

# Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Mensch und Sicherheit Heft M 200

**bast**

# Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland

von

Rolf Lefering

Institut für Forschung in der operativen Medizin  
Universität Witten / Herdecke

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 200

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.302/2006:**  
Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland

**Projektbetreuung**  
Kerstin Auerbach

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Druck und Verlag**  
Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

ISSN 0943-9315  
ISBN 978-3-86509-901-3

Bergisch Gladbach, April 2009

## Kurzfassung – Abstract

### Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland

Sowohl die Zahl der im Straßenverkehr Getöteten wie auch die der Schwerverletzten sind nach Angaben der amtlichen Statistiken in Deutschland seit Jahren rückläufig. Die Gruppe der Schwerverletzten ist allerdings sehr heterogen und umfasst alle Unfallopfer, die für mindestens 24 Stunden in einem Krankenhaus behandelt wurden.

Die vorliegende Untersuchung versucht, mit Hilfe von Daten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) die Frage zu beantworten, ob auch bei den besonders schwer verletzten Verkehrsunfallopfern ein Rückgang der Zahlen zu beobachten ist. Dazu wurden „schwerstverletzte“ Patienten definiert als solche, die im Injury Severity Score (ISS) mindestens 9 Punkte erreicht haben und zudem intensivmedizinisch behandelt werden mussten.

Der Zeitraum der Untersuchung umfasst zehn Jahre von 1997 bis 2006, der für einige Fragestellungen zusätzlich in zwei je 5-jährige Phasen unterteilt wurde. Ab 2002 (Phase 2) ist auch eine separate Auswertung für Fahrrad- und Motorradfahrer möglich.

Die erste Fragestellung richtete sich auf die Veränderung der Anzahl schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer über die Zeit. Dafür wurden die Daten von über 11.000 Patienten aus 67 verschiedenen Kliniken betrachtet. Pro Klinik wurde ein Durchschnittswert für die Anzahl von Verkehrsunfallopfern bestimmt, der dann mit der tatsächlich beobachteten Zahl verglichen wurde. Im Ergebnis zeigte sich, dass die relativen Abweichungen vom Durchschnitt insgesamt nur etwa  $\pm 10\%$  betragen und dass kein deutlicher Trend einer Abnahme oder Zunahme der Schwerstverletztenzahlen in den vergangenen 10 Jahren erkennbar ist.

In der zweiten Fragestellung wurde untersucht, ob und wie stark ein Rückgang der Letalität zu einem Anstieg der Schwerstverletztenzahlen geführt haben könnte. Es konnte gezeigt werden, dass in den letzten beiden Jahren deutlich weniger Patienten im Krankenhaus verstorben sind, als dies nach ihrer Prognose zu erwarten gewesen wäre. Dieser

Rückgang der Letalitätsrate von absolut bis zu 5 % (in 2006: Prognose 18 % versus beobachtet 13 %) trägt damit auch zu einer Zunahme bei der Zahl der Schwerstverletzten bei. Zur Abschätzung der Prognose wurde ein im Traumaregister entwickeltes und validiertes Scoresystem (RISC) eingesetzt.

In der letzten Fragestellung sollte geklärt werden, ob sich das Verletzungsmuster bei den Schwerstverletzten in den vergangenen zehn Jahren und abhängig von der Art der Verkehrsteilnahme verändert hat. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der relative Anteil der Autofahrer rückläufig war, von 60 % auf 50 %.

Bei den verletzten Körperregionen zeigt das Schädel-Hirn-Trauma den deutlichsten Rückgang von 69 % auf 60 % insgesamt. Dieser Trend ist bei allen Verkehrsbeteiligten erkennbar. Lediglich Verletzungen der Wirbelsäule werden häufiger gesehen, was aber auch ein Effekt der verbesserten CT-Diagnostik sein kann, zum Beispiel beim Ganzkörper-CT.

Je nach Art der Verkehrsbeteiligung zeigen sich sehr unterschiedliche Verletzungsmuster. Verletzungen des Kopfes sind bei Radfahrern und Fußgängern dominierend (über 70 %), während Motorradfahrer hier die günstigsten Raten zeigen (45 %). Motorrad- und Autofahrer haben die höchsten Raten für Verletzungen des Brustkorbs und im Bauchraum, bedingt durch die im Mittel höheren einwirkenden Kräfte auf den Körper.

Insgesamt lassen sich die Daten des DGU-Traumaregisters gut nutzen, um typische Verletzungsmuster zu beschreiben und um relative Veränderungen bei der Zahl der Schwerstverletzten über die Zeit nachzuweisen.

Beobachtungszeiträume von zehn Jahren und mehr, wie im vorliegenden Fall, ermöglichen auch aktuelle Trendaussagen. Epidemiologische Aussagen wie in den amtlichen Statistiken sind aber nur sehr eingeschränkt möglich, da das Traumaregister bisher nur auf freiwilliger Basis Daten sammelt.

### **Development of the number of persons critically injured as a result of road traffic accidents in Germany**

The number of people, who died in traffic accidents or were severely injured, is decreasing since years, according to official national statistics. However, the group of severely injured people is very heterogenous and covers all people who have to stay in hospital for at least 24 hours.

The present investigation uses data from the DGU (Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie) Trauma Registry in order to answer the question whether the number of very severely injured patients is decreasing as well. In this context, "very severely injured" patients were defined as those with an ISS (Injury Severity Score) of at least 9 points, who additionally required intensive care in hospital.

A 10-year-period from 1997 until 2006 was considered, divided in two consecutive phases of 5 years each. In the second phase data could be analyzed for bicycle riders and motor bike drivers separately, due to a change in documentation.

The first analysis addressed the question of a relative change in the number of very severely injured patients over time. For this, data from more than 11000 traffic accident victims from 67 different hospitals were used. For each hospital, the expected number of traffic accident victims per year was calculated as annual average. This number was compared with the actual observed annual numbers. As main result there were only minor variations of about  $\pm 10\%$  deviation from the expected number, without an obvious trend over time.

The second analyses considered the fact that an decreasing number of non-survivors in hospital could increase the number of very severely injured survivors. Annual mortality figures were compared with an expected number of deaths, based on a prognostic scoring system (RISC). This score was developed and validated in the DGU Trauma Registry. It was found that observed mortality was significantly lower in the most recent two years, and mortality rate was up to 5% lower than expected (in 2006: prognosis: 18% versus observed 13%). This effect is assumed to contribute to the fact that the number of very severely injured patients did not change.

The final question was about the pattern of injuries for different types of traffic participation (car/lorry, motorbike, bicycle, pedestrian), and if there were changes over time during the last 10 years.

It could be shown that drivers of cars and lorries are less frequently seen in that severely injured population; their portion reduced from 60% to 50%.

Regarding the injured body region, there was a decreasing trend for head injury, in total from 69% to 60% of all patients. This decrease was observed in all subgroups of traffic participation. The only body region that showed a substantial increase was the spine, but this could also, at least in part, be induced by an improved diagnostic process with whole body CTs.

Injury pattern vary substantially with respect to the type of traffic participation. Head injuries were most frequently observed in pedestrians and bicyclists (more than 70%), while motor bike drivers showed the lowest rate (45%). Car/lorry driver and motorbike riders showed the highest rates for thoracic and abdominal injuries, which could be explained by the high energy usually involved in these kind of accidents.

In summary, data from the DGU Trauma Registry could well be used to describe typical injury pattern, and to evaluate relative changes over time, both in pattern and incidence rates of severely injured patients.

Observation periods of 10 years or more, as in the present analysis, are appropriate to detect actual trends over time. Epidemiologic results as provided by the official federal statistics department are not possible since the registry is based on voluntary participation only.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	7
1.1	Verletzte und Getötete im Straßenverkehr .....	7
1.2	Das Traumaregister der DGU .....	9
1.3	Fragestellungen .....	10
<b>2</b>	<b>Methodik</b> .....	11
2.1	Datenbasis .....	11
2.2	Auswertung .....	13
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	18
3.1	Fragestellung 1: Schwerstverletztenzahlen .....	18
3.2	Fragestellung 2: Krankenhaus-Letalität .....	20
3.3	Fragestellung 3: Verletzungsmuster .....	22
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	28
<b>5</b>	<b>Kliniken im DGU-Trauma- register</b> .....	32
<b>6</b>	<b>Literatur</b> .....	34



## 1 Einleitung

Die amtliche Verkehrsunfallstatistik zeigt seit mehreren Jahrzehnten einen Rückgang sowohl bei der Zahl der Getöteten als auch bei den Schwer- und Leichtverletzten. Allerdings stellen die Schwerverletzten ein relativ inhomogenes Kollektiv dar und umfassen sowohl denjenigen, der nach einer Rippenprellung für einen Tag im Krankenhaus zur Beobachtung verbracht, als auch den schwer Mehrfachverletzten, der wiederholt operiert und lange Zeit intensivmedizinisch behandelt werden muss.

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? Ist ähnlich wie bei den Getöteten und Verletzten insgesamt auch hier ein Rückgang der Zahlen zu beobachten? Haben sich Art und Schwere der Verletzungen in den letzten Jahren verändert?

Diese Fragen lassen sich zum Teil mit prospektiven Datensammlungen beantworten, die zum Zwecke der Qualitätssicherung im Rahmen der Versorgungsforschung erhoben wurden. Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie ist eine solche Datensammlung, gegründet zum Zweck der Qualitätssicherung. Mit von Jahr zu Jahr steigender Beteiligung sind nun auch zeitliche Entwicklungen zunehmend besser mit dem Traumaregister zu untersuchen.

## 1.1 Verletzte und Getötete im Straßenverkehr

### Getötete im Straßenverkehr

Die Zahl von im Straßenverkehr getöteten Unfallopfern ist seit vielen Jahren rückläufig, wie aus den aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes zu entnehmen ist. Nach dem Höchststand Anfang der 1970er Jahre mit über 21.000 Unfalltoten im Straßenverkehr in der ehemaligen Bundesrepublik gingen die Zahlen bis 1990 auf etwa 9.000 Fälle pro Jahr zurück. Gemeinsam mit den neuen Bundesländern betrug die Zahl 1990 etwa 11.000 Personen. Aber der Trend zum Rückgang der Getöteten im Straßenverkehr setzte sich auch nach der Wiedervereinigung kontinuierlich fort und befindet sich zurzeit (2007) erstmals auf einem Stand von knapp unter 5.000 Getöteten pro Jahr (DSTATIS 2008). Die genauen Zahlen der letzten fünf Jahre sind in Tabelle 1 dargestellt.

Auch in der medizinischen Fachliteratur gibt es unabhängig von der Unfallursache Hinweise auf einen Rückgang schwerer Unfälle mit Todesfolge. So konnte in einer epidemiologischen Studie über zehn Jahre nachgewiesen werden, dass die Inzidenz von schweren Schädel-Hirn-Verletzungen mit 7,3 pro 100.000 im Jahr deutlich niedriger lag als die in den meisten älteren Publikationen genannte Rate von 14 bis über 100 pro 100.000 (MAEGELE 2007, BOUILLON 1999). Diese Studie basierte auf der Auswertung von Notarzt-Einsatzprotokollen in Köln aus den Jahren 1990-1999.

	2003	2004	2005	2006	2007
Polizeilich erfasste Unfälle insgesamt	2.259.567	2.261.689	2.253.992	2.235.318	2.335.005
davon:					
- Unfälle mit Personenschaden	354.534	339.310	336.619	327.984	335.845
- schwere Unfälle mit Sachschaden	102.615	99.821	100.073	96.460	97.278
- sonstige Alkoholunfälle	22.208	20.931	19.408	18.895	18.725
- übrige Sachschadensunfälle	1.780.210	1.801.627	1.797.892	1.791.979	1.883.157
Verunglückte insgesamt	468.783	445.968	438.804	427.428	436.368
davon:					
- Getötete	6.613	5.842	5.361	5.091	4.949
- Schwerverletzte	85.577	80.801	76.952	74.502	75.443
- Leichtverletzte	376.593	359.325	356.491	347.835	355.976

Tab. 1: Anzahl von Unfällen, Verletzten und Getöteten im Straßenverkehr 2003-2007 (Quelle: DSTATIS 2008)

Neben dem medizinischen Fortschritt werden als Gründe für den Rückgang der Todesfälle im Straßenverkehr oft die immer weiter verbesserte technische Ausstattung der Fahrzeuge (Airbag, ABS), verpflichtende Maßnahmen und Verhaltensregeln zur Verletzungsprävention (Gurt- und Helmpflicht) sowie die Qualität der Straßen und die Optimierung von Verkehrsflüssen genannt.

### **Verletzte im Straßenverkehr**

Jedes Todesopfer stellt neben dem individuellen Leid der Angehörigen auch einen erheblichen Verlust für die Volkswirtschaft dar. Die oft sehr jungen Opfer, das Altersmittel liegt um die 40 Jahre, stehen meist voll im Berufsleben, und die Folgekosten für die Gesellschaft sind erheblich (HÖHNSCHIED, BAST-Info 02/06). An den Unfallfolgekosten haben aber neben den Getöteten auch die schwer verletzten Opfer einen erheblichen Anteil. Hier kann es oft zu langwierigen Heilungsprozessen kommen, die den Einzelnen wie auch die Gesellschaft sehr belasten.

Die verstärkte Erfassung von Morbidität (Komplikationen, körperlichen Folgeschäden) sowie insbesondere auch der Lebensqualität nach Trauma ist wiederholt gefordert worden und mittlerweile gut etabliert (BOUILLON 1998). Dazu haben sicher auch die Fortschritte bei der Messung der Lebensqualität beigetragen (BOUILLON 2002). Eine Arbeitsgruppe der AG Polytrauma, die auch das Traumaregister geleitet hat, hat zudem ein eigenes, modular aufgebautes Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach Trauma entwickelt und validiert (PIRENTE 2002).

Beeinträchtigungen der Lebensqualität sind grade bei sehr schwer verletzten Patienten häufig zu beobachten. Viele Patienten zeigen noch Monate und Jahre nach einem Unfall psychische Folgen wie Depressionen, Angststörungen oder posttraumatische Belastungsstörungen (FROMMBERGER 1998). In einer 6-jährigen vom BMBF geförderten Studie an schwer mehrfach verletzten Patienten im Raum Köln konnten wir zeigen, dass diese Störungen bei bis zu 30 % der Patienten vorlagen. Zudem hat ein Jahr nach Trauma noch etwa die Hälfte aller Patienten nicht wieder ihre normale Tätigkeit (von vor dem Unfall) aufnehmen können, und auch zwei Jahre danach liegt diese Rate noch bei über 40 % (BERGER 2005). Aussagen dieser Art hängen natürlich stark vom Schweregrad und der Art der Verletzungen ab.

Es ergibt sich nun die Frage, ob parallel zum Rückgang bei den Verkehrstoten ein ähnlicher Rückgang auch bei den Verletzten zu beobachten ist. Schaut man in die amtliche Statistik, zeigt sich sowohl bei den Leicht- als auch bei den Schwerverletzten ebenfalls ein Rückgang der Zahlen. In den letzten fünf Jahren sank die Zahl der Schwerverletzten von 85.000 auf 75.000 und die Zahl der Leichtverletzten ging ebenfalls zurück, um 20.000 Fälle auf etwa 355.000 in 2007 (Tabelle 1). Das sind also aktuell insgesamt 430.000 Verletzte im Straßenverkehr pro Jahr. Im Jahr 1970 lag diese Zahl noch bei insgesamt 578.000 und sank erst Mitte der 1980er Jahre unter die Marke von 500.000.

Demgegenüber hat sich die Zahl der polizeilich erfassten Unfälle seit 1991 kaum verändert und liegt bei etwa 2,3 Millionen pro Jahr; schwere Unfälle mit Sachschäden haben sogar eher zugenommen (DSTSATIS 2008).

Wenn nun seit Jahren die Zahlen der Getöteten und Verletzten insgesamt zurückgehen, sollte man erwarten, dass sich auch in den Krankenhäusern dieser Rückgang bemerkbar macht.

Es könnte aber auch sein, dass die noch vor Jahren getöteten Unfallopfer heute als sehr schwer Verletzte im Krankenhaus zu finden sind und eher zu einer Zunahme dieser besonders aufwändig zu behandelnden Patienten geführt haben. Andererseits ist auch denkbar, dass die früher schwer- und schwerstverletzten Patienten heute durch die gleichen Maßnahmen, die zu einem Rückgang bei den Verkehrstoten geführt haben, nur noch leicht oder gar nicht mehr verletzt werden. Der Netto-Effekt dieser Entwicklung insbesondere bei den sehr schwer Verletzten ist unklar.

### **Definition**

In diesem Zusammenhang ist eine Begriffsklärung unbedingt erforderlich. 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.

Die Gruppe der Schwerverletzten ist nach dieser Definition aber sehr heterogen. Sie umfasst sowohl Patienten, die nach ein bis zwei Tagen wieder nach

Hause entlassen werden, als auch solche, für die oft mehrere Wochen intensivtherapeutischer Behandlung, wiederholte operative Eingriffe und anschließende Rehabilitation erforderlich sind. Diese besonders schwer verletzte Patientengruppe, die oft lebensbedrohliche Situationen erlebt und die ein hohes Risiko für Spätfolgen hat, lässt sich derzeit in den amtlichen Statistiken nicht identifizieren.

Die Abgrenzung dieser besonders schwer betroffenen Personengruppe innerhalb der Schwerverletzten ist dabei nicht einfach. Nach welchen Kriterien sollte man „besonders schwer“ und „weniger schwer“ Verletzte unterscheiden?

Eine Möglichkeit besteht in der Krankenhaus-Liegedauer. Da bei den Getöteten ebenfalls ein Zeitraum von 30 Tagen nach dem Unfall betrachtet wird, könnte man analog auch einen mindestens 30-tägigen Krankenhausaufenthalt als Kriterium wählen. Allerdings sind solche „Langlieger“ nicht unbedingt diejenigen mit den schwersten Verletzungen, sondern zum Beispiel gehäuft solche Patienten, die komplexe Frakturen der unteren Extremität erlitten haben. Auch hängt die Liegedauer im Krankenhaus bei gleicher Verletzungsschwere stark vom Auftreten gewisser Komplikationen ab, zum Beispiel einer Sepsis oder eines Multiorgan-Versagens.

Ein weiteres leicht zu bestimmendes Kriterium für besonders schwere Verletzungen ist die Notwendigkeit intensivmedizinischer Betreuung. Die Folgen der Verletzungen sind dabei so schwer gewesen, dass mindestens ein Organsystem (Atmung, Herz, Kreislauf, Leber, Niere, Gerinnung etc.) vorübergehend einer künstlichen Unterstützung und einer engmaschigen Überwachung bedurfte.

Der klassische Weg zur Definition der Schwere der Verletzungen eines Unfallopfers insbesondere in der medizinischen Fachliteratur ist aber das Heranziehen objektiver Schweregrad-Scoresysteme wie der Abbreviated Injury Scale (AIS) oder des auf der AIS basierenden Injury Severity Score (ISS). Hier werden je nach Schwere der einzelnen Verletzungen Punkte vergeben und diese dann anschließend kombiniert. Der ISS ist dabei der mit Abstand am häufigsten verwendete Score in der internationalen Literatur (LEFERING 2002). Im Methodenteil sind diese Scores und ihre Berechnung näher beschrieben.

Eine gängige Definition für schwer mehrfach verletzte Patienten (das so genannte „Polytrauma“) in

der medizinischen Fachpresse ist der Grenzwert von mindestens 16 Punkten im ISS. Bei einer solchen Verletzungsschwere versterben etwa 15-20 % der im Krankenhaus behandelten Unfallopfer. Aber auch im Bereich von ISS 9 bis 16 sind schwere Verletzungen zu beobachten, die intensivmedizinisch behandelt werden müssen.

In der vorliegenden Studie sollen alle Patienten, die einen ISS von mindestens 9 Punkten haben und zudem intensivmedizinisch betreut werden müssen, als „Schwerst-Verletzte“ bezeichnet werden. Nur diese Patienten betrachtet diese Untersuchung.

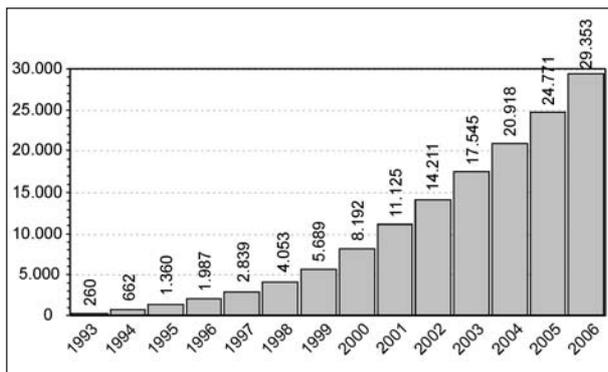
## 1.2 Das Traumaregister der DGU

Als ein Baustein zur Beantwortung der Frage nach einem Rückgang der Schwerverletztetenzahl nach Verkehrsunfällen soll das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) herangezogen werden. Dieses Register wurde 1993 von der AG „Polytrauma“ der DGU als Instrument zur multizentrischen Erfassung von Behandlungsdaten Schwerverletzter im deutschsprachigen Raum gegründet (RUCHHOLTZ 2008, RUCHHOLTZ 2005, NEUGEBAUER 2000).

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 (Köln, Celle, Essen, Hannover und München) sind mittlerweile über 125 Kliniken geworden, 88 davon aktiv in 2006, die ihre Schwerverletzten im Traumaregister dokumentieren. Das Register ist seit einigen Jahren offen für Teilnehmer aus dem europäischen Ausland und enthält zurzeit Daten von Patienten aus sechs Nationen (D, CH, A, NL, B, SI). Die jährliche Zahl gemeldeter Patienten stieg stetig und erreichte für 2006 einen Wert von über 4.500 Fällen (Gesamtzahl 1993-2006: 29.353 Fälle). Dies sind nach Schätzungen ca. 15 % aller Schwerverletzten in Deutschland (KÜHNE 2006), wobei genaue Angaben allerdings schwierig sind, da keine validen Gesamtzahlen für Schwerverletzte Unfallopfer



**Bild 1:** Kumulativer Umfang des DGU-Traumaregister, seit 1993 (alle Verletzten)

vorliegen. Die jährliche Zuwachsrate ist in Bild 1 dargestellt.

Jede teilnehmende Klinik, die jährlich einen umfassenden Qualitätsbericht erhält, verpflichtet sich zur vollständigen Dokumentation aller konsekutiven Unfallpatienten, die lebend die Klinik erreichen, über den Schockraum aufgenommen werden und potenziell intensivpflichtig sind. Damit unterscheiden sich die Patienten im Traumaregister deutlich von den „schwer“ verletzten Patienten der amtlichen Statistik (stationäre Behandlung für mind. 24 Std.). Alle zuvor als „schwerstverletzt“ definierten Patienten sind aber im Traumaregister-Kollektiv enthalten.

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 Versorgung sowie zum Outcome. Die Dokumentation wird ergänzt durch eine Codierung aller Verletzungen nach der Abbreviated Injury Scale (AIS) und die operativen Eingriffe.

Die papiergestützte Dokumentation wurde 2002 von einer Internet-basierten Passwort-geschützten Online-Erfassung ersetzt. Multiple Plausibilitätsprüfungen und Bereichsvorgaben der Erfassungssoftware erlauben einen hohen Qualitätsstandard der Daten.

Die Teilnahme am Register ist freiwillig; die Ergebnisse werden nur den jeweiligen Kliniken zurückgemeldet. Eine anonymisierte Datenbank steht für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung; jede Klinik, die Patienten ins Register einbringt, ist

berechtigt, wissenschaftliche Fragestellung anhand des Registers zu untersuchen.

Die Leitung des Registers lag bis zum Frühjahr 2007 in Händen der AG Polytrauma der DGU, einer Vereinigung von wissenschaftlich orientierten Unfallchirurgen aus ganz Deutschland. Im Frühjahr 2007 wurde die AG Polytrauma zusammen mit der AG Notfall- und Intensivmedizin in die neu gegründete Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU überführt. Sektionen sind innerhalb der DGU permanente Einrichtungen, während AGs nur zur vorübergehenden Bearbeitung einzelner Themen vorgesehen sind. Das Traumaregister, das innerhalb der Sektion NIS als eigener Arbeitskreis weitergeführt wird (Leitung: Dr. R. Lefering und Dr. T. Paffrath), hat somit nach 15 erfolgreichen Jahren einen festen Platz innerhalb der Fachgesellschaft erhalten.

Es gibt erste Hinweise aus dem Traumaregister, dass es durch eine Verbesserung in der medizinischen Versorgung von Unfallpatienten in den vergangenen 10-15 Jahren zu einem messbaren Rückgang der Letalität gekommen ist (RUCHHOLTZ 2008). Wie groß dieser Effekt ist, der ja auch die Zahl der Schwerstverletzten ansteigen lassen könnte, soll in dieser Studie ebenfalls ermittelt werden. Aufgrund der Daten im Register können differenzierte Aussagen nach Art des Unfalls sowie nach Schwere und Muster der Verletzungen gemacht werden.

Einschränkend ist aber auch zu erwähnen, dass das Traumaregister der DGU als ein freiwilliges Instrument zur Qualitätskontrolle angelegt ist und daher keine im strengen Sinne epidemiologischen Aussagen treffen kann. Zwar melden die teilnehmenden Kliniken etwa 90-95 % ihrer schwerstverletzten Patienten dem Register, jedoch ist eine regional vollständige Abdeckung auch nicht ansatzweise gegeben, sodass Gesamtzahlen für die Bundesrepublik aus diesen Daten nicht gewonnen werden können. Vielmehr wird sich die Analyse auf die relativen Veränderungen in den letzten 10 Jahren beschränken. Da sich in diesem Zeitraum die Zahl der im Straßenverkehr Getöteten in etwa halbiert hat, sollten trotzdem interessante Trends zu erwarten sein.

### 1.3 Fragestellungen

Die einzelnen Fragen, die sich im Hinblick auf eine Veränderung der Schwerstverletztenzahlen nach

Verkehrsunfällen ergeben und sich mit Hilfe des DGU-Traumaregisters beantworten lassen, kann man in die folgenden drei Bereiche gliedern.

**Fragestellung 1:  
Hat sich die Zahl schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer verändert?**

Diese zentrale Frage kann nur relativ und nicht absolut beantwortet werden. Dazu werden alle Kliniken betrachtet, die für mehrere Jahre kontinuierlich am Traumaregister teilgenommen haben. Für diese Kliniken wird die Zahl schwerstverletzter Verkehrsunfallpatienten im Gesamtzeitraum gleichmäßig auf die Jahre verteilt als Erwartungswert der tatsächlich beobachteten Fallzahl gegenübergestellt.

**Fragestellung 2:  
Versterben weniger Patienten im Krankenhaus?**

Denkbar ist, dass durch einen Rückgang der Letalität die Zahl schwerstverletzter Patienten ansteigt. Um zu untersuchen, ob heute bei „gleich schwer“ verletzten Patienten weniger Fälle im Krankenhaus versterben als noch vor einigen Jahren, muss man die Überlebensrate mit einer auf initiale Angaben zur Verletzungsschwere beruhenden Prognose-schätzung vergleichen. Im Traumaregister wird hierfür ein eigens im Register entwickeltes und validiertes Prognoseinstrument, der RISC Score (Revised Injury Severity Classification), verwendet (LEFERING 2007).

**Fragestellung 3:  
Verändern sich Verletzungsmuster und -schwere mit der Zeit?**

Unabhängig von der Zahl schwerstverletzter Unfall-opfer soll untersucht werden, ob sich bestimmte Verletzungsmuster in den letzten Jahren verschoben oder ob sich der Schweregrad gewisser Verletzungen verändert hat. Diese Auswertung erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung (Auto, Motorrad, Fahrrad, Fußgänger) und dient damit auch der Charakterisierung dieser Patientengruppen. Verschiebungen im Verletzungsmuster können dann mit präventiven Maßnahmen wie Airbag oder Fahrradhelmen in Verbindung gebracht werden.

Die drei Fragestellungen werden in einem 10-Jahres-Zeitraum (1997-2006) sowohl jahresweise als auch im Vergleich von zwei konsekutiven Zeitphasen betrachtet.

## 2 Methodik

Nachfolgend wird zuerst die Methode der Schweregrad-Klassifikation beschrieben, wie sie in wissenschaftlichen Publikationen zum Thema Schwerstverletzte häufig verwendet wird. Mit Hilfe dieser Methode wird das Kollektiv der Patienten aus dem Traumaregister festgelegt, das dieser Auswertung zugrunde liegt.

Anschließend wird für jede der drei Fragestellungen separat das statistische Vorgehen bei der Auswertung beschrieben.

### 2.1 Datenbasis

#### Schweregrad-Einteilung

Zur Schweregrad-Einteilung wird im Traumaregister der 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 2 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 DGU-Traumaregister und damit dieser Untersuchung ist die Revision des AIS von 1998.

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. Zur Berechnung des ISS wird aus den drei am schwersten betroffenen Körperregionen der jeweils höchste AIS-Schweregrad genommen, quadriert und dann zusammengezählt. So erhält man eine Punktzahl zwischen 1 und 75. Grad-6-Verlet-

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 (> 1.000 ml); intracerebrale Blutung mit Koma > 6 h; Colonruptur
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

**Tab. 2:** Schweregrad-Einteilung der Abbreviated Injury Scale (AIS) von 1 bis 6 mit Beispielen

zungen ergeben 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 Muskel- und Weichteilverletzungen.

### Patienten

Für die vorliegende Untersuchung wurden nur Fälle aus dem Traumaregister der DGU betrachtet, für die als Unfallursache „Verkehrsunfall“ angegeben wurde. Stürze, Gewaltverbrechen und andere Unfallursachen ebenso wie der Verdacht auf einen Suizid wurden ausgeschlossen. Altersgrenzen wurden nicht gesetzt. Es wurden sowohl primär versorgte Patienten betrachtet, die vom Unfallort direkt in eine der beteiligten Kliniken gebracht wurden, als auch solche, die innerhalb von 48 Stunden nach dem Unfall in die hauptversorgende Klinik verlegt wurden.

Es wurden nur Patienten mit einer Mindest-Verletzungsschwere von 9 ISS-Punkten betrachtet, was in der Regel mindestens eine AIS-Grad-3-Verletzung voraussetzt. Ein ISS von 9 oder 12 Punkten kann aber auch mit einer maximalen Verletzungsschwere von AIS 2 erreicht werden, wenn die Verletzungen in verschiedenen Körperregionen liegen (z. B.  $2^2 + 2^2 + 1^2 = 9$  oder  $2^2 + 2^2 + 2^2 = 12$ ). Dies trifft aber nur für 2,3 % aller Patienten im Traumaregister zu.

Das Aufnahmekriterium für das Traumaregister ist die potenzielle Intensivtherapiepflichtigkeit der Patienten. Überlebende Patienten, die nicht auf der Intensivstation behandelt wurden, werden hier ausgeschlossen, da ihre Verletzungsschwere nicht der Definition eines „Schwerstverletzten“ entspricht. Dagegen werden Patienten, die lebend die Klinik erreicht haben, aber vor Aufnahme auf die Intensivstation verstorben sind, mit berücksichtigt.

Über Patienten, die bereits am Unfallort oder während des Transportes in die Klinik versterben, kann das DGU-Traumaregister keine Aussagen machen, da diese Fälle nicht erfasst werden.

### Zeitraum

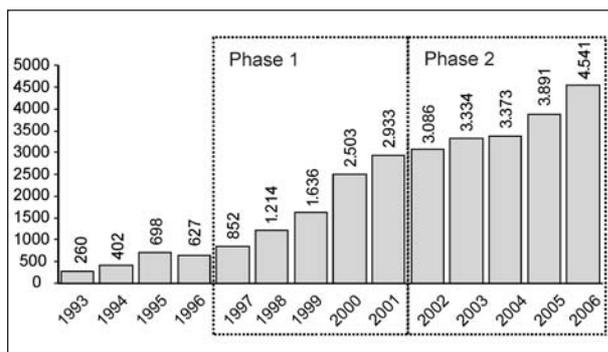
Als Rahmen für die Untersuchung wird ein Zeitraum von 10 Jahren betrachtet (1997-2006). In diesem Zeitraum ist der Zuwachs im Traumaregister jeweils größer als 800 Fälle pro Jahr (Bild 2). Zudem bietet sich eine Unterteilung des Zeitraumes in zwei Phasen zu je fünf Jahren an (1997-2001 und 2002-2006). Der Vorteil dieser Phaseneinteilung ist neben der größeren statistischen Sicherheit weiterhin, dass in der zweiten Phase ab 2002 mit Einführung der Online-Datenerfassung auch eine Revision des Datensatzes vorgenommen wurde, die es ermöglicht, Unfälle im Straßenverkehr genauer zu analysieren. Insbesondere wurden Zweiradfahrer ab 2002 separat als Motorrad- und Fahrradfahrer erfasst.

### Kliniken

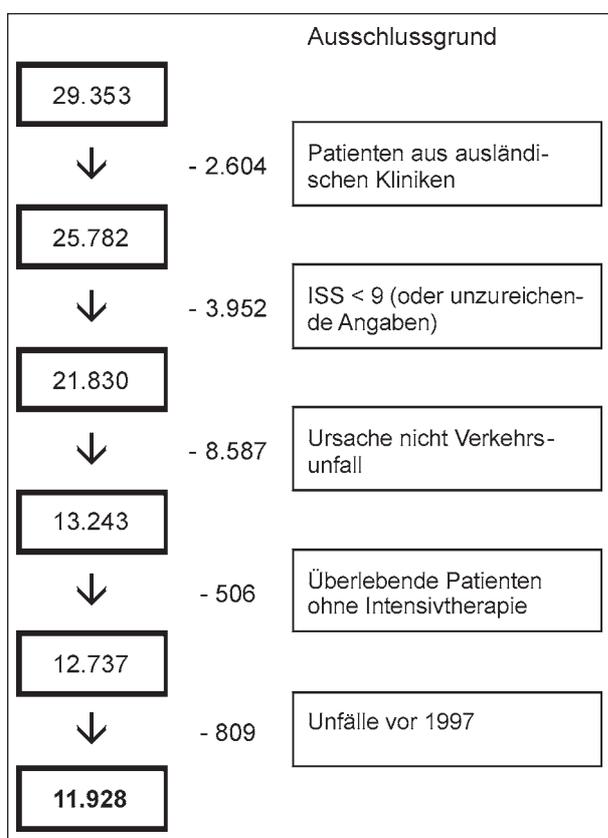
Da sich die Untersuchung auf Veränderungen der Schwerstverletztetenzahlen nach Verkehrsunfällen in Deutschland bezieht, werden Fälle aus dem europäischen Ausland (NL, B, CH, A, SI) hier nicht betrachtet.

Für die Fragestellung 1 sollen zudem nur solche Kliniken berücksichtigt werden, bei denen von einer kontinuierlichen und vollständigen Erfassung aller Fälle ausgegangen werden kann. Kliniken mit regelmäßig weniger als fünf Fällen/Jahr werden für diese Fragestellung ausgeschlossen. Ferner müssen Daten aus mindestens zwei konsekutiven Jahren vorliegen.

Bei Kliniken mit stark schwankenden jährlichen Fallzahlen wird nach Rücksprache mit dem jeweiligen Traumaregister-Verantwortlichen der Klinik über die Ursachen der Fallzahlschwankungen entschieden, ob einzelne Jahre oder die gesamte Kli-



**Bild 2:** Jährlicher Patientenzuwachs im DGU-Traumaregister seit 1993 (alle Verletzten) und Phaseinteilung



**Tab. 3:** Patientenzahl und -auswahl aus dem Gesamt-Traumaregister der DGU (1993-2006)

nik ausgeschlossen werden muss. Einzelne Jahre mit unvollständiger Dokumentation werden nach einem weiter unten beschriebenen Verfahren ersetzt, wenn es um die Fallzahlentwicklung geht (Fragestellung 1).

Für die übrigen Auswertungen (Fragestellungen 2 und 3) werden alle 106 deutschen Kliniken ohne Ausnahme betrachtet, die Daten zum Traumaregister der DGU beigesteuert haben.

Nach den zuvor genannten Auswahlkriterien stehen die in Tabelle 3 dargestellten Patientenzahlen aus

Jahr	Fallzahl	Phasen
1997	475	Phase 1 n = 4.683
1998	619	
1999	869	
2000	1.275	
2001	1.445	
2002	1.431	Phase 2 n = 7.245
2003	1.246	
2004	1.313	
2005	1.521	
2006	1.734	
Gesamt	11.928	

**Tab. 4:** Patientenzahlen im DGU-Traumaregister der letzten 10 Jahre, die die Einschlusskriterien gemäß Tabelle 3 erfüllen

dem Traumaregister zur Verfügung. Ausgangspunkt ist das Gesamt-Register mit allen Daten von 1993-2006 (n = 29.353).

Die Zahl von 11.928 Schwerstverletzten teilt sich grob im Verhältnis 2:3 in die beiden je 5-jährigen Phasen 1 (1997-2001; n = 4.683; 39,5 %) und 2 (2002-2006; n = 7.245; 60,5 %) auf. Die unterschiedlichen Fallzahlen in den beiden Phasen erlauben jedoch noch keine Interpretation hinsichtlich der ersten Fragestellung, sondern reflektieren lediglich die wachsende Teilnahmebereitschaft am Traumaregister (siehe auch Bild 2).

Die Fallzahlen für die einzelnen Jahre gemäß den oben genannten Kriterien sind in Tabelle 4 dargestellt.

## 2.2 Auswertung

### Fragestellung 1

Für die Fragestellung 1 zur Änderung der Zahl Schwerstverletzter wäre es irreführend, einfach die Absolutzahlen des Traumaregisters zu verwenden, da sich in dem betrachteten Zeitraum eine steigende Zahl von Kliniken am Register beteiligt hat. Auch eine Beschränkung auf Kliniken, die im gesamten 10-jährigen Zeitraum Patienten eingebracht haben (7 Kliniken), würde die zur Verfügung stehende Fallzahl zu stark einschränken.

Daher wird zur Auswertung ein relativer Ansatz gewählt, der zuerst die in jedem Jahr gemäß obigen Einschlusskriterien beobachtete Anzahl von Fällen

bestimmt. Dann wird pro Klinik und Jahr die erwartete Anzahl von Fällen berechnet, unter der Annahme, dass es keine Veränderung bei der Anzahl Schwerstverletzter in dem betrachteten Zeitraum gegeben hat. Unter dieser Annahme ist die erwartete Anzahl pro Jahr gerade der Klinik-Mittelwert (Summe der Fälle/Anzahl der Jahre) einer Klinik. Aus der beobachteten und erwarteten Anzahl wird dann die Differenz gebildet. Liegen diese Differenzen dann von allen Kliniken vor, wird über diese Werte pro Jahr gemittelt, um so die durchschnittliche Abweichung pro Klinik und Jahr zu erhalten.

Sollte die Annahme stimmen, dass sich die Anzahl Schwerstverletzter nicht verändert hat, würde man über die Jahre keine großen Differenzen erwarten. Trifft diese Annahme aber nicht zu, sollte ein Trend erkennbar sein. Dieser Trend wird regressionsanalytisch überprüft. Für die jährlichen Abweichungen werden 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI) auf Basis der Poisson-Verteilung berechnet. Diese Konfidenzintervalle sollen verdeutlichen, wo der wahre Wert mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt. Sie verdeutlichen die statistische Unsicherheit.

Da es sich bei der Analyse zur Fragestellung 1 um eine Betrachtung einzelner Kliniken handelt, für die jeweils relative Veränderungen über die Zeit bestimmt werden, können Kliniken mit Daten aus nur einem Jahr nicht betrachtet werden. Zudem sollten die Kliniken eine Mindestzahl von relevanten Fällen aufweisen, da andernfalls relative Veränderungen nur ungenau bestimmt werden können. Hier wurden nur Kliniken betrachtet, die nach den oben definierten Einschlusskriterien für zwei aufeinander folgende Jahre mindestens je fünf Patienten nachweisen konnten. Dadurch reduziert sich die Zahl der betrachteten Kliniken für die erste Fragestellung von 106 auf 67. Jedoch verringert sich die Fallzahl kaum von 11.928 auf 11.522 Patienten, da nur Häuser mit geringer Fallzahl oder mit Daten aus nur einem Jahr ausgeschlossen wurden.

Ferner ist bei der Betrachtung der jährlichen Fallzahlen auffällig, dass es einzelne Jahre gibt, in denen sich die Fallzahl deutlich von den übrigen Jahren unterscheidet. Zum einen tritt dieser Effekt gehäuft zu Beginn der Dokumentation auf, also in dem Jahr, in dem diese Klinik zum ersten Mal am Traumaregister der DGU teilgenommen hat. Hier ist es aufgrund von Anlaufschwierigkeiten wahrscheinlich, dass nicht alle Fälle aus diesem Jahr dokumentiert wurden. Des Weiteren ist auch im Verlauf über die Jahre erkennbar, dass in einzelnen Jahren

die Fallzahl deutlich unter das sonst übliche Niveau der Klinik absinkt. In diesen Fällen wurden die Kliniken kontaktiert. In jeder Klinik gibt es einen Verantwortlichen für das Traumaregister, den Klinik-Administrator, der auch entsprechende Rechte bei der Online-Dokumentation besitzt. Dieser wurde wegen der Gründe für diese Schwankungen bei der Fallzahl befragt. Es stellte sich heraus, dass fast immer ein Wechsel der Zuständigkeit vorlag, d. h., der oder die Dokumentationsverantwortliche haben in dem Jahr gewechselt, was dann zu einer nicht vollständigen Dokumentation aller Fälle in dem Jahr geführt hat.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde bei der Berücksichtigung von Fällen aus Kliniken mit einzelnen „auffällig“ niedrigen Jahres-Fallzahlen wie folgt verfahren: Das Jahresergebnis einer Klinik, d. h. die Anzahl der Fälle gemäß oben definierten Einschlusskriterien, wurde als „auffällig“ definiert, wenn der Wert um mehr als 75 % vom Mittel der übrigen Jahre abweicht. Diese Definition wird aber nur angewendet, wenn der Durchschnitt pro Jahr bei über 10 Patienten lag (wegen der statistischen Unsicherheit) oder wenn die Fallzahl in einem einzelnen Jahr gleich null ist.

In „auffälligen“ Einzeljahren wurde die Fallzahl in Abweichung von der tatsächlich beobachteten Zahl als der gerundete Mittelwert des vorhergehenden und des nachfolgenden Jahres definiert. „Auffällig“ niedrige Ergebnisse am Beginn oder am Ende einer Dokumentationsphase von mehreren Jahren wurden nicht berücksichtigt und nicht ersetzt.

Es erfolgte auch keine Ersetzung für einen „auffälligen“ Zeitraum von mehr als einem Jahr. Sollte eine Klinik also für zwei oder mehr Jahre hintereinander „auffällig“ niedrige Patientenzahlen gemeldet oder in diesem Zeitraum gar keine Daten gemeldet haben, wird in diesem Zeitraum für die Klinik kein Mittelwert eingesetzt, sondern dieser Zeitraum bleibt unberücksichtigt. Es soll dadurch vermieden werden, dass die Ergebnisse von zu vielen Schätzwerten abhängig werden. Zudem würden die Fallzahlen vor und nach einer Dokumentationslücke ein deutlich stärkeres Gewicht bekommen, da sie beim Ersetzen die Ergebnisse mehrerer Jahre beeinflussen.

Insgesamt wurde 17-mal die Jahres-Fallzahl einer Klinik als „auffällig“ niedrig angesehen und durch den Mittelwert der beiden Jahre vorher und nachher ersetzt. Klammert man die realen Fälle aus diesen 17 Einzeljahren aus, verbleiben als Netto-Fallzahl

11.373 Patienten aus 67 Kliniken. Pro Klinik werden im Durchschnitt 30,3 Patienten aus 5,6 Jahren betrachtet.

Durch das Ersetzen von insgesamt 17 einzelnen Jahresergebnissen erhöht sich die Fallzahl inklusive der geschätzten Fallzahlen aus den genannten 17 Jahren auf 11.746 Fälle aus 67 Kliniken. Pro Klinik liegen damit durchschnittlich 29,7 Fälle/Jahr aus 5,9 Jahren vor. Auf dieser Fallzahl beruht die Aussage zur ersten Fragestellung.

Eine Übersicht über die Datenbasis für Fragestellung 1, also die Fallzahlen aus den 67 Kliniken in dem betrachteten 10-Jahres-Zeitraum, ist in Tabelle 5 gegeben. Die 17 hellgrau unterlegten Felder sind dabei keine real beobachteten Fallzahlen, sondern gemäß oben beschriebenem Verfahren geschätzte Fallzahlen in Jahren mit „auffällig“ niedriger Fallzahl.

Klinik	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Gesamt	Mittel/J.	Jahre
1					14	8	18	16	8	5	69	11,5	6
2	60	44				57	45	32			238	47,6	5
3					10	15	15	4	4	12	60	10,0	6
4					11	18	6	7	20	40	102	17,0	6
5					2	6	13	8	2	7	38	6,3	6
6							13	14	20	25	72	18,0	4
7					17	11	6	8	16	9	67	11,2	6
8								14	33	30	77	25,7	3
9			43	26	16	20	24				129	25,8	5
10				11	26	5				26	68	17,0	4
11						31	29	28	11	19	118	23,6	5
12								8	7	24	39	13,0	3
13			16	30	44	51	20	33	51	44	289	36,1	8
14		5	5	5	12	9	12	4	4		56	7,0	8
15							20	7	6	5	38	9,5	4
16			20				12	19	26	38	115	23,0	5
17	7	12	13	9	10					17	68	11,3	6
18					20	42	19				81	27,0	3
19					4	6	2				12	4,0	3
20	24	15	26	30	34	22	20	17	30	28	246	24,6	10
21						9	2	8	5	3	27	5,4	5
22					31	21	25	14	12	14	117	19,5	6
23				9	13	17	12	28	37	28	144	20,6	7
24	118	87	66	161	139	105	104	90	132	34	1.036	103,6	10
25						6	3	4	8	12	33	6,6	5
26					5	7	3	7	7	7	36	6,0	6
27					18	30	7	7	7		69	13,8	5
28								7	6	4	17	5,7	3
29						45	51	70	63	62	291	58,2	5
30					2	8	7	8	5	2	32	5,3	6
31	10	30	49	46	33	43				11	222	31,7	7
32					12	8				15	35	11,7	3
33			12	20	28	6	19			10	95	15,8	6
34			7	4	7	6			5	9	38	6,3	6
35		5	10	8	6						29	7,3	4
36							9	8	12	12	41	10,3	4
37				13	8	12	15				48	12,0	4
38		84	77	77	101	93	71	88	72	76	739	82,1	9
39			42	59							101	50,5	2
40						22	13				35	17,5	2
41	48	32	35	15	3	8	22	5	12	14	194	19,4	10
42	58	42	36	34	20	32	35	46	44	68	415	41,5	10
43					12	30	28	39	36	26	171	28,5	6
44					14				13	24	51	17,0	3
45			36	45	48	52	41	29			250	41,7	6
46			1	2	3	5	6	6	4	6	33	4,1	8
47			45	59	32	34	29	36	72	26	333	41,6	8

Tab. 5: Datenbasis für Fragestellung 1: jährliche Fallzahlen aus 67 betrachteten Kliniken

Klinik	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Gesamt	Mittel/J.	Jahre
48						22	49	51	74	116	312	62,4	5
49	38	45	24	22	33	15	22	30	20	45	294	29,4	10
50	39	46	55	71	79	68	86	84	82	66	676	67,6	10
51					16	28	47	20	15		126	25,2	5
52									46	66	112	56,0	2
53						12	14	26	14	24	90	18,0	5
54	8	10	12	10	16	19	17	22	23	28	165	16,5	10
55			14	36	45	48	35	42	44	52	316	39,5	8
56	37	30	24	35	9	29	38	53	47	32	334	33,4	10
57			39	21	8				29	27	124	24,8	5
58				36	44	19					99	33,0	3
59				130	131	139	129	118	124	122	893	127,6	7
60		34	34	35	34	21	27	30	19	10	244	27,1	9
61									24	26	50	25,0	2
62				14	9	4					27	9,0	3
63		34	44	62	71	31	24	23	21	16	325	36,1	9
64				27	57	18	24	48	60	50	284	40,6	7
65				5	5	8	3	8	3		32	5,3	6
66		42	40	35	29	45	43	40	37	41	351	39,0	9
67			27	48	44	40	39	29	23	25	275	34,4	8
<b>Gesamt</b>	<b>447</b>	<b>597</b>	<b>852</b>	<b>1.250</b>	<b>1.385</b>	<b>1.466</b>	<b>1.371</b>	<b>1.342</b>	<b>1.495</b>	<b>1.527</b>	<b>11.746</b>	<b>29,7</b>	<b>395</b>

Tab. 5: Datenbasis für Fragestellung 1: jährliche Fallzahlen aus 67 betrachteten Kliniken (Fortsetzung)

Die Namen der einzelnen Kliniken wurden nach den Vorgaben des DGU-Traumaregisters ausgeblendet (anonymisiert). Die Kliniken, die insgesamt im Zeitraum 1997-2006 Daten beigesteuert haben, sind in Kapitel 5 aufgelistet.

In einer zweiten identischen Analyse wurden solche Fälle ausgeschlossen, die innerhalb von 30 Tagen in der Klinik verstorben sind, da diese Fälle in offiziellen Statistiken zu den Getöteten gezählt werden.

### Fragestellung 2

Bei der zweiten Fragestellung nach dem Rückgang der Letalität durch Fortschritte in der klinischen Versorgung der Patienten wird analog zum Vorgehen im Qualitätsbericht des Traumaregisters die beobachtete Sterblichkeit relativ zu der erwarteten Sterblichkeit (Prognose) betrachtet. Ein einfaches und international übliches Verfahren hierfür ist die Standardisierte Mortalitätsrate (SMR, Standardized Mortality Ratio), bei der die beobachtete durch die erwartete Rate dividiert wird. Werte der SMR über 1 bedeuten damit mehr Verstorbene als erwartet, Werte unter 1 dagegen ein günstiges Ergebnis mit weniger Verstorbenen als erwartet.

Für die SMR wird nach der von GARDNER und ALTMANN (GARDNER 1989) empfohlenen Methode ein 95%-Konfidenzintervall (95%-KI) berechnet, wobei zuerst für die beobachtete Letalitätsrate an-

hand der Piosson-Verteilung ein 95%-KI bestimmt wird. Nach Division der Intervallgrenzen mit der prognostizierten Rate ergibt sich so ein 95%-KI für die SMR.

Es bleibt festzulegen, auf welche Weise die Prognose einer Patientengruppe zu bestimmen ist. In der Fachliteratur werden hierfür häufig Scoresysteme herangezogen, die verschiedene Aspekte eines Traumatpatienten gewichten und zu einem Punktwert kombinieren, der dann einer Überlebens- bzw. Versterbens-Wahrscheinlichkeit entspricht. Das DGU-Traumaregister hat viele Jahre lang den TRISS (Trauma and Injury Severity Score) verwendet, um SMRs für unterschiedliche Kliniken zu berechnen. Der TRISS kombiniert Bewusstsein, Blutdruck, Atemfrequenz, Gesamtverletzungsschwere (ISS), Alter und Art der Verletzung (stumpf/penetrierend) und liefert einen individuellen Prognosewert (CHAMPION 1990). Dieser wird dann für Gruppen von Patienten gemittelt.

Das DGU-Traumaregister nutzt ein solches Instrument, um Kliniken mit unterschiedlich schwer verletzten Patienten vergleichen zu können.

Da die Prognose des TRISS allerdings auf hauptsächlich amerikanischen Daten aus der zweiten Hälfte der 1980er Jahre beruht, war die daraus abgeleitete Prognose häufig zu hoch und lag Ende der 1990er Jahre bereits einige Prozentpunkte über der tatsächlich beobachteten Letalitätsrate. Auch

aufgrund weiterer Kritik am TRISS, wie die unzureichende Berücksichtigung des Alters der Patienten oder der Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas, wurde im Traumaregister ein eigenes Prognoseinstrument entwickelt, der RISC = Revised Injury Severity Classification. Basierend auf den Traumaregister-Daten der Jahre 1993-2000 wurde ein Punktesystem entwickelt und validiert, das zehn verschiedene Informationen aus der präklinischen und frühen klinischen Phase kurz nach Einlieferung des Patienten kombiniert und daraus eine Überlebenswahrscheinlichkeit berechnet (LEFERING 2007).

Wie wird die Prognose für einen Patienten mit dem RISC berechnet? Entsprechend den in Tabelle 6 aufgeführten Vorgaben wird für jeden Befund, z. B. Bewusstlosigkeit mit GCS = 3, ein gewisser Punktwert von der Konstanten 5,0 abgezogen. Der so berechnete Wert x wird dann mittels der logistischen Funktion

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

in eine Überlebenswahrscheinlichkeit P umgerechnet.

Einige Parameter im RISC sind zwingend erforderlich, wie Alter und New ISS, für andere Parameter gibt es „Ersatzvariablen“, die bei Fehlen des benötigten Wertes trotzdem eine Berechnung der Prognose erlauben. Zum Beispiel wird bei fehlender PPT der Quick-Wert herangezogen, ein anderes Gerinnungsmaß. Fehlt auch dieser Wert, so werden die Punkte für die indirekten Blutungszeichen verdoppelt. Falls fünf oder mehr Angaben fehlen, erfolgen kein Ersetzen fehlender Werte und damit auch keine Berechnung der RISC-Prognose.

Der RISC wurde an Daten des DGU-Traumaregisters von 1993-2000 entwickelt und in den Folgejahren jeweils validiert. Die Prognosegenauigkeit im Gesamtregister liegt bei unter 1 %, d. h., die mit dem RISC prognostizierte und die tatsächlich beobachtete Sterblichkeit differieren um weniger als 1 %. Durch die Hinzunahme weiterer Prognosefaktoren wie Base Excess und PTT ist es gelungen, die Prognose messbar zu verbessern. Die Fläche unter der ROC-Kurve, ein Maß für die Diskriminierungsfähigkeit von Prognose-Scores, liegt bei etwa 0,90, im Gegensatz zu 0,87 beim TRISS (LEFERING 2008).

Seit 2004 wird der RISC anstelle des TRISS in den jährlichen Qualitätsberichten des DGU-Traumaregisters als Instrument zur Schweregrad-Adjustierung und Prognoseschätzung verwendet.

Parameter	Wert	Punkte
Alter (Jahre)	55-64	-1,0
	65-74	-2,0
	ab 75	-2,3
New ISS	pro Punkt	-0,03
AIS Kopf	4	-0,5
	5/6	-1,8
AIS Extremitäten	5	-1,0
GCS	3-5	-0,9
Gerinnung: PTT (sek.)	40-49	-0,8
	50-79	-1,0
	ab 80	-1,2
Base Excess (mmol/l)	-9 bis -19,9	-0,8
	≤ -20	-2,7
Herz-Kreislauf-Stillstand	ja	-2,5
Anzahl Blutungszeichen (Hb < 9/EK > 9/RR < 90)	1	-0,4
	2	-0,8
	3	-1,6
Konstante		5,0

ISS = Injury Severity Score;  
 PTT = partielle Thromboplastinzeit;  
 Hb = Hämoglobin-Wert in mg/dl,  
 RR = Blutdruck in mmHg;  
 EK = Anzahl Blutkonserven;  
 GCS = Glasgow Coma Scale

**Tab. 6:** Der Revised Injury Severity Classification (RISC) Score zur Prognoseberechnung von Schwerstverletzten im DGU-Traumaregister

### Fragestellung 3

Bei dieser Fragestellung soll überprüft werden, ob es in den vergangenen 10 Jahren bei Verkehrsunfallopfern zu relevanten Verschiebungen bei den Verletzungsmustern gekommen ist.

Zu diesem Zweck werden sechs verschiedene Körperregionen betrachtet und analysiert. Dabei wird eine andere Einteilung als im ISS verwendet, da dort beispielsweise die obere und untere Extremität zusammen betrachtet werden. Auch werden im ISS Verletzungen der Wirbelsäule den jeweiligen Regionen (Kopf, Thorax, Abdomen) zugeordnet und nicht separat betrachtet. Wegen der besonderen Bedeutung dieser Verletzungen soll hier aber die Wirbelsäule als separate Region betrachtet werden.

Die sechs hier betrachteten relevanten Körperregionen sind:

- Verletzungen des Kopfes (Gehirn, Gesicht und Schädel; ohne Halswirbelsäule),
- Verletzungen des Thorax (Lunge, Herz, Brustkorb, Gefäße),

- Verletzungen innerer abdomineller Organe,
- Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks,
- Verletzungen der oberen Extremität (inklusive Schulter),
- Verletzungen der unteren Extremität (inklusive Beckenverletzungen).

Da nicht nur die Art, sondern auch die Schwere der Verletzungen von Bedeutung ist, wird pro Körperregion die jeweils schwerste Verletzung mit ihrem AIS-Schweregrad berücksichtigt.

In der vorliegenden Analyse wird nur der Anteil von Verletzungen mit einem Mindest-Schweregrad von zwei Punkten im AIS dargestellt. Verletzungen vom Grad 1 werden nicht berücksichtigt, da erstens die Relevanz dieser Verletzungen sehr gering ist und zweitens die Vollständigkeit der Erfassung im Traumaregister nicht gegeben ist.

Eine Betrachtung von Verletzungen ab einem AIS-Schweregrad von 3 Punkten, die oft als „relevante“ Verletzungen in der medizinischen Literatur bezeichnet werden, wird hier vermieden, da sonst in einigen der betrachteten Körperregionen kaum Verletzungen zu finden wären. So sind beispielsweise Verletzungen der oberen Extremität nur in Ausnahmefällen (Amputationen, komplexe Trümmerfrakturen mit Gelenkbeteiligung) vom Grad 3 oder höher.

Die Analysen zur zeitlichen Veränderung des Verletzungsmusters werden sowohl jährlich als auch im Vergleich von Phase 1 zu Phase 2 durchgeführt. Dabei werden die Verletzungshäufigkeiten getrennt

nach der Art der Verkehrsbeteiligung dargestellt (Pkw- oder Lkw-Insasse/Motorradfahrer/Fahrradfahrer/Fußgänger). Dabei ist anzumerken, dass aufgrund einer Revision der Datenerhebung die Differenzierung zwischen Motorrad- und Fahrradfahrern erst seit dem Jahr 2002 möglich ist. Vor diesem Termin wurden „Zweiradfahrer“ nur als eine Gruppe erfasst.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Fragestellung 1: Schwerstverletzungszahlen

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Zahl schwerstverletzter Unfallopfer beruhen auf Daten von insgesamt 11.362 Fällen aus 67 Kliniken. Nicht alle Kliniken haben in allen Jahren Daten geliefert; die Anzahl Kliniken mit vorliegenden Daten steigt entsprechend der wachsenden Teilnahmebereitschaft am DGU-Traumaregister von 11 in 1997 auf 53 Kliniken in 2006. Im Schnitt liegen von jeder Klinik Daten aus 6 Jahren vor, wobei im Durchschnitt 30 Fälle pro Jahr gemeldet wurden.

Die für jede einzelne Klinik pro Jahr berechnete Differenz zwischen der tatsächlich behandelten Anzahl von entsprechenden Patienten und der im Durchschnitt „erwarteten“ Anzahl ist summarisch in Tabelle 7 wiedergegeben. Dabei entspricht die „erwartete“ Anzahl gerade dem Mittelwert der jeweiligen Klinik für die vorliegenden Dokumentationsjahre.

Wenn die Schwerstverletzungszahl nach Verkehrsunfällen über die Jahre zurückgehen würde, wären

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anzahl Kliniken	11	17	28	35	49	53	51	49	52	54
Summe der Abweichungen	20,4	-28,5	-69,7	86,2	57,7	-40,2	-85,2	-57,4	54,9	61,7
Mittlere Abw. pro Klinik	<b>1,9</b>	<b>-1,7</b>	<b>-2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>
Beobachtete Anzahl	447	597	852	1.250	1.385	1.466	1.373	1.343	1.495	1.538
Erwartete Anzahl	427	625	922	1.164	1.327	1.506	1.458	1.400	1.440	1.476
Abweichung relativ zur erwarteten Anzahl	<b>4,8 %</b>	<b>-4,5 %</b>	<b>-7,6 %</b>	<b>7,4 %</b>	<b>4,4 %</b>	<b>-2,7 %</b>	<b>-5,8 %</b>	<b>-4,1 %</b>	<b>3,8 %</b>	<b>4,2 %</b>
95%-KI oben (n)	490	647	911	1.321	1.460	1.543	1.448	1.417	1.573	1.617
95%-KI unten (n)	407	550	796	1.182	1.313	1.392	1.301	1.272	1.420	1.462
95%-KI oben ( % )	15,0 %	3,4 %	-1,1 %	13,5 %	10,0 %	2,4 %	-0,7 %	1,2 %	9,2 %	9,5 %
95 %-KI unten ( % )	-4,7 %	-12,1 %	-13,7 %	1,5 %	-1,1 %	-7,6 %	-10,8 %	-9,2 %	-1,4 %	-1,0 %

**Tab. 7:** Gesamtergebnisse zur Fallzahlentwicklung der Kliniken im 10-Jahres-Verlauf. Die „erwartete“ Fallzahl ergibt sich aus der Annahme, dass die Anzahl von Verkehrsunfallopfern über die Jahre konstant ist

in den ersten Jahren mehr und in den letzten Jahren weniger als die im Durchschnitt erwartete Fallzahl beobachtet worden. Bei einer Zunahme der Schwerverletztenzahlen würde man entsprechend umgekehrt anfangs negative und später dann positive Abweichungen beobachten.

Die gefundenen Ergebnisse sprechen dafür, dass sich die Zahl Schwerverletzter in den vergangenen 10 Jahren nicht wesentlich verändert hat. Die beobachteten Abweichungen, die wegen der unterschiedlichen Fallzahlen relativ zu betrachten sind, liegen mal über und mal unter dem erwarteten Durchschnitt. Die Abweichungen insgesamt sind eher gering und liegen im Bereich von  $\pm 3$  bis 8 %. Die für die einzelnen Jahre berechneten Konfidenzintervalle enthalten entweder die 0%-Marke (in 7 von 10 Jahren) oder liegen knapp oberhalb (1 Jahr) oder unterhalb (2 Jahre) dieser Marke. Liegt die 0 außerhalb des Konfidenzintervalls, spricht man auch von einer „signifikanten“ Abweichung. Allerdings ist wegen der Vielfach-Vergleiche hier Vorsicht bei der Interpretation geboten. Der wichtigste Befund ist aber, dass kein Trend bei diesen Abweichungen zu erkennen ist. So folgt zum Beispiel auf ein Jahr mit „signifikanten“ Abweichungen nach unten (1999) direkt im nächsten Jahr eine „signifikante“ Verschiebung nach oben.

Legt man durch die einzelnen Jahreswerte regressionsanalytisch eine Gerade, so ist bei dieser kaum eine Steigung zu erkennen. Die in Bild 3 eingezeichnete Gerade zeigt nur eine diskrete Steigung von -1 % zu +1 % in 10 Jahren. Rechnet man diesen Wert in jährliche Raten um, so ergibt sich +0,2 % pro Jahr, und es wird schnell deutlich, dass diese Größenordnung nicht relevant ist. Klammert man das letzte Jahr (2006) aus und erzeugt dann eine lineare Anpassungslinie, ist diese Linie sogar eine Horizontale ohne Steigung.

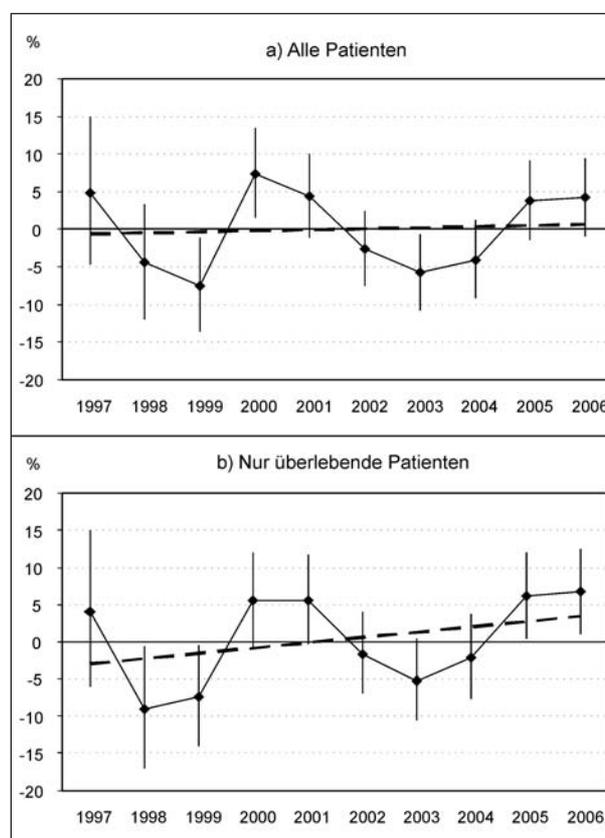
Wichtig ist auch die Tatsache, dass hier hinreichend viele Beobachtungsjahre zugrunde gelegt wurden. Hätte man nur einen beschränkten Zeitraum betrachtet, z. B. von 2000 bis 2003, so hätte man von einem deutlich rückläufigen Trend gesprochen.

Tabelle 7 und Bild 3 a) im oberen Teil zeigen die Ergebnisse für alle Patienten, während in Bild 3 b) im unteren Teil und in Tabelle 8 die Patienten, die innerhalb von 30 Tagen in der Klinik verstorben sind, ausgeschlossen wurden. Dieses Vorgehen betrachtet also keine „getöteten“ Unfallopfer gemäß der amtlichen Unfallstatistik. In beiden Ansätzen ist aber der Effekt nahezu gleich.

Um die Veränderungen in der Zahl Schwerverletzter besser einordnen zu können, zeigt Bild 4 nach gleichem Muster wie Bild 3 die relative Veränderung der Zahl Getöteter und Schwerverletzter im Straßenverkehr aus der amtlichen Statistik im Vergleich zu der oben berechneten Zahl Schwerverletzter in den vergangenen zehn Jahren aus dem Traumaregister. Dabei wird ähnlich der Verlaufskurve bei den Schwerverletzten der Durchschnittswert des gesamten Zeitraumes als Erwartungswert genommen, und die tatsächlich beobachteten Werte werden relativ zu diesem Wert dargestellt.

Deutlich ist die fast linear gleichmäßige Abnahme der Zahl Getöteter gemäß der amtlichen Unfallstatistik zu erkennen, die von +25 % in 1997 ( $n = 8.549$ ) auf -25 % in 2006 ( $n = 5.091$ ) zurückgeht. Ähnlich verhält es sich mit der Zahl der amtlich registrierten Schwerverletzten.

Dem gegenüber erscheint die Zahl Schwerverletzter im Traumaregister nahezu unverändert; sie



**Bild 3 a) und b):** Grafische Darstellung der relativen Abweichung von tatsächlich schwerstverletzten Verkehrsunfallopfern zur Zahl, die man erwarten würde, wenn in den beteiligten Kliniken über die Jahre immer die gleiche Anzahl von Patienten gesehen würde. a): alle Patienten, b): ohne die in der Klinik verstorbenen Patienten

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anzahl Kliniken	11	17	28	35	49	53	51	49	52	54
Summe der Abweichungen	15,0	-47,6	-57,2	54,1	63,3	-21,1	-64,3	-25,0	75,1	84,4
Mittlere Abw. pro Klinik	1,4	-2,8	-2,0	1,5	1,3	-0,4	-1,3	-0,5	1,4	1,6
Beobachtete Anzahl	386	474	717	1.045	1.195	1.251	1.170	1.162	1.305	1.346
Erwartete Anzahl	371	522	774	991	1.132	1.272	1.234	1.187	1.230	1.262
Abweichung relativ zur erwarteten Anzahl	4,0 %	-9,1 %	-7,4 %	5,5 %	5,6 %	-1,7 %	-5,2 %	-2,1 %	6,1 %	6,7 %
95%-KI oben (n)	427	519	771	1.110	1.265	1.322	1.239	1.231	1.378	1.420
95%-KI unten (n)	348	432	665	983	1.128	1.183	1.104	1.096	1.235	1.275
95%-KI oben ( % )	15,0 %	-0,6 %	-0,4 %	12,1 %	11,8 %	4,0 %	0,4 %	3,7 %	12,0 %	12,5 %
95 %-KI unten ( % )	-6,1 %	-17,1 %	-14,0 %	-0,8 %	-0,3 %	-7,0 %	-10,6 %	-7,7 %	0,4 %	1,1 %

**Tab. 8:** Gesamtergebnisse zur Fallzahlentwicklung der Kliniken im 10-Jahres-Verlauf nur bei den Überlebenden. Patienten, die innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme verstorben sind, wurden hier ausgeschlossen

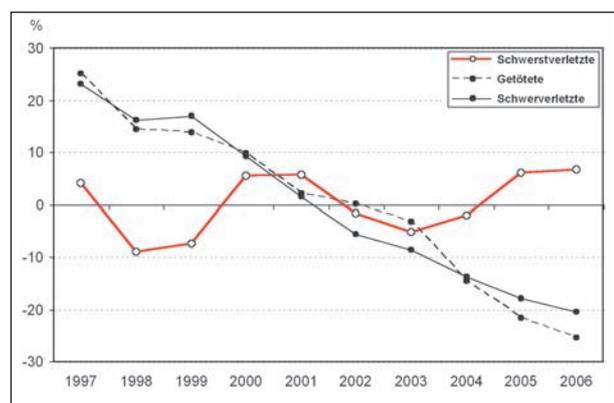
variiert um weniger als  $\pm 10\%$  im betrachteten Zeitraum. Diese Schwankungen lassen sich gut mit der statistischen Ungenauigkeit erklären, die den Daten zugrunde liegt. Damit scheint sich die Zahl Schwerstverletzter in den vergangenen zehn Jahren nicht wesentlich verändert zu haben.

### 3.2 Fragestellung 2: Krankenhaus-Letalität

In den vergangenen zehn Jahren ist ein deutlicher Rückgang der Anzahl Getöteter im Straßenverkehr in Deutschland zu verzeichnen, wie auch an der relativen Darstellung in Bild 4 zu erkennen ist. Hier soll nun geklärt werden, ob auch eine verbesserte Versorgung Schwerstverletzter in der Klinik hierzu einen Beitrag geleistet hat.

Die amtliche Statistik fasst ja sowohl die am Unfallort selbst Verstorbenen wie auch die innerhalb von 30 Tagen an den Folgen ihrer Verletzungen in der Klinik verstorbenen Unfallopfer zusammen. Nur für diese zweite Patientengruppe kann das DGU-Traumaregister Aussagen machen, da Patienten, die vor Erreichen einer Klinik versterben, dort nicht erfasst werden.

Der Unterschied zwischen 30-Tage- und Klinik-Letalität ist in diesem Zusammenhang vernachlässigbar, da sich etwa 95 % der Todesfälle innerhalb der ersten 30 Tage ereignen. Daher wird im Folgenden die Klinik-Letalität verwendet, da dafür das Prognoseinstrument RISC im Traumaregister entwickelt und validiert wurde.



**Bild 4:** Relative Veränderung der Anzahl Schwerstverletzter (rot) im Vergleich zur amtlichen Statistik von im Straßenverkehr Getöteten und Schwerstverletzten im 10-Jahres-Zeitraum von 1997-2006

Tabelle 9 fasst die Ergebnisse zusammen. Bei 8.821 Patienten (74 % von 11.928) waren hinreichende Angaben zur Berechnung einer Prognose nach dem RISC-Score vorhanden. Für diese Patienten wurde die RISC-Prognose mit dem tatsächlichen Klinik-Outcome verglichen.

Es zeigt sich, dass sich die SMR bis etwa 2003 im Bereich von 0,95 bis 1,00 bewegt, in den letzten drei Jahren allerdings deutlich sinkt. Diese Abnahme ist in den letzten beiden Jahren sogar statistisch signifikant, da der Wert 1,00 außerhalb des 95%-Konfidenzintervalls liegt. Dies entspricht einem p-Wert  $< 0,05$ .

Eine SMR unter 1,00 bedeutet, dass weniger Patienten verstorben sind als gemäß Prognose erwartet wurde. Es haben also, bei vergleichbarem Verletzungsmuster, zumindest in den beiden letzten

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
<b>Alle Patienten</b>											
Anzahl	475	619	869	1.275	1.445	1.431	1.246	1.313	1.521	1.734	<b>11.928</b>
Verstorben	82	126	143	224	212	226	198	185	201	220	<b>1.817</b>
Anteil ( % )	17,3	20,4	16,5	17,6	14,7	15,8	15,9	14,1	13,2	12,7	<b>15,2</b>
<b>Nur Patienten mit Angaben zum RISC</b>											
Anzahl	424	551	762	1.013	1.059	990	847	933	1.051	1.191	<b>8.821</b>
Verstorben	76	118	119	170	159	156	142	125	141	151	<b>1.357</b>
Anteil ( % )	17,9	21,4	15,6	16,8	15,0	15,8	16,8	13,4	13,4	12,7	<b>15,4</b>
RISC-Prognose	18,8	22,7	17,0	17,6	16,9	15,5	16,6	15,0	18,0	18,3	<b>17,4</b>
<b>SMR</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,92</b>	<b>0,95</b>	<b>0,89</b>	<b>1,02</b>	<b>1,01</b>	<b>0,89</b>	<b>0,74</b>	<b>0,69</b>	<b>0,89</b>
95%-KI	0,75	0,78	0,76	0,81	0,75	0,86	0,85	0,74	0,63	0,58	<b>0,84</b>
für SMR	1,20	1,13	1,10	1,11	1,04	1,19	1,19	1,07	0,88	0,82	<b>0,93</b>

**Tab. 9:** Angaben zur Letalität im Krankenhaus für alle Patienten (oben) sowie für diejenigen Patienten, die hinreichende Angaben zur Berechnung einer Prognose gemäß RISC besitzen (unten). Die Standardised Mortality Ratio SMR ergibt sich aus der Division von beobachteter (Zähler) und erwarteter (RISC-Prognose, Nenner) Letalität

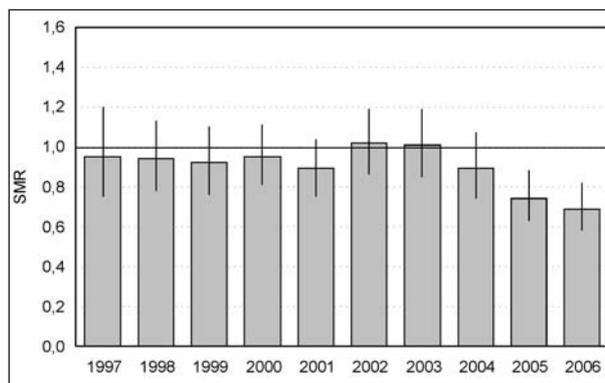
Jahren mehr Patienten überlebt als in den Jahren zuvor. Diese überlebenden Patienten würden in den offiziellen Statistiken die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr reduzieren, aber gleichzeitig die Zahl der Schwerstverletzten erhöhen.

Die absolute Größenordnung dieses Effektes kann man an der Differenz zwischen beobachteter Sterblichkeit und Prognose ablesen. Sie beträgt für die beiden letzten Jahre ca. 5 %, d. h., 5 von 100 Schwerstverletzten versterben aktuell weniger als noch vor 5 bis 10 Jahren.

Geht man von Schätzungen zur Zahl Schwerstverletzter in Deutschland aus, wie sie im Traumaregister der DGU erfasst werden, so ist mit 30.000 bis 35.000 Fällen pro Jahr zu rechnen (KÜHNE 2006, HAAS 1997). Von diesen Unfällen sind grob zwei Drittel bis die Hälfte auf den Straßenverkehr zurückzuführen. Daraus ergeben sich etwa 15.000 bis 20.000 schwerstverletzte Verkehrsunfallopfer pro Jahr in Deutschland.

Laut amtlicher Statistik sind jährlich ca. 75.000 Unfallopfer „schwer“ verletzt (vgl. Tabelle 1). Wenn man annimmt, dass etwa 20 % dieser Patienten „schwerst“-verletzt sind, gelangt man ungefähr auf die gleiche Anzahl Schwerstverletzter nach Verkehrsunfällen von etwa 15.000 pro Jahr. Die Zahl Getöteter im Straßenverkehr beläuft sich zurzeit auf etwa 5.000 pro Jahr.

Falls sich nun die Sterblichkeit nach Verkehrsunfällen im Krankenhaus um 1 % verbessert, d. h., 1 %



**Bild 5:** Standardized Mortality Ratio (SMR) für die Jahre 1997-2006, die sich aus dem Verhältnis von beobachteter zu erwarteter (Prognose) Sterblichkeit im Krankenhaus ergibt. Die senkrechten Linien zu jedem Balken stellen das 95%-Konfidenzintervall für die SMR dar

der Schwerstverletzten verstirbt nicht mehr innerhalb der ersten 30 Tage, sondern überlebt, bedeutet dies ca. 150 Fälle pro Jahr. Diese Patienten würden dann in der amtlichen Statistik nicht mehr als Getötete zählen, sondern als Schwer- bzw. Schwerstverletzte.

Der hier beobachtete Effekt von 5 % Rückgang der Letalität in den letzten Jahren kann sich aber so nicht permanent fortsetzen. Selbst bei einem Rückgang von 1 % pro Jahr würde dies bedeuten, dass in 15 Jahren kein Schwerstverletzter mehr versterben würde, was unrealistisch ist.

Aber ist dieser Rückgang bei den im Krankenhaus verstorbenen Patienten auch als ein Mehr bei den Schwerstverletzten im Traumaregister zu erken-

nen? Betrachtet man die Ergebnisse der ersten Fragestellung (Bild 3), so könnte durchaus der relative Zuwachs in den letzten beiden Jahren von diesem Rückgang der Letalität mit verursacht sein. Zudem ist die Fallzahl in den letzten Jahren zunehmend größer geworden, sodass die Ergebnisse der jüngeren Jahre statistisch immer sicherer geworden sind.

Der Trend zum Rückgang der Letalität zeigt sich auch im Traumaregister insgesamt, also nicht nur bei den Verkehrsunfallopfern. Auch dort ist 2004 bereits ein Trend erkennbar, der 2005 und 2006 ebenfalls signifikant ist.

### 3.3 Fragestellung 3: Verletzungsmuster

Zur Beschreibung des Verletzungsmusters werden hier alle Verletzungen betrachtet, die einen Mindest-Schweregrad von AIS 2 aufweisen. Für sechs verschiedene Körperregionen wird jeweils der Anteil von Patienten bestimmt, die in dieser Region eine Verletzung aufwiesen.

Die Tabellen 11 bis 16 enthalten eine Aufschlüsselung nach Körperregion in Abhängigkeit von der Verkehrsbeteiligung der Unfallopfer und im Zeitverlauf. Die jeweils für die Subgruppen zugrunde liegende Fallzahl ist der Tabelle 10 zu entnehmen und wird in den Tabellen 11 bis 16 nicht jeweils wiederholt.

Dabei ist zu bedenken, dass eine Aufteilung von Zweiradfahrern in Motorrad- und Fahrradfahrer erst ab dem Jahr 2002 mit Einführung der Online-Dateneingabe des DGU-Traumaregisters und der damit verbundenen Revision des Datensatzes möglich ist. Die Angaben in den Zeilen „Motorrad“ und „Fahrrad“ in der Phase 2 stellen also eine Aufteilung der Werte in der Zeile „Zweirad“ dar.

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Pkw/Lkw	285	356	491	751	792	809	659	666	737	872	<b>6.418</b>
Zweirad	143	174	251	360	469	435	426	467	575	601	<b>3.901</b>
- Motorrad						277	291	316	380	387	<b>1.651</b>
- Fahrrad						120	135	151	195	214	<b>815</b>
Fußgänger	47	89	127	164	184	187	161	180	209	261	<b>1.609</b>
Gesamt	<b>475</b>	<b>619</b>	<b>869</b>	<b>1.275</b>	<b>1.445</b>	<b>1.431</b>	<b>1.246</b>	<b>1.313</b>	<b>1.521</b>	<b>1.734</b>	<b>11.928</b>

Tab. 10: Patientenzahlen im 10-Jahres-Zeitraum in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Für diese Auswertung stehen insgesamt 11.928 Patienten zur Verfügung, 4.683 (39,3 %) aus Phase 1 und 7.245 (60,7 %) aus Phase 2. Mit 53,8 % waren die meisten Opfer Insassen von Pkw oder Lkw. Mit einem Anteil von 32,7 % folgen die Zweiradfahrer und schließlich mit 13,5 % die Fußgänger (s. Tabelle 10).

Unter den Zweiradfahrern sind Motorradfahrer etwa doppelt so häufig vertreten wie Fahrradfahrer.

Bild 6 verdeutlicht den relativen Anteil der verschiedenen Verkehrsteilnehmer an der Gesamtzahl schwerstverletzter Unfallopfer im Zeitverlauf. Es zeigt sich in den betrachteten zehn Jahren ein Rückgang im Anteil der Autofahrer von 60 % auf 50 %, während der Anteil von Zweiradfahrern und Fußgängern um jeweils 5 Prozentpunkte ansteigt.

Bezogen auf das Verletzungsmuster zeigt Tabelle 11 den Anteil von Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma (AIS  $\geq$  2). Wie erwartet zeigen Fußgänger und Fahrradfahrer mit über 70 % anteilig die meisten Kopfverletzungen, wohingegen Mo-

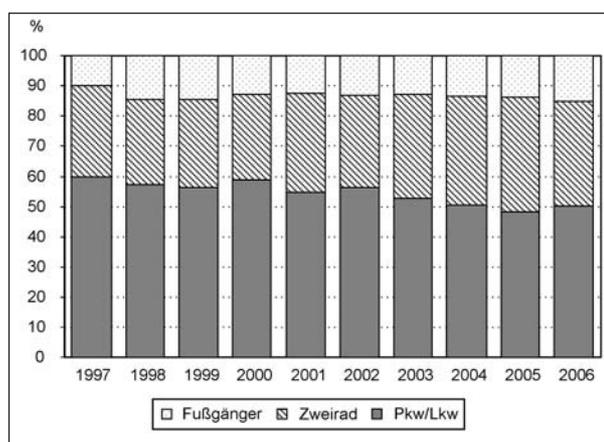


Bild 6: Anteil von Autofahrern (Pkw, Lkw), Zweiradfahrern (Motorrad, Fahrrad) und Fußgängern am Gesamtpatientengut der Verkehrsunfallopfer im Verlauf der letzten 10 Jahre

torradfahrer mit 45 % die günstigsten Werte aufweisen. Insgesamt zeigt sich ein deutlich rückläufiger Trend. Legt man die beiden 5-Jahres-Zeiträume zugrunde, ist ein Rückgang von 9 % zu beobachten. Dieser Rückgang zeigt sich in allen Subgruppen, er ist also nicht allein durch den zunehmenden Einsatz von Airbags in Kraftfahrzeugen zu erklären.

Tabelle 12 zeigt den Verlauf bei den Thoraxverletzungen. Auch hier werden alle Verletzungen ab einem AIS-Schweregrad von 2 gezählt. Insgesamt zeigen 59 % aller Verkehrsunfallopfer eine Thoraxverletzung, was damit die zweithäufigste Verletzungsart nach den Kopfverletzungen (64 %) ist. Kraftwagen- und Motorradfahrer zeigen hier den größten Anteil mit deutlich über 60 %, während

Fußgänger und Radfahrer weniger häufig betroffen sind. Thoraxverletzungen entstehen besonders dann, wenn hohe Energien auf den Körper einwirken. Gerade dies ist bei Kraftwagen- und Motorradfahrern der Fall. Im Zeitverlauf zeigt sich eine leichte Zunahme der (relativen) Inzidenz der Thoraxverletzungen um etwa 4 % im 10-Jahres-Zeitraum.

In Tabelle 13 sind die Bauchverletzungen dargestellt, die insgesamt mit einem Anteil von um die 30 % etwa nur halb so häufig auftreten wie Thorax- oder Kopfverletzungen. Aber auch hier zeigen die Kraftwagenfahrer mit 35 % die höchste Rate, während Fahrradfahrer die niedrigste Rate aufweisen (16 %). Im Zeitverlauf sind bei den Abdominalverletzungen fast keine Veränderungen zu erkennen.

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	69 %	73 %	71 %	68 %	66 %	61 %	58 %	58 %	59 %	63 %	64 %
	69 %					60 %					
Pkw/Lkw	72 %	72 %	75 %	68 %	68 %	61 %	57 %	59 %	60 %	64 %	65 %
	70 %					60 %					
Zweirad	60 %	69 %	61 %	62 %	59 %	55 %	54 %	51 %	55 %	61 %	58 %
	62 %					56 %					
- Motorrad						43 %	45 %	40 %	45 %	50 %	45 %
						45 %					
- Fahrrad						77 %	73 %	76 %	74 %	80 %	76 %
						76 %					
Fußgänger	79 %	82 %	72 %	82 %	76 %	73 %	75 %	72 %	71 %	68 %	74 %
	78 %					71 %					

**Tab. 11:** Anteil von Kopfverletzungen im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	55 %	59 %	55 %	58 %	58 %	58 %	58 %	58 %	64 %	64 %	59 %
	57 %					61 %					
Pkw/Lkw	59 %	63 %	61 %	65 %	64 %	63 %	63 %	70 %	71 %	71 %	65 %
	63 %					66 %					
Zweirad	50 %	55 %	49 %	51 %	53 %	52 %	54 %	53 %	60 %	58 %	54 %
	52 %					56 %					
- Motorrad						57 %	61 %	60 %	65 %	65 %	62 %
						62 %					
- Fahrrad						43 %	39 %	37 %	50 %	46 %	44 %
						44 %					
Fußgänger	47 %	52 %	48 %	45 %	40 %	46 %	50 %	51 %	53 %	52 %	49 %
	45 %					51 %					

**Tab. 12:** Anteil von Thoraxverletzungen im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	31 %	28 %	32 %	30 %	31 %	30 %	31 %	27 %	31 %	31 %	30 %
	31 %					30 %					
Pkw/Lkw	34 %	33 %	37 %	34 %	36 %	32 %	39 %	32 %	35 %	36 %	35 %
	35 %					35 %					
Zweirad	25 %	24 %	25 %	26 %	26 %	27 %	23 %	23 %	26 %	26 %	25 %
	25 %					25 %					
- Motorrad						34 %	27 %	27 %	29 %	33 %	30 %
						30 %					
- Fahrrad						18 %	13 %	13 %	21 %	13 %	16 %
						16 %					
Fußgänger	30 %	17 %	24 %	23 %	22 %	29 %	22 %	22 %	29 %	25 %	24 %
	23 %					26 %					

**Tab. 13:** Anteil von Abdominalverletzungen im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	18 %	17 %	19 %	24 %	24 %	24 %	26 %	25 %	28 %	28 %	24 %
	22 %					26 %					
Pkw/Lkw	20 %	21 %	21 %	26 %	26 %	24 %	27 %	28 %	28 %	29 %	26 %
	24 %					27 %					
Zweirad	15 %	13 %	20 %	24 %	28 %	26 %	27 %	25 %	31 %	29 %	26 %
	22 %					28 %					
- Motorrad						30 %	28 %	28 %	34 %	32 %	31 %
						31 %					
- Fahrrad						18 %	23 %	17 %	25 %	24 %	22 %
						22 %					
Fußgänger	11 %	8 %	11 %	15 %	11 %	19 %	19 %	18 %	18 %	21 %	16 %
	12 %					19 %					

**Tab. 14:** Anteil von Wirbelsäulenverletzungen im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Verletzungen der Wirbelsäule sind in Tabelle 14 zusammengefasst. Im Durchschnitt weist etwa jeder vierte Schwerstverletzte eine solche Verletzung auf, wobei Fußgänger mit 16 % die niedrigste und Motorradfahrer mit 31 % die höchste Rate zeigen. Die Häufigkeit von Wirbelsäulenverletzungen scheint in den vergangenen Jahren zugenommen zu haben. Diese Zunahme, die in allen Untergruppen zu finden ist, kann bis zu 10 % betragen. In dieser Untersuchung wurde nicht unterschieden, ob eine Verletzung der Wirbelsäule auch mit neurologischen Ausfällen (z. B. Querschnitt-Syndrom) verbunden war. Eine einfache Fraktur eines Wirbels entspricht bereits einer AIS-Grad-2-Verletzung.

Verletzungen der oberen und unteren Extremität sind in den Tabellen 15 und 16 dargestellt. Verlet-

zungen der Beine und des Beckens sind mit fast 60 % sehr häufig und stellen gemeinsam mit den Kopf- und Thoraxverletzungen das typische Verletzungsmuster eines Schwerstverletzten dar. Die obere Extremität ist mit etwa 40 % etwas weniger häufig betroffen.

Motorradfahrer zeigen erwartungsgemäß hohe Verletzungsraten bei den Extremitäten, besonders die Arme sind in dieser Gruppe am stärksten betroffen. Die höchsten Raten bei Verletzungen der Beine zeigen allerdings Fußgänger.

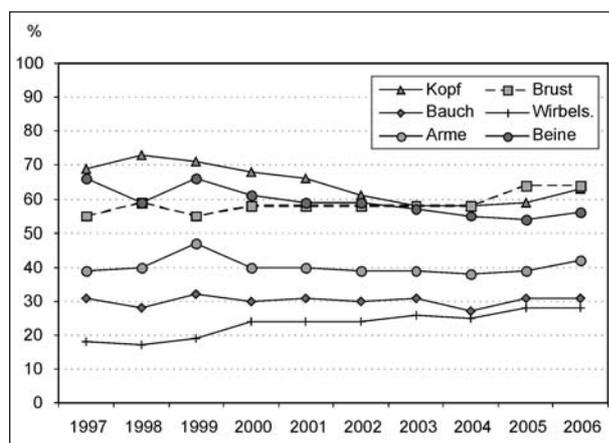
Im Zeitverlauf sind die Extremitätenverletzungen eher rückläufig, was insbesondere auf die Verletzungen der unteren Extremität zutrifft. Im Vergleich der beiden Phasen beträgt dieser Unterschied etwa 6 %, vergleicht man die Werte Ende der 90er Jahre

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	39 %	40 %	47 %	40 %	40 %	39 %	39 %	38 %	39 %	42 %	40 %
	41 %					40 %					
Pkw/Lkw	38 %	38 %	47 %	38 %	39 %	37 %	40 %	37 %	35 %	39 %	39 %
	40 %					38 %					
Zweirad	43 %	44 %	52 %	46 %	46 %	46 %	42 %	40 %	45 %	50 %	46 %
	47 %					45 %					
- Motorrad						51 %	46 %	45 %	54 %	57 %	51 %
						51 %					
- Fahrrad						35 %	33 %	30 %	28 %	37 %	32 %
						32 %					
Fußgänger	34 %	37 %	39 %	36 %	30 %	32 %	30 %	36 %	34 %	35 %	34 %
	35 %					33 %					

**Tab. 15:** Anteil von Verletzungen der oberen Extremität im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Jahr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	66 %	59 %	66 %	61 %	59 %	59 %	57 %	55 %	54 %	56 %	58 %
	62 %					56 %					
Pkw/Lkw	65 %	65 %	65 %	60 %	60 %	58 %	58 %	55 %	56 %	57 %	59 %
	62 %					57 %					
Zweirad	66 %	48 %	64 %	56 %	54 %	57 %	51 %	50 %	48 %	49 %	53 %
	57 %					50 %					
- Motorrad						64 %	60 %	57 %	57 %	56 %	58 %
						58 %					
- Fahrrad						38 %	33 %	34 %	32 %	35 %	34 %
						34 %					
Fußgänger	72 %	54 %	77 %	74 %	70 %	68 %	67 %	64 %	66 %	68 %	68 %
	70 %					67 %					

**Tab. 16:** Anteil von Verletzungen der unteren Extremität im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

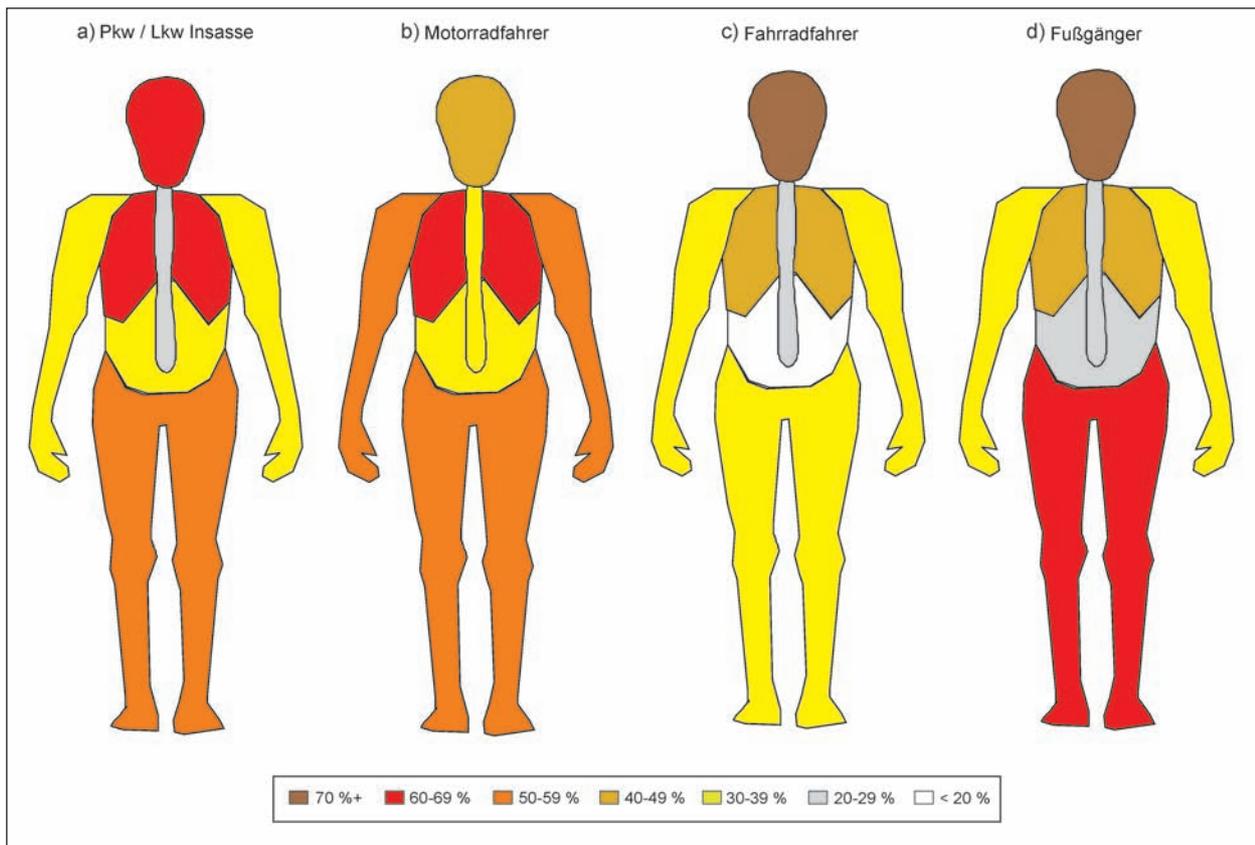


**Bild 7:** Veränderung der relativen Häufigkeit verschiedener Verletzungsformen in den vergangenen 10 Jahren

mit heute, so sind auch größere Rückgänge von bis zu 10 % zu beobachten.

Insgesamt werden im Untersuchungszeitraum Veränderungen der relativen Häufigkeit bestimmter Verletzungsgruppen in der Größenordnung von bis zu 10 % beobachtet. Bild 7 stellt diese Veränderungen nochmals grafisch dar. Legt man durch diese Verlaufskurven lineare Trendlinien und prüft den Steigungskoeffizienten, so ergeben sich signifikante Trends ( $p < 0,001$ ) für Verletzungen von Kopf, Thorax, Wirbelsäule und Beinen. Arm- und Bauchverletzungen zeigen dagegen keinen Trend.

In Bild 8 a) bis d) werden in farbcodierter Form die Verletzungsbeteiligungen von sechs verschiedenen Körperregionen für verschiedene Formen der Verkehrsbeteiligung vergleichend dargestellt. Für diese Darstellung werden nur die Daten der Phase 2 von 2002-2006 verwendet, da nur für diesen Zeit-



**Bild 8 a) bis d):** Häufigkeit der Verletzungen in verschiedenen Körperregionen bei schwerstverletzten Verkehrsunfallopfern, die lebend eine Klinik erreicht haben. Die Darstellung erfolgt separat für a) Fahrer bzw. Insassen von Kraftwagen (n = 3.743), b) Motorradfahrer bzw. Beifahrer (n = 1.651), c) Fahrradfahrer (n = 815) und d) Fußgänger (n = 998)

raum separate Angaben für Fahrrad- und Motorradfahrer vorliegen.

Auffällig ist, dass bei Fußgängern und Fahrradfahrern mit jeweils über 70 % der Kopf am stärksten betroffen ist, während Motorradfahrer mit 45 % relativ die geringste Rate zeigen. Dies könnte zum Teil mit dem Tragen von Sturzhelmen erklärt werden.

Radfahrer und Fußgänger zeigen insgesamt ein etwas geringeres Verletzungsmuster, da die einwirkende Energie bei Autofahrern und Motorradfahrern möglicherweise größer ist und damit auch im Mittel zu mehr Verletzungen führt. Am Beispiel der Thorax- und Abdominalverletzungen ist dieser Trend besonders deutlich zu erkennen. Auch bei den Wirbelsäulenverletzungen zeigen Motorradfahrer die höchsten Werte, was auf die Einwirkung großer Energien bei nicht ausreichendem Schutz zurückgeführt werden kann. Hier zeigen Autofahrer etwas günstigere Werte. Ähnliches lässt sich auch für Verletzungen der oberen Extremität zeigen.

Auffällig ist auch die hohe Rate von Verletzungen der unteren Extremität bei Fußgängern, die deutlich

höher ist als die bei Fahrradfahrern. Der typische Unfallmechanismus bei Fußgängern ist, dass sie von Kraftwagen angefahren werden und dann zu Boden stürzen. Das Erste erklärt die hohe Rate an Beinverletzungen, und das Zweite dann die häufigen Kopfverletzungen, die aber auch von der Kollision mit dem Fahrzeug herrühren können (OTTE 1997, RUCHHOLTZ 1996). Auch Überroll-Traumen bei Fußgängern führen neben inneren Verletzungen regelhaft zu schweren Verletzungen des Beckens.

Bei der Interpretation dieser Grafiken ist aber zu bedenken, dass es sich lediglich um die relative Verteilung von Verletzungen bei Schwerstverletzten handelt. Es ist daher nicht zu erwarten, dass sich künftig z. B. durch verbesserte technische Maßnahmen zum Unfallschutz an der Farbgebung generell etwas ändert. Es ist also nicht zu erwarten, dass in Zukunft nur noch gelbe oder weiße Flächen vorherrschen, die besagen, dass die entsprechenden Körperregionen kaum noch betroffen sind. Ein Patient ist erst dann ein Schwerstverletzter, wenn eine oder mehrere Körperregionen relevant betroffen sind.

Alter (Mittelwert in Jahren)											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	35	35	36	37	37	39	39	39	39	40	38
	37					39					
Pkw/Lkw	34	32	34	35	34	36	37	36	37	38	36
	34					37					
Zweirad	34	38	36	38	38	40	39	40	39	42	39
	37					40					
- Motorrad						35	36	36	36	36	36
						36					
- Fahrrad						54	46	48	45	53	49
						49					
Fußgänger	44	43	45	47	47	47	48	46	47	42	46
	46					46					
Geschlecht (Anteil Männer in %)											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	72 %	71 %	72 %	69 %	72 %	73 %	73 %	71 %	70 %	72 %	71 %
	71 %					72 %					
Pkw/Lkw	70 %	67 %	69 %	65 %	67 %	68 %	66 %	67 %	67 %	68 %	67 %
	67 %					67 %					
Zweirad	82 %	82 %	84 %	79 %	85 %	84 %	86 %	82 %	82 %	83 %	83 %
	83 %					83 %					
- Motorrad						91 %	92 %	90 %	89 %	90 %	90 %
						90 %					
- Fahrrad						68 %	71 %	65 %	69 %	71 %	69 %
						69 %					
Fußgänger	60 %	63 %	63 %	63 %	57 %	67 %	67 %	59 %	49 %	60 %	60 %
	61 %					60 %					
ISS – Injury Severity Score (Mittelwert)											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	gesamt
Gesamt	28	30	28	28	27	27	27	26	28	28	27
	27					27					
Pkw/Lkw	29	30	29	28	28	27	27	27	28	29	28
	29					28					
Zweirad	25	29	25	27	25	25	25	24	27	27	26
	26					26					
- Motorrad						25	25	24	27	27	26
						26					
- Fahrrad						26	24	22	27	27	26
						26					
Fußgänger	27	29	28	29	28	28	28	27	28	29	28
	28					28					

**Tab. 17:** Basisdaten (Alter, Geschlecht und Gesamt-Verletzungsschwere ISS) der zuvor betrachteten Population schwerstverletzter Verkehrsteilnehmer im 10-Jahres-Verlauf sowie in den Phasen 1 (1997-2001) und 2 (2002-2006) in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung

Tabelle 17 zeigt eine Aufstellung der wichtigsten Basisdaten zur Charakterisierung der Patientenpo-

pulation, die den grafischen Darstellungen zugrunde liegt.

Die Grafiken sind also eher so zu deuten, dass sie die relative Verteilung der Verletzungen bei den unterschiedlichen Verkehrsteilnehmern darstellen. Sie sagen also nichts über die Inzidenz aus, sondern sind eher unter dem folgenden Aspekt zu sehen: „WENN ein Radfahrer oder ein Fußfänger einen schweren Unfall erleidet, der ihn als Schwerverletzter ins Krankenhaus und auf die Intensivstation bringt, DANN ist mit der folgenden Verteilung der Verletzungen zu rechnen.“

Als letzte Einschränkung sollte noch erwähnt werden, dass verstorbene Verkehrsteilnehmer, sofern sie direkt am Unfallort verstorben sind und nicht mehr in eine Klinik gebracht wurden, in diese Auswertung nicht eingegangen sind. Diese Unfallopfer werden nicht im Traumaregister erfasst.

Eine genaue Feststellung der Verletzungen ist bei diesen Unfallopfern nicht möglich und wird in der Regel auch nicht durchgeführt. Sie würde lediglich auf Verdachtsdiagnosen des Notarztes beruhen, die insbesondere bei inneren Verletzungen nicht sehr genau sind.

Beim Durchschnittsalter gibt es die erwarteten Unterschiede: Fußgänger und Fahrradfahrer sind im Schnitt deutlich älter als die übrigen Patienten. Deutlich wird auch der insgesamt beobachtete Trend, dass Traumapatienten zunehmend älter werden. Hier steigt das Altersmittel im betrachteten 10-Jahres-Zeitraum um fünf Jahre an.

Beim Geschlecht sind Männer eindeutig führend unter den Motorradfahrern (90 %), während die meisten verunfallten Frauen unter den Fußgängern zu finden sind.

Der Injury Severity Score als ein Maß für die Gesamt-Verletzungsschwere zeigt so gut wie keine Unterschiede, weder im Zeitverlauf noch in den verschiedenen Untergruppen.

## 4 Diskussion

Seit Jahrzehnten zeigt sich ein beeindruckender Rückgang der Letalität von Verkehrsunfallopfern. Die Gründe hierfür sind vielfältig und sollen hier nicht näher analysiert werden, aber eine verbesserte Fahrzeugtechnik, straßenbauliche Maßnahmen sowie die Umsetzung präventiver Maßnahmen aus der Verkehrsunfallforschung werden hier immer wieder genannt.

Parallel dazu ist auch die Zahl der Schwer- und Leichtverletzten seit Jahren rückläufig. Allerdings stellen die Schwerverletzten der amtlichen Statistik ein sehr heterogenes Bild dar, denn jedes Unfallopfer, das für mindestens 24 Stunden in einer Klinik behandelt werden musste, zählt als Schwerverletzter (Bild 9).

Demgegenüber fokussiert die medizinische Literatur, wenn von „Schwerverletzten“ die Rede ist, eher auf eine Gruppe von Patienten mit erheblich schwereren Verletzungen, die aufwändig unfallchirurgisch und/oder intensivmedizinisch behandelt werden müssen und teilweise zu langen Klinikaufenthalten führen. Diese Patientengruppe zeigt eine beachtliche Sterblichkeitsrate im Krankenhaus von bis zu 20 %, je nach Definition der Verletzungen. Aber auch die Überlebenden dieser Gruppe zeigen oft sehr lang anhaltende Folgeschäden, sowohl physischer als auch psychischer Art. Langzeituntersuchungen zur Lebensqualität Schwerverletzter belegen dies eindrucksvoll (BERGER 2005, BOUILLON 1998, FROMMBERGER 1998).

Die zentrale Frage dieser Untersuchung im DGU-Traumaregister war, ob sich der erfreuliche Rückgang bei den Unfalltoten und Verletzten in Deutschland auch in dieser am schwersten betroffenen Gruppe von Unfallopfern zeigt.

Eine genaue Abgrenzung dieser besonders schwer betroffenen Patientengruppe ist aber schwierig, da die Übergänge fließend sind und klare Grenzen fehlen. Der Begriff des „Polytraumas“ versucht, Patienten mit Verletzungen mehrerer Körperregionen zu erfassen, von denen mindestens eine lebensbedrohlich ist (Definition nach TSCHERNE). Neben solchen subjektiven Definitionen, die zudem schwere Monotraumen ausklammern, wird auch häufig versucht, mit Hilfe von Schweregrad-Punktesystemen (Scores, z. B. ISS) besonders schwer verletzte Patienten objektiv abzugrenzen.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden daher „schwerst“-verletzte Patienten definiert als solche, die im ISS-Score mindestens 9 Punkte erreicht haben und die zudem intensivmedizinisch betreut werden mussten.

Sicher kann auch diese Definition hinterfragt werden und stellt nur einen willkürlichen Schnitt dar, jedoch werden auf diese Weise sicher diejenigen Patienten erfasst, die aus medizinischer Sicht ein „relevantes“ Trauma erlitten haben. Jenseits dieser Grenze gibt es nur in Ausnahmen Todesfälle, und

die sind zumeist nicht auf die direkten Unfallfolgen, sondern eher auf einen insgesamt eingeschränkten Gesundheitszustand vor allem bei älteren Patienten zurückzuführen.

Eine Einschränkung im Hinblick auf eine zukünftige Verwendung dieser Definition in amtlichen Statistiken ergibt sich daraus, dass der ISS zurzeit nur im wissenschaftlichen Kontext und in Registern weit verbreitet ist und dort quasi als ein Standard angesehen wird. Eine AIS-Klassifizierung der Verletzungen von Unfallopfern, die ja Voraussetzung für die Berechnung des ISS darstellt, wird in der normalen Routine in Deutschland zurzeit nicht durchgeführt.

Die so definierten Patienten erfüllen alle die Einschlusskriterien des DGU-Traumaregisters und sind somit in dieser Datenbank verfügbar. Seit 1993 werden in diesem Register auf freiwilliger Basis Daten von schwer verletzten Unfallopfern zum Zweck der externen vergleichenden Qualitätssicherung gesammelt. Mit von Jahr zu Jahr steigenden Fallzahlen können mittlerweile aussagekräftige Ergebnisse auch für kleinere Subgruppen erzielt werden. Der jährliche Zuwachs liegt mittlerweile (2006) bei fast 4.000 Fällen, Tendenz steigend. Verkehrsunfallopfer machen dabei etwa 60 % der dokumentierten Fälle aus.

Aufgrund der Tatsache, dass die Teilnahme an diesem Register freiwillig ist, können nicht im strengen Sinne epidemiologische Aussagen abgeleitet werden; auch regional ist keine Vollständigkeit gegeben. Zudem gehört die Mehrheit der teilnehmenden Kliniken zu den Schwerpunkt- oder Maximalversorgern (z. B. Universitätskliniken), die allerdings auch die große Mehrheit der besonders schwer betroffenen Unfallopfer behandeln.

Die teilnehmenden Kliniken verpflichten sich zur vollständigen Erfassung aller ihrer schwerstverletzten Unfallopfer. Diese Vollständigkeit ist allerdings kaum zu prüfen, da in den Kliniken diese Patienten aus internen Statistiken nur mühsam zu identifizieren sind. Auch abrechnungstechnisch sind diese Patienten in verschiedenen DRG-Kategorien gemeinsam mit anderen Patienten zu finden. DRG steht für Diagnosis-related Groups, also Gruppen von Patienten mit ähnlicher Diagnose und damit auch gleicher Bezahlung. Neben der DRG für Mehrfachverletzte werden manche Schwerstverletzte aber auch zusammen mit anderen Patienten als „Langzeit-Beatmete“ abgerechnet, was die Identifizierung Schwerstverletzter in den Klinikstatistiken erschwert. Eine aktuelle Befragung der hier

berücksichtigten Kliniken bei einem Vor-Ort-Besuch zur Vollständigkeit der Erfassung im Traumaregister ergab, dass nach Angaben der zuständigen Ärzte im Durchschnitt über 90 % der geeigneten Fälle erfasst werden. Eine Umfrage während eines Jahrestreffens vor fünf Jahren ergab ein ähnliches Bild. Einzelne Jahre mit deutlich niedrigeren Fallzahlen als der Mittelwert einer Klinik wurden hier für die Beantwortung der ersten Fragestellung (Rückgang der Schwerstverletztenzahlen) zudem ausgeklammert. Der Grund für Dokumentationslücken war fast immer ein Wechsel in der Zuständigkeit für das Traumaregister.

Damit sind zumindest für die teilnehmenden Kliniken im Zeitverlauf Änderungen im Patientenspektrum oder auch im Verletzungsmuster nachweisbar.

Für die Beantwortung der Frage nach der absoluten Veränderung der Fallzahlen Schwerstverletzter wurde ein Ansatz gewählt, der die über mehrere Jahre beobachtete Anzahl von Verkehrsunfallopfern separat für jede einzelne Klinik erfasst und mit dem Durchschnittswert vergleicht. Der gewählte Zeitraum von insgesamt zehn Jahren sollte hinreichen, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen.

Falls es auch in dieser Gruppe der Schwerstverletzten zu einem Rückgang der Fallzahlen gekommen ist, sollten sich zu Beginn des Beobachtungszeitraumes relativ mehr und am Ende relativ weniger Verkehrsunfallopfer unter den insgesamt in einer Klinik behandelten Fällen finden. Dass dieser Ansatz funktioniert, ist in Bild 4 am Beispiel der im Straßenverkehr Getöteten und Schwerverletzten gut zu erkennen. Hier kann man den in den amtlichen Statistiken festgestellten Rückgang sehr gut nachvollziehen.

Bei der Zahl der Schwerstverletzten aber ist kein eindeutiger Trend erkennbar. Die relativen Veränderungen der Fallzahl schwanken um  $\pm 10\%$  um die 0%-Marke. Kurzfristige Trends wie der Rückgang in den Jahren 2001-2003 sollten daher vorsichtig interpretiert werden. Hinzu kommt, dass gerade in den Jahren vor 2000 mit weniger als 1.000 Fällen pro Jahr die Datengrundlage noch relativ schwach ist und damit ein gewisser Teil der Schwankungen auf statistische Unsicherheiten zurückzuführen ist.

Aber aus welchen Gründen könnte der insgesamt sehr deutliche Trend beim Rückgang der Zahl von Verletzten und Getöteten, wie er aus den amtlichen

Statistiken hervorgeht, gerade bei den Schwerstverletzten nicht nachzuweisen sein?

Es bleibt sicher die Einschränkung, dass das Traumaregister der DGU derzeit nur etwa 15 % aller Schwerstverletzten in Deutschland erfasst, im Gegensatz zu den vollständigen Daten des Statistischen Bundesamtes. Das Traumaregister ist zurzeit von einer flächendeckenden Erfassung weit entfernt. Das könnte sich demnächst mit der Einführung des TraumaRegisterQM als Instrument zur Qualitätssicherung in lokalen Traumanetzwerken ändern. Solche Traumanetzwerke bilden sich aktuell vielfach in der Bundesrepublik, angestoßen durch das Weißbuch der DGU zur Versorgung Schwerverletzter in Deutschland und unterstützt durch den Arbeitskreis AKUT (Arbeitskreis Umsetzung Traumanetzwerk der DGU) (RUCHHOLTZ 2007). Mit dieser deutlich reduzierten Version des Traumaregisters werden dann demnächst lokal vollständige Daten zum Unfallgeschehen erhoben werden können. Allerdings werden auch dort erst in einigen Jahren hinreichende Daten vorliegen, um zeitliche Veränderungen eindeutig belegen zu können.

Ein weiterer Grund für die relativ stabile Zahl Schwerstverletzter in den letzten zehn Jahren könnte aber auch folgender sein: Möglicherweise hat gerade der Rückgang bei den Getöteten zu einer Zunahme bei den Schwerstverletzten geführt. Patienten, die noch vor Jahren bei schweren Verkehrsunfällen am Unfallort verstorben sind, erreichen heute oftmals die Klinik und überleben den Unfall dank z. B. verbesserter Fahrzeugtechnik. Crash-Tests optimieren die Stabilität der Fahrgastzelle in Pkw, Airbags in unterschiedlicher Anzahl und Positionierung können helfen, hohe Energien abzufangen und so das Verletzungsrisiko zu mindern. Die Rate nicht angeschnallter Pkw-Fahrer ist heute sehr gering.

Alle diese Maßnahmen können aber nicht nur die Überlebenschancen bei einem Unfall verbessern, sondern können auch dafür sorgen, dass Verletzungen weniger schwer ausfallen oder überhaupt nicht mehr auftreten. Es ist daher zu vermuten, dass früher schwerstverletzte Patienten heute nur noch zu den Schwer- oder gar Leichtverletzten zählen. In diesem Sinne würde sich erklären, warum bei den besonders schwer betroffenen Patienten keine großen Veränderungen zu beobachten sind. Auf der einen Seite erfolgt eine Reduzierung der Anzahl Schwerstverletzter, weil die Verlet-

zungen weniger schwer sind, auf der anderen Seite sieht man heute Patienten als Schwerstverletzte, die vor Jahren noch ums Leben gekommen wären. Dies entspricht einem „Shift“ von den Getöteten über die Schwerst- und Schwerverletzten hin zu den Leicht- oder gar nicht mehr Verletzten. Diese Sichtweise könnte erklären, dass sich der „Ausschnitt“ der hier betrachteten Schwerstverletzten dabei kaum verändert hat.

Dass diese Argumentation zumindest in Teilen richtig ist, zeigen die Ergebnisse zur zweiten Fragestellung. In den letzten zwei bis drei Jahren konnte das Traumaregister einen signifikanten Rückgang der Letalität im Krankenhaus nachweisen (RUCHHOLTZ 2008, Traumaregister-Jahresbericht 2007). In den letzten beiden Jahren des hier betrachteten Zeitraumes lag die Letalität um vier bis fünf Prozentpunkte unterhalb der erwarteten Prognose, die auf Daten der 1990er Jahre beruht (Prognose nach dem RISC). Dies bedeutet, dass heute von 100 Schwerstverletzten nicht mehr 18, sondern nur noch 14 Patienten im Krankenhaus versterben. Die vier „geretteten“ Patienten gehören aber nun zur Gruppe der Schwerstverletzten und füllen diese auf.

In einer vorhergehenden Pilotuntersuchung von HÖHNSCHIED et al. (HÖHNSCHIED 2004) wurde neben Schwerbehindertenstatistik und Krankenhausdiagnosen ebenfalls das Traumaregister der DGU herangezogen, jedoch nur die Daten aus drei Unfallzentren (Köln, Hannover, Essen) und im Wesentlichen nur bezogen auf die Jahre 1999-2001. Die gefundenen Veränderungen waren demnach eher gering, und die Autoren hatten schon seinerzeit eine ausführlichere Analyse des Traumaregisters vorgeschlagen. Für diese Analyse stehen nun ausreichend Daten aus über 70 Kliniken in einem 10-Jahres-Zeitraum zur Verfügung. Es ist vorgesehen, die vorliegende Auswertung nach Vorliegen weiterer Dokumentationsjahre zu wiederholen bzw. regelmäßig fortzuführen. Die schon erwähnte Ausweitung des Traumaregisters als TraumaRegisterQM im Rahmen von lokalen Traumanetzwerken ist dabei eine sicher positive Option, da alle benötigten Daten für diesen Bericht auch in dem reduzierten Datensatz enthalten sein werden.

Neben der Frage nach der Veränderung der Schwerstverletztenzahlen insgesamt ergibt sich bei vergleichenden Beobachtungen über die Zeit immer auch die Möglichkeit, den Charakter der Verletzungen zu untersuchen.

Als ersten Befund kann man hier festhalten, dass es Verschiebungen bei der Art der Verkehrsteilnahme zu beobachten gibt. Der Anteil der Pkw/Lkw-In-sassen ist rückläufig, im 10-Jahres-Vergleich ist ihre Zahl um etwa 10 % gesunken. Dagegen stellen Fußgänger und Zweiradfahrer jeweils 5 % mehr am Kollektiv dar.

Auch in der Art und der Verteilung der Verletzungen ergeben sich einige Änderungen. Die farbcodierte grafische Darstellung des Verletzungsmusters je nach Verkehrsbeteiligung (Bild 8 a-d) zeigt deutliche Differenzen. Auto- und Motorradfahrer zeigen insgesamt dunklere Farbtöne, was eine größere Häufigkeit von Verletzungen in unterschiedlichen Körperregionen charakterisiert. Gerade in diesen beiden Patientengruppen ist die Krafteinwirkung auf den Körper besonders groß, was diese Unterschiede sicherlich erklären kann.

Radfahrer zeigen zusammen mit den Fußgängern die höchsten Raten an Kopfverletzungen; bei den Fußgängern kommen noch sehr häufig Verletzungen der unteren Extremität hinzu. Auch diese Verletzungsmuster entsprechen gut dem erwarteten Bild. Das Tragen von Helmen ist bei (erwachsenen) Radfahrern noch nicht sehr verbreitet.

Betrachtet man die Veränderungen der Verletzungsmuster über die Zeit, so ist vor allem ein Rückgang bei den Kopfverletzungen zu erkennen, während die übrigen Verletzungsarten relativ stabil in ihrem Anteil sind. Lediglich die Verletzungen der Wirbelsäule scheinen etwas zuzunehmen; ihr Anteil hat sich in etwa auf 20 % verdoppelt. Verletzungen der Wirbelsäule beinhalten hier allerdings vor allem Frakturen (AIS ab Schweregrad 2), die oft auch ohne weitere Therapie ausheilen und möglicherweise heute auf Grund besserer CT-Diagnostik eher diagnostiziert werden können als früher. Kleinere Frakturen der Wirbelsäule ohne Symptomatik – und auch ohne therapeutische Konsequenzen – können ohne bewusst angefertigte Röntgenbilder auch leicht übersehen werden. Gravierende Folgen von Verletzungen der Wirbelsäule, z. B. Querschnitt-Lähmungen, sind aber auch im Traumaregister selten, sodass hier mit den vorliegenden Daten keine Trendaussage zu leisten ist. Dies mag sich ändern, wenn die Bereitschaft zur Teilnahme am Traumaregister weiter steigt und zunehmend mehr Fälle pro Jahr gemeldet werden.

Ein weiterer Punkt bei der Interpretation der Ergebnisse ist noch zu beachten: Das hier betrachtete Kollektiv ist nicht vollständig in der amtlichen Zahl

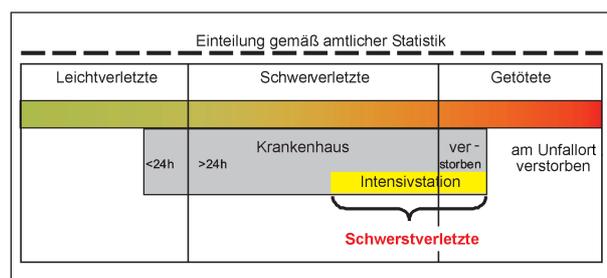
der Schwerverletzten enthalten (Bild 9). Patienten, die innerhalb der ersten 30 Tage an den Folgen ihres Unfalls versterben, zählen ja bekanntlich zu den Getöteten, während diese Gruppe im Traumaregister natürlich unter die Einschlusskriterien fällt. Diese Gruppe von Patienten, die lebend eine Klinik erreichen, aber dann trotzdem versterben, ist im Sinne der Qualitätssicherung von größtem Interesse. Nicht zuletzt ist die (Schweregrad-adjustierte) Letalitätsrate das zentrale Kriterium zur Bewertung der Ergebnisqualität.

In dem vorliegenden Datensatz trifft dies auf ca. 15 % der Patienten zu, die im Krankenhaus verstorben sind. Für einige Fragestellungen (z. B. bei der ersten) wurden die Ergebnisse unter Ausschluss der im Krankenhaus verstorbenen Patienten wiederholt; es ergaben sich aber keine wesentlichen Abweichungen von den zuvor erhaltenen Ergebnissen.

Jenseits dieser Grenze „lebend eine Klinik erreicht“, also bei den am Unfallort verstorbenen Opfern, ist die Datenlage sehr dünn, insbesondere was die Verletzungen (Muster, Schwere) angeht. Hier ist man auf die Angaben des Notarztes angewiesen, und insbesondere innere Verletzungen (Bauch, Brust) lassen sich nur sehr ungenau abschätzen.

Insgesamt lassen sich die Daten des DGU-Traumaregisters gut nutzen, um typische Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsbeteiligung zu beschreiben und um relative Veränderungen über die Zeit sowohl beim Verletzungsmuster als auch bei der Anzahl Schwerverletzter nachzuweisen.

Beobachtungszeiträume von zehn Jahren und mehr, wie im vorliegenden Fall, ermöglichen auch Trendaussagen, die bei kürzeren Betrachtungszeiträumen zu stark von zufälligen Schwankungen beeinflusst sein können (Ausnahme: vollständige



**Bild 9:** Schematische Darstellung der Schweregrad-Verteilung verletzter und getöteter Verkehrsunfallopfer und ihre Zuordnung zur amtlichen Statistik sowie zur hier betrachteten Definition der Schwerverletzten

Datenerfassung aller Fälle). Epidemiologische Aussagen wie in den amtlichen Statistiken sind aber nur sehr eingeschränkt möglich, da das Trauma-register bisher nur auf freiwilliger Basis Daten sammelt und trotz des zunehmend steigenden Interesses erst einen Anteil von geschätzt 15 % aller Schwerstverletzten in Deutschland erfasst.

## 5 Kliniken im DGU-Traumaregister

Die den 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, die sich seit 1993 an dieser Datenerhebung beteiligen:

Universitätsklinik der RWTH Aachen	General & Teaching Hospital Celje (Slovenien)
Zentralklinikum Augsburg	Allgemeines Krankenhaus Celle
Kreiskrankenhaus Bad Hersfeld	Klinikum Chemnitz
SANA - Krankenhaus Bergen/Rügen	Städt. Klinikum Dessau
Charité - Campus Virchow-Klinikum Berlin	Klinikum Lippe-Detmold, Detmold
Martin-Luther-Krankenhaus Berlin	Krankenhaus Dresden-Neustadt
Vivantes Klinikum Berlin Friedrichshain	Technische Universität Dresden
Klinikum Berlin-Buch	Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt
BG-Unfallklinik Berlin-Mahrzahn	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Krankenanstalten Gilead Bielefeld	Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Eisenstadt (Österreich)
Südeifel-Kliniken Bitburg	Klinikum Erfurt
BG-Klinik Bochum Bergmannsheil	Kreiskrankenhaus Eschwege
Knappschaftskrankenhaus der Ruhr-Universität Bochum	Universitätsklinikum Essen
Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	Evang. Krankenhaus Lutherhaus Essen
Städt. Klinikum Braunschweig	Diakonissenkrankenhaus Flensburg
Zentralkrankenhaus Sankt-Jürgen-Straße Bremen	BG-Unfallklinik Frankfurt/Main
Zentralkrankenhaus Bremen Ost	Universitätsklinik Frankfurt/Main
Klinikum Bremerhaven-Reinkenheide	Klinikum Frankfurt/Oder
Landeskrankenhaus Bruck/Mur (Österreich)	Herz-Jesu-Krankenhaus Fulda
Kreiskrankenhaus Burg	Klinikum Fürth
	Johanniter-Krankenhaus Geesthacht
	Städtisches Klinikum Görlitz
	Klinik an Eichert Göppingen
	Georg-August-Universität Göttingen
	Universität Graz (Österreich)
	Allg. Unfallversicherungsanstalt Graz (Österreich)
	Kreiskrankenhaus Grevenbroich
	Universitätsklinik Groningen (Niederlande)
	Kreiskrankenhaus Gummersbach
	BG-Klinik Bergmannstrost Halle/Saale
	BG-Unfallkrankenhaus Hamburg
	Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf
	Asklepios Klinik St. Georg Hamburg

---

Kreiskrankenhaus Hameln	Teaching Hospital Maribor (Slovenien)
Medizinische Hochschule Hannover	Heilig Hart Ziekenhuis Roeselare
Krankenhaus Hannover-Nordstadt	Menen (Belgien)
Friederikenstift Hannover	Klinikum Minden
Ev. Krankenhaus Hattingen	Krankenhaus Maria Hilf Mönchengladbach
Orthopäd. Universitätsklinik Heidelberg	Klinikum Großhadern der LMU München
Klinikum der R.-Karls-Universität Heidelberg	Klinikum Innenstadt der LMU München
St. Bernward Krankenhaus Hildesheim	Städt. Krankenhaus München-Bogenhausen
Universität des Saarlandes Homburg/Saar	Städt. Krankenhaus München-Harlaching
Waldviertel Klinikum Horn (Österreich)	Westfälische Wilhelms-Universität Münster
General Hospital Izola (Slovenien)	BG-Unfallklinik Murnau
LKH Judenburg-Knittelfeld (Österreich)	St. Elisabeth Krankenhaus Neuwied
Städt. Klinikum Karlsruhe	Lukaskrankenhaus der Städt. Kliniken Neuss
Christian-Albrechts-Universität Kiel	Marienhospital Osnabrück
Bundeswehrkrankenhaus Koblenz	Vogtland Klinikum Plauen
Klinikum Kemperhof Koblenz	Klinikum Remscheid
Unfallchirurgische Klinik der Universität zu Köln	Klinikum Rosenheim
Städt. Klinikum Köln-Merheim	St. Johannis-Spital, Landeskrankenhaus Salzburg (Österreich)
Allg. öff. Krankenhaus Krems/Donau (Österreich)	Diakonissenkrankenhaus Schwäbisch Hall
Städt. Klinikum St. Georg Leipzig	Kreiskrankenhaus Soltau
Universität Leipzig	Johanniter-Krankenhaus der Altmark Stendal
Ev. Krankenhaus Lengerich	Klinikum St. Elisabeth Straubing
Allg. öffentl. Krankenhaus Linz (Österreich)	Kreiskrankenhaus Tirschenreuth
Ev. Krankenhaus Lippsstadt	Kreiskrankenhaus Traunstein
Universitätsklinikum Lübeck	Krankenhaus der barmherzigen Brüder Trier
Universitätsklinik Lubljana (Slovenien)	BG-Unfallklinik Tübingen
BG-Unfallklinik Ludwigshafen	Bundeswehrkrankenhaus Ulm
St.-Marien-Hospital Lünen	Universitätsklinik Ulm
Krankenhaus Altstadt	Klinikum der Stadt Villingen-Schwenningen
Städt. Klinikum Magdeburg	Klinikum Weiden/Oberpfalz
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Asklepios Kreiskrankenhaus Weißenfels
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz	Donauspital Wien (Österreich)
Universitätsklinikum Mannheim	Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken Wiesbaden
Universität Marburg	

Klinikum der Stadt Wolfsburg  
 Ferdinand-Sauerbruch-Klinikum Wuppertal  
 Helios Klinikum Wuppertal  
 Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
 Universitätsspital ETH Zürich (Schweiz)  
 Rettungsstelle Zusmarshausen

## 6 Literatur

- AAAM – Association for the Advancement of Automotive Medicine. Abbreviated Injury Scale (AIS) 1990 – Update 98. Des Plaines, IL, USA, 1998
- BERGER, E.: Langzeit-Outcome schwerverletzter Patienten. Eine prospektive Studie zur Lebensqualität und beruflichen Integration bis 6 Jahre nach Unfalltrauma. Inaugural-Dissertation, Medizinische Fakultät der Universität zu Köln, 2005
- BOSTANCI, S.: Frühe somatische und psychosoziale Prädiktoren der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei schwerverletzten Patienten. Eine prospektive klinische Studie. Inaugural-Dissertation, Medizinische Fakultät der Universität zu Köln, 2005
- BOUILLON, B., NEUGEBAUER, E.: Outcome after Polytrauma. *Langenbeck's Arch. Surg.* 1998, 383: 228-234
- 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
- BOUILLON, B., KREDER, H. J. and MI Consensus Group: Quality of life in patients with multiple injuries – Basic concepts, assessment, and recommendations. *Restorative Neurol. Neurosci.* 2002, 20: 125-134
- CHAMPION, H. R., COPES, W. J., SACCO, W. J., LAWNICK, M. M., KEAST, S. L., BAIN, L. W., FLANAGAN, M. E., FREY, C.: The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care. *J. Trauma*, 1990, 30: 1356-1365
- DSTATIS. Fachserie 8 Verkehr; Reihe 7 Verkehrsunfälle. Stand Dezember 2007, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2008
- FROMMBERGER, U., SCHLICKWEI, W., STIEGLITZ, R. D., NYBERG, E., KUNER, E., BERGER, M.: Die psychischen Folgen nach Verkehrsunfällen. *Unfallchirurgie* 1998, 24: 115-121
- GARDNER, M. J., ALTMAN, D. G.: *Statistics with confidence. Confidence intervals and statistical guidelines.* BMJ Verlag, London, 1989
- HAAS, N. P., von FOURNIER, C., TEMPKA, A., SUDKAMP, N. P.: Traumazentrum 2000. Wie viele und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000. *Unfallchirurg* 1997, 100: 852-858
- HÖHNSCHIED, K. J., STRAUBE, M.: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2004? Bundesanstalt für Straßenwesen Info 02/06.
- HÖHNSCHIED, K. J., LIPPARD, D., BARTZ, R.: Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Verkehrsunfällen in Deutschland. Pilotuntersuchung. Bundesanstalt für Straßenwesen 2004
- KAUVAR, D. S., LEFERING, R., WADE, C. E.: Impact of hemorrhage on trauma outcome: An overview of epidemiology, clinical presentations, and therapeutic considerations. *J Trauma* 2006, 60: S3-S11
- KÜHNE, C. A., RUCHHOLTZ, S., BUSCHMANN, C., STURM, J., LACKNER, C. K., 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.: Scoring beim Polytrauma. In: H. J. OESTERN (Hrsg.). *Das Polytrauma.* Urban & Fischer, München, 2008, S. 41-54
- 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
- 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
- PAPE, H. C., GROTZ, M., SCHWERMANN, T., RUCHHOLTZ, S., LEFERING, R., RIEGER, M., TRÖGER, M., Graf v. d. SCHULENBURG, J. M., KRETTEK, C. und AG Polytrauma der DGU (2003): Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Kosten der Versorgung Schwerverletzter – eine Initiative des Traumaregisters der DGU. Unfallchirurg 106: 348-357
- PIRENTE, N., BOUILLON, B., SCHÄFER, B., RAUM, M., HELLING, H. J., BERGER, E., NEUGEBAUER, E.: Systematische Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität beim polytraumatisierten Patienten. Die Polytrauma-Outcome (POLO) Chart. Unfallchirurg 2002, 105: 413-422
- 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, C. A., 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 2007.  
[www.traumaregister.de](http://www.traumaregister.de)

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

### Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

## 2002

- M 135: **Nutzung von Inline-Skates im Straßenverkehr**  
Alrutz, Gündel, Müller, Brückner, Gnielka, Lerner, Meyhöfer € 16,00
- M 136: **Verkehrssicherheit von ausländischen Arbeitnehmern und ihren Familien**  
Funk, Wiedemann, Rehm, Wasilewski, Faßmann, Kabakci, Dorsch, Klapproth, Ringleb, Schmidtpott € 20,00
- M 137: **Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern**  
Assing € 15,00
- M 138: **Beteiligung, Verhalten und Sicherheit von Kindern und Jugendlichen im Straßenverkehr**  
Funk, Faßmann, Büschges, Wasilewski, Dorsch, Ehret, Klapproth, May, Ringleb, Schießl, Wiedemann, Zimmermann € 25,50
- M 139: **Verkehrssicherheitsmaßnahmen für Kinder – Eine Sichtung der Maßnahmenlandschaft**  
Funk, Wiedemann, Büschges, Wasilewski, Klapproth, Ringleb, Schießl € 17,00
- M 140: **Optimierung von Rettungseinsätzen – Praktische und ökonomische Konsequenzen**  
Schmiedel, Moecke, Behrendt € 33,50
- M 141: **Die Bedeutung des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen mit schädel-hirn-traumatisierten Kindern – Eine retrospektive Auswertung von Notarzteinsetzprotokollen in Bayern**  
Brandt, Sefrin € 12,50
- M 142: **Rettungsdienst im Großschadensfall**  
Holle, Pohl-Meuthen € 15,50
- M 143: **Zweite Internationale Konferenz „Junge Fahrer und Fahrerinnen“**  
€ 22,50
- M 144: **Internationale Erfahrungen mit neuen Ansätzen zur Absenkung des Unfallrisikos junger Fahrer und Fahranfänger**  
Willmes-Lenz € 12,00
- M 145: **Drogen im Straßenverkehr – Fahrsimulationstest, ärztliche und toxikologische Untersuchung bei Cannabis und Amphetaminen**  
Vollrath, Sachs, Babel, Krüger € 15,00
- M 146: **Standards der Geschwindigkeitsüberwachung im Verkehr – Vergleich polizeilicher und kommunaler Überwachungsmaßnahmen**  
Pfeiffer, Wiebusch-Wothge € 14,00
- M 147: **Leistungen des Rettungsdienstes 2000/01 – Zusammenstellung von Infrastrukturdaten zum Rettungsdienst 2000 und Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2000 und 2001**  
Schmiedel, Behrendt € 15,00

## 2003

- M 148: **Moderne Verkehrssicherheitstechnologie – Fahrdatenspeicher und Junge Fahrer**  
Heinzmann, Schade € 13,50
- M 149: **Auswirkungen neuer Informationstechnologien auf das Fahrverhalten**  
Färber, Färber € 16,00
- M 150: **Benzodiazepine: Konzentrationen, Wirkprofile und Fahrtüchtigkeit**  
Lutz, Stroheck-Kühner, Aderjan, Mattern € 25,50

- M 151: **Aggressionen im Straßenverkehr**  
Maag, Krüger, Breuer, Benmimoun, Neunzig, Ehmanns € 20,00
- M 152: **Kongressbericht 2003 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V.** € 22,00
- M 153: **Grundlagen streckenbezogener Unfallanalysen auf Bundesautobahnen**  
Pöppel-Decker, Schepers, Koßmann € 13,00
- M 154: **Begleitetes Fahren ab 17 – Vorschlag zu einem fahrpraxisbezogenen Maßnahmenansatz zur Verringerung des Unfallrisikos junger Fahranfängerinnen und Fahranfänger in Deutschland**  
Projektgruppe „Begleitetes Fahren“ € 12,50

## 2004

- M 155: **Prognosemöglichkeiten zur Wirkung von Verkehrssicherheitsmaßnahmen anhand des Verkehrszentralregisters**  
Schade, Heinzmann € 17,50
- M 156: **Unfallgeschehen mit schweren Lkw über 12 t**  
Assing € 14,00
- M 157: **Verkehrserziehung in der Sekundarstufe**  
Weishaupt, Berger, Saul, Schimunek, Grimm, Pleßmann, Zügenrucker € 17,50
- M 158: **Sehvermögen von Kraftfahrern und Lichtbedingungen im nächtlichen Straßenverkehr**  
Schmidt-Clausen, Freiding € 11,50
- M 159: **Risikogruppen im VZR als Basis für eine Prämiendifferenzierung in der Kfz-Haftpflicht**  
Heinzmann, Schade € 13,00
- M 160: **Risikoorientierte Prämiendifferenzierung in der Kfz-Haftpflichtversicherung – Erfahrungen und Perspektiven**  
Ewers(+), Growitsch, Wein, Schwarze, Schwintowski € 15,50
- M 161: **Sicher fahren in Europa – 5. Symposium** € 19,00
- M 162: **Verkehrsteilnahme und -erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme**  
Holte, Albrecht € 13,50
- M 163: **Referenzdatenbank Rettungsdienst Deutschland**  
Kill, Andrä-Welker € 13,50
- M 164: **Kinder im Straßenverkehr**  
Funk, Wasilewski, Eilenberger, Zimmermann € 19,50

## 2005

- M 165: **Förderung der Verkehrssicherheit durch differenzierte Ansprache junger Fahrerinnen und Fahrer**  
Hoppe, Tekaath, Woltring € 18,50
- M 166: **Förderung des Helmtrens Rad fahrender Kinder und Jugendlicher – Analyse der Einflussfaktoren der Fahrradhelmnutzung und ihrer altersbezogenen Veränderung**  
Schreckenber, Schlittmeier, Ziesenis € 16,00
- M 167: **Fahrausbildung für Behinderte**  
Zawatzky, Dorsch, Langfeldt, Lempp, Mischau € 19,00
- M 168: **Optimierung der Fahrerlaubnisprüfung – Ein Reformvorschlag für die theoretische Fahrerlaubnisprüfung**  
Bönninger, Sturzbecher € 22,00
- M 169: **Risikoanalyse von Massenunfällen bei Nebel**  
Debus, Heller, Wille, Dütschke, Normann, Placke, Wallentowitz, Neunzig, Benmimoun € 17,00
- M 170: **Integratives Konzept zur Senkung der Unfallrate junger Fahrerinnen und Fahrer – Evaluation des Modellversuchs im Land Niedersachsen**  
Stiensmeier-Pelster € 15,00
- M 171: **Kongressbericht 2005 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V. – 33. Jahrestagung** € 29,50
- M 172: **Das Unfallgeschehen bei Nacht**  
Lerner, Albrecht, Evers € 17,50

- M 173: Kolloquium „Mobilitäts-/Verkehrserziehung in der Sekundarstufe“ € 15,00  
 M 174: Verhaltensbezogene Ursachen schwerer Lkw-Unfälle Evers, Auerbach € 13,50

## 2006

- M 175: Untersuchungen zur Entdeckung der Drogenfahrt in Deutschland Iwersen-Bergmann, Kauert € 18,50  
 M 176: Lokale Kinderverkehrssicherheitsmaßnahmen und -programme im europäischen Ausland Funk, Faßmann, Zimmermann, unter Mitarbeit von Wasilewski, Eilenberger € 15,00  
 M 177: Mobile Verkehrserziehung junger Fahranfänger Krampe, Großmann € 15,50  
 M 178: Fehlerhafte Nutzung von Kinderschutzsystemen in Pkw Fastenmeier, Lehnig € 15,00  
 M 179: Geschlechtsspezifische Interventionen in der Unfallprävention Kleinert, Hartmann-Tews, Combrink, Allmer, Jüngling, Lobinger € 17,50  
 M 180: Wirksamkeit des Ausbildungspraktikums für Fahrlehreranfänger Friedrich, Brünken, Debus, Leutner, Müller € 17,00  
 M 181: Rennspiele am Computer: Implikationen für die Verkehrssicherheitsarbeit – Zum Einfluss von Computerspielen mit Fahrzeugbezug auf das Fahrverhalten junger Fahrer Vorderer, Klimmt € 23,00  
 M 182: Cannabis und Verkehrssicherheit – Mangelnde Fahreignung nach Cannabiskonsum: Leistungsdefizite, psychologische Indikatoren und analytischer Nachweis Müller, Topic, Huston, Strohbeck-Kühner, Lutz, Skopp, Aderjan € 23,50  
 M 183: Hindernisse für grenzüberschreitende Rettungseinsätze Pohl-Meuthen, Schäfer, Gerigk, Moecke, Schlechtriemen € 17,50

## 2007

- M 184: Verkehrssicherheitsbotschaften für Senioren – Nutzung der Kommunikationspotenziale im allgemeinmedizinischen Behandlungsalltag Kocherscheid, Rietz, Poppelreuter, Riest, Müller, Rudinger, Engin € 18,50  
 M 185: 1<sup>st</sup> FERSI Scientific Road Safety Research-Conference Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden € 24,00  
 M 186: Assessment of Road Safety Measures Erstellt im Rahmen des EU-Projektes ROSEBUD (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making) € 16,00  
 M 187: Fahrerlaubnisbesitz in Deutschland Kalinowska, Kloas, Kuhfeld € 15,50  
 M 188: Leistungen des Rettungsdienstes 2004/05 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2004 und 2005 Schmiedel, Behrendt € 15,50  
 M 189: Verkehrssicherheitsberatung älterer Verkehrsteilnehmer – Handbuch für Ärzte Henning € 15,00  
 M 190: Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ÖPSV Baier, Benthaus, Klempf, Schäfer, Maier, Enke, Schüller € 16,00

- M 191: ADAC/BAST-Symposium "Sicher fahren in Europa" – Referate des Symposiums vom 13. Oktober 2006 in Baden-Baden Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden. € 24,00

## 2008

- M 192: Kinderunfallatlas Neumann-Opitz, Bartz, Leipnitz € 14,50  
 M 193: Alterstypisches Verkehrsrisiko Schade, Heinzmann € 14,50  
 M 194: Wirkungsanalyse und Bewertung der neuen Regelungen im Rahmen der Fahrerlaubnis auf Probe Debus, Leutner, Brünken, Skottke, Biermann € 14,50  
 M 195: Kongressbericht 2007 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin (DGVM e.V.) – zugleich 50-jähriges Jubiläum der Fachgesellschaft DGVM – 34. Jahrestag € 28,00  
 M 196: Psychologische Rehabilitations- und Therapiemaßnahmen für verkehrsauffällige Kraftfahrer Follmann, Heinrich, Corvo, Mühlensiep, Zimmermann, Klipp, Bornewasser, Glitsch, Dünkel € 18,50  
 M 197: Aus- und Weiterbildung von Lkw- und Busfahrern zur Verbesserung der Verkehrssicherheit Frühauf, Roth, Schyggulla € 15,50  
 M 198: Fahreignung neurologischer Patienten – Untersuchung am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie Knoche € 15,00  
 M 199: Maßnahmen zur Verbesserung der visuellen Orientierungsleistung bei Fahranfängern Müsseler, Debus, Huestegge, Anders, Skottke € 13,50  
 M 200: Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland Lefering € 13,50

---

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW  
 Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
 Postfach 10 11 10  
 D-27511 Bremerhaven  
 Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
 Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
 Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
 Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.