken

Die zweite Methode basiert im Wesentlichen auf der nahezu vollständigen Erfassung der an der Traumaversorgung in Deutschland beteiligten Krankenhäuser. Diese Zahl wird derzeit im Rahmen der Bildung von regionalen Trauma-Netzwerken der DGU durch den Arbeitskreis Umsetzung TraumaNetzwerk (AKUT) erfasst. Die Kliniken nehmen dabei zunächst selbst eine Einschätzung ihrer Versorgungsstufe vor, die bei der Auditierung bzw. Zertifizierung dann anhand der Kriterien aus dem Weißbuch der DGU überprüft werden. In diesem Weißbuch werden drei Stufen definiert, die sich an unterschiedlichen organisatorischen und fachlichen Kriterien wie der Verfügbarkeit einer Blutbank, eines CTs oder dem

Vorhandensein einer Neurochirurgie am Standort orientieren. Es gibt demnach lokale, regionale und überregionale Traumazentren (DGU 2006).

Im TraumaRegister DGU sind derzeit Häuser aller drei Versorgungsstufen vertreten, wobei die große Masse der Patienten aus überregionalen Zentren stammt. Anhand der Zahlen vieler Jahre lässt sich aber gut abschätzen, wie viele Patienten pro Jahr in Häusern der unterschiedlichen Kategorien versorgt werden.

Für die vorliegende Auswertung wurden wiederum nur Verkehrsunfallopfer aus deutschen Kliniken der letzten 10 Jahre betrachtet.

Um Verzerrungen durch Jahre mit unvollständiger Dokumentation zu vermeiden, wurde bei überregionalen Traumazentren (Maximalversorger) Jahre mit weniger als 20 Fällen insgesamt nicht berücksichtigt; bei Kliniken der regionalen Versorgung wurden Jahre mit weniger als 10 Fällen insgesamt nicht berücksichtigt.

Auf diese Weise lassen sich jährliche Durchschnittswerte für die Anzahl schwerstverletzter Unfallopfer pro Klinik ermitteln. Gemeinsam mit der Anzahl der Kliniken in der jeweiligen Versorgungsstufe lässt sich so auf die jährliche Anzahl Schwerstverletzter in Deutschland schließen.

Auch diese Methode ist abhängig von der vollzähligen Erfassung und Dokumentation aller Unfallpatienten im TR-DGU. Der Einfluss dieses Faktors wird bei der Auswertung mit Vergleichsrechnungen quantifiziert.

2.5 Methode 3 - Todesfälle

Der Dritte Ansatz betrachtet nicht die Schwerstverletzten, sondern die Getöteten aus der amtlichen Statistik und versucht, die gesuchte Anzahl Schwerstverletzter aus der Gesamtzahl der Getöteten hochzurechnen. Für die Gesamtzahl der im Straßenverkehr Getöteten wird dabei der Durchschnitt der amtlichen Angaben aus den Jahren 2002 bis 2008 zugrunde gelegt.

Aus dem TraumaRegister heraus lässt sich gut das Verhältnis von im Krankenhaus verstorbenen zu den überlebenden schwerstverletzten Unfallopfern (nach obiger Definition) herleiten. Es lässt sich also bestimmen, wie viele Schwerstverletzte auf einen Todesfall in der Klinik kommen (unterer Kasten in Abb. 3).

Jedoch verstirbt ein Teil der Unfallopfer bereits an der Unfallstelle oder auf dem Transport. Diese Patienten sind nicht im TR-DGU erfasst. Um zu einer Schätzung der Gesamtzahl Schwerstverletzter zu gelangen, muss der Anteil von Getöteten, die bereits vor Klinikaufnahme verstorben sind, aus Literaturangaben und Studien

entnommen werden.

Kennt man den Anteil präklinischer Todesfälle, kann man auch das gefundene Verhältnis von Schwerstverletzten auf die Gesamtzahl der Getöteten (in der Klinik plus präklinisch) ausdehnen.

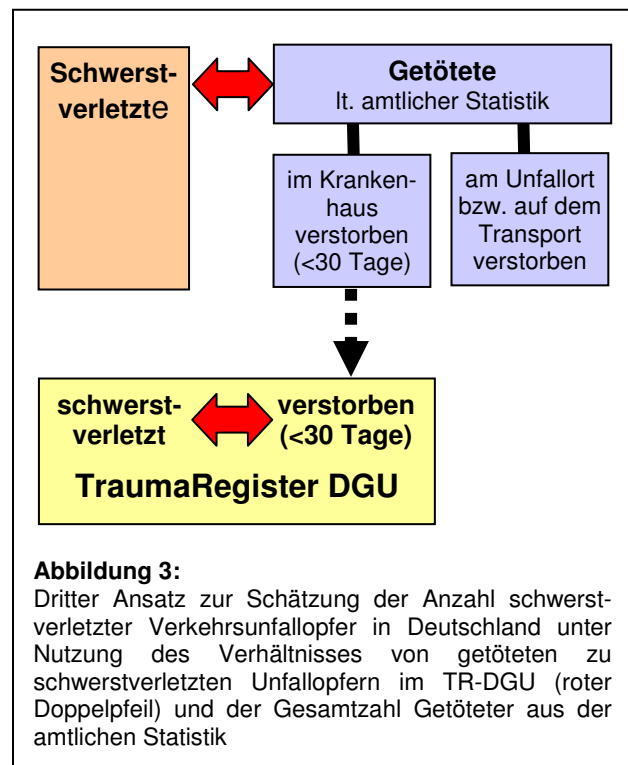


Abbildung 3:

Dritter Ansatz zur Schätzung der Anzahl schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer in Deutschland unter Nutzung des Verhältnisses von getöteten zu schwerstverletzten Unfallopfern im TR-DGU (roter Doppelpfeil) und der Gesamtzahl Getöteter aus der amtlichen Statistik

3 Ergebnisse

3.1 Definition

Je nach der gewählten Definition eines „Schwerstverletzten“ konnten zwischen 9.213 und 17.425 Fälle aus dem TR-DGU der letzten 10 Jahre berücksichtigt werden. Diese Zahlen verringern sich um 10-20%, wenn man die in den ersten 30 Tagen nach Klinikaufnahme verstorbenen Patienten ausschließt.

Tabelle 2 zeigt die Basisdaten der überlebenden Patienten im Vergleich, Tabelle 3 die Sterblichkeit und die Liegedauern (Outcome).

Patienten, bei denen mindestens eine AIS Grad 4 Verletzung gefordert ist (MAIS-4 und Polytrauma) zeigen eine um etwa 10% höhere Rate an Schädel-Hirn-Verletzungen.

Die nachfolgenden Ansätze zur Abschätzung der Zahl von Schwerstverletzten in Deutschland beziehen sich jeweils auf die „ISS \geq 16“ Definition. Für die übrigen Definitionen lässt sich die Zahl durch einen Umrechnungsfaktor hochrechnen.

Abbildung 4 zeigt diesen Umrechnungsfaktor. Die strengste Definition (Polytrauma) umfasst nur etwa halb so viele Patienten wie die Intensiv-Definition. Patienten mit ISS-9 und MAIS-3 sind wahrscheinlich nicht vollzählig im TR-DGU erfasst; daher wird der wahre Faktor unterschätzt.

Tabelle 2

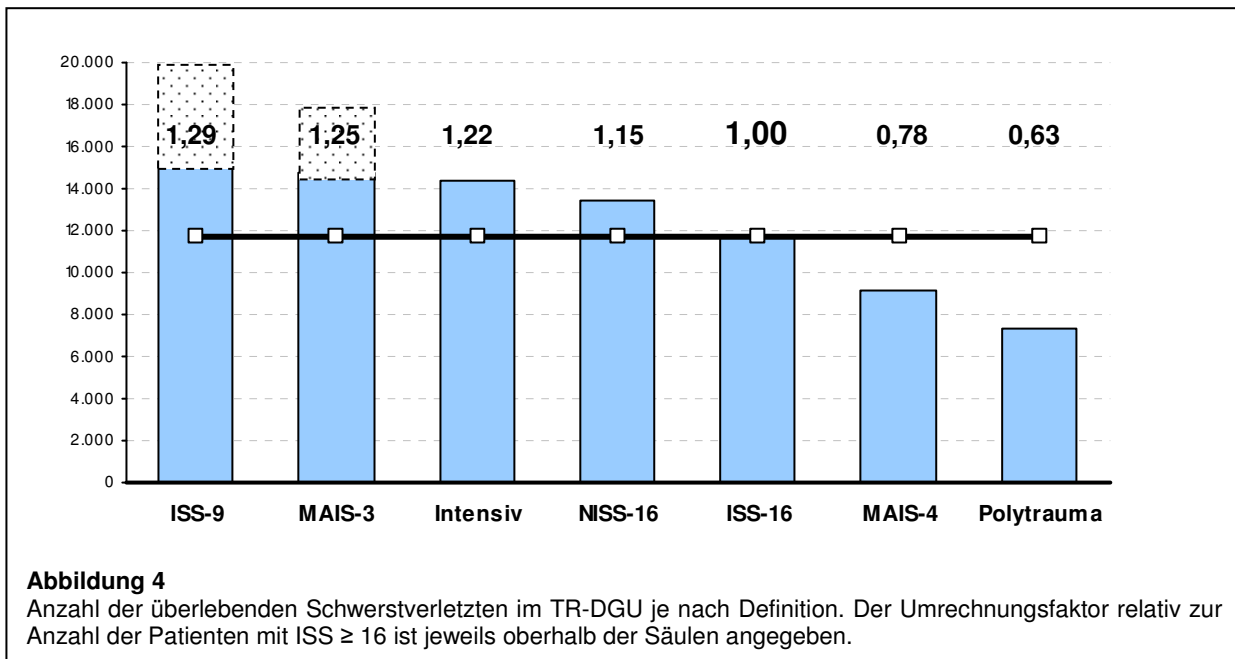
Basisdaten der Patienten aus dem TraumaRegister DGU, die den unterschiedlichen Definitionen eines „Schwerstverletzten“ entsprechen. Alle Angaben beziehen sich nur auf Patienten, die die ersten 30 Tage überlebt haben.

Definition eines Schwerstverletzten	ISS-9	MAIS-3	Intensiv	NISS-16	ISS-16	MAIS-4	Polytrauma
Anzahl Fälle gesamt	17.425	16.932	16.560	15.648	13.910	11.189	9.213
nur Überlebende (30 Tage)	15.219	14.728	14.373	13.467	11.757	9.114	7.356
Alter (MW, SD)	38,2 ± 18,7	38,2 ± 18,7	38,2 ± 18,7	38,4 ± 18,7	38,6 ± 18,8	39,0 ± 19,0	38,6 ± 18,7
Geschlecht (Anteil Männer)	72%	72%	72%	72%	72%	72%	72%
Injury Severity Score (MW, SD)	24,8 ± 12,1	25,3 ±	25,2 ±	26,6 ± 11,6	28,8 ± 10,8	31,3 ± 10,9	33,5 ± 10,6
Schädel-Hirn-Trauma	42%	44%	43%	45%	45%	55%	58%
Rettungshubschrauber	43%	43%	43%	44%	44%	45%	46%
Zuverlegungen	14%	15%	15%	16%	15%	15%	17%
Intensivtherapie	94%	95%	100%	96%	97%	97%	98%

Tabelle 3

Übersicht über verschiedene Outcome-Kriterien in Abhängigkeit von der gewählten Definition eines „Schwerstverletzten“. Alle Angaben außer der Sterblichkeit beziehen sich nur auf überlebende Patienten (30 Tage).

Definition eines Schwerstverletzten	ISS-9	MAIS-3	Intensiv	NISS-16	ISS-16	MAIS-4	Polytrauma
Fallzahl gesamt	17.425	16.932	16.560	15.648	13.910	11.189	9.213
<u>Sterblichkeit</u>							
in den ersten 24 Std.	6,6%	6,8%	7,0%	7,3%	8,1%	9,9%	10,8%
in den ersten 30 Tage	12,7%	13,0%	13,2%	13,9%	15,5%	18,5%	20,2%
im Krankenhaus	13,3%	13,6%	13,8%	14,6%	16,2%	19,4%	21,1%
Überlebende (30 Tage)	15.219	14.728	14.373	13.467	11.757	9.114	7.356
	87,3%	87,0%	86,8%	86,1%	84,5%	81,5%	79,8%
<u>Liegedauer (in Tagen)</u>							
Intensivstation (MW, SD)	11,7 ± 14,3	12,0 ± 14,4	12,4 ± 14,4	12,8 ± 14,7	13,7 ± 15,2	15,0 ± 16,1	16,6 ± 16,8
Krankenhaus (MW, SD)	30,1 ± 28,6	30,5 ± 28,7	30,9 ± 28,9	31,9 ± 29,3	32,0 ± 29,8	32,9 ± 31,3	35,0 ± 31,5
<u>Künstliche Beatmung</u>							
Dauer in Tagen (MW, SD)	7,2 ± 11,6	7,4 ± 11,7	7,6 ± 11,8	7,9 ± 12,1	8,6 ± 12,5	9,7 ± 13,2	10,9 ± 13,7
<u>Multiorganversagen</u>							
Anteil Patienten (%)	19%	19%	19%	20%	22%	25%	29%



Möchte man die Ergebnisse auf die Definition „Intensivtherapie“ umrechnen, muss man also die gefundenen Schätzwerte für die Anzahl Schwerstverletzter um 22% erhöhen. Bei Verwendung des Begriffs Polytrauma müsste man die Schätzer entsprechend um 37% reduzieren.

3.2 Anzahl Schwerstverletzter: Methode 1 - Regionen

Beim ersten Ansatz zur Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter werden fünf Regionen stellvertretend für das Bundesgebiet betrachtet.

Tabelle 4 zeigt separat für die gewählten Regionen und insgesamt die Anzahl von schwerstverletzten Verkehrsunfallopfern im TraumaRegister wie auch die entsprechenden Zahlen der amtlichen Statistik, die auf dem mutmaßlichen Einzugsgebiet der genannten Kliniken beruhen.

Insgesamt traf die Bedingung „ISS ≥ 16 “ zur Definition von Schwerstverletzten auf 1.034 Fälle im TraumaRegister zu, von denen 863 (84%) die ersten 30 Tage überlebt haben. In den genannten Regionen wurden im entsprechenden Vergleichszeitraum 10.893 Personen laut amtlicher Statistik schwer verletzt.

Tabelle 4

Schwerstverletzte aus den 5 Regionen im TraumaRegister DGU und die entsprechenden Zahlen der Regionen aus der amtlichen Statistik.

Regionen	Bielefeld	Erfurt	Kassel	Koblenz	Ulm	gesamt
Angaben aus dem TraumaRegister DGU						
Zeitraum	2004-08	2002-07	2007-08	2006-07	2002-07	---
Anzahl Kliniken	1	1	2	2	2	8
Anzahl Fälle im TR-DGU	587	256	209	153	1223	2428
... davon Verkehrsunfälle	321	196	147	111	704	1479
	55%	77%	70%	73%	58%	61%
... davon schwerstverletzt (ISS-16)	273	176	141	101	343	1034
	85%	91%	96%	91%	53%	72%
... davon Überlebende (30 Tage)	197	139	125	93	309	863
	72%	79%	89%	92%	90%	84%
Angaben aus der amtlichen Statistik						
Anzahl der Getöteten	238	168	82	28	287	803
Anzahl der Schwerverletzten	3.450	2.262	1.268	561	3.352	10.893
Anzahl der Leichtverletzten	14.487	8.185	4.665	2.705	14.339	44.381

Aus den genannten Zahlen lässt sich nun eine Relation von den Schwerstverletzten (TR-DGU; ISS \geq 16; 30 Tage überlebt) relativ zu den Schwerverletzten aus der amtlichen Statistik ableiten.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die ISS-16 Patienten aus dem TR-DGU im Mittel 8% der Schwerverletzten in den ausgewählten Regionen darstellen, wobei 4 der 5 Regionen mit Werten von 6-10% nahe am Durchschnitt liegen. Lediglich bei der zahlenmäßig kleinsten Region Koblenz (Nr. 4 in Abb. 5) zeigt sich ein deutlich höherer Wert von über 16%. Klammert man die Region 4 aus, bleibt der Durchschnitt der übrigen Regionen wegen der geringen Fallzahl in Region 4 aber unverändert bei 7,9%. Eine mögliche Quelle solcher Variationen ist die Tatsache, dass es durch Verlegungen auch zur Behandlung von Fällen kommt, die außerhalb der Region verunfallt sind.

Die Zahl der im TR-DGU erfassten Fälle stellt wahrscheinlich nicht alle der im Krankenhaus behandelten Fälle dar. Nach einer Umfrage bei 50 aktiv teilnehmenden Häusern wurde angegeben, dass etwa 80-90% der Schwerstverletzten auch im TR-DGU dokumentiert werden. Für die Nicht-Erfassung einzelner Fälle werden vor allem organisatorische Gründe genannt. Um diesen möglichen Effekt abzuschätzen, wird in einer Modellrechnung angenommen, dass die wahre Zahl der schwerstverletzten Fälle um 20% über der im TR-DGU dokumentierten Anzahl liegt. Damit ergeben sich dann neue, höhere Werte für die Regionen. Im Einzelnen variieren die Werte dann von 6,9% bis 21,0%, und der Mittelwert beträgt 9,5%.

Tabelle 5: Anzahl getöteter, schwer- und leichtverletzter Verkehrsteilnehmer 2002 bis 2008 gemäß amtlicher Unfallstatistik. Die letzte Zeile enthält die Durchschnittswerte.

Jahr	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte
2002	6.829	88.382	388.031
2003	6.613	85.577	376.593
2004	5.842	80.801	359.325
2005	5.361	76.952	356.491
2006	5.091	74.502	347.835
2007	4.949	75.443	355.976
2008	4.477	70.644	338.403
Mittel	5.595	78.900	360.379

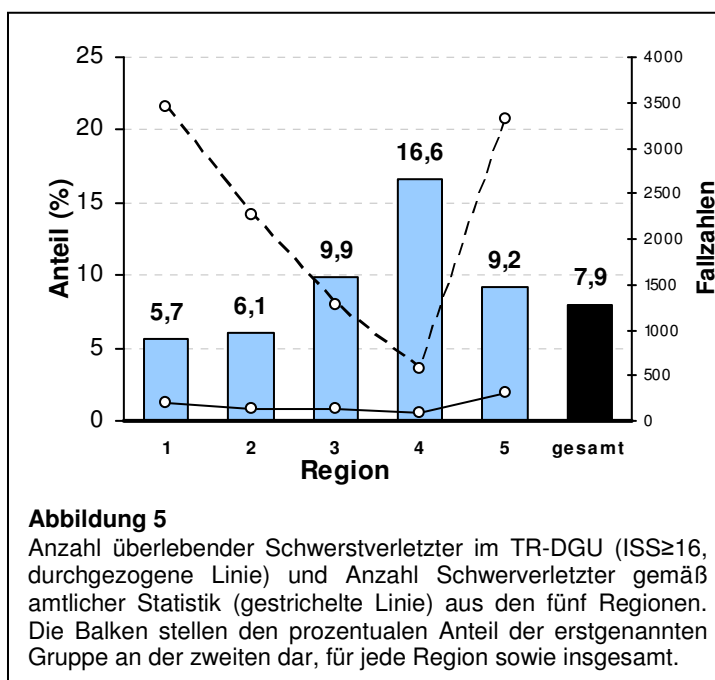


Abbildung 5

Anzahl überlebender Schwerstverletzter im TR-DGU (ISS \geq 16, durchgezogene Linie) und Anzahl Schwerverletzter gemäß amtlicher Statistik (gestrichelte Linie) aus den fünf Regionen. Die Balken stellen den prozentualen Anteil der erstgenannten Gruppe an der zweiten dar, für jede Region sowie insgesamt.

Aus den amtlichen Statistiken ergibt sich, dass bundesweit die Zahl der Schwerverletzten in den Jahren 2002 bis 2008 von über 88.000 auf etwa 70.000 zurück gegangen ist (Tabelle 5). Bildet man aus diesen Werten den Durchschnitt, ergibt sich eine Anzahl von 78.900 schwerverletzten Verkehrsunfallopfern pro Jahr in Deutschland in diesem Zeitraum.

Basierend auf den Ergebnissen aus den fünf Regionen kann man erwarten, dass 8-10% dieser Patienten als Schwerstverletzte angesehen werden können, bezogen auf die ISS-16 Definition. In Zahlen würde dies 6.233 bzw. 7.890 Fälle bedeuten.

Eine weitere Quelle der Unsicherheit stellt die Vollzähligkeit dar. Auf den Karten im Anhang ist erkennbar, dass die TR-DGU Kliniken, die hier betrachtet wurden, zwar die größten Kliniken in den genannten Regionen darstellen, dass sich aber drei bis vier weitere Kliniken im Einzugsbereich befinden, die sich ebenfalls an der Versorgung Schwerverletzter beteiligen, deren Fälle hier aber nicht berücksichtigt werden konnten. Dies würde die Schätzwerte weiter erhöhen. Über das Ausmaß dieser Erhöhung kann man nur spekulieren, es könnte sich hierbei um Werte bis zu 20% handeln.

Eine vollzählige Abbildung aller Verunfallten einer Region ist erst innerhalb von regionalen Trauma-Netzwerken zu erwarten, die sich derzeit überall in Deutschland etablierten. Über die Pflichtteilnahme am TR-DGU werden hier in wenigen Jahren deutlich verlässlichere Zahlen vorliegen.

3.3 Anzahl Schwerstverletzter: Methode 2 - Kliniken

Beim zweiten Ansatz zur Ermittlung der Anzahl Schwerstverletzter in Deutschland wird über die Anzahl von Kliniken sowie deren durchschnittlicher Anzahl behandelter Fälle auf den Wert für ganz Deutschland geschlossen.

Entsprechend ihrer Kapazität, der vorhandenen Infrastruktur sowie den am Standort verfügbaren Disziplinen werden die Krankenhäuser in drei Versorgungsstufen eingeteilt: lokale, regionale und überregionale Traumazentren. Die von den Krankenhäusern selbst vorgenommene Einstufung wird derzeit im Rahmen der Zertifizierungen der TraumaNetzwerke überprüft.

Im TR-DGU haben bis Ende 2008 166 verschiedene Kliniken aus Europa Fälle dokumentiert. Die Anzahl deutscher Kliniken im 10-Jahres Zeitraum von 1999 bis 2008 beträgt 144. Schließt man Jahresfallzahlen <20 für überregionale Zentren sowie <10 für regionale Traumazentren aus, verbleiben 129 Kliniken.

Ohne Einschränkung auf die Verkehrsunfallopfer versorgen die im TR-DGU vertretenen überregionalen Zentren im Durchschnitt 89, die regionalen Zentren 30 und die lokalen Zentren 8 Patienten pro Jahr.

Die folgende Analyse betrachtet nur Schwerstverletzte (ISS \geq 16), die infolge eines Verkehrsunfalls in der Klinik behandelt wurden und die ersten 30 Tage überlebt haben. Dies sind im Mittel 40% der im TR-DGU dokumentierten Fälle.

Von den 129 verschiedenen Kliniken mit hinreichenden Fallzahlen liegen im Schnitt pro Klinik 5 Jahresangaben vor. 72 Kliniken (56%) gehören zu den überregionalen Versorgern, 30 Kliniken (23%) zu den regionalen Versorgern, und 27 Kliniken (21%) sind lokale Traumazentren.

Die Anzahl überlebender Schwerstverletzter betrug in Kliniken der überregionalen Versorgung 30,2 (basierend auf 328 Jahresangaben), in Kliniken der regionalen Versorgung 11,5 (105 Jahresangaben), und in lokalen Traumazentren 3,3 (74 Jahresangaben).

Bei der Geschäftsstelle des Arbeitskreises Umsetzung TraumaNetzwerk DGU (AKUT) sind für Deutschland derzeit 847 Kliniken erfasst, die sich an der Traumaversorgung beteiligen. 607 dieser Kliniken haben sich selbst in eine der drei Versorgungsstufen eingeordnet oder wurden nach Auditierung in diese Stufe gesetzt. Im Rahmen der Auditierung kam es nur in sehr wenigen Fällen (<2%) zu einer anderen Einstufung als der von der Klinik selbst vorgenommenen.

240 Kliniken haben sich bisher keiner Versorgungsstufe zugeordnet. Bei diesen Kliniken handelt es sich im Wesentlichen um Häuser der regionalen und lokalen Versorgung; die überregionalen Zentren sind im TR-DGU sowie bei AKUT bereits sehr gut abgebildet. Um die tatsächliche Anzahl der Schwerstverletzten zu ermitteln, müssen aber auch diese Häuser mit einbezogen werden. Das Verhältnis von regionalen zu lokalen Zentren ist bisher annähernd gleich. Es wird daher angenommen, dass es sich bei den bisher nicht klassifizierten Häusern jeweils zur Hälfte um lokale und regionale Zentren handelt.

Tabelle 6

Anzahl von Krankenhäusern der unterschiedlichen Versorgungsstufen nach Angaben von AKUT sowie Anzahl der durchschnittlich von Häusern im TR-DGU versorgten schwerstverletzten (ISS-16) Verkehrsunfallopfer, die überlebt haben.

	Überregionale Zentren	Regionale Zentren	Lokale Zentren	Zuordnung unklar	Summe
Anzahl Kliniken (lt. AKUT)	102	251	254	240	874
Ausgew. Kliniken im TR-DGU	72	30	27	--	129
Schwerstverletzte pro Klinik pro Jahr (TR-DGU)	30,2	11,5	3,3	--	
Geschätzte Anzahl Schwerstverletzte pro Jahr...					
... ohne die unklaren Kliniken	3.080	2.887	838		6.805
... mit den unklaren Kliniken	3.080	2.887	838	1.776	8.581
... mit 20% Zugabe	3.696	3.464	1.060	2.131	10.351

In einer Modellrechnung wurden daher die „unklaren“ Häuser jeweils zur Hälfte als lokale und als regionale Traumazentren gewertet. In einer zweiten Modellrechnung wurde ferner angenommen, dass die im TraumaRegister dokumentierten Fälle nur 80% der tatsächlich dort behandelten Fälle darstellen. Dies erhöht dann die Anzahl der Schwerstverletzten pro Klinik um 20%.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 6 dargestellt. Unter realistischen Annahmen ist nach dieser Methode demnach mit etwa 8.500-10.400 Schwerstverletzten pro Jahr zu rechnen.

3.4 Anzahl Schwerstverletzter: Methode 3 - Getötete

Beim dritten Ansatz zur Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter in Deutschland wird die Relation von verstorbenen zu überlebenden Patienten im TraumaRegister DGU betrachtet. Nach Ergänzung um die präklinisch Verstorbenen kann man dann über die Anzahl Getöteter aus der amtlichen Statistik auf die Anzahl Schwerstverletzter schließen.

Im TR-DGU wird nur der Anteil der Getöteten erfasst, der die Klinik noch lebend erreicht hat. Wie groß dieser Anteil im Vergleich zu denjenigen ist, die direkt am Unfallort oder auf dem Transport verstorben sind, kann hier nur aus Sekundärquellen belegt werden.

Im TraumaRegister DGU wurden im Zeitraum der letzten 10 Jahre 15.648 Patienten mit einem ISS \geq 16 nach einem Verkehrsunfall behandelt. Von diesen sind 2.181 Patienten (13,9%) innerhalb der ersten 30 Tage verstorben (Tabelle 7). Diese Zahl von ca. 2.200 Todesfällen unterscheidet sich kaum unter den Definitionen und sinkt erst, wenn eine Verletzung vom Grad AIS 4 gefordert wird (MAIS-4 und Polytrauma).

Tabelle 8

Berechnung der Anzahl Schwerstverletzter nach Verkehrsunfällen in Deutschland basierend auf dem Anteil der in einer Klinik verstorbenen Unfallopfer (Modellrechnung mit Annahmen zwischen 25% und 40%).

Getötete im Straßenverkehr (Durchschnitt 2002-2008)	5.595
Anteil davon verstorben im Krankenhaus (Modellannahmen)	25% / 30% / 35% / 40%
ergibt	1.399 / 1.679 / 1.958 / 2.238
Umrechnungsfaktor	6,3
ergibt	8.812 /10.576 / 12.337 / 14.009

Daher wird die Zahl von 2.200 im Krankenhaus verstorbenen Unfallopfern für die Berechnung des Umrechnungsfaktors als fest angenommen, da die Zahl der Getöteten ja nicht mit den einzelnen Definitionen eines Schwerstverletzten variiert.

Für die Definition „ISS \geq 16“ ergibt sich nun als Umrechnungsfaktor der Wert von 6,3, das heißt, auf jeden in der Klinik verstorbenen Patienten kommen 6,3 Überlebenden mit einem ISS von mindestens 16 Punkten. Für die anderen Definitionen ist der Faktor in Tabelle 7 dargestellt. Je weiter die Definition gefasst ist, umso mehr Überlebende kommen auf einen Todesfall in der Klinik.

Tabelle 7

Übersicht über die Sterblichkeit (30 Tage) in Abhängigkeit von der gewählten Definition eines „Schwerstverletzten“. Der Umrechnungsfaktor basiert auf 2.200 Getöteten.

Definition eines Schwerstverletzten	ISS-9	MAIS-3	Intensiv	NISS-16	ISS-16	MAIS-4	Poly- trauma
Fallzahl gesamt	17.425	16.932	16.560	15.648	13.910	11.189	9.213
Überlebende (30 Tage)	15.219	14.728	14.373	13.467	11.757	9.114	7.356
Verstorben innerhalb der ersten 30 Tage nach Aufnahme	2.206	2.204	2.187	2.181	2.153	2.075	1.857
Letalitätsrate (%)	12,7%	13,0%	13,2%	13,9%	15,5%	18,5%	20,2%
Umrechnungsfaktor: Anzahl der Überlebenden pro Todesfall in der Klinik	7,9	7,7	7,5	7,1	6,3	5,1	4,2

Anzahl Schwerstverletzter insgesamt abschätzen, wenn man den Anteil von im Krankenhaus an den Folgen eines Verkehrsunfalls verstorbenen Personen kennt. Dieser Anteil muss aus publizierten Angaben hergeleitet werden.

Maegele und Bouillon (MAEGELE 2007, BOUILLON 1999) haben in einem 10-Jahres-Zeitraum alle Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT) in der Region Köln anhand von Notarzteinsatzprotokollen erfasst und festgestellt, dass von den 298 Verstorbenen 182 (61%) bereits präklinisch verstarben und nicht mehr in eine Klinik gebracht wurden. Patienten mit einem SHT stellen etwa die Hälfte der hier betrachteten Patienten dar.

Eine Auswertung aus der GIDAS Studie über den Zeitpunkt des Versterbens von 572 Todesopfern nach Verkehrsunfällen ergibt, dass 348 Personen präklinisch oder auf dem Transport verstarben (61%), 206 in der Klinik (36%), und bei 3% der Patienten keine Angabe zum Zeitpunkt vorhanden war. Klammert man die unbekannteren Angaben aus, würde sich ein Wert von 37% für den Anteil der in der Klinik Verstorbenen ergeben.

Eine Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer (GDV) in 6 Bayerischen und Baden-Württembergischen Landkreisen kam zu dem Ergebnis, dass 66 der 80 getöteten Verkehrsunfallopfer bereits an der Unfallstelle verstorben sind. Demnach hätten nur 18% der insgesamt Getöteten noch eine Klinik erreicht. Allerdings ist in dieser Untersuchung die Fallzahl nicht sehr groß.

Liener et al. konnten in einer populationsbezogenen Untersuchung eines schwäbischen Landkreises mit 6 Kliniken über 5 Jahre zeigen, dass auf 112 präklinisch Getötete 7 im Schockraum und weitere 64 im späteren Verlauf in der Klinik Verstorbenen kommen (LIENER 2004). Das entspricht einer Rate von 38,8%. Allerdings wurden hier alle Unfallopfer betrachtet, nicht nur Verkehrsunfälle.

Chiara berichtet basierend auf über 15.000 Todesfällen aus dem Jahr 2002 in Italien, dass 47% der Unfallopfer präklinisch verstorben sind, die übrigen hätten das Krankenhaus noch erreicht, darunter auch ein erheblicher Anteil von 24%, die erst nach einer Woche oder später verstorben sind. Laut Aussagen des Autors betrifft dies vor allem ältere Patienten (CHIARA 2010). Bei jüngeren Patienten, zu denen zum Großteil auch die Verkehrsunfallopfer zählen, ist die Frühsterblichkeit deutlich höher.

Da die Literaturangaben erheblich variieren, werden Modellrechnungen mit Werten zwischen 25% und 40% durchgeführt. Tabelle 8 zeigt dabei den Rechenweg: Zuerst wird aus der Gesamtzahl der Getöteten über den angenommenen Anteil auf die im Krankenhaus verstorbenen Patienten geschlossen, dann entsprechend des Umrechnungsfaktors auf die Gesamtzahl der Schwerstverletzten hochgerechnet. Es ergeben sich so Zahlen zwischen 8.800 und 14.000 Schwerstverletzte pro Jahr in Deutschland.

Eine Abweichung von 5% bei dem Anteil der Patienten, die an der Unfallstelle verstorben sind, verändert die Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter um etwa 1.650 Fälle. Das Verhältnis von Getöteten zu Überlebenden Schwerstverletzten im Krankenhaus ist dagegen kaum von größeren Schwankungen betroffen; hier spielen auch Vollzähligkeitsraten im TR-DGU keine Rolle.

Tabelle 9 fasst abschließend die Ergebnisse der drei Schätzmethoden für die beiden Definitionen „ISS \geq 16“ und „Intensiv“ zusammen.

Tabelle 9

Zusammenfassung der Ergebnisse für die Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer in Deutschland, basierend auf den drei Schätzmethoden. Die gerundeten Angaben beziehen sich auf die beiden Definitionen ISS-16 und Intensivtherapie für Schwerstverletzte (Umrechnungsfaktor siehe Abbildung 4)

Schwerstverletzte definiert als	„ISS \geq 16“	„Intensivtherapie“
Methode 1 – Regionen	6.200 – 7.900	7.500 – 9.600
Methode 2 – Kliniken	6.800 – 10.400	8.300 – 12.700
Methode 3 – Todesfälle	8.800 – 14.000	10.700 – 17.000

4 Diskussion

Während für die Anzahl der leicht- und schwerverletzten Verkehrsunfallopfer sowie für die Getöteten in Deutschland über die amtliche Statistik seit Jahrzehnten Angaben vorliegen, gibt es für die besonders schwer betroffene Gruppe der Schwerstverletzten kaum verlässliche Zahlen.

Allen Beteiligten (z.B. Vertreter der medizinischen Versorgung, Versicherung, Polizei, Politik) ist klar, dass diese Gruppe von Patienten wegen der erheblichen Folgen sowohl für den Einzelnen als auch für das Gesundheitswesen insgesamt besondere Beachtung verdient. Aber bereits die Definition dieser Patienten ist nicht einfach, da keine „natürliche“ Abgrenzung existiert.

Vorschläge zur Definition dieser Patientengruppe betrachten vornehmlich Art, Schwere und Muster der Verletzungen und benutzen dazu oft formale Punkt- oder Scoresysteme. Die vorliegende Untersuchung, die auf dem TraumaRegister DGU basiert, betrachtet mehrere dieser Ansätze, wobei klar wird, dass keiner dieser Ansätze sich als ideal erweist. An der in der medizinischen Literatur sehr häufig verwendeten Definition „ISS \geq 16“ für einen Schwerstverletzten wird beispielhaft eine Abschätzung der in Deutschland zu erwartenden Anzahl von Fällen vorgenommen.

Wegen der im Wesentlich geschachtelten Abhängigkeit der einzelnen Definitionen untereinander wird aber auch sofort klar, wie diese Abschätzungen variieren, wenn man eine andere als die „ISS \geq 16“ Definition verwendet. Wählt man beispielsweise die Definition „Intensivmedizin“, so wird sich die Anzahl der Schwerstverletzten um etwa 22% erhöhen. Bevorzugt man dagegen die strenge Definition eines „Polytraumas“, so reduziert sich die Anzahl der Patienten um etwa ein Drittel.

Von großer Relevanz für die praktische Nutzung könnte sich die Definition der „Intensivtherapie“ herausstellen, die ohne die nähere Kenntnis der spezifischen Codierregeln für den AIS anwendbar ist. Abgesehen von einigen wenigen Fällen, die erst nach mehreren Tagen oder Wochen aufgrund von Spätkomplikationen einer intensivmedizinischen Therapie bedürfen, kann die Zuordnung eines Patienten nach dieser Definition mit relativ großer Sicherheit bereits nach 24 Stunden erfolgen.

Dass die so definierten Patienten tatsächlich besonders schwer, ja lebensbedrohlich verletzt sind, zeigt sich an der Tatsache, dass 13% dieser Patienten innerhalb der ersten 30 Tage versterben, also etwa jeder Achte.

Um nicht die nachfolgenden Abschätzungen der Anzahl Schwerstverletzter oder lebensbedrohlich Verletzter für alle unterschiedlichen Formen der Definition durchrechnen zu müssen, wurden initial Umrechnungsfaktoren anhand der Daten des TraumaRegisters bestimmt, die eine leichte Übertragung der Ergebnisse auf andere Definitionen ermöglichen. Bei diesen Umrechnungsfaktoren ist aber zu bedenken, dass insbesondere die Definitionen MAIS-3 und ISS-9 mit großer Wahrscheinlichkeit nicht vollzählig im TraumaRegister erfasst sind. Dies liegt darin begründet, dass eine AIS Grad 3 Verletzung nicht notwendig intensivmedizinische Maßnahmen nach sich zieht und daher diese Patienten nicht im TraumaRegister dokumentiert werden.

Bei den drei hier verfolgten Ansätzen zur Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter nach Verkehrsunfällen in Deutschland werden unterschiedliche Befunde aus dem TraumaRegister mit der amtlichen Statistik verglichen, um daraus auf die Gesamtzahl hochrechnen zu können.

Der erste Ansatz verfolgt dabei eine Methode, wie sie künftig durch die vollständige Erfassung aller Traumapatienten im Rahmen lokaler Netzwerke (TraumaNetzwerk^D DGU) deutlich zuverlässiger erfolgen kann. Die Idee hinter der Methode besagt, dass das TraumaRegister DGU die Anzahl Schwerstverletzter liefert und die amtliche Statistik die Anzahl Schwerverletzter derselben Region. Aus beiden Zahlen lässt sich dann der Anteil der besonders schwer betroffenen Patienten herleiten.

Die Probleme bei diesem Schätzansatz sind vielfältig. Zuerst müssten die betrachteten Regionen möglichst vollständig mit ihren an der Traumaversorgung beteiligten Kliniken im TR-DGU vertreten sein. Derzeit ist dies aber in keiner Region tatsächlich zutreffend; in den betrachteten fünf Regionen jedoch sind zumindest die „großen“ Kliniken, also die regionalen und überregionalen Traumazentren, im Register vertreten. Zudem sollten diese Kliniken, um jährliche Schwankungen zu reduzieren, jeweils für mindestens 2 Jahre mit relativ konstanter Fallzahl im Register vertreten sein. Dies trifft für die fünf gewählten Regionen zu.

Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass sich das Verhältnis von Schwerstverletzten (TR-DGU) zu Schwerverletzten (amtliche Statistik) deutlich variieren von 5,7% bis 16,6%. Das kann mehrere Ursachen haben. Der Ausreißer nach oben (16,6%) ist zugleich die kleinste der betrachteten Regionen, zumindest was die Fallzahl angeht.

Eine weitere Unsicherheit liegt in der genauen Abgrenzung der Region um die betrachteten Traumazentren, die anhand einzelner Kreise festgelegt werden musste. In der Realität entscheiden aber auch andere Faktoren als die

reine Entfernung der Luftlinie über die Zielklinik, in die ein Verletzter gebracht wird: günstige Straßenverhältnisse, die Verfügbarkeit von Betten oder ein spezielles Verletzungsmuster. Ferner werden etwa 40% der Unfallopfer mit dem Hubschrauber in die Klinik gebracht. Hier besteht möglicherweise eine deutliche Verzerrung gegenüber den räumlichen Gegebenheiten.

Es muss auch hinterfragt werden, ob die gewählten Regionen repräsentativ für das Bundesgebiet sind. Wegen der großen Krankenhausdichte sind unter den gewählten Regionen keine Großstädte (keine vollständige Abbildung aller Kliniken im TR-DGU). Auch ländliche Regionen fehlen. Vielmehr sind die gewählten fünf Regionen typische Beispiele für mittelgroße bis große Städte.

Insgesamt scheint der Mittelwert über die fünf Regionen deutlich besser die realen Verhältnisse widerzuspiegeln, als dies eine einzelne Region könnte. Daher war die Wahl mehrerer Regionen in dieser Untersuchung zwingend erforderlich. Künftige Auswertungen, die größere Regionen im Rahmen von TraumaNetzwerken untersuchen, müssen die hier gefundenen Zahlen validieren.

Ein weiterer Punkt, der wiederholt bei den unterschiedlichen Schätzmethode diskutiert werden muss, ist die vollzählige Dokumentation aller relevanten Traumapatienten im TR-DGU. Trotz der eindeutigen Willenserklärung der Teilnehmer am TR-DGU zur regelmäßigen und vollständigen Datenlieferung, gelingt es nicht jeder Klinik, diese Vorgabe zu 100% zu erfüllen. Die Gründe dafür sind, wie bei einem vor Ort Besuch von 50 Kliniken erhoben, vor allem organisatorischer Art. Der für die Dokumentation zuständige Arzt hatte Urlaub oder wechselte die Klinik; Akten waren nicht verfügbar, Notarztprotokolle fehlten, etc. Es scheint, dass bei den nicht dokumentierten Patienten keine systematische Verzerrung vorliegt, aber trotz bester Vorsätze muss mit einer Fehlrate von 10-20% gerechnet werden. Um den Effekt dieser nicht ganz vollzähligen Dokumentation abschätzen zu können, wurden Vergleichsrechnungen durchgeführt, bei denen eine 20%ige Fehlrate angenommen wurde.

Schließlich folgt aus diesem Schätzansatz über die Regionen auch, dass mit dem in der amtlichen Statistik beobachteten Rückgang der Anzahl Schwerverletzter auch der Schätzwert für die Anzahl der Schwerverletzten rückläufig wäre. In einer anderen Untersuchung aus dem TraumaRegister zeigte sich jedoch, dass die Anzahl Schwerverletzter zumindest in den vergangenen 10 Jahren annähernd gleich geblieben zu sein scheint (LEFERING 2009).

Zu einer etwas höheren Inzidenzschätzung kommt der zweite Ansatz, der über die Anzahl der an der

Traumaversorgung beteiligten Kliniken in Deutschland führt.

Die durch die Veröffentlichung des Weißbuchs zur Schwerverletztenversorgung durch die DGU angestoßene Entwicklung zur Gründung lokaler TraumaNetzwerke hat auch zu einer neuen Bestandsaufnahme der Kliniken geführt. Das Weißbuch legt ferner Kriterien fest, wonach eine Klinik sich lokales, regionales oder überregionales Traumazentrum nennen darf. Diese Kriterien werden auch im Auditierungsprozess der Klinik auf dem Weg hin zu einem zertifizierten Netzwerk überprüft.

Bei diesen Überprüfungen hat sich herausgestellt, dass ein sehr großer Teil der Kliniken sich korrekt eingeschätzt hat, so dass bei den noch nicht auditierten Kliniken guten Gewissens die Selbsteinstufung herangezogen werden kann. Unklar bleibt jedoch die Rolle von derzeit 240 noch nicht eingestuftem Kliniken. Es ist davon auszugehen, dass unter diesen Kliniken wohl keine überregionalen Zentren vorhanden sind. Andererseits würde man mit der Einstufung dieser Häuser als lokale Traumazentren die Zahlen sicher unterschätzen. In der vorliegenden Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass sich sowohl regionale wie auch lokale Traumazentren unter diesen 240 Kliniken befinden.

Mit der fortschreitenden Auditierung und Klassifizierung der Krankenhäuser ist hier in naher Zukunft mit einer deutlichen Verbesserung der Schätzgenauigkeit zu rechnen.

Die Anzahl schwerstverletzter (überlebender) Verkehrsunfallopfer, die aus dem TraumaRegister hergeleitet wurde, kann als relativ sicher für die großen Kliniken gelten. In Bezug auf die kleinen Häuser müssen die Befunde aber wegen der mangelnden Repräsentanz im Register etwas vorsichtiger interpretiert werden.

Wegen der nicht immer ganz Vollzähligen Erfassung aller Traumapatienten im TR-DGU muss auch hier davon ausgegangen werden, dass die Zahlen (30,2 Fälle pro Jahr in überregionalen, 11,5 in regionalen und 3,3 in lokalen Zentren) eher Mindestanzahlen darstellen.

Die dritte Schätzmethode beruht darauf, dass aus den Angaben im TR-DGU sehr gut der Anteil überlebender Schwerverletzter relativ zu den Verstorbenen zu berechnen ist. Diese Zahl von etwa 6,3 zu 1 (für die ISS-16 Definition eines Schwerverletzten) ist auch kaum von mangelnder Vollzähligkeit der Fälle im TR-DGU abhängig, sofern man keine systematische Ursache für das Fehlen einzelner Patienten annimmt.

Für andere Definitionen eines Schwerverletzten,

beispielsweise die „Intensivtherapie“, lässt sich das Verhältnis leicht aus den in Tabelle 3 genannten Sterblichkeitsraten ableiten. Bei einer 30-Tage Sterblichkeit von 13,2% für Patienten mit Intensivtherapie ergibt sich ein Verhältnis von 7,6 zu 1.

Die große Unsicherheit bei dieser Schätzmethode ergibt sich aber daraus, dass dieses Verhältnis nur für Patienten gilt, die lebend eine Klinik erreicht haben und erst dort verstorben sind. Die präklinisch oder auf dem Transport verstorbenen Patienten werden ja nicht im TR-DGU erfasst und können so auch nicht in die Festlegung des Verhältnisses eingehen.

Hier muss man Angaben aus anderen Quellen heranziehen, die einem den Anteil der präklinisch bereits Verstorbenen nennen. Bei der Sichtung der Literatur zeigt sich aber, dass es hier eine sehr große Streubreite gibt. Bei der Auswahl der Quellen wurde auch darauf geachtet, dass vornehmlich deutsche Untersuchungen herangezogen wurden, da insbesondere auch das präklinische Rettungssystem einen Einfluss auf den Anteil der im Krankenhaus verstorbenen Patienten hat. Angaben aus den USA beispielsweise zeigen oft eine geringere präklinische Todesrate, da dort die Patienten möglichst rasch in eine Klinik gebracht werden.

Trotzdem verbleibt unter den gefundenen Angaben zum Anteil der präklinisch bzw. im Krankenhaus verstorbenen Patienten eine beachtliche Variationsbreite. Daher musste bei der Schätzung der Gesamtzahl Schwerstverletzter auch mit mehreren Variationsrechnungen operiert werden. Es zeigt sich, dass bereits kleinere Änderungen in der angenommenen Sterblichkeit am Unfallort relativ große Effekte auf die zu schätzende Gesamtzahl Schwerstverletzter haben. Eine Änderung um 5% bewirkt bereits eine Änderung um 1.650 Fälle bei der Gesamtzahl.

In der Zusammenschau der drei Schätzmethoden in Tabelle 9 zeigt sich, dass sie insgesamt stark variieren, von 6.000 bis 14.000. Dabei sind die genannten Extreme wohl eher unwahrscheinlich, so dass man (mit gewisser Unsicherheit) derzeit von einer Anzahl von etwa 10.000 Fällen pro Jahr in Deutschland ausgehen kann.

Bei Anwendung der Definition „Intensivtherapie“ erhöht sich diese Zahl auf etwa 12.200 Fälle pro Jahr.

Richtet man über die Anzahl (überlebender) Schwerstverletzter nach Verkehrsunfällen den Blick auf die Anzahl lebensbedrohlich Verletzter, die in deutschen Kliniken jährlich insgesamt zu erwarten sind, so muss man die im Krankenhaus Verstorbenen (etwa plus 15%) sowie die aus

anderen Gründen Verunfallten (Stürze; Arbeit; Freizeit; Suizide, etc.) mit berücksichtigen. Verkehrsunfallopfer stellen etwa 60% der Betroffenen im TR-DGU dar. Zusammengenommen kann man also grob die gefundenen Zahlen für die Schwerstverletzten Verkehrsunfallopfer verdoppeln, um auf die entsprechende Gesamtzahl für die Kliniken zu kommen. Dies würde somit einer Zahl von 20.000 – 25.000 Fällen pro Jahr entsprechen.

Diese immer noch beachtlich hohe Zahl liegt aber derzeit deutlich unter der immer wieder in der Literatur genannten Zahl von über 30.000 Fällen pro Jahr.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, dass jede der hier genutzten Schätzmethoden ihre eigenen spezifischen Unsicherheiten besitzt, und eine genaue Schätzung der Anzahl Schwerstverletzter nach Verkehrsunfällen in Deutschland derzeit nicht möglich ist. Mit Einführung der TraumaNetzwerke durch die DGU mit gleichzeitiger Pflichtteilnahme der beteiligten Kliniken am TraumaRegister bzw. am TraumaRegisterQM werden aber in naher Zukunft deutlich validere Schätzverfahren zur Verfügung stehen, die auf ganzen Regionen statt auf einzelnen Städten beruhen.

5 Literatur

- AAAM - Association for the Advancement of Automotive Medicine. Abbreviated Injury Scale (AIS) 1990 - Update 98. Des Plaines, IL, USA, 1998
- Bouillon B, Raum M, Fach H, Buchheister B, Lefering R, Menzel J, Klug N. The incidence and outcome of severe brain trauma. Design and first results of an epidemiological study in an urban area. *Rest. Neurol. Neurosci.* 1999; 14: 85-92
- Chiara O, Pitidis A, Lispi L, Bruzzone S, Ceccolini C, Cacciatore P, Cimbanassi S, Taggi F. Epidemiology of fatal trauma in Italy in 2002 using population-based registries. *Europ. J. Trauma Emerg. Med.* 2010, 36: 157-163
- DGU - Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Weißbuch zur Schwerverletztenversorgung. DGU, Berlin, 2006
- Haas NP, von Fournier C, Tempka A, Sudkamp NP. Traumazentrum 2000. Wie viele und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000. *Unfallchirurg* 1997, 100: 852-858
- Kühne CA, Ruchholtz S, Buschmann C, Sturm J, Lackner CK, Wentzensen A, Bouillon B, Weber C und AG Polytrauma der DGU (2006) Polytraumaversorgung in Deutschland: Eine Standortbestimmung. *Unfallchirurg* 109: 357-366
- Lefering R. Trauma score systems for quality assessment. *Europ. J. Trauma* 2002, 28: 52-63
- Lefering R. Entwicklung der Anzahl Schwerverletzter in Folge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland. Schriftenreihe der BASt - Berichte Mensch und Sicherheit, Heft M 200, 2009
- Liener UC, Rapp U, Helm M, Richter G, Gaus M, Wildner M, Kinzl L, Gebhard F. Inzidenz schwerer Verletzungen. Ergebnisse einer populationsbezogenen Untersuchung. *Unfallchirurg* 2004, 107: 483-490
- Maegele M, Engel D, Bouillon B, Lefering R, Fach H, Raum M, Buchheister B, Schaefer U, Klug N, Neugebauer E. Incidence and outcome of traumatic brain injury in an urban area in western Europe over 10 years. *Europ. Surg. Res.* (2007) 39: 372-379
- Neugebauer E, AG Polytrauma der DGU. Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie als Grundlage des interklinischen Qualitätsmanagements in der Schwerverletztenversorgung. Eine Multicenterstudie der DGU. *Unfallchirurg* 2000, 103: 30-37
- Oestern H. J. (Hrsg.) Das Polytrauma. Urban & Fischer, München, 2008
- Otte D. Unfall- und Verletzungsmuster des Verkehrsunfallpatienten. Lehrbuch für präklinische Notfallmedizin, Band 3, Kap. 2.1, S. 35-44 Verlagsgesellschaft Stumpf & Kossendey, Edewecht / Wien 1997
- Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L. Das Verletzungsmuster beim Polytrauma. Stellenwert der Information über den Unfallhergang bei der klinischen Akutversorgung. *Unfallchirurg* 1996, 99: 633-641
- Ruchholtz S, AG Polytrauma der DGU (2004) Das externe Qualitätsmanagement in der klinischen Schwerverletztenversorgung. *Unfallchirurg* 2004, 107: 837-843
- Ruchholtz S, Kühne CA, Siebert H und der Arbeitskreis Umsetzung Weißbuch / Traumanetzwerk in der DGU – AKUT. Traumanetzwerk der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Unfallchirurg* 2007; 110: 373-380
- Traumaregister der DGU – Jahresbericht 2009. www.traumaregister.de.

6 Anhang

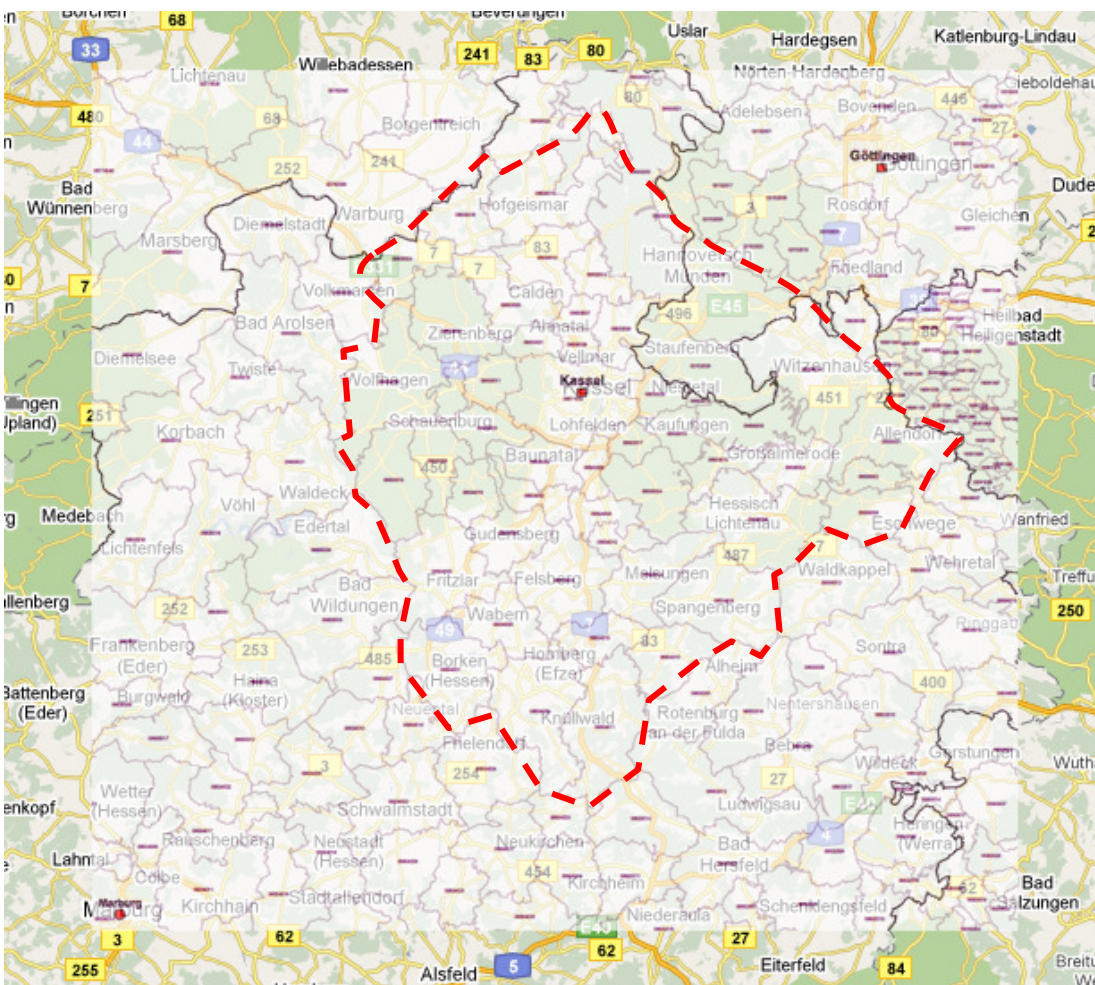
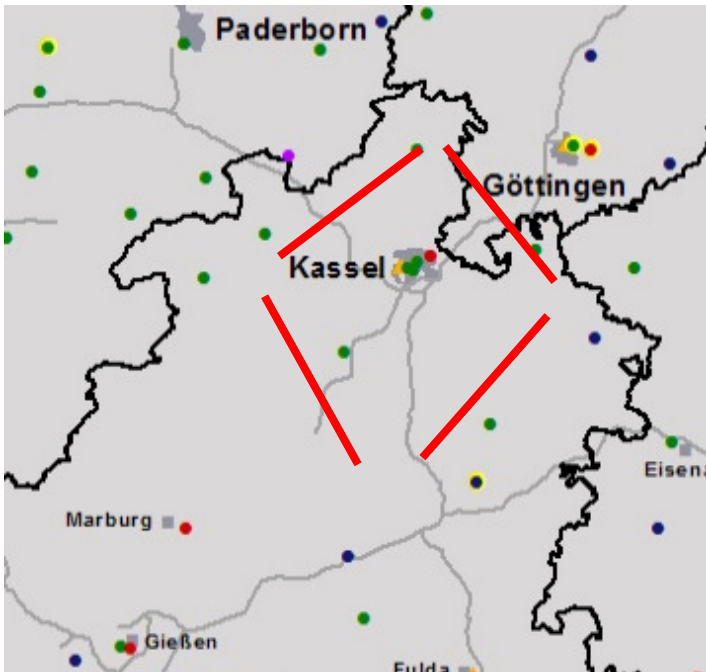
6.1 Kliniken im Traumaregister DGU

Die der hier durchgeführten Auswertungen zugrunde liegenden Daten stammen aus dem Trauma-Register der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), das seit 1993 Daten schwer verunfallter Patienten auf freiwilliger Basis sammelt und auswertet. Nachfolgend sind alle Kliniken genannt, alphabetisch nach dem Ort sortiert, die sich seit 1993 an dieser Datenerhebung beteiligen:

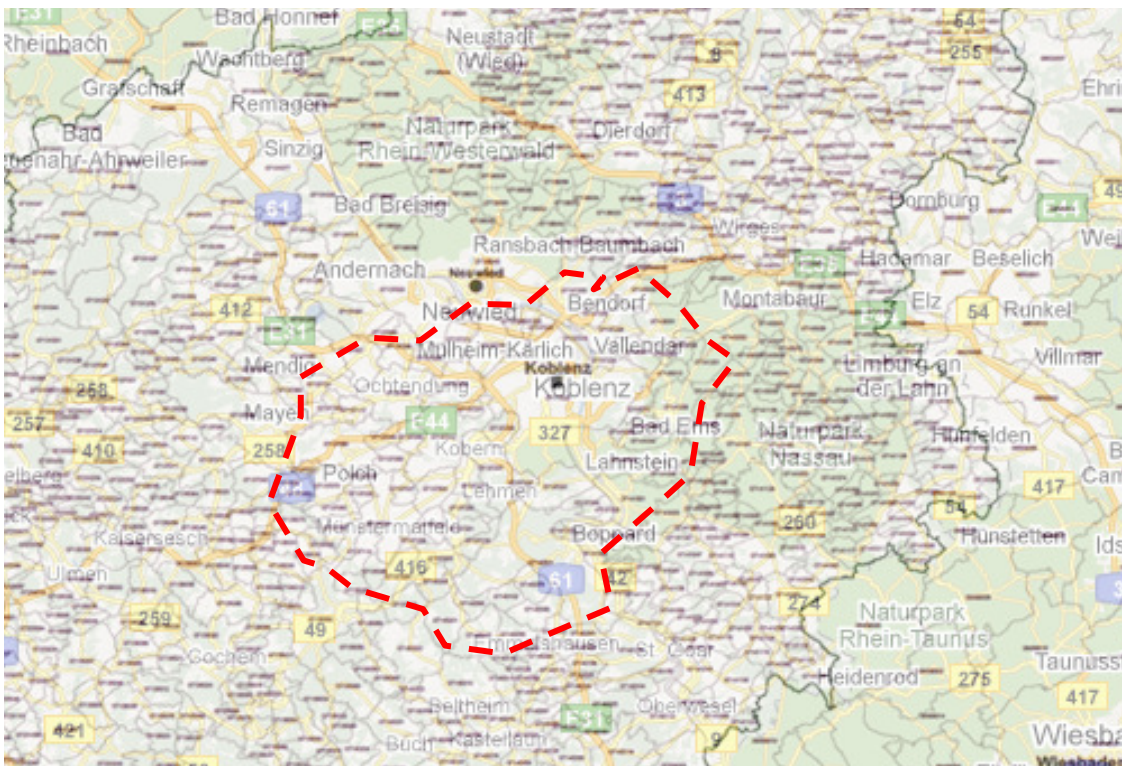
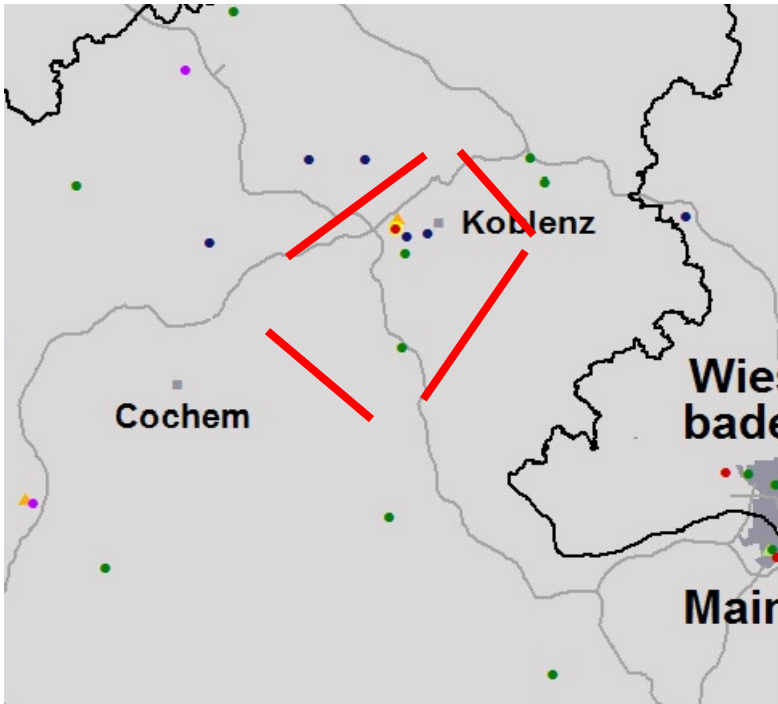
Universitätsklinik der RWTH **Aachen**, Ostalb-Klinikum **Aalen**, St. Marien Klinikum **Amberg**, Zentralklinikum **Augsburg**, Kreiskrankenhaus **Bad Hersfeld**, Asklepios Klinik **Bad Oldesloe**, Klinikum **Bayreuth**, SANA Krankenhaus **Bergen** / Rügen, Charité - Campus Virchow-Klinikum **Berlin**, Charité - Campus Benjamin Franklin **Berlin**, Martin-Luther-Krankenhaus **Berlin**, Vivantes Klinikum **Berlin**-Friedrichshain, Klinikum **Berlin**-Buch, BG-Unfallklinik **Berlin**-Mahrzahn, Krankenanstalten Gilead **Bielefeld**, Südeifel-Kliniken **Bitburg**, BG-Klinik Bergmannsheil **Bochum**, Knappschafts-Krankenhaus der Ruhr-Universität **Bochum**, Friedrich-Wilhelms-Universität **Bonn**, Städt. Klinikum **Brandenburg**, Städt. Klinikum **Braunschweig**, Zentralkrankenhaus Sankt-Jürgen-Straße **Bremen**, Zentralkrankenhaus **Bremen** Ost, Klinikum **Bremerhaven**-Reinkenheide, Landeskrankenhaus **Bruck/Mur** (Österreich), Kreiskrankenhaus **Burg**, General & Teaching Hospital **Celje** (Slovenien), Allgemeines Krankenhaus **Celle**, Klinikum **Chemnitz**, Carl-Thiem-Klinikum **Cottbus**, Städt. Klinikum **Dessau**, Klinikum Lippe-**Detmold**, Krankenhaus **Dresden**-Neustadt, Technische Universität **Dresden**, Krankenhaus **Dresden**-Friedrichstadt, Heinrich-Heine-Universität **Düsseldorf**, Kreiskrankenhaus **Eggenfelden**, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder **Eisenstadt** (Österreich), Klinikum **Erfurt**, Universitätsklinik **Erlangen-Nürnberg**, Kreiskrankenhaus **Eschwege**, Universitätsklinikum **Essen**, Evang. Krankenhaus Lutherhaus **Essen**, Klinikum **Esslingen**, Diakonissenkrankenhaus **Flensburg**, BG Unfallklinik **Frankfurt** / Main, Universitätsklinik **Frankfurt** / Main, Klinikum **Frankfurt/Oder**, Albert-Ludwigs-Universität **Freiburg**, Herz-Jesu-Krankenhaus **Fulda**, Klinikum **Fulda**, Klinikum **Fürth**, Johanniter-Krankenhaus **Geesthacht**, Klinik an Eichert **Göppingen**, Städtisches Klinikum **Görlitz**, Georg-August-Universität **Göttingen**, Universität **Graz** (Österreich), Allg. Unfallversicherungsanstalt **Graz** (Österreich), Klinikum der Universität **Greifswald**, Kreiskrankenhaus **Greiz**, Kreiskrankenhaus **Grevenbroich**, Universitätsklinik **Groningen** (Niederlande), Kreiskrankenhaus **Gummersbach**, Allg. Krankenhaus **Hagen**, BG Klinik Bergmannstrost **Halle/Saale**, Allgemeines Krankenhaus **Hamburg**-Altona, BG-Unfallkrankenhaus **Hamburg**, Universitätsklinik **Hamburg**-Eppendorf, Asklepios Klinik St. Georg **Hamburg**, Kreiskrankenhaus **Hamelin**, Medizinische Hochschule **Hannover**, Krankenhaus **Hannover**-Nordstadt, Friederikenstift **Hannover**, Ev. Krankenhaus **Hattingen**, Westküstenklinikum **Heide**, Orthopäd. Universitätsklinik **Heidelberg**, Klinikum der R.-Karls-Universität **Heidelberg**, SLK-Kliniken **Heilbronn**, St. Bernward Krankenhaus **Hildesheim**, Sana-Klinikum **Hof**, Universität des Saarlandes **Homburg/Saar**, Waldviertel Klinikum **Horn** (Österreich), Klinikum **Ingolstadt**, General Hospital **Izola** (Slovenien), Klinikum der Universität **Jena**, LKH **Judenburg**-Knittelfeld (Österreich), Westpfalz-Klinikum **Kaiserslautern**, Städt. Klinikum **Karlsruhe**, Elisabeth-Krankenhaus **Kassel**, Klinikum **Kassel** gGmbH, Christian-Albrechts-Universität **Kiel**, Bundeswehrkrankenhaus **Koblenz**, Klinikum Kemperhof **Koblenz**, Unfallchirurgische Klinik der Universität zu **Köln**, Städt. Klinikum **Köln-Merheim**, Allg. öff. Krankenhaus **Krems/Donau** (Österreich), Ortenau Klinikum **Lahr-Ettenheim**, Vinzentius-Krankenhaus **Landau/Pfalz**, Städt. Klinikum St. Georg **Leipzig**, Universität **Leipzig**, Ev. Krankenhaus **Lengerich**, St. Bonifatius-Hospital **Lingen**, Allg. öffentl. Krankenhaus **Linz** (Österreich), Ev. Krankenhaus **Lippstadt**, Universitätsklinik **Ljubljana** (Slovenien), DRK-Klinikum **Luckenwalde**, BG Unfallklinik **Ludwigshafen**, Städt. Krankenhaus Süd **Lübeck**, Universitätsklinikum **Lübeck**, Städt. Klinikum **Lüneburg**, St.-Marien-Hospital **Lünen**, Krankenhaus Altstadt, Städt. Klinikum **Magdeburg**, Otto-von-Guericke-Universität **Magdeburg**, Johannes-Gutenberg-Universität **Mainz**, Universitätsklinikum **Mannheim**, Universität **Marburg**, Teaching Hospital **Maribor** (Slovenien), Kreiskrankenhaus **Mechernich**, Heilig Hart Ziekenhuis Roeselare **Menen** (Belgien), Klinikum **Minden**, Krankenhaus Maria Hilf **Mönchengladbach**, Klinikum Großhadern der LMU **München**, Klinikum Innenstadt der LMU **München**, Städt. Krankenhaus **München-Bogenhausen**, Städt. Krankenhaus **München-Harlaching**, Klinikum **München-Perlach**, Städt. Klinikum **München-Schwabing**, Westfälische Wilhelms-Universität **Münster**, BG-Unfallklinik **Murnau**, Klinikum **Neumarkt/Oberpfalz**, Lukaskrankenhaus der Städt. Kliniken **Neuss**, St. Elisabeth Krankenhaus **Neuwied**, Klinikum **Nürnberg** Süd, Klinikum **Osnabrück**, Marienhospital **Osnabrück**, Vogtland Klinikum **Plauen**, Klinikum der Universität **Regensburg**, Klinikum **Remscheid**, Klinikum **Rosenheim**, Klinikum der Universität **Rostock**, St. Johannis-Spital Landeskrankenhaus **Salzburg** (Österreich), Diakonissenkrankenhaus **Schwäbisch Hall**, Krankenhaus **Schwarzenbruck-Rummelsberg**, Hümmling-Krankenhaus **Sögel**, Kreiskrankenhaus **Soltau**, Johanniter-Krankenhaus der Altmark **Stendal**, Klinikum St. Elisabeth **Straubing**, Katharinenhospital **Stuttgart**, Kreiskrankenhaus **Tirschenreuth**, Kreiskrankenhaus **Traunstein**, Krankenhaus der barmherzigen Brüder **Trier**, BG-Unfallklinik **Tübingen**, Bundeswehrkrankenhaus **Ulm**, Universitätsklinik **Ulm**, Klinikum der Stadt **Villingen-Schwenningen**, Klinikum **Weiden**/Oberpfalz, Asklepios Kreiskrankenhaus **Weißenfels**, Donauspital **Wien** (Österreich), Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken **Wiesbaden**, Klinikum der Stadt **Wolfsburg**, Ferdinand-Sauerbruch-Klinikum **Wuppertal**, Helios Klinikum **Wuppertal**, Julius-Maximilians-Universität **Würzburg**, Julius-Spital **Würzburg**, Universitätsspital ETH **Zürich** (Schweiz), Rettungsstelle **Zusmarshausen**

6.2 Regionen

Region 1: Kassel



Region 3: Koblenz



Region 6: Erfurt

