

**Medizinische Folgen von
Straßenverkehrsunfällen:
Drei Datenquellen, drei Methoden,
drei unterschiedliche Ergebnisse?**

F1100.4309001.01

Kerstin Auerbach
Dietmar Otte
Michael Jänsch
Rolf Lefering

Bergisch Gladbach
13.10.2009

Inhalt

Kurzfassung	2
1. Einleitung	3
2. Erhebungen am Unfallort – GIDAS: Schwerpunktthema 2006 „Schwerstverletzte“	5
3. Traumaregister der DGU	11
4. Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdienstes des Lahn-Dill-Kreises in Hessen	17
5. Diskussion der drei Studienansätze	20
6. Literatur	24

Kurzfassung

Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat drei Forschungsprojekte zum Thema „Schwer- und Schwerstverletzte Straßenverkehrsunfallopfer“ durchgeführt. Die Studienergebnisse werden vergleichend dargestellt. Im Hinblick auf die zukünftige Forschung wird diskutiert, welcher der Ansätze für eine langfristige Untersuchung der medizinischen Folgen von Straßenverkehrsunfällen geeignet scheint.

Medizinische Folgen von Straßenverkehrsunfällen: Drei Datenquellen, drei Methoden, drei unterschiedliche Ergebnisse?

Kerstin Auerbach, Dietmar Otte, Michael Jänsch, Rolf Lefering

1. Einleitung

Das Nationale Verkehrssicherheitsprogramm, dessen Ausarbeitung durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, den Deutschen Verkehrssicherheitsrat sowie Vertreter der Bundesländer und der Spitzenverbände aus dem Verkehrsbereich in diesem Frühjahr eingeleitet wurde, zielt u.a. auf die Reduzierung der Anzahl der Verkehrstoten und stärker als bisher auch auf einen deutlichen Rückgang der Anzahl der Schwer- und Schwerverletzten ab. Diese Entscheidung ist insbesondere vor dem Hintergrund zu sehen, dass sich in den letzten 20 Jahren die Reduktion der Anzahl der Schwerverletzten nicht in dem gleichen Maße positiv entwickelt hat wie bei den Getöteten. Ausgehend von den Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes (2008) zur Anzahl der bei Straßenverkehrsunfällen Verunglückten ergibt sich für den Zeitraum von 1991 bis 2007 eine durchschnittliche jährliche Reduktionsrate von 5 % bei den Getöteten gegenüber nur 3,4 % bei den Schwerverletzten. Auch die Absolutzahlen zu den Schwerverletzten und die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten zeigen einen Handlungsbedarf auf. Im Jahr 2007 wurden 75.443 Personen bei Straßenverkehrsunfällen schwer verletzt. Die damit einhergehenden Kosten können auf knapp 7 Milliarden Euro geschätzt werden und schlagen damit unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten noch deutlicher zu Buche als Unfälle mit Getöteten ($N_{2007}=4.949$; geschätzte Kosten: knapp 6 Milliarden Euro)¹.

Der Forschungsbedarf zu Schwerverletzten in Folge von Straßenverkehrsunfällen begründet sich weiterhin aus dem relativ begrenzten Wissen zu den tatsächlichen medizinischen Unfallfolgen dieser Patientengruppe. In der amtlichen Unfallstatistik erfolgt die Einteilung der Unfallopfer in die Kategorien „Getötete“, „Schwer-“ und „Leichtverletzte“ anhand zeitlicher Kriterien. So zählt eine Person als getötet, wenn sie innerhalb von 30 Tagen an den Unfallfolgen verstirbt. Als schwerverletzt gilt jemand, der unmittelbar nach dem Unfall zur stationären Behandlung für mindestens 24 Stunden in ein Krankenhaus aufgenommen wird. Alle übrigen Verletzten werden als leichtverletzt eingestuft. Diese Kategorisierung der Personenschäden ist sehr grob und führt zu einer großen Heterogenität innerhalb der Gruppen. Insbesondere die Gruppe der Schwerverletzten setzt sich aus Patienten zusammen, deren Verletzungsschwere sehr unterschiedlich ist. Es finden sich hier sowohl Patienten, die lediglich zur Beobachtung stationär für eine Nacht in ein Krankenhaus aufgenommen und danach als gesund entlassen werden als auch Patienten, die mit schwersten Verletzungen mehrere Wochen lang operativ und intensivstationär im Krankenhaus behandelt werden und ggf. aufgrund chronischer Schmerzen oder bleibender Behinderungen ein Leben lang unter den Unfallfolgen zu leiden haben.

Eine solch differenzierte Betrachtung der Verunglückten in Abhängigkeit der Verletzungsschwere oder der Art der Verletzung ist im Rahmen der amtlichen Unfallstatistik nicht vorge-

¹ Die geschätzten Kosten basieren auf den in der Studie von Höhnscheid & Straube (2006) publizierten Kostensätzen für Personenschäden.

sehen und findet sich auch in keiner anderen amtlichen Statistik wieder. Es stellt sich damit für die Verkehrssicherheitsforschung die Herausforderung, Forschungskonzepte zu entwickeln, die anhand möglichst bundesweit repräsentativen Datenmaterials eine Untersuchung der bei Straßenverkehrsunfällen Schwer- und Schwerstverletzten erlauben.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) hat drei Studien durchgeführt, die sich mit dem Thema „Schwer- und Schwerstverletzte“ befassen (Tabelle 1). Im Rahmen dieser Studien wurden jeweils verschiedene Datenquellen herangezogen, um neue Erkenntnisse zu den medizinischen Folgen von Straßenverkehrsunfällen zu gewinnen. Ein Ziel dieser Projekte war es, auf der jeweils gegebenen Datenbasis Informationen zu den Verletzungsmustern und der Verletzungsschwere von Verkehrsunfallopfern zu gewinnen sowie Zusammenhänge mit Parametern des Unfallgeschehens (z.B. Art der Verkehrsbeteiligung) zu untersuchen. Die Projekte unterscheiden sich dabei in der angewandten Methodik, insbesondere der zur Definition der Verletzungsschwere verwendeten Kriterien.

Tabelle 1: Forschungsprojekte der BASt zum Thema „Schwer- und Schwerstverletzte“

	Erhebungen am Unfallort GIDAS: Schwerpunkt- thema 2006 „Schwerst- verletzte“	Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter in Folge von Straßenver- kehrsunfällen in Deutsch- land	Zusammenführung von Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdien- stes – eine Machbarkeits- studie
Autor	Otte, D. & Jänsch, M.	Lefering, R.	Auerbach, K.
Datenquelle	GIDAS (German In-Depth-Accident- Study)	Traumaregister der Deut- schen Gesellschaft für Unfallchirurgie	Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdienstes des Lahn-Dill-Kreises in Hessen
Bezugsjahr	1999-2005	1997 - 2006	2006
Ziel der Studie	Untersuchung schwer- und schwerstverletzter Unfallopfer hinsichtlich der Unfallstruktur und Verletzungssituation	Veränderung der Anzahl Schwerstverletzter; Veränderung der Sterbe- rate im Krankenhaus; Veränderung der Verlet- zungsmuster und - schwere im 10-Jahres- Verlauf	Integration von Unfallda- ten der Polizei und des Rettungsdienstes; exemplarische Auswer- tungen zu Verletzungs- mustern und -schwere
Parameter zur Defini- tion der Verletzungs- schwere und Untersu- chungsgruppen	ISS, MAIS, Art der Kran- kenhausbehandlung (am- bulant, Normalstation, Intensivstation, getötet)	ISS \geq 9, Art der Kranken- hausbehandlung (inten- sivstationär)	Rückmeldezahl des Lan- des Hessen (Lahn-Dill- Kreis)
Stichprobengröße	Leichtverletzte: 10.422 Schwerverletzte: 3.837 Schwerstverletzte: 207 Getötete: 309	Schwerstverletzte: 11.928	Keine Verletzung: 68 Leichte Verletzung: 173 Denkbare Verletzung: 212 Schwere Verletzung: 73 Polytrauma: 19 Ungültige Angaben: 4

In der vorliegenden Arbeit sollen die genannten Studien zusammenfassend vorgestellt werden und im Hinblick auf die Eignung der jeweils verwendeten Datenquellen für kontinuierliche (z.B. jährliche) und bundesweit repräsentative Auswertungen eruiert werden. Hieraus sollen schließlich Ableitungen für die Entwicklung künftiger Forschungskonzepte zur Untersuchung schwer- und schwerstverletzter Verkehrsunfallopfer getroffen werden.

2. Erhebungen am Unfallort – GIDAS: Schwerpunktthema 2006 „Schwerstverletzte“

Das Projekt GIDAS (German In-Depth-Accident-Study) ist eine der größten und umfassendsten Unfalldatenerhebungen in Deutschland und dient als Wissensbasis für unterschiedliche Interessengruppen. Das Projekt läuft seit Mitte 1999 und erfasst in den Großräumen Hannover und Dresden etwa 2.000 Verkehrsunfälle mit Personenschaden pro Jahr. Träger des Forschungsvorhabens sind die Bundesanstalt für Straßenwesen und die Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT). Interdisziplinäre Teams der Technischen Universität Dresden und der Medizinischen Hochschule Hannover führen detaillierte Erhebungen am Unfallort durch. Hierbei werden Informationen zu den Fahrzeugbeschädigungen, den Unfallursachen, den Verletzungen der Unfallbeteiligten und personenspezifische Angaben erfasst. Weiterhin werden Details zur Unfallsituation und den Gegebenheiten der Unfallörtlichkeit mittels eines umfassenden Erhebungskatalogs registriert (Brühning, Otte & Pastor, 2005). Anhand umfangreicher Vermessungen, u.a. durch einen 3D-Laserscan, wird eine Unfallskizze erstellt und die technische Rekonstruktion des Unfalls (u.a. Fahrzeugbewegung, Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeiten) vorgenommen (Otte, 2005). Auswertungen, die auf der Basis von GIDAS vorgenommen werden, sind in Bezug auf die polizeilich erfassten Straßenverkehrsunfälle in den Erhebungsgebieten repräsentativ. Eine bundesweite Repräsentativität kann jedoch nicht ohne weiteres angenommen werden.

Die von Otte & Jänsch (2008) vorgelegten Auswertungen umfassen die Jahre 1999 bis 2005. Dabei steht zunächst die Definition von Patientengruppen mit unterschiedlich schweren Verletzungen im Vordergrund. Von besonderem Interesse ist die Unterscheidung zwischen leicht-, schwer- und schwerstverletzten Verkehrsunfallopfern auf der Basis der Kriterien „Behandlungsart“, „MAIS“ und „ISS“ (Kasten 1). Hierbei wurde die Klassifikation der Verletzungsschwere mittels einer Clusteranalyse von 11.628 bei Verkehrsunfällen verletzten Patienten ermittelt (Tabelle 2). Patienten, die ihren Verletzungen erlegen sind, werden als eigene Gruppe definiert. Das 30-Tage-Kriterium gemäß der amtlichen Unfallstatistik findet bei der Definition der Gruppe der Getöteten keine Anwendung. Analysen zum Sterbezeitpunkt verdeutlichen allerdings, dass nur etwa 1 % der Verkehrstoten länger als 30 Tage überlebt. 68 % versterben unmittelbar am Unfallort und weitere 16 % am Unfalltag.

Tabelle 2: Definition der Verletzungsschwereklassen und der jeweiligen Stichprobengröße auf der Datenbasis von GIDAS

Verletzungsschwereklasse	Behandlungsart	MAIS	ISS
Leichtverletzt	ambulant	<3	<5
Schwerverletzt	ambulant	2-4	5-20
	stationär, ohne Intensivstation		
Schwerstverletzt	stationär, ohne Intensivstation	>3	>20
	intensivstationär		
Getötete			

Auf diesen Definitionen aufbauend werden für die vier Verletzungsgruppen „leichtverletzt“, „schwerverletzt“, „schwerstverletzt“ und „getötet“ Beschreibungen der jeweiligen Verletzungs- und Unfallsituation vorgenommen. Aufgrund der detaillierten Datenerfassung in GI-

DAS ist hierbei eine Vielzahl an Auswertungen möglich, wie beispielsweise zum Zusammenhang zwischen der Verletzungsschwere und bestimmten Randbedingungen des Unfallgeschehens (z.B. Ortslage, Unfallart, Unfalltyp, Straßenart, Straßenoberfläche). Im Fokus stehen dabei insbesondere Aussagen, die in Bezug auf die verschiedenen Arten der Verkehrsteilnahme getroffen werden. Nachfolgend werden hierzu ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

AIS - Abbreviated Injury Scale	
<u>Diagnosestellung</u>	<u>Schweregradzuordnung</u>
Die gefundenen Einzelverletzungen werden in sechs Körperregionen eingeteilt:	Jeder Verletzung in jeder Körperregion wird ein Schweregrad von 0 bis 6 zugeordnet:
<ul style="list-style-type: none"> • Kopf und Hals • Gesicht • Abdomen (Bauchraum) • Extremitäten und Beckengürtel • Thorax (Brustkorb) • Haut und Weichteile 	<ul style="list-style-type: none"> • harmlos 0 • leicht 1 • mäßig 2 • ernst 3 • schwer 4 • lebensbedrohlich 5 • nicht behandelbar 6
ISS - Injury Severity Score	MAIS - Maximum AIS
Die drei schwersten Einzelverletzungen verschiedener Körperregionen werden bestimmt, quadriert und summiert.	Höchster AIS-Wert der verletzten Person
	<ul style="list-style-type: none"> • MAIS 0 „unverletzt“ • MAIS 1 „leicht verletzt“ • MAIS 2 bis 4 „schwer verletzt“ • MAIS 5 und 6 „schwerst verletzt“

Kasten 1: Score-Systeme zur Erfassung der Verletzungsschwere

In der Betrachtung der unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung (Pkw-, Lkw-Insasse, Aufsasse motorisiertes Zweirad, Radfahrer, Fußgänger) ergibt sich die in Abbildung 1 dargestellte Verteilung verletzter Personen.

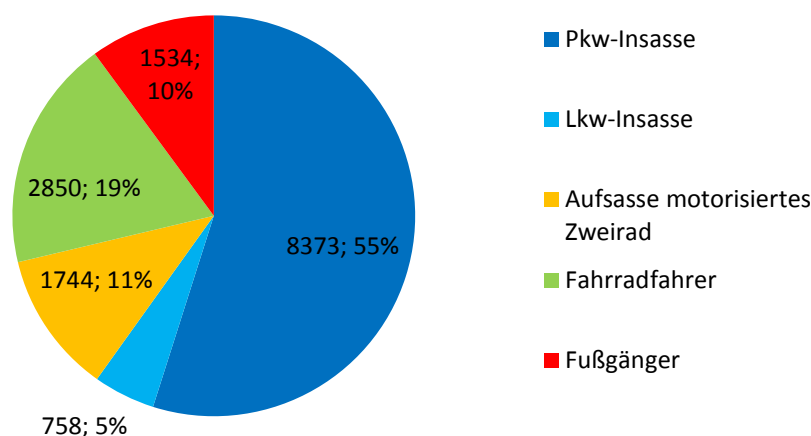


Abbildung 1: GIDAS – Verteilung der bei Straßenverkehrsunfällen verletzten Personen nach der Art der Verkehrsbeteiligung (N=15.259)

Ob die Art der Verkehrsbeteiligung einen Einfluss auf die Schwere der Verletzungen hat, kann anhand der jeweiligen relativen Anteile der Leicht-, Schwer-, Schwerstverletzten und Getöteten abgeschätzt werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Relativer Anteil in den vier Verletzungsgruppen bei unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung

	Pkw-Insasse	Lkw-Insasse	Aufsasse motor. Zweirad	Fahrrad- fahrer	Fußgänger	Gesamt N
Leichtverletzte	79,5 % (n=6.095)	80,4 % (n=549)	64,4 % (n=1.015)	75,3 % (n=2.017)	55,8 % (n=745)	10.421
Schwererletzte	17,9 % (n=1.700)	17,1 % (n=141)	32,1 % (n=612)	23,6 % (n=741)	38,3 % (n=643)	3.837
Schwerstverletzte	1,1 % (n=103)	0,9 % (n= 8)	1,6 % (n=30)	0,6 % (n=19)	2,7 % (n=47)	207
Getötete	1,5 % (n=165)	1,6 % (n=15)	1,9 % (n=48)	0,6 % (n=19)	3,2 % (n=61)	308
Gesamt N	8.373	758	1.744	2.850	1.534	15.259

Die Angaben der Fallzahlen pro Zelle (n) entsprechen den Absolutzahlen, die Prozentangaben (%) entsprechen den gewichteten Werten.

Die durch eine Karosserie geschützten Verkehrsteilnehmer zeigen ein sehr ähnliches Bild hinsichtlich der Anteile der verschiedenen Verletzungsschweren: Jeweils etwa 80 % der Pkw- und Lkw-Insassen haben bei dem Unfall leichte Verletzungen davongetragen, über 17 % schwere Verletzungen und ungefähr 1 % wurden schwerstverletzt. Der Anteil der tödlich Verletzten liegt bei den Insassen von Pkw und Lkw bei etwa 1,5 %. Erkennbar höhere Anteile von schweren und schwersten Verletzten weisen die sogenannten schwachen Verkehrsteilnehmer auf, die nicht durch eine Knautschzone oder einen Blechmantel geschützt sind: Die Aufsassen von motorisierten Zweirädern und Fußgänger haben jeweils einen Anteil von über 30 % an Schwererletzten (motorisierte Zweiradbenutzer: 32%, Fußgänger: 38%) und einen Anteil von 1,6 % (Aufsassen von motorisierter Zweiräder) bzw. 2,7 % (Fußgängern) an Schwerstverletzten. Der Anteil getöteter Verkehrsteilnehmer ist bei den Fußgängern mit 3,2 % mit Abstand am höchsten, gefolgt von den motorisierten Zweiradnutzern mit 1,9 %. Die Fahrradfahrer weisen im Vergleich zu den Aufsassen motorisierter Zweiräder und Fußgängern allerdings deutlich seltener schwere Verletzungen auf (23,6 %). Der Anteil an Schwerstverletzten und Getöteten ist hier sogar mit 0,6 % noch niedriger als bei den geschützten Verkehrsteilnehmern.

Die bei einem Unfall erlittene Verletzungsschwere hängt maßgeblich von der Geschwindigkeit ab, mit der sich der Unfall ereignet hat. In GIDAS werden für jeden Unfallbeteiligten in Abhängigkeit der Verkehrsbeteiligungsart die relevanten Geschwindigkeitskenngößen ermittelt. Dabei ist für Pkw- und Lkw-Insassen die Geschwindigkeitsänderung delta-v (Δv) die bedeutende Kenngröße. Sind an einem Unfall mehrere Fahrzeuge beteiligt, wird der maximale Wert je Unfall angegeben (Δv_{\max}). Für motorisierte Zweiradfahrer ist nach Otte (2007) die Relativgeschwindigkeit (v_{rel}) die sinnvollste Bezugsgröße und für Radfahrer und Fuß-

gänger die Kollisionsgeschwindigkeit des Gegners (v-kol). Die jeweiligen Definitionen dieser Kenngrößen finden sich in Kasten 2.

Kollisionsgeschwindigkeit oder Aufprallgeschwindigkeit
Unter Kollisionsgeschwindigkeit oder Aufprallgeschwindigkeit versteht man die Geschwindigkeit, mit der ein Fahrzeug auf ein anderes aufprallt.
Relativgeschwindigkeit oder Differenzgeschwindigkeit
Die Differenzgeschwindigkeit oder Relativgeschwindigkeit ist der Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten beider Fahrzeuge beim Aufprall. Beispiel: Wenn ein Pkw mit 50 km/h auf das Heck eines mit 10 km/h fahrenden Pkw auffährt, beträgt die Differenzgeschwindigkeit 40 km/h und die Kollisionsgeschwindigkeit 50 km/h. Wenn ein Fahrzeug bei dem Zusammenstoß im Stillstand ist, ist die Differenzgeschwindigkeit mit der Kollisionsgeschwindigkeit identisch.
Geschwindigkeitsänderung, delta-v
Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Geschwindigkeiten kommt die Geschwindigkeitsänderung, delta-v, erst nach dem Stoß zum Tragen. Sie ist der Betrag, um den sich die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs infolge des Anstoßes ändert. Beispiel: Ein Pkw stößt mit 50 km/h gegen ein stehendes Fahrzeug. Dieses wird dadurch aus dem Stand auf 30 km/h beschleunigt. Die Geschwindigkeitsänderung des zuvor im Stillstand befindlichen Fahrzeugs beträgt 30 km/h.

Kasten 2: Begriffsdefinition relevanter Geschwindigkeitsbegriffe

Tabelle 4 gibt für die vier Verletzungsschweregruppen jeweils den Median der relevanten Geschwindigkeitskenngröße an.

Tabelle 4: Median der Geschwindigkeitskenngrößen in den vier Verletzungsschweregruppen

	Pkw-Insasse Δv_{\max}	Lkw-Insasse Δv_{\max}	Aufsasse motor. Zweirad v-rel	Fahrradfahrer v-kol*	Fußgänger v-kol**
Leichtverletzte	19 km/h	9 km/h	31 km/h	15 km/h	19 km/h
Schwerverletzte	30 km/h	18 km/h	44 km/h	22 km/h	28 km/h
Schwerstverletzte	44 km/h	20 km/h	50 km/h	30 km/h	40 km/h
Getötete	51 km/h	51 km/h	71 km/h	50 km/h	45 km/h

*Kollisionsgeschwindigkeit des Pkw/Lkw bei Unfällen mit Radfahrern

** Kollisionsgeschwindigkeit des Pkw bei Unfällen mit Fußgängern

Die Studiendaten belegen für alle Arten der Verkehrsteilnahme, dass mit zunehmenden Geschwindigkeiten (Δv_{\max} , v-rel, v-kol) auch die Verletzungsschwere zunimmt. Dabei sind in der Gruppe der Schwerstverletzten und Getöteten die z.T. niedrigen Fallzahlen zu berücksichtigen, so dass diese Ergebnisse lediglich als Tendenzen gedeutet werden dürfen.

Neben der Geschwindigkeit und der dadurch bedingten Belastung auf die Unfallbeteiligten hat auch die Art des Kollisionspartners eine wesentliche Bedeutung für die Verletzungsschwere. So tragen beispielsweise Insassen von Pkw am häufigsten schwere und schwerste Verletzungen davon, wenn das Fahrzeug mit einem Objekt (z.B. Baum, Pfahl, Mauer) kollidiert (ca. 26 % Schwer- und Schwerstverletzte). Bei den Objektkollisionen geht ein Großteil der Unfälle auf Kollisionen mit Bäumen zurück. Bäume sind ein sehr gestaltfestes Kollisionsobjekt und bieten eine nur geringe Anprallfläche, wodurch die Fahrzeugstruktur bei der Kollision infolge partieller Deformation stark beansprucht wird. Zu bedenken gilt auch, dass Baumkollisionen u.U. auch mit suizidaler Absicht herbeigeführt werden. Eine separate Betrachtung von Unfällen mit Suizidabsicht wurde in dieser Studie zwar nicht durchgeführt,

jedoch weisen andere GIDAS-Auswertungen auf einen eher kleinen Anteil an Suizidversuchen hin. Bei Kollisionen mit einem anderen Pkw oder einem Nutzfahrzeug sind die Unfallfolgen seltener so schwerwiegend (Pkw-Pkw-Kollision: ca. 7 % Schwer- und Schwerstverletzte; Pkw-Nutzfahrzeug-Kollision: ca. 14 % Schwer- und Schwerstverletzte). Vergleichbare Tendenzen zeigen sich bei den verunfallten Insassen von Lkw: Kollisionen mit Pkw führen hier nur in 0,8 % der Fälle zu schweren Verletzungen, Kollisionen mit anderen Lkw bedingen in ca. 9 % und Kollisionen mit Objekten in ca. 21 % der Fälle schwere/schwerste Verletzungen. Bei den Aufsassen von motorisierten Zweirädern und Fahrradfahrern weisen die Anteile Schwer- und Schwerstverletzter bei den verschiedenen Kollisionspartnern keine so deutlichen Schwankungen auf. Die größten Anteile finden sich hier bei Kollisionen mit Nutzfahrzeugen (motorisierten Zweirädern: ca. 46 % Schwer- und Schwerstverletzte; Fahrradfahrer: ca. 32 % Schwer- und Schwerstverletzte) und Objekten (motorisierten Zweirädern: ca. 41 % Schwer- und Schwerstverletzte; Fahrradfahrer: ca. 42 % Schwer- und Schwerstverletzte). Bei Kollisionen mit Pkw sinkt dieser Anteil auf ca. 31 % bei den Aufsassen motorisierter Zweiräder und ca. 23 % bei den Fahrradfahrern. Auch bei den Fußgängern ist der Anteil der Schwer-/Schwerstverletzten bei Kollisionen mit einem Nutzfahrzeug am größten (ca. 54 %). Bei Kollision mit einem Pkw weisen 44 % der Fußgänger schwere und schwerste Verletzungen auf. Bei Kollisionen mit einem motorisierten Zweirad beträgt dieser Anteil ca. 43 % und bei Kollision mit einem Fahrrad immerhin noch 29 %.

Zur Untersuchung verschiedener Verletzungsmuster bei unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung wurde die prozentuale Häufigkeit von Verletzungen in sieben Körperregionen (Kopf, Hals, Thorax, Arme, Abdomen, Becken, Beine) bestimmt. Bei den Pkw-Insassen weisen Schwer- und Schwerstverletzte am häufigsten Kopf- (Schwerverletzte: 64 %, Schwerstverletzte: 85 %) und Thoraxverletzungen (Schwerverletzte: 50 %, Schwerstverletzte: 82 %) auf. Bei den Lkw-Fahrern sind neben Kopf- (58 % / 100 %) und Thoraxverletzungen (38 % / 77 %) auch relativ häufig Verletzungen von Armen (39 % / 52 %) und Beinen (54 % / 41 %) zu verzeichnen. Bei den Aufsassen motorisierter Zweiräder stehen Verletzungen der Extremitäten im Vordergrund (Arme: 50 % / 51 %, Beine: 76 % / 55 %), wobei bei den Schwerstverletzten ebenfalls Kopf- (69 %) und Thoraxverletzungen (82 %) sehr häufig beobachtet werden. Schwer- und schwerstverletzte Fahrradfahrer haben mit Abstand am häufigsten Verletzungen am Kopf (68 % / 89 %), wobei dies ausschließlich für jene Fahrradfahrer gilt, die ohne Helm unterwegs waren. Bei Fahrradfahrern, die zur Zeit des Unfalls einen Helm getragen haben, ist das Risiko von Kopfverletzungen erheblich reduziert. Hier wurde nur bei 37 % der Schwerverletzten die Diagnose einer Kopfverletzung gestellt, was nahezu einer Halbierung der Kopfverletzungsrate entspricht. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Fallzahlen hier sehr klein sind, so wurde beispielsweise kein Fall eines schwerstverletzten Radfahrers mit Helm beobachtet. Weiterhin weisen schwer-/schwerstverletzte Fahrradfahrer häufig Bein- (55 % / 48 %) und Armverletzungen (43 % / 42 %) sowie Verletzungen des Thorax (36 % / 63 %) auf. Bei den Verletzungsmustern von Fußgängern dominieren ebenfalls Kopfverletzungen (67 % / 86 %), gefolgt von Verletzungen der unteren (68 % / 58 %) und oberen Extremitäten (42 % / 47 %). Bei den schwerstverletzten Fußgängern sind überdies Verletzungen des Thorax (74 %) sehr häufig.

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse nochmals in einer farbcodierten Übersicht dargestellt.

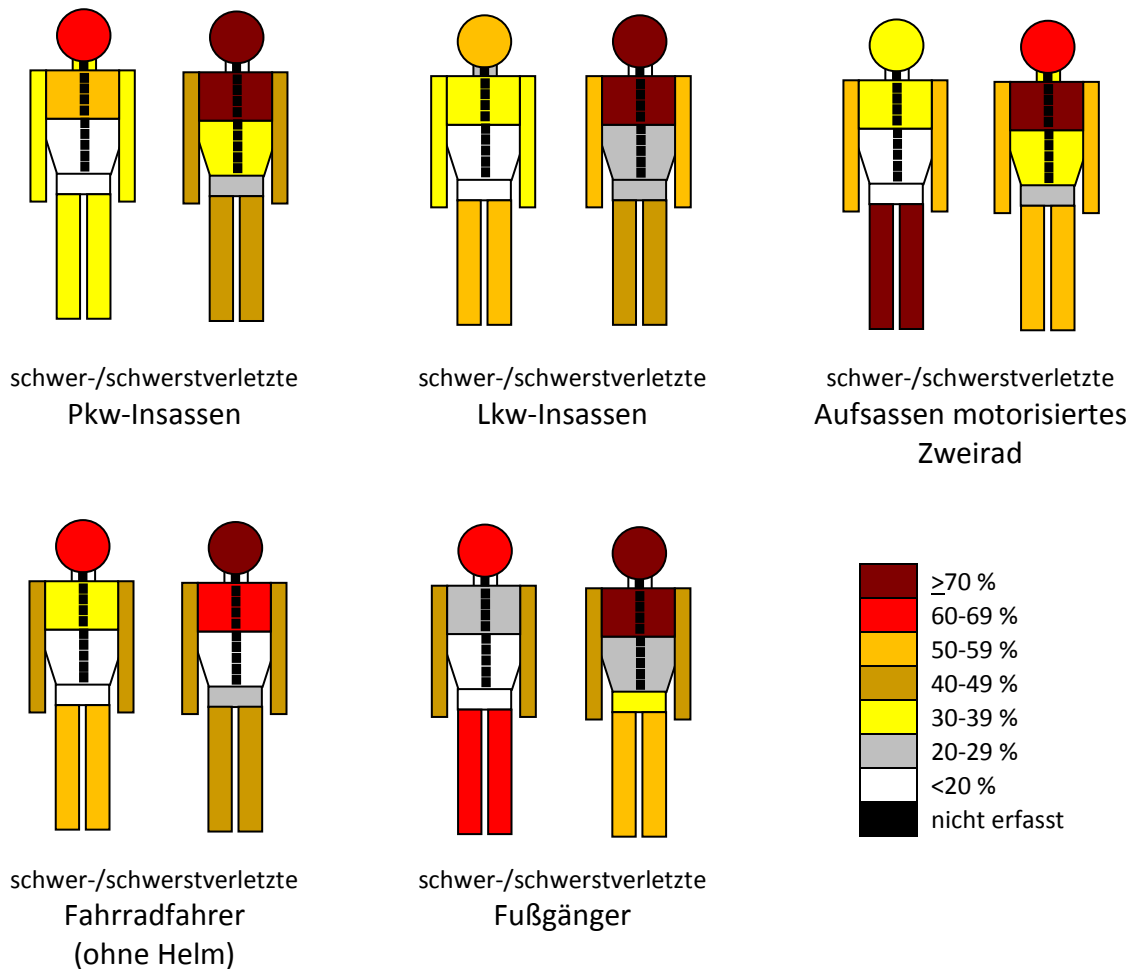


Abbildung 2: Relative Häufigkeiten von Verletzungen bestimmter Körperregionen bei unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung (GIDAS, 1999-2005)

Die Analysen weisen zum Einen darauf hin, dass bei unterschiedlichen Arten der Verkehrsteilnahme mit unterschiedlich schweren Verletzungen und auch verschiedenen Verletzungsmustern zu rechnen ist. Zum Anderen bestätigen die Vergleiche zwischen den verschiedenen Verletzungsschweregruppen relevante Differenzen in den Verletzungsmustern. So werden beispielsweise Kopfverletzungen bei Schwerstverletzten besonders häufig diagnostiziert. Mit Ausnahme der motorisierten Zweiradfahrer wurden bei allen anderen Arten der Verkehrsteilnahme bei über 85 % der schwerstverletzten Unfallopfer Kopfverletzungen beobachtet. Da bei Kopfverletzungen immer auch das Risiko einer Schädigung des Gehirns und damit schwerer Folgeschäden besteht, sind die hohen Prävalenzraten von Kopfverletzungen besonders alarmierend.²

² In der Studie wurde bei der Bestimmung der relativen Anteile der verletzten Körperregionen nicht (nochmals) nach der Schwere der Verletzung des jeweils betroffenen Körperteils differenziert, da die Bestimmung der Gesamtverletzungsschwere der Patienten bereits im Rahmen der Gruppeneinteilung erfolgte. Damit gilt zu berücksichtigen, dass nicht jede Kopfverletzung, die ein Schwerstverletzter erlitten hat, auch schwer sein muss. Vielmehr kann ein Patient mit leichter Kopfverletzung auch aufgrund einer anderen schwerwiegenden Verletzung als schwerstverletzt eingestuft worden sein.

Die Befunde bestätigen die Heterogenität, der gemäß der amtlichen Unfallstatistik als „schwerverletzt“ eingestuften Unfallopfer und die Dringlichkeit, diese Patientengruppe in Zukunft genauer zu untersuchen. Von besonderem Interesse sind hierbei Zeitreihenanalysen, um u.a. Veränderungen hinsichtlich der absoluten und relativen Anteile von Schwer- und Schwerstverletzten aufzudecken. Auch die durchschnittlichen Kosten, die den verschiedenen Verletzungsschweregruppen zuzuordnen sind, stellen eine relevante weiterführende Forschungsfragestellung dar. Die Erstellung von Zeitreihen ist in GIDAS aufgrund der kontinuierlichen Fortführung der Studie zwar möglich, jedoch stößt die Studie aufgrund des begrenzten Einzugsgebiets und der dadurch bedingten Fallzahlen schnell an ihre Grenzen. Insbesondere die Analyse von Subgruppen (z.B. schwerstverletzte Fahrradfahrer mit Helm) – welche Voraussetzung für eine zielgruppenspezifische Verkehrssicherheitsarbeit ist – hat gezeigt, dass selbst die Zusammenfassung der GIDAS-Unfalldaten aus knapp sieben Studienjahren keine ausreichend große Stichprobe gewährleistet, um gesicherte Aussagen treffen zu können. Um – z.B. jährliche – Zeitreihen zu spezifischen Subgruppen erstellen zu können, ist eine wesentlich größere Ausgangsstichprobe an verunfallten Verkehrsteilnehmern erforderlich.

3. Traumaregister der DGU

Das Traumaregister der DGU wurde 1993 von der AG „Polytrauma“ der DGU als Instrument zur multizentrischen Erfassung von Behandlungsdaten Schwerstverletzter im deutschsprachigen Raum gegründet. Die Ziele dieser prospektiven, standardisierten und anonymisierten Dokumentation schwerstverletzten Patienten vom Unfallort bis zur Klinikentlassung sind die Schaffung einer Basis für interklinische Qualitätsvergleiche und die Etablierung einer Datenbank zur wissenschaftlichen Evaluation der Traumaversorgung in Deutschland.

Im Jahr 2006 beteiligten sich 125 Kliniken am Traumaregister, davon 88 aktiv (jährliche Meldung von Patientendaten). Die jährliche Zahl gemeldeter Patienten ist seit der Gründung des Traumaregisters kontinuierlich gestiegen und erreichte für 2006 einen Wert von über 4.500 Fällen (Gesamtzahl 1993-2006: 29.353 Fälle). Dies sind schätzungsweise 15 % aller Schwerstverletzten in Deutschland (Kühne et al., 2006). Der Anteil an Verkehrsunfallopfern liegt dabei bei ca. 70 %. Da das Traumaregister als ein freiwilliges Instrument zur Qualitätskontrolle angelegt ist und bundesweit keine vollständige Abdeckung gegeben ist, können keine im strengen Sinne epidemiologischen Aussagen getroffen und damit auch keine Gesamtzahlen für die Bundesrepublik Deutschland gewonnen werden. Analysen in Bezug auf die relativen Veränderungen in den letzten zehn Jahren sind hingegen gut möglich.

Der Schwerpunkt der Dokumentation des Traumaregisters liegt auf der präklinischen und frühen klinischen Versorgung. Der Datensatz enthält Angaben zur Person des Unfallopfers, der Art des Unfalls, zur präklinischen und klinischen Versorgung sowie zum Outcome. Ergänzend erfolgt eine Codierung aller Verletzungen nach der Abbreviated Injury Scale (AIS) und der operativen Eingriffe.

In der von Lefering (2009) vorgelegten Studie steht die Frage nach einer Veränderung der Schwerstverletztetenzahlen nach Verkehrsunfällen im Vordergrund. Es werden drei Forschungsfragestellungen formuliert:

- Hat sich die Zahl der schwerstverletzten Verkehrsunfallopfer verändert?
- Versterben weniger Patienten im Krankenhaus?
- Verändern sich Verletzungsmuster und -schwere mit der Zeit?

Zur Beantwortung der ersten Fragestellung wird ein Zeitraum von 10 Jahren (1997-2006) berücksichtigt und auf ein Kollektiv von 11.362 Straßenverkehrsunfallopfern aus 67 Kliniken zurückgegriffen. Die Auswertung folgt einem relativen Ansatz und trägt damit der in diesem Zeitraum steigenden Zahl an Kliniken, die sich am Traumaregister beteiligt haben, Rechnung. Zudem wurden „Ausreißer“ in den jährlichen Fallzahlen pro Klinik eingehend untersucht und nach einem definierten Algorithmus korrigiert.

Die Ergebnisse sprechen dafür, dass sich die Zahl der schwerstverletzten Straßenverkehrsunfallopfer (Mindest-Verletzungsschwere von 9 ISS-Punkten und intensivstationäre Behandlung) in den vergangenen 10 Jahren nicht wesentlich verändert hat. Die beobachteten Abweichungen liegen mal über und mal unter dem erwarteten Durchschnitt. Der erwartete Durchschnitt errechnet sich dabei aus der Summe der Fälle geteilt durch die Anzahl der Jahre und geht von der Annahme aus, dass es keine Veränderung bei der Anzahl Schwerstverletzter in dem betrachteten Zeitraum gegeben hat. Legt man durch die einzelnen Jahreswerte regressionsanalytisch eine Gerade, so zeigt diese eine minimale Steigung von - 1 % zu + 1 %. Bezogen auf die jährlichen Raten ergibt dies ein Plus von 0,2 % pro Jahr – eine Größenordnung, die kaum als relevant erachtet werden kann. Werden in der Berechnung alle Patienten, die innerhalb von 30 Tagen in der Klinik verstorben sind, ausgeschlossen, so zeigt sich regressionsanalytisch nahezu der gleiche Effekt.

In Abbildung 2 ist die relative Veränderung der Anzahl schwerstverletzter Straßenverkehrsunfallopfer (rot) im Vergleich zu den Daten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik (Getötete, Schwerverletzte) dargestellt. Ähnlich der Verlaufskurve bei den Schwerstverletzten wurde der Durchschnittswert des 10-Jahres-Zeitraums als Erwartungswert angenommen, und die tatsächlich beobachteten Werte wurden relativ zu diesem Wert dargestellt.

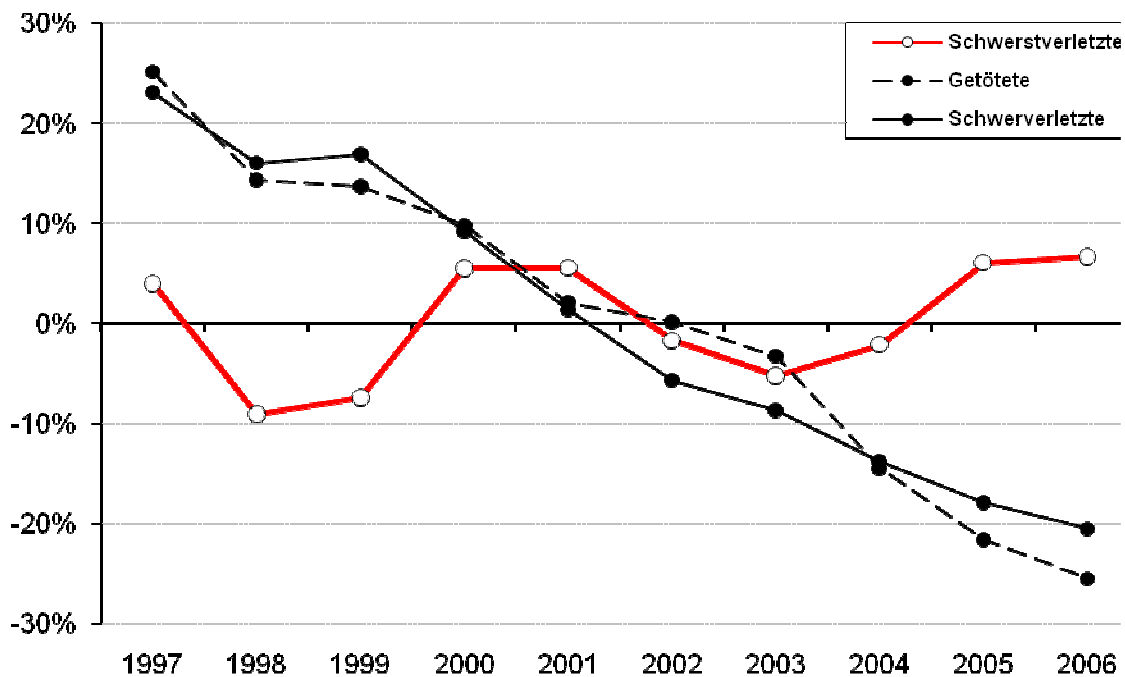


Abbildung 2: Relative Veränderung der Anzahl Schwerstverletzter (rot, N=11.362) im Vergleich zur amtlichen Unfallstatistik von im Straßenverkehr Getöteten und Schwerverletzten im Zeitraum von 1997-2006

Gemäß der amtlichen Unfallstatistik ist eine fast lineare Abnahme der Zahl der Getöteten und Schwerverletzten zu erkennen, die von + 25 % in 1997 (n=8.549) auf - 25 % in 2006 (n=5.091) zurückgeht. Demgegenüber ist die Zahl der Schwerstverletzten im Traumaregister nahezu unverändert; sie variiert um weniger als +/- 10 % im betrachteten Zeitraum. Damit scheint sich die Anzahl Schwerstverletzter in den vergangenen 10 Jahren nicht wesentlich verändert zu haben.

Die zweite Fragestellung bezieht sich auf die Krankenhaus-Letalität. Die amtliche Unfallstatistik belegt einen kontinuierlichen Rückgang der Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten. Es soll untersucht werden, ob auch eine verbesserte Versorgung Schwerstverletzter in der Klinik hierzu beigetragen hat. Der Unterschied zwischen 30-Tage- und Klinik-Letalität ist dabei vernachlässigbar, da sich etwa 95 % der Todesfälle innerhalb der ersten 30 Tage ereignen. Allerdings können im Traumaregister nur Aussagen über Patienten gemacht werden, die in der Klinik verstorben sind. Am Unfallort Verstorbene werden im Traumaregister nicht berücksichtigt.

Um Aussagen zur Krankenhaus-Letalität zu treffen, wird die beobachtete Sterblichkeit relativ zu der erwarteten Sterblichkeit (Prognose) betrachtet. Entsprechend des hierfür üblichen internationalen Verfahrens SMR (Standardized Mortality Ratio) wird die beobachtete durch die erwartete Rate dividiert. Werte der SMR über 1 bedeuten damit mehr Verstorbene als erwartet und Werte unter 1 weniger Verstorbene als erwartet. Als Prognoseinstrument wird der RISC (Revised Injury Severity Classification) verwendet, ein Punktesystem, das zehn verschiedene Informationen aus der präklinischen und frühen klinischen Phase kombiniert und daraus eine Überlebenschance berechnet.

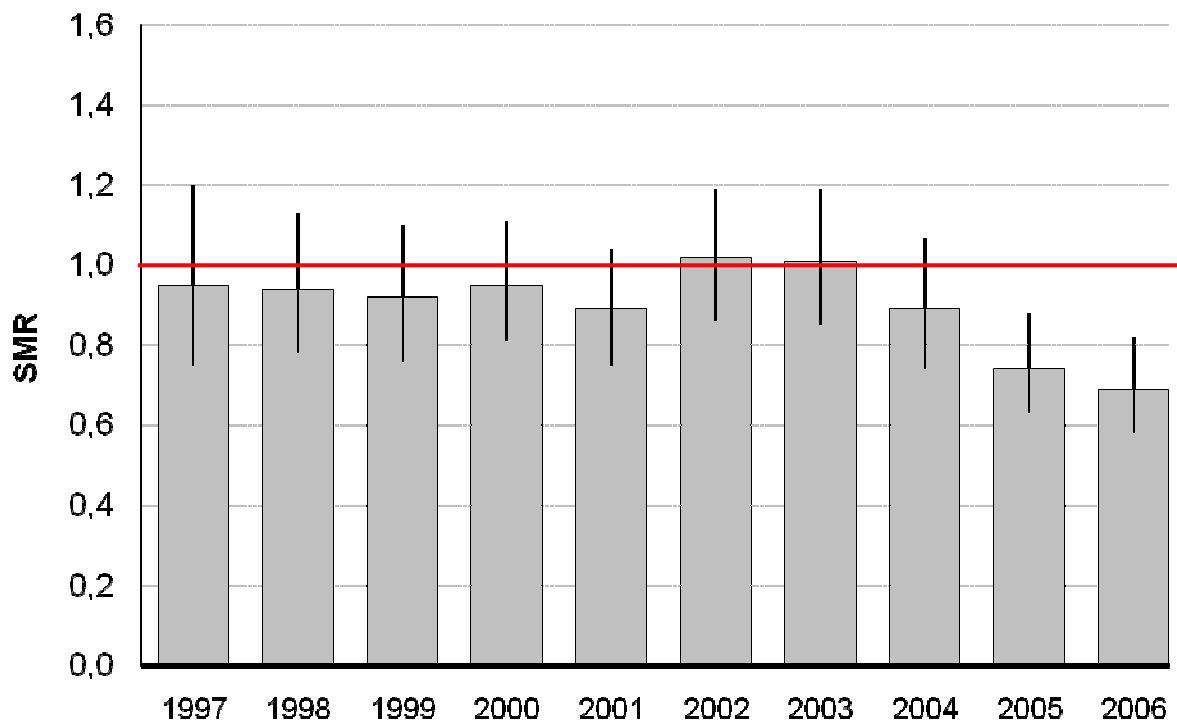


Abbildung 3: Standardized Mortality Ratio (SMR) für die Jahre 1997-2006 und 95% Konfidenzintervall

Bei 8.821 Patienten (74 % von 11.928) waren hinreichende Angaben zur Berechnung des RISC-Scores vorhanden. Abbildung 3 zeigt, dass sich der SMR von 1997 bis 2003 im Bereich von 0,89 bis 1,02 bewegt, in den letzten drei Jahren (2004-2006) allerdings deutlich absinkt. Diese Abnahme ist für die Jahre 2005 und 2006 statistisch signifikant ($p < 0,05$). Bei vergleichbarem Verletzungsmuster haben zumindest in den beiden letzten Jahren mehr Patienten überlebt als in den Jahren zuvor. Diese überlebenden Patienten würden in der offiziellen Unfallstatistik die Zahl der Getöteten reduzieren, aber gleichzeitig die Zahl der Schwer(st)verletzten erhöhen. Die absolute Größenordnung dieses Effekts (Differenz zwischen beobachteter Sterblichkeit und Prognose) beträgt für die Jahre 2005 und 2006 ca. 5 %, damit versterben aktuell 5 von 100 Schwerstverletzten weniger als noch vor fünf bis zehn Jahren.

In der dritten Fragestellung werden die Verletzungsmuster von Straßenverkehrsunfallopfern in Abhängigkeit der Art der Verkehrsbeteiligung untersucht.

Abbildung 4 zeigt zunächst den Anteil an Pkw- und Lkw-Fahrern, Zweiradfahrern (Motorrad, Fahrrad) und Fußgängern am Gesamtpatientengut der Verkehrsunfallopfer im Verlauf der letzten 10 Jahre. Im Durchschnitt waren die meisten Unfallopfer Insassen von Pkws oder Lkws (53,8 %), gefolgt von Zweiradfahrern (32,7 %) und Fußgängern (13,5 %). Unter den Zweiradfahrern sind Motorradfahrer etwa doppelt so häufig vertreten wie Fahrradfahrer. Auffallend ist in den betrachteten 10 Jahren ein Rückgang im Anteil der Autofahrer (Pkw-, Lkw-Fahrer) von 60 % auf 50 %, während der Anteil von Zweiradfahrern (Motorrad-, Fahrradfahrer) und Fußgängern um jeweils 5 % angestiegen ist.

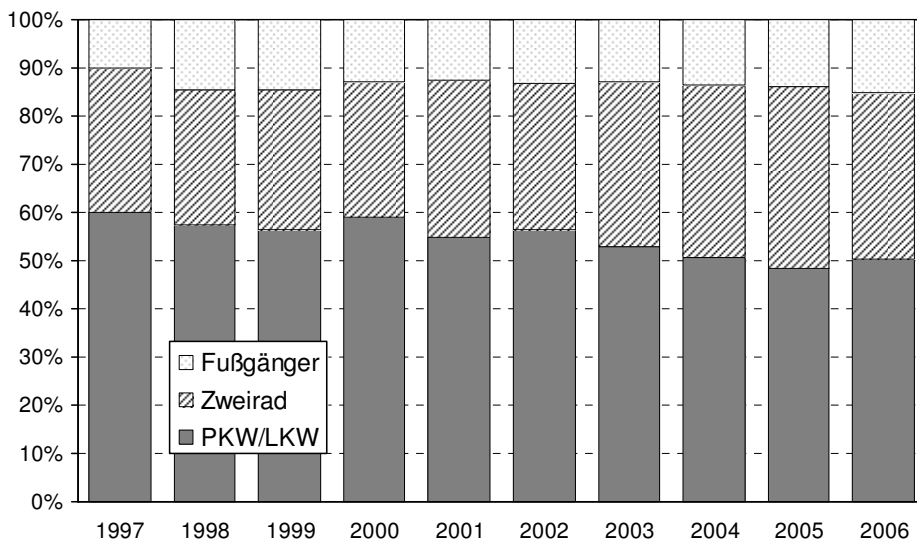


Abbildung 4: Traumaregister – relativer Anteil der bei Straßenverkehrsunfällen schwerstverletzten Personen nach der Art der Verkehrsbeteiligung im 10-Jahres-Verlauf (N=11.928)

Auf der Basis eines Mindest-Schwergrades von AIS 2 ist in Tabelle 5 für sechs Körperregionen jeweils der Anteil von Patienten wiedergegeben, die in dieser Region eine Verletzung aufweisen. Hiernach weisen Fußgänger und Fahrradfahrer mit über 70 % anteilig die meisten Kopfverletzungen auf, wohingegen Motorradfahrer mit 45 % die günstigsten Werte haben. In allen Subgruppen zeigt sich im 10-Jahres-Verlauf ein Rückgang dieser Verletzungsart. Teilt man den Gesamtbeobachtungszeitraum in zwei 5-Jahres-Abschnitte, so ergibt sich ein Rückgang von 9 %. Am zweithäufigsten wurden Thoraxverletzungen (insgesamt 59 %) beobachtet. Kraftwagen- und Motorradfahrer sind hiervon am häufigsten betroffen (jeweils > 60 %), Fußgänger und Fahrradfahrer weisen hingegen „nur“ in 49 % bzw. 44 % der Fälle Verletzungen des Thorax auf. Im 10-Jahres-Verlauf zeigt sich eine leichte Zunahme der (relativen) Inzidenz um etwa 4 %. Bauchverletzungen treten mit 30 % etwa nur halb so häufig auf wie Kopf- oder Thoraxverletzungen. Auch hier zeigen die Kraftwagenfahrer die höchste Rate (35 %), während Fahrradfahrer die niedrigste Rate haben (16 %). Im Zeitverlauf lassen sich bei den Abdominalverletzungen fast keine Veränderungen feststellen. Verletzungen der Wirbelsäule finden sich am häufigsten bei den Motorradfahrern (31 %), am seltensten bei den Fußgängern (16 %). In den vergangenen Jahren scheinen in allen Gruppen Wirbelsäulenverletzungen zugenommen zu haben (bis zu 10 %). Die oberen Extremitäten sind bei 40 % der Patienten verletzt, wobei Motorradfahrer hier die höchste Verletzungsrate (51 %) aufweisen. Verletzungen der unteren Extremitäten (Becken und Beine) sind mit 58 % sehr häufig und stellen zusammen mit Kopf- und Thoraxverletzungen das typische Verletzungsmuster eines Schwerstverletzten dar. Am häufigsten sind Fußgänger von Beinverletzungen betroffen (68 %). Im zeitlichen Verlauf scheinen Extremitätenverletzungen eher rückläufig zu sein; im Vergleich der beiden 5-Jahres-Phasen beträgt der Unterschied etwa 6 %.

Tabelle 5: Anteil verschiedener Verletzungsmuster in Abhängigkeit der Art der Verkehrsbeteiligung im 10-Jahres-Verlauf

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Gesamt
Kopfverletzungen											
Pkw-/Lkw-Insasse	72 %	72 %	75 %	68 %	68 %	61 %	57 %	59 %	60 %	64 %	65 %
Zweiradfahrer*	60 %	69 %	61 %	62 %	59 %	55 %	54 %	51 %	55 %	61 %	58 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	43 %	45 %	40 %	45 %	50 %	45 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	77 %	73 %	76 %	74 %	80 %	76 %
Fußgänger	79 %	82 %	72 %	82 %	76 %	73 %	75 %	72 %	71 %	68 %	74 %
Gesamt	69 %	73 %	71 %	68 %	66 %	61 %	58 %	58 %	59 %	63 %	64 %
Thoraxverletzungen											
Pkw-/Lkw-Insasse	59 %	63 %	61 %	65 %	64 %	63 %	63 %	70 %	71 %	71 %	65 %
Zweiradfahrer*	50 %	55 %	49 %	51 %	53 %	52 %	54 %	53 %	60 %	58 %	54 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	57 %	61 %	60 %	65 %	65 %	62 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	43 %	39 %	37 %	50 %	46 %	44 %
Fußgänger	47 %	52 %	48 %	45 %	40 %	46 %	50 %	51 %	53 %	52 %	49 %
Gesamt	55 %	59 %	55 %	58 %	58 %	58 %	58 %	58 %	64 %	64 %	59 %
Abdominalverletzungen											
Pkw-/Lkw-Insasse	34 %	33 %	37 %	34 %	36 %	32 %	39 %	32 %	35 %	36 %	35 %
Zweiradfahrer*	25 %	24 %	25 %	26 %	26 %	27 %	23 %	23 %	26 %	26 %	25 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	34 %	27 %	27 %	29 %	33 %	30 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	18 %	13 %	13 %	21 %	13 %	16 %
Fußgänger	30 %	17 %	24 %	23 %	22 %	29 %	22 %	22 %	29 %	25 %	24 %
Gesamt	31 %	28 %	32 %	30 %	31 %	30 %	31 %	27 %	31 %	31 %	30 %
Wirbelsäulenverletzungen											
Pkw-/Lkw-Insasse	20 %	21 %	21 %	26 %	26 %	24 %	27 %	28 %	28 %	29 %	26 %
Zweiradfahrer*	15 %	13 %	20 %	24 %	28 %	26 %	27 %	25 %	31 %	29 %	26 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	30 %	28 %	28 %	34 %	32 %	31 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	18 %	23 %	17 %	25 %	24 %	22 %
Fußgänger	11 %	8 %	11 %	15 %	11 %	19 %	19 %	18 %	18 %	21 %	16 %
Gesamt	18 %	17 %	19 %	24 %	24 %	24 %	26 %	25 %	28 %	28 %	24 %
Verletzungen der oberen Extremitäten											
Pkw-/Lkw-Insasse	38 %	38 %	47 %	38 %	39 %	37 %	40 %	37 %	35 %	39 %	39 %
Zweiradfahrer*	43 %	44 %	52 %	46 %	46 %	46 %	42 %	40 %	45 %	50 %	46 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	51 %	46 %	45 %	54 %	57 %	51 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	35 %	33 %	30 %	28 %	37 %	32 %
Fußgänger	34 %	37 %	39 %	36 %	30 %	32 %	30 %	36 %	34 %	35 %	34 %
Gesamt	39 %	40 %	47 %	40 %	40 %	39 %	39 %	38 %	39 %	42 %	40 %
Verletzungen der unteren Extremitäten											
Pkw-/Lkw-Insasse	65 %	65 %	65 %	60 %	60 %	58 %	58 %	55 %	56 %	57 %	59 %
Zweiradfahrer*	66 %	48 %	64 %	56 %	54 %	57 %	51 %	50 %	48 %	49 %	53 %
• Motorrad-	--	--	--	--	--	64 %	60 %	57 %	57 %	56 %	58 %
• Fahrrad-	--	--	--	--	--	38 %	33 %	34 %	32 %	35 %	34 %
Fußgänger	72 %	54 %	77 %	74 %	70 %	68 %	67 %	64 %	66 %	68 %	68 %
Gesamt	66 %	59 %	66 %	61 %	59 %	59 %	57 %	55 %	54 %	56 %	58 %

Zweiradfahrer wurden erst ab 2002 getrennt nach Fahrrad- und Motorradfahrer erfasst.

Insgesamt werden im Untersuchungszeitraum Veränderungen der relativen Häufigkeit bestimmter Verletzungsgruppen von bis zu 10 % beobachtet. 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 Abdomenverletzungen zeigen hingegen keinen Trend.

In Abbildung 5 sind die relativen Häufigkeiten für der Jahre 2002 bis 2006 für die vier erfassten Arten der Verkehrsteilnahme nochmals farblich codiert dargestellt.

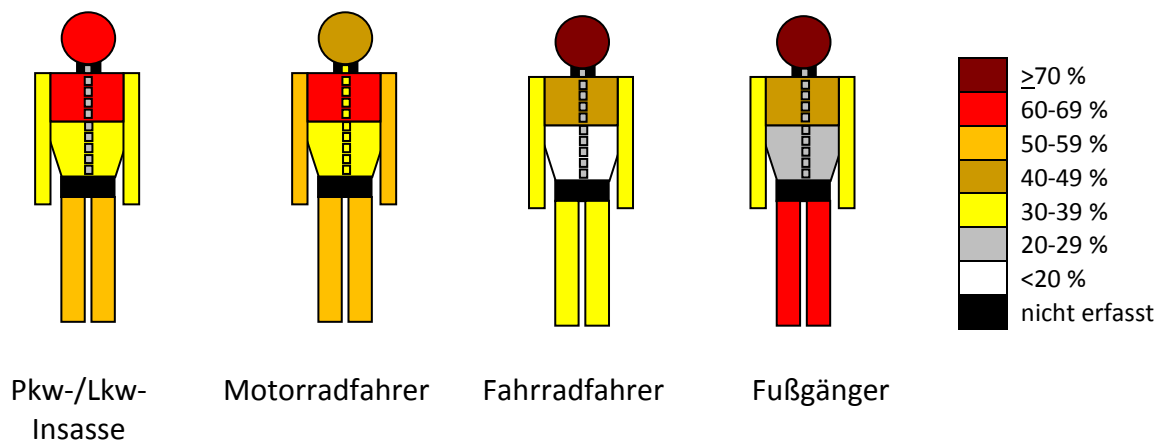


Abbildung 5: Relative Häufigkeiten von Verletzungen bestimmter Körperregionen bei unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung (Traumaregister, 2002-2006)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Daten des Traumaregisters gut nutzen lassen, um typische Verletzungsmuster in Abhängigkeit der Art der Verkehrsteilnahme zu beschreiben und relative Veränderungen über die Zeit sowohl beim Verletzungsmuster als auch bei der Anzahl Schwerstverletzter nachzuweisen. Aufgrund der jährlich steigenden Fallzahlen dürften die aufzudeckenden Trends in Zukunft noch weiter an statistischer Sicherheit gewinnen. Weiterhin gilt zu bedenken, dass epidemiologische Aussagen (bislang) nur sehr eingeschränkt möglich sind, da das Traumaregister nur auf freiwilliger Basis Daten sammelt und einen geschätzten Anteil von „nur“ 15 % aller Schwerstverletzten in Deutschland erfasst wird.

4. Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdienstes des Lahn-Dill-Kreises in Hessen

In der eigenen Arbeit (Auerbach, 2008) steht das Ziel im Vordergrund, Unfalldaten, die von der Polizei und dem Rettungsdienst routinemäßig erhoben werden, zu einem integrierten Datensatz zusammenzufassen. Die Studie wurde als Machbarkeitsstudie konzipiert und erhebt keinen Anspruch auf Repräsentativität und Generalisierbarkeit. Im Fokus steht vielmehr die Entwicklung eines geeigneten Algorithmus für die Datenzusammenführung sowie die Prüfung eventuell bestehender datenschutzrechtlicher und administrativer Hindernisse. Die Durchführung inhaltlicher Analysen auf der Basis des integrierten Datensatzes erfolgte exemplarisch.

Nachfolgend wird zunächst das Vorgehen bei der Datenintegration kurz erläutert. Der Schwerpunkt soll dann aber – trotz der lediglich exemplarischen Ergebnisse – auf die inhaltlichen Analysen gelenkt werden.

Die Erfassung der Primärdaten wurde in Kooperation mit dem Hessischen Sozialministerium, dem Hessischen Ministerium des Inneren und für Sport sowie der Rettungsleitstelle des

Lahn-Dill-Kreises durchgeführt. Die von der Polizei und dem Rettungsdienst zur Verfügung gestellten Daten entsprechen einer Totalerhebung des Lahn-Dill-Kreises für das Jahr 2006.

Auf der Basis der Schlüsselvariablen „Datum“, „Uhrzeit des Unfalls“ und Angaben zur Lokalisation des Unfalls wurde ein Algorithmus entwickelt, um das Record Linkage durchzuführen. Dabei wurde eine Übereinstimmung in allen drei Schlüsselvariablen als Voraussetzung definiert, um einen gültigen Link zu erzielen. Die Güte der Links wurde durch Gewichte spezifiziert.

Insgesamt wurde für 549 Patienten ein eindeutiger Link zwischen Rettungsdienst- und Polizeidaten gefunden. Legt man die ursprüngliche Anzahl der durch den Rettungsdienst versorgten Unfallopfer zugrunde ($N_R=854$), so können in 64 % dieser Fälle Polizeidaten zugeordnet werden. Umgekehrt können von den ursprünglich von der Polizei dokumentierten Unfällen ($N_P=514$) 426 Unfälle (83 %) in Zusammenhang mit einem durch den Rettungsdienst versorgten Unfallopfer gebracht werden.

Eine Validierung der Ergebnisse im eigentlichen Sinne ist nicht möglich, da es keinen „Golden Standard“ gibt. Es wurden jedoch manuelle Plausibilitätsprüfungen im Sinne von Einzelfallanalysen durchgeführt. Zudem wurde anhand der Geo-Daten, die den Unfallort lokalisieren, die Richtigkeit der zugeordneten Fälle (Links) geprüft. Hierdurch wird für ca. 95 % der Links eine korrekte Zusammenführung bestätigt.

Der integrierte Datensatz bietet die Möglichkeit zahlreicher Analysen. Die Polizeidaten liefern dabei umfangreiche Informationen zum Unfallhergang und der Unfallsituation. Von besonderer Bedeutung sind Angaben beispielsweise zu:

- der Art der Verkehrsbeteiligung
- der Straßenklasse (Autobahn, Bundes-, Land-, Kreis-, sonstige Straße), der Ortslage (inner-, außerorts),
- der Unfallart (z.B. Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt),
- der Charakteristik der Unfallstelle (z.B. Kreuzung, Einmündung, Grundstücksein- oder ausfahrt, Steigung, Gefälle, Kurve),
- den Lichtverhältnisse (Tageslicht, Dämmerung, Dunkelheit)
- dem Straßenzustand (trocken, nass/feucht, winterglatt, schlüpfrig)
- der Gegebenheit eines Aufpralls auf ein Hindernis (z.B. Baum, Mast, Schutzplanke)
- dem Unfalltyp (z.B. Fahrnfall, Abbiege-Unfall, Einbiegen/Kreuzen-Unfall)
- den Unfallursachen (z.B. Geschwindigkeit, Abstand, Überholen, Vorbeifahren)

Zur Bestimmung der Verletzungsschwere und des Verletzungsmusters wurden die von der Rettungsleitstelle des Lahn-Dill-Kreises routinemäßig erfassten Daten herangezogen. In Hessen wurde 2005 im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen die sogenannte Rückmeldezahl (RMZ) verbindlich eingeführt. Die RMZ ist ein neunstelliger Zahlencode, der sich aus der Rückmelde-Indikation (RMI) und dem Rückmelde-Code (RMC) zusammensetzt. Die RMI ist durch drei Ziffern verschlüsselt. Insgesamt gibt es 144 einzelne Indikationen, die zu Gruppen zusammengefasst werden können. So kann z.B. bei Verletzungen/Unfällen (Code: 200) lediglich eine mehrfache Verletzung (Code: 210) angegeben werden oder präzisiert werden, ob es sich um ein Polytrauma mit (Code: 211) bzw. ohne Schädelhirntrauma (Code: 212) han-

delt. Der RMC liefert ergänzend hierzu Informationen zur Notfallschwere. Die sechs Ziffern geben dabei den Zustand des Patienten (zum Zeitpunkt des Erstkontakts) bezüglich der Merkmale „Bewusstsein“, „Atmung“, „Kreislauf“, „Verletzung“, „Neurologischer Zustand“ und „Schmerz“ wieder. Der Minimalwert „1“ bedeutet dabei jeweils „unauffällig“, der Maximalwert „5“ bezeichnet den jeweils schwersten Grad der Funktionseinschränkung.

Die durch die RMZ erfassten Informationen zum Gesundheitszustand eines Unfallopfers sind damit wesentlich genauer als die von der Polizei anhand zeitlicher Kriterien vorgenommene Einteilung in „Getötete“, „Schwerverletzte“ und „Leichtverletzte“. Es können entsprechend der oben beispielhaft beschriebenen Unfallsituationen detaillierte Aussagen zu den jeweiligen Verletzungsfolgen gemacht werden.

In der Pilotstudie konnten aufgrund der eingeschränkten Fallzahl solche Detailanalysen nur begrenzt durchgeführt werden. Beispielhaft wurde für Pkw-Pkw-Unfälle, Pkw-Alleinunfälle und Alleinunfälle motorisierter Zweiräder die Häufigkeit der Verletzung bestimmter Körperregionen untersucht (Abbildung 6).

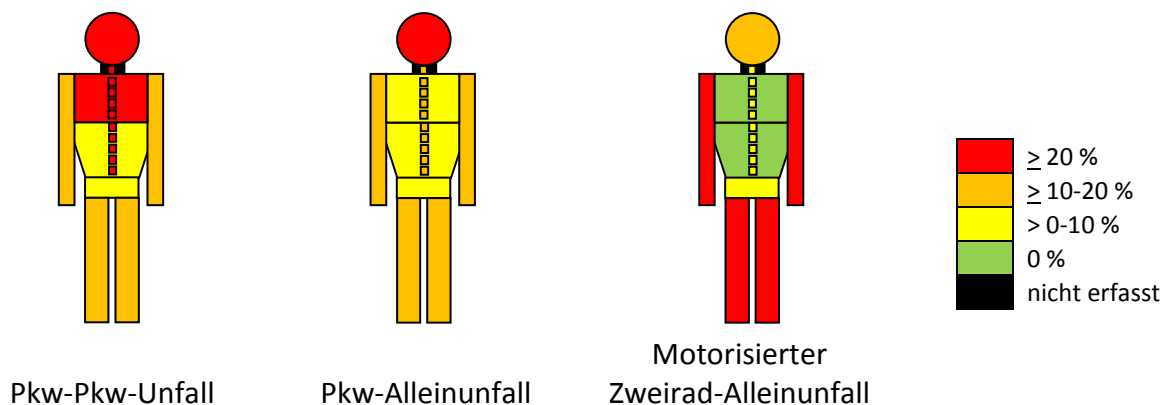


Abbildung 6: Relative Häufigkeiten von Verletzungen bestimmter Körperregionen bei ausgewählten Unfallkonstellationen (Rettungsdienst Lahn-Dill-Kreis, Jahr 2006)

Trotz der kleinen Fallzahlen werden in Abbildung 6 die Unterschiede zwischen Pkw-Unfällen und Unfällen motorisierter Zweiräder deutlich: Bei den Pkw-Insassen finden sich am häufigsten Kopfverletzungen wohingegen Fahrer motorisierter Zweiräder am häufigsten Verletzungen an den oberen und unteren Extremitäten aufweisen.

Untersuchungen zu den medizinischen Folgen von Unfällen, die sich innerorts bzw. außerorts ereignet haben, ergaben schwerere Verletzungen außerorts. Besonders deutlich wird dies durch die relative Häufigkeitsverteilung der Indikation „Polytrauma“: Seitens des Rettungsdienstes wurden bei knapp 15 % der Unfallopfer, die innerhalb einer Ortschaft verunglückt sind, mehrfache Verletzungen diagnostiziert und bei Patienten, die außerhalb von Ortschaften verunfallt sind, wurde bei 21 % ein Polytrauma festgestellt.

5. Diskussion der drei Studienansätze

Die drei vorgestellten Studien befassen sich mit Fragen der Verletzungsschwere und den Verletzungsmustern infolge von Straßenverkehrsunfällen. Die jeweiligen Untersuchungsansätze unterscheiden sich dabei jedoch erheblich, insbesondere im Hinblick auf die Datengewinnung. Der Grund hierfür liegt in der primär anderen Zielsetzung der jeweiligen Studien:

- GIDAS ist eine Datenbank, die auf In-depth-Untersuchungen basiert. Die Gewinnung von möglichst detaillierten Informationen zum Unfallgeschehen steht hier im Vordergrund. Dabei spielt die Erfassung technischer Daten und von Informationen zur Unfallursache eine mindestens so wesentliche Rolle wie Informationen zu den Verletzungen der Unfallopfer.
- Das Traumaregister der DGU ist in erster Linie ein Instrument im Rahmen des Qualitätsmanagements der beteiligten Krankenhäuser. Neue Erkenntnisse zu den medizinischen Belangen von Straßenverkehrsunfallopfern zu gewinnen, ist damit nicht primäres Ziel des Registers.
- Mit der Zusammenführung von Daten der Polizei und des Rettungsdienstes wurde in der Machbarkeitsstudie zunächst die Praktikabilität eines solchen Record Linkage geprüft. Darüber hinaus sollten aber auch die Möglichkeiten, die ein integrierter Datensatz für (zukünftige) Analysen zu den medizinischen Folgen von Straßenverkehrsunfällen bietet, untersucht werden.

Setzt man sich das Ziel, Untersuchungen zu den Verletzungsfolgen von Straßenverkehrsunfallopfern in Zukunft fortzuführen, stellt sich die Frage, welcher Untersuchungsansatz hierfür am geeignetsten ist. Anhand der Kriterien „Fallzahl“, „Umfang der erfassten Daten“, „Validität der Daten“, „Bundesweite Repräsentativität der Daten“, „Kontinuität der Datenerfassung“, „Zukünftiger Zugang zu den Daten“ und „Kosten“ lassen sich die drei vorgestellten Ansätze vergleichend gegenüberstellen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Vergleich der drei Studienansätze

	GIDAS	Traumaregister der DGU	Datenintegration
Fallzahl	ca. 2.000 Verkehrsunfälle mit Personenschaden pro Jahr, davon ca. 30 % Schwer-, Schwerstverletzte oder Getötete	Ca. 5.000 Patienten pro Jahr, davon sind ca. 40 % für Studienfragestellung geeignet (Straßenverkehrsunfall-opfer, ISS \geq 9, inländische Klinik etc.); derzeit findet der Aufbau von „Traumanetzwerken“ statt, wodurch ein weiterer Anwachs der jährlichen Fallzahlen erwartet wird	Ca. 500 Patienten pro Jahr im Lahn-Dill-Kreis; bei einer Ausweitung der Studie auf andere Kreise erhöht sich die Fallzahl entsprechend
Umfang der erfassten Daten	Erfassung sehr detaillierter Informationen zum Unfallgeschehen und zu medizinischen Daten (z.B. ISS); der Großteil der (technischen) Daten ist jedoch für die bestehende Fragestellung irrelevant bzw. aufgrund zu kleiner Fallzahlen nur für Einzelanalysen nutzbar	Erfassung detaillierter medizinischer Daten (z.B. ISS), einschließlich der Möglichkeit zur Berechnung von Prognose-Scores; außer der Art der Verkehrsbeteiligung keine Informationen zum Unfallgeschehen; eine Verknüpfung mit Kostenparametern ist möglich.	<i>Rettungsdienst</i> diagnostische Klassifizierung der Patienten und einfache Einstufung der Verletzungsschwere (kein ISS) <i>Polizei</i> Umfangreiche Informationen zum Unfallgeschehen
Validität der Daten	Hohe Datenvalidität aufgrund geschulter In-depth-Erhebungsteams	Nicht bekannt; grundsätzlich ist von einer hohen Datenvalidität auszugehen, jedoch gibt es Schwankungen in der Vollständigkeit der erfassten Daten	<i>Rettungsdienst</i> Nicht bekannt; die Vollständigkeit der Daten ist gut; problematisch ist die große Anzahl an Patienten, die im RMC mit Stufe 3 „schwere Störung droht“ bzw. „schwere Verletzung denkbar“ eingestuft werden. <i>Polizei</i> grundsätzliche hohe Datenvalidität; unmittelbare Vergleichbarkeit mit der amtlichen Unfallstatistik
Bundesweite Repräsentativität der Daten	Nein, Trends sind aufgrund der geringen Abweichungen zur bundesweiten Situation allerdings analysierbar.	Nein; durch die „Traumanetzwerke“ ist mittelfristig jedoch eine bundesweite Abdeckung zu erwarten.	Nein; mit einer Ausweitung der Studie auf weitere Kreise könnte ggf. eine Repräsentativität für Hessen erzielt werden.
Kontinuität der Datenerfassung	Kontinuierliche Fortführung des Projekts seit 1999	Kontinuierliche Datenerfassung seit 1993	Daten werden sowohl vom Rettungsdienst als auch der Polizei kontinuierlich erfasst
Zukünftiger Zugang zu den Daten	Unproblematisch	Unproblematisch	Nicht bekannt
Kosten	Hohe Kosten	Moderat, in Abhängigkeit vom geschätzten Analyseaufwand	Nicht bekannt

Jeder der drei Studienansätze weist Vor- und Nachteile auf, die eine Entscheidung darüber, welchem Ansatz in Zukunft zur Untersuchung der Schwer(st)verletzten-Thematik der Vorzug zu gegeben ist, erschweren. Eines der wichtigsten Kriterien ist unseres Erachtens das Vorliegen einer ausreichend großen Fallzahl, um auch Subgruppenanalysen durchführen zu können. Idealerweise sollte sich die Untersuchungsstichprobe dabei so zusammensetzen, dass von einer bundesweiten Repräsentativität ausgegangen werden kann. Hierzu ist allerdings anzumerken, dass ein Repräsentativitätsanspruch kaum zu überprüfen ist, da die Gesamtpopulation aller (schwer) verletzten Straßenverkehrsteilnehmer nicht bekannt ist. Selbst die amtliche Unfallstatistik kann kaum als „Golden Standard“ herangezogen werden, da sie sich ausschließlich auf polizeilich erfasste Unfälle beschränkt. Grundsätzlich kann zwar davon ausgegangen werden, dass die Vollständigkeit der amtlichen Daten mit der Unfallschwere zunimmt, jedoch scheinen auch bei Unfällen mit Personenschaden bestimmte Unfallkonstellationen (z.B. Alleinunfälle, Unfälle ohne Beteiligung motorisierter Kraftfahrer) unterrepräsentiert zu sein. Der Repräsentativitätsanspruch kann damit am ehesten durch eine bundesweit möglichst flächendeckende Erfassung erfolgen, die in den jeweiligen Erfassungsbereichen (z.B. Kreise, Krankenhäuser etc.) eine Totalerhebung (und Vollständigkeit der Daten) anstrebt. Ähnlich wie bei der amtlichen Unfallstatistik wäre jedoch selbst dann zu klären, ob und ggf. welche systematischen Verzerrungen bei der Datenerfassung vorliegen (z.B. seltenere Krankenhausbehandlung von Verunfallten ohne Versicherungsschutz). Eine für Deutschland flächendeckende Erfassung von Straßenverkehrsunfallopfern ist derzeit durch keinen der drei Studienansätze gewährleistet. Durch den Aufbau von sogenannten Traumanetzwerken scheint jedoch im Rahmen der Arbeit der DGU eine solch bundesweite Abdeckung in Zukunft möglich zu sein. Durch die neuen Traumanetzwerke wird sich die Anzahl der sich am Traumaregister beteiligenden Kliniken erhöhen und damit auch die jährlichen Fallzahlen. Für die zukünftige Untersuchung von Schwer(st)verletzten wäre damit ein Datenpool vorhanden, der sowohl jährliche als auch jahresübergreifende Analysen zu bestimmten Subgruppen erlauben würde. Nachteilig ist jedoch, dass auch im Rahmen der Traumanetzwerke keine Erfassung von Informationen zum Unfallgeschehen vorgesehen ist. Der Schwerpunkt der Datenerhebung richtet sich auch weiterhin auf medizinische Parameter. Die Durchführung von Subgruppenanalysen auf der Basis unfallrelevanten Daten (z.B. Unfallart, -ursache) wäre damit nicht möglich.

Eine bundesweit flächendeckende Erhebung von GIDAS-Daten würde solche Analysen hingegen möglich machen. Die umfassenden unfallbezogenen und medizinischen Daten in GIDAS liefern hierfür eine optimale Datenbasis. Allerdings ist eine solche Studierenerweiterung aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll und – mit Blick auf die im Fokus stehenden Forschungsfragestellungen – auch nicht erstrebenswert, da der Großteil der erfassten (technischen) Daten für die Untersuchung der Schwer(st)verletztenproblematik nicht relevant ist. Damit müssten sich nachfolgende Untersuchungen weiterhin auf die Datenbasis der Erhebungsgebiete Dresden und Hannover beschränken. Jährliche Zeitreihenanalysen könnten selbstverständlich auch mit diesen Daten durchgeführt werden, jedoch wäre aufgrund der relativ kleinen Fallzahlen der Schwer- und Schwerstverletzten zu prüfen, ob die Stichproben auch für Subgruppenanalysen ausreichend groß sind.

Der Aufbau eines bundesweit integrierten Datensatzes, in dem Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdienstes miteinander verknüpft wären, könnte die Nachteile der beiden anderen Forschungsansätze ausgleichen: Zum Einen lägen hier Informationen sowohl zum Unfall-

geschehen als auch des medizinischen Gesundheitsstatus der Unfallopfer vor, zum Anderen wären größtmögliche Fallzahlen zu erwarten, die detaillierte Analysen unterschiedlichster Subgruppen erlaubten. Ein weiterer Vorteil eines bundesweit integrierten Datensatzes wäre die Ökonomie hinsichtlich der Datengewinnung. Die erforderlichen Ressourcen zur Generierung eines integrierten Datensatzes sind im Vergleich zur Erhebung von Primärdaten in der Regel deutlich geringer und ermöglichen eine möglichst optimale Ausschöpfung des Potentials der Primärdaten. Allerdings gibt es einige Punkte, die dem Aufbau eines integrierten Datensatzes u.U. entgegenstehen könnten: Neben datenschutzrechtlichen Fragen sind dies insbesondere administrative und dokumentatorische Besonderheiten in den Ländern. Während die von der Polizei zu ermittelnden Unfalldaten in ihrem Grunddatensatz bundesweit einheitlich erfasst werden und u.a. in die jährliche Verkehrsunfallstatistik einfließen, gibt es seitens des Rettungsdienstes keine bundesweit standardisierte Datenerfassung. Die Erhebungspraxis in den 16 Bundesländern (und z.T. auch innerhalb der Länder) weist deutliche Unterschiede auf. Insbesondere die Erfassung des Gesundheitszustandes des Unfallopfers auf der Basis der Rückmeldezahl ist eine Besonderheit, die sich auf Hessen beschränkt. Bayern und Baden-Württemberg verfolgen zwar ähnliche Ansätze, jedoch sind die Ansätze untereinander nicht ohne weiteres kompatibel. In anderen Ländern fehlt eine EDV-gestützte Dokumentation medizinischer Patientendaten gänzlich. Weiterhin macht die Verankerung der Trägerschaft des Rettungsdienstes auf Landkreisebene eine Kooperation mit sehr vielen unterschiedlichen Ansprechpartnern erforderlich. Grundsätzlich ist auch zu fragen, ob Patientendaten, die durch den Rettungsdienst erhoben werden, in gleichem Maße als geeignet angesehen werden können, die Schwer(st)verletztenproblematik zu untersuchen, wie Krankenhausdaten. Vom Rettungsdienst erfolgt die Erstellung einer Erstdiagnose mit eingeschränkten Untersuchungsmöglichkeiten (z.B. kein CT) in möglichst kurzer Zeit. Aufgrund dieser erschwerten Bedingungen ist die Diagnosestellung des Rettungsdienstes oftmals mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Bei der Codierung der Rückmeldezahl ist dies an der relativ häufigen Einstufung „schwere Störung droht“ bzw. „schwere Verletzung denkbar“ erkennbar. Im Krankenhaus, wo in der Regel umfassende Untersuchungsmöglichkeiten gegeben sind, kann die Diagnosestellung hingegen mit wesentlich größerer Sicherheit erfolgen. Das bedeutet, dass für alle Patienten, die vom Rettungsdienst im RMC mit Stufe 3 diagnostiziert wurden, die tatsächliche Verletzungsschwere (leicht-, schwer-, schwerstverletzt) erst nach der Krankenhausuntersuchung festgestellt werden kann. Weiterhin ist zu überlegen, ob die Rückmeldezahl an sich, die ja ursprünglich zur Qualitätssicherung im Rahmen der Leitstellenarbeit entwickelt wurde, für die langfristige Untersuchung schwer- und schwerstverletzter Unfallopfer geeignet ist. In der eigenen Untersuchung hat sich die Analyse von RMI und RMC bewährt. Kritisch zu werten ist jedoch, dass solche Untersuchungsergebnisse kaum anderen Studien gegenüber gestellt werden können, da bislang keine Informationen zur Vergleichbarkeit der Rückmeldezahl mit sonstigen national und international gebräuchlichen Score-Systemen (z.B. ISS) vorliegen.

- Sehr große und möglichst bundesweit repräsentative Fallzahlen sind die Voraussetzung für relevante Subgruppenanalysen.
- Für Subgruppenanalysen müssen sowohl Daten zum Unfallgeschehen als auch zum Gesundheitszustand des Patienten vorliegen.
- Die Nutzung vorhandener Daten ist aus ökonomischen Gründen der Erfassung neuer Primärdaten vorzuziehen.
- Krankenhausdaten sind gegenüber Daten des Rettungsdienstes zu bevorzugen.

Kasten 3: Bedingungen für eine langfristige Untersuchungsreihe zu schwer- und schwerstverletzten Straßenverkehrsunfallopfern

Die Vor- und insbesondere Nachteile der drei Untersuchungsansätze lassen keinen dieser Ansätze als optimal erscheinen, um darauf eine langfristige Untersuchungsreihe zu schwer- und schwerstverletzten Straßenverkehrsunfallopfern aufzubauen. Geht man jedoch von den in Kasten 3 aufgeführten Bedingungen aus, ergibt sich möglicherweise ein vierter Weg.

Das Traumaregister der DGU mit der Option bundesweit etablierter Traumanetzwerke erfüllt gemäß Kasten 3 die Punkte 1, 3 und 4. Nicht erfüllt ist die Voraussetzung, auch Informationen zum Unfallgeschehen zu präsentieren. Diese Informationslücke könnte durch eine Zusammenführung der Daten des Traumaregisters mit polizeilichen Unfalldaten geschlossen werden. Auf diese Weise könnten die Primärdaten zweier etablierter Dokumentationssysteme für die weiterführende Untersuchung der Schwer(st)verletztenproblematik genutzt werden.

Wie groß der Erkenntnisgewinn sein kann, der durch die Verknüpfung unterschiedlicher Datenerfassungssysteme erzielt werden kann, wird nicht nur durch die eigene Untersuchung belegt, sondern auch durch eine aktuelle Studie der RWTH Aachen und des Universitätsklinikums Aachen (Lank, Becher, Steinauer, Erli & Sellei, 2009a, b). In der Studie wurde untersucht, inwieweit durch eine Verknüpfung der nach amtlicher Verkehrsunfallstatistik schwerverletzten Unfallopfer mit den nach medizinischen Krankenakten ermittelten Unfallschweren neue Erkenntnisse zur Verletzungsschwere und zu Verletzungsmustern erlangt werden können. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind vielversprechend und unterstreichen die hohe Effizienz die ein solcher Ansatz für die zukünftige Verkehrssicherheitsarbeit bietet.

6. Literatur

Auerbach, K. (2008). Zusammenführung von Unfalldaten der Polizei und des Rettungsdienstes – eine Machbarkeitsstudie. Unveröffentlichter Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen.

Brühning, E., Otte, D. & Pastor, C. (2005). 30 Jahre wissenschaftliche Erhebungen am Unfallort für mehr Verkehrssicherheit. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 51, 175-181.

Höhnscheid, K.-J. & Straube, M. (2006). Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2004. BAST-Info 02/06, Bergisch Gladbach.

Kühne, C.A., Ruchholtz, S., Buschmann, C., Sturm, J., Lackner, C.K., Wentzensen, A., Bouillon, B., Weber, C. & AG Polytrauma der DGU (2006). Polytraumaversorgung in Deutschland: Eine Standortbestimmung. *Unfallchirurg*, 109, 357-366

Lank, C., Becher, T., Steinauer, B., Erli, H.-J. & Sellei, M. (2009a). Differenzierte Betrachtung der Verletzungsschwere – Teil 1: Grundlage effizienter Verkehrssicherheitsarbeit. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 1, 15-19.

Lank, C., Becher, T., Steinauer, B., Erli, H.-J. & Sellei, M. (2009b). Differenzierte Betrachtung der Verletzungsschwere – Teil 2: Strategien für eine zukunftsorientierte Verkehrssicherheitsarbeit. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 2, 70-75.

Lefering (2009). Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe „Mensch und Sicherheit“, Heft M200.

Otte, D. (2005). 3-D laser system for scaled accident sketches and documentation of the traces after traffic accidents as basis of biomechanical analysis. IRCOBI Conference, Prague, Czech Republic, 21-23 September 2005, Abstract, pp. 435-438.

Otte, D. & Jänsch, M. (2008). Auswertung von Erhebungen am Unfallort GIDAS. Schwerpunktthema 2006: Unfälle mit Schwer- und Schwerstverletzten. Unveröffentlichter Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen.

Statistischen Bundesamtes (2008). Verkehr, Verkehrsunfälle. Fachserie 8, Reihe 7. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Dr. Kerstin Auerbach,
Bundesanstalt für Straßenwesen
Abteilung „Verhalten und Sicherheit im Verkehr“
Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach

Prof. Dr. Dietmar Otte
Medizinische Hochschule Hannover
Verkehrsunfallforschung
Karl-Wiechert-Allee 3
30625 Hannover

Michael Jänsch
Medizinische Hochschule Hannover
Verkehrsunfallforschung
Karl-Wiechert-Allee 3
30625 Hannover

PD Dr. Rolf Lefering
Universität Witten-Herdecke gGmbH
Institut für Forschung in der operativen Medizin
Ostmerheimer Straße 200
51109 Köln