

Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen

Axel Malczyk

Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen

Dr.-Ing. Axel Malczyk

Die Unfallforschung der Versicherer veröffentlicht ihre Forschungsergebnisse in den Reihen:

FS - Fahrzeugsicherheit

VI - Verkehrsinfrastruktur

VV - Verkehrsverhalten / Verkehrspsychologie

Impressum:

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin

Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

E-Mail: unfallforschung@gdv.de

Internet: www.udv.de

ISBN-Nr.: 978-3-939163-39-8

Redaktion: Dr.-Ing. Axel Malczyk

Layout: Michaela Gaebel

Erschienen: 08/2011

Inhalt

Kurzfassung	5
1 Einleitung	6
2 Rettungskette	7
2.1 Rettungsdienst	7
2.1.1 Rettungsdienst, Notarzt und Rettungsmittel	9
2.1.2 Leitstellen und Notruf	11
2.1.3 Rettungsablauf und Qualitätsmerkmale	12
2.2 Feuerwehr und technische Rettung	14
2.3 Klinische Versorgung von Traumapatienten	16
3 Schwer- und Schwerstverletzungen	18
3.1 Kennwerte für Verletzungsschwere	19
3.2 Polytrauma	22
3.3 Inzidenz von Polytraumata und Schwerstverletzungen	22
4 Studienmethodik und -material	23
4.1 Erhebungsmethode	24
4.2 Studienregion	25
4.2.1 Repräsentativität der Studienregion	29
4.3 Studiendauer	33
4.4 Studienmaterial	33
5 Erhebungsergebnisse und Auswertung	35
5.1 Allgemeine Unfallumstände	35
5.1.1 Geschlecht und Alter Schwerstverletzter	35
5.1.2 Verkehrsbeteiligung Schwerstverletzter	37
5.1.3 Verletzungsschwere lebensbedrohlich Verletzter	38
5.1.4 Jahreszeitliches Aufkommen Schwerstverletzter	39
5.1.5 Straßenzustand und Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Schwerstverletzten	40
5.1.6 Ortslage bei Unfällen mit Schwerstverletzten	42
5.2 Schwerstverletzte Verkehrsteilnehmer	42
5.2.1 Schwerstverletzte Fußgänger und Übrige	43
5.2.2 Schwerstverletzte Fahrradbenutzer	45
5.2.3 Schwerstverletzte Kraftradbenutzer	49
5.2.4 Schwerstverletzte Fahrzeuginsassen	52
5.3 Schätzung der Anzahl überlebender Schwerstverletzter in Deutschland	61

5.4	Rettung Schwerstverletzter	63
5.4.1	Unfallmeldung	63
5.4.2	Rettungsmittel und Zielklinik	64
5.4.3	Rettungszeiten	66
5.4.4	Präklinische Versorgung	68
5.4.5	Technische Rettung	70
5.4.6	Akutbehandlung im Krankenhaus	77
6	Workshop „Optimierung der Rettungskette“	75
7	Versuche zur technischen Rettung	81
7.1	Schneidversuche	81
7.2	Vordrücken des Fahrzeugvorbaus	83
8	Diskussion und Schlussfolgerungen	86
8.1	Schwerstverletzungen	86
8.2	Rettungskette	90
9	Zusammenfassung	94
	Literatur	97
	Dank	101

Kurzfassung

Die Unfallforschung der Versicherer (UDV) bearbeitete von 2007 bis 2010 im Auftrag der Kommission Kraftfahrt Schadenverhütung des GDV das Forschungsprojekt „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“. Im Rahmen der Arbeit sollte insbesondere untersucht werden, wie oft Straßenverkehrsteilnehmer, von Fußgängern bis zu Nutzfahrzeuginsassen, bei Unfällen lebensbedrohliche oder tödliche Verletzungen erleiden, welche Verletzungsmuster dabei vorherrschen und welche Unfallmechanismen dafür verantwortlich sind. Die amtliche Unfallstatistik ist für die Beantwortung dieser Fragestellung nicht detailliert genug und klinische Studien enthalten in der Regel zu wenige Informationen über den Unfallablauf. Für das Forschungsprojekt wurde eine großenteils prospektive Erhebung von November 2007 bis Dezember 2008 in einer süddeutschen Region mit etwa 1,3 Millionen Einwohnern durchgeführt, die als repräsentativ für das schwere Unfallgeschehen in Deutschland gelten kann. Es wurden anonym alle Verkehrsteilnehmer dokumentiert, bei denen die Gesamtverletzungsschwere nach dem sogenannten Injury Severity Score (ISS) 16 oder mehr Punkte betrug (meist in Form schwerer Mehrfachverletzungen, d. h. eines sogenannten Polytraumas) oder die an den Folgen ihrer Verletzungen innerhalb von 30 Tagen verstarben. Im Rahmen der Studie werden diese Unfallopfer unter dem Begriff „Schwerstverletzter“ zusammengefasst, wenngleich von diesem Terminus in Unfallmedizin und Verkehrssicherheit bislang noch kein einheitliches Verständnis herrscht. Die Fallerhebung und -dokumentation wurde in Zusammenarbeit und mit großer Unterstützung durch die Rettungsleitstellen, die Traumazentren, die Ermittlungsbehörden und die Feuerwehren der Region durchgeführt.

Im gesamten vierzehnmonatigen Erhebungszeitraum wurden 149 Personen mit lebensbedrohlichen Verletzungen in Krankenhäusern behandelt, von denen 22 in der Klinik verstarben. 76 Opfer waren noch an der Unfallstelle ums Leben gekommen. In beiden Gruppen hatten Pkw-Insassen bei Weitem den größten Anteil. Meist handelte es sich um Fahrer, die bei einem Frontal- oder Seitenaufprall schwerst verletzt wurden. Etwa ein Drit-

tel der klinisch Behandelten und ein Fünftel der sofort Getöteten setzte sich aus Zweiradbenutzern (Kraftrad und Fahrrad) zusammen und ungefähr zehn Prozent der Schwerstverletzten waren Fußgänger. Schädel-Hirn-Traumata beeinflussten häufig den tödlichen Ausgang von Verletzungen, aber stumpfe Brustverletzungen und schwere Frakturen der Extremitäten trugen erheblich zur Gesamtverletzungsschwere und häufig auch zu langen Behandlungszeiten bei. Für die verschiedenen Arten der Verkehrsbeteiligung und teilweise auch für die Aufprallart konnten typische Verletzungsmuster bestimmt werden. Es ist davon auszugehen, dass etwa jeder Zehnte, der im amtlichen Sinne als „schwerverletzt“ gilt, lebensbedrohliche Verletzungen erleidet, aber überlebt. Für das Jahr 2008 ist mit etwa 7.000 Betroffenen zu rechnen, deren Mehrheit lang anhaltende oder dauerhafte Behinderungen zu erwarten hat.

Im Rahmen der Studie wurde auch die Rettung der Schwerstverletzten bis zur Einlieferung ins Krankenhaus betrachtet, um Möglichkeiten für eine Verkürzung der Rettungsdauer untersuchen zu können. Mit Angehörigen verschiedener an der Unfallrettung beteiligter Einrichtungen aus dem ganzen Bundesgebiet wurde darüber hinaus ein Workshop „Optimierung der Rettungskette“ abgehalten. Die Phase der Befreiung und präklinischen Versorgung eingeklemmter Fahrzeuginsassen wurde dabei als entscheidend für die gesamte Rettungszeit identifiziert.

Bei Rettungsübungen an schwer, aber identisch deformierten Fahrzeugen wurde die Dauer einzelner technischer Befreiungsmaßnahmen durch die Feuerwehr und in Abhängigkeit von den eingesetzten Rettungsgeräten ermittelt.

1 Einleitung

Mit dem Wirtschaftswachstum und der einhergehenden starken Motorisierung der Bevölkerung nach dem Zweiten Weltkrieg stieg auch in Deutschland die Zahl der Verkehrsunfallopfer rapide an. 1970 kamen in der Bundesrepublik mehr als 19.000 Menschen bei Unfällen im Straßenverkehr ums Leben [1]. Nicht nur Sicherheitsgurte für Autoinsassen und die Verwendung geeigneter Helme für Zweiradfahrer gehörten zu den Ausnahmen, auch das Rettungswesen wies damals noch große Defizite auf. Vollerorts wurden gerade erst einheitliche Notrufnummern eingeführt, schwerverletzte Unfallopfer mussten mit einfachem Werkzeug aus ihren Fahrzeugen befreit werden und wurden meist ohne ärztliche Betreuung von der Unfallstelle in das nächstgelegene Krankenhaus transportiert [2]. Dabei waren die diagnostischen wie auch die therapeutischen Möglichkeiten für die Versorgung lebensbedrohlicher Traumata nur in wenigen großen Kliniken vorhanden. Dem dramatischen Verkehrsunfallgeschehen wurde in den folgenden Jahrzehnten nicht nur durch Aufklärung der Verkehrsteilnehmer, bauliche Verbesserungen im Straßennetz und mit Verbesserungen der passiven und aktiven Sicherheit von Kraftfahrzeugen begegnet. In industrialisierten Staaten wurden auch das Rettungswesen und die medizinische Versorgung weiterentwickelt, um schwerverletzten Unfallopfern das Leben zu erhalten und die Voraussetzungen für eine möglichst gute funktionale Wiederherstellung zu schaffen. In Deutschland wurden in diesem Zusammenhang u. a. der Bereich der Notfallmeldung und -bearbeitung, die Ausrüstung für die technische Rettung von eingeklemmten Verkehrsteilnehmern und die ärztliche Versorgung bereits an der Unfallstelle und während des Transportes bis hin zur Errichtung eines flächendeckenden Luftrettungssystems stark verbessert. Die Rettungskette als Inbegriff des Ablaufs von qualifizierten Maßnahmen, um Notfallpatienten erstzuversorgen, ihre Vitalfunktionen zu stabilisieren und zur weiteren Behandlung schnell in eine Klinik zu transportieren, hat zweifellos einen hohen Anteil daran, dass Unfallopfer heutzutage trotz schwerer Verletzungen bessere Überlebenschancen haben als zu Beginn der Massenmotorisierung. Dabei kommen die Errungenschaften im Rettungswesen und der Akut-

medizin selbstverständlich nicht nur Opfern von Verkehrsunfällen, sondern auch Patienten aus Unfällen im betrieblichen, häuslichen und Freizeitbereich sowie bei internistischen Notfällen zugute, die mittlerweile den überwiegenden Teil des Einsatzaufkommens ausmachen. Nach wie vor stellen schwere Verkehrsunfälle aber besonders hohe Anforderungen an die organisierte Notfallrettung, weil sie oft im ländlichen Bereich und damit entfernt von geeigneten Krankenhäusern geschehen, typischer Weise zu Mehrfachverletzungen bei einem oder mehreren Opfern gleichzeitig führen und neben der präklinischen Versorgung oft auch eine aufwändige Befreiung aus deformierten Fahrzeugen bedingen. Damit gewinnen der zeitliche Faktor bis zum Einsetzen erster medizinischer Betreuung und der rechtzeitige Transport in eine geeignete Klinik besonders an Bedeutung.

Das mit dem vorliegenden Bericht beschriebene Forschungsprojekt „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“ hat daher zum Ziel, einerseits die Verletzungssituation lebensbedrohlich Verletzter nach Straßenverkehrsunfällen mit den Kollisionsumständen zu beschreiben und andererseits ihre Rettung und Akutbehandlung zu dokumentieren. Die Zusammenhänge zwischen den vorgefundenen Verletzungsmustern und den Unfallmechanismen wurden im Rahmen einer Dissertation ausführlich behandelt [3] und werden hier mit den wichtigsten Ergebnissen ebenfalls wiedergegeben. Der vorliegende Bericht soll aber das Augenmerk auch verstärkt auf die Rettungskette richten und Möglichkeiten für deren weitere Optimierung diskutieren. Da bei besonders schweren Verletzungszuständen die Zeit zwischen Unfallereignis und definitiver Versorgung im Krankenhaus das Behandlungsergebnis erheblich beeinflussen kann, soll sich die Betrachtung auf diese Gruppe von Verkehrsunfallopfern beschränken. Im Hinblick auf die Rettungskette steht dabei die Zeit bis zur Einlieferung in das Traumazentrum im Vordergrund. Die Qualität der im Rahmen der Rettung und medizinischen Versorgung getroffenen Maßnahmen kann und soll dagegen nicht beurteilt werden.

Da für die Studie eine weitgehend prospektive Methode für die Fallerhebung gewählt wurde, konnten die Unfall-

umstände und die Rettung zwar detailliert beschrieben werden, spiegeln aber nur die Situation in der untersuchten Region wieder. Mit einem zusätzlichen Experten-Workshop wurde daher versucht ergänzend dazu weitere Herausforderungen für das Notfallrettungswesen in Deutschland zu identifizieren und Vorschläge für Verbesserungen zu sammeln. Die Ergebnisse von Schneidversuchen mit unterschiedlichen hydraulischen Rettungsgeräten der Feuerwehr an identischen Unfallfahrzeugen und die vergleichende Gegenüberstellung des Zeitbedarfs beschließt die Tätigkeiten im Rahmen dieses Projektes.

2 Rettungskette

Die Rettungskette repräsentiert allgemein den strukturierten und koordinierten Ablauf von Maßnahmen durch Laien und organisierte Rettungskräfte, um verletzten oder erkrankten Personen zu helfen, bei denen Lebensgefahr oder das Risiko schwerer bleibender Schäden besteht, falls diese nicht schnell einer geeigneten Behandlungseinrichtung zugeführt und medizinisch versorgt werden. In vielen Veröffentlichungen und Merkblättern, die sich an Laienhelfer wenden, ist die Rettungskette als Phase vom Auffinden einer verletzten oder erkrankten Person bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes definiert, weil an dieser Stelle die Beteiligung nicht-professioneller Helfer endet. Für die Betrachtungen im Rahmen dieses Projektes soll die Rettungskette dagegen den gesamten Zeitraum zwischen Eintritt des Unfallereignisses und der Einlieferung im geeigneten Krankenhaus beschreiben. In diesem Zusammenhang wird häufig die „Golden Hour of Shock“ genannt. Dieser in den siebziger Jahren geprägte Begriff beschreibt, dass bei starken inneren Blutungen im Bauchraum die Überlebenschancen nach Ablauf der ersten Stunde rapide sinkt, falls bis dahin nicht die notwendige klinische Behandlung eingesetzt hat. Wenngleich diese Aussage nicht evidenzbasiert war [4], kann diese zeitliche Vorgabe immer noch als Zielwert für die Akutversorgung lebensbedrohlich Verletzter gelten.

Eine mögliche Einteilung der einzelnen Aufgaben bzw. Glieder der Rettungskette zeigt Abbildung 1. Die dargestellten Abschnitte beschreiben die Abfolge schematisch, wobei einzelne Glieder ggf. gleichzeitig oder wiederholt zur Anwendung kommen, eventuell aber auch hinfällig sein können. Neben der obligatorischen medizinischen Versorgung in unterschiedlichem Ausmaß kann sich die Notwendigkeit für eine technische Rettung ergeben, die bei Verkehrsunfällen in der Regel durch die Feuerwehr geleistet wird, in anderen Notfallsituationen aber auch die Rettung durch die Berg- oder Wasserwacht erfordern kann.

2.1 Rettungsdienst

Der Rettungsdienst ist ein spezielles Hilfeleistungssystem zwischen ambulanter und stationärer Versorgung

von Notfallpatienten [5]. Seine Aufgabe ist es, akut erkrankte oder verletzte Personen am Einsatzort präklinisch zu versorgen und unter qualifizierter Betreuung in ein geeignetes Krankenhaus zu transportieren oder zwischen Behandlungszentren zu verlegen. Dies kann bei Verkehrsunfällen durch den bodengebundenen Rettungsdienst oder die Luftrettung geschehen. Der Rettungsdienst ist damit wesentlicher Teil des organisierten Rettungswesens, welches u. a. auch die Notrufbearbeitung und Einsatzkoordination in Rettungsleitstellen einschließt.

Als Notfallpatienten gelten Personen, für die aufgrund einer akuten Erkrankung oder einer schweren Verletzung eine unmittelbare Lebensbedrohung oder Gefährdung der Gesundheit und das Risiko schwerer Folgen besteht, falls diese nicht einer schnellen medizinischen Behandlung zugeführt werden. Nicht-Notfallpatienten bedürfen dagegen keiner medizinischen Versorgung vor und während des Transportes und können deswegen auch durch den Krankentransport transportiert werden, an den geringere Anforderungen hinsichtlich personeller und technischer Ausstattung gestellt werden [5].

Der Rettungsdienst in den Bundesländern unterliegt unterschiedlichen Landesgesetzgebungen, was eine allgemeingültige Beschreibung der Organisation und der Aufgaben des Rettungsdienstes in Deutschland erschwert. Die Notfallversorgung stellt eine medizinische Leistung und darüber hinaus eine Aufgabe der Gefahrenabwehr dar, die als öffentliche Aufgabe zu organisieren ist. Der Krankentransport ist dagegen eher der „gesundheitlichen Daseinsfürsorge“ zuzuordnen und muss deswegen nicht unbedingt als öffentliche Aufgabe organisiert werden. Die rechtliche Einordnung wird letztlich durch den Zustand des Patienten, das heißt das Ausmaß der Gefahr für sein Leben und seine Gesundheit, bestimmt [5].

Vorgaben, Planung und Ausführung des Rettungsdienstes werden vorrangig auf Ebene der

- Entscheidungsträger
- Aufgabenträger und
- Leistungsträger erbracht.

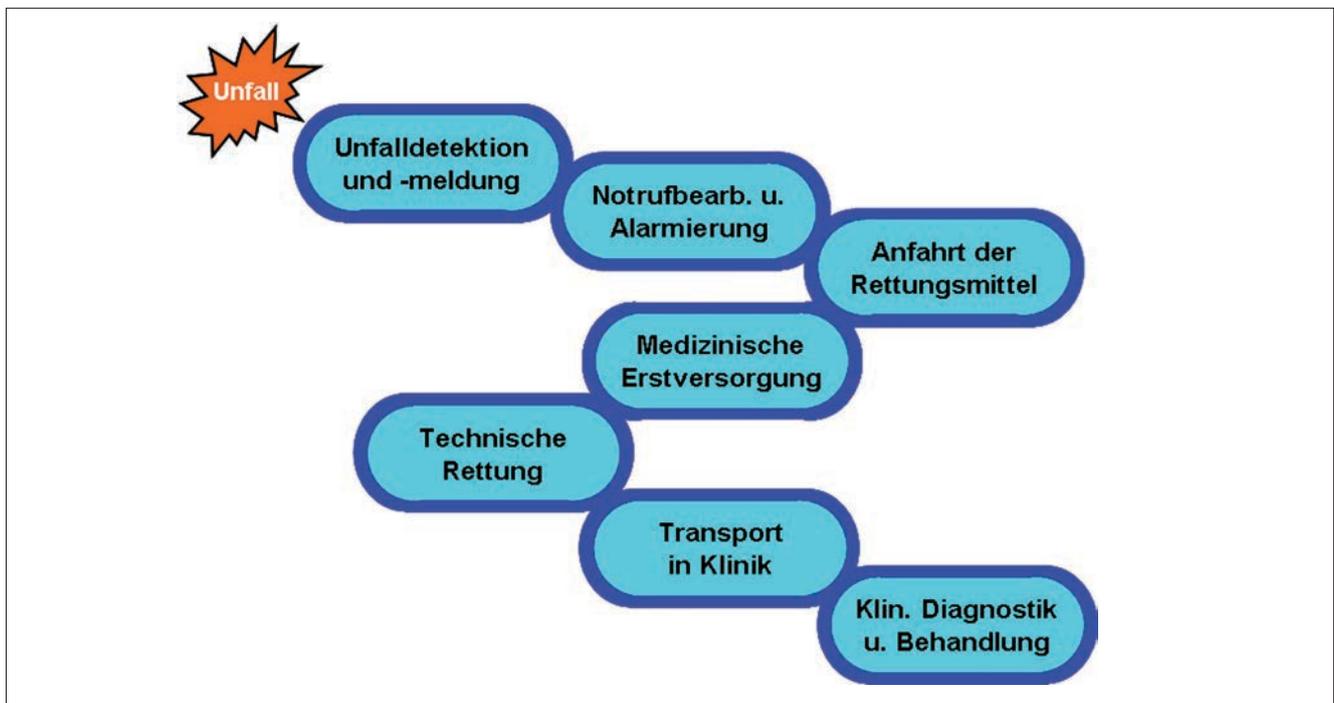


Abbildung 1:
Schematische Darstellung der Rettungskette bis zur Einlieferung in die Klinik

Als öffentliche Aufgabe liegt die Gesamtverantwortung für den Rettungsdienst beim Staat. Die Sicherstellung seiner Durchführung fällt zum allergrößten Teil in den Kompetenzbereich der Bundesländer als Entscheidungsträger. Jedes Bundesland regelt u. a., inwieweit das Rettungswesen als öffentliche Aufgabe durch kommunale Einrichtungen oder durch private Anbieter erbracht werden darf und legt die örtlichen Zuständigkeitsbereiche im Rettungsdienst (Rettungsdienstbereiche) fest. Sofern keine gesetzlichen Vorgaben bestehen, entscheidet es gemeinsam mit den Trägern des Rettungsdienstes und den Kostenträgern über seine personelle und sächliche Ausstattung sowie Qualitätsstandards, wie Hilfsfristen. Zuständige oberste Landesbehörde ist in einigen Bundesländern das Innenministerium, in anderen das Sozialministerium. Lediglich einige Einzelsachverhalte wie das Personenbeförderungsrecht oder die Luftrettung sind auf Bundesebene geregelt [6].

Die Aufgabenträger – dies sind die Landkreise und kreisfreien Städte beziehungsweise Zusammenschlüsse dieser Gebietskörperschaften zu Rettungszweckverbänden – sind verpflichtet, die Notfallversorgung in ihrem Zuständigkeitsbereich, dem Rettungsdienstbereich, uneingeschränkt bedarfsgerecht sicherzustellen [5]. Dies umfasst die Planungspflicht, die Ermittlung des Bedarfs an Einrichtungen und Rettungsmitteln und die Durchführungspflicht einschließlich der Kontrollpflicht. Dazu gehört u. a. die Zahl der Rettungswachen und der erforderlichen Rettungsmittel festzulegen, Leitstellen einzurichten und zu betreiben und den notärztlichen Einsatz zusammen mit den kassenärztlichen Vereinigungen und Krankenhäusern zu organisieren. Die rettungsdienstliche Planung ist dabei zwischen benachbarten Trägern des Rettungsdienstes abzustimmen. Die Planung der Luftrettung wird von der für das Rettungswesen zuständigen obersten Landesbehörde vorgenommen, welche die Anzahl, Standorte und Einsatzbereiche der Luftrettungsstationen und Verlegungshubschrauber festlegt und auch bundeslandübergreifend abstimmt [6].

Die eigentliche Durchführung des Rettungsdienstes liegt in der Verantwortung des Leistungsträgers. Dies können kommunale Einrichtungen (Berufs- und freiwillige Feuer-

wehren, kommunale Rettungsdienste) oder Hilfsorganisationen (Arbeiter-Samariter-Bund, Deutsches bzw. Bayerisches Rotes Kreuz, Johanniter Unfallhilfe und Malteser Hilfsdienst) und vereinzelt auch private Unternehmen sein. An der Luftrettung beteiligt sich neben privaten Unternehmen wie der ADAC-Luftrettung und der Deutschen Rettungsflugwacht in geringerem Umfang auch der Bund mit Rettungshubschraubern, die vom Katastrophenschutz betrieben werden. Welche rettungsdienstlichen Aufgaben mit kommunalen Einrichtungen selbst durchgeführt und welche von privaten Leistungserbringern – dazu zählen auch die Hilfsorganisationen – wahrgenommen werden, entscheidet der Aufgabenträger. Soweit er die Notfallversorgung nicht selbst durchführt, überträgt er sie unter Beteiligung der Kostenträger (z. B. Krankenkassen) – allein oder zusammen mit der Krankenförderung – auf freie Leistungsträger. Hilfsorganisationen können dabei vorrangig berücksichtigt werden, weil sie in der Notfallversorgung bewährt und in den Katastrophen- und Zivilschutz eingebunden sind [6].

2.1.1 Rettungsdienst, Notarzt und Rettungsmittel

Für die grundlegende Versorgung von Notfallpatienten steht in erster Linie der bodengebundene Rettungsdienst zur Verfügung. Meist wird dazu ein Rettungswagen (RTW) (s. Abbildung 2) eingesetzt, dessen Personal, mindestens ein Rettungsassistent und ein Rettungshelfer, einfache lebensrettende Maßnahmen beherrschen muss [7]. Wenn Patienten am Schadensort sofortiger ärztlicher



Abbildung 2:
Rettungswagen mit Kofferaufbau (Quelle: Malczyk)

Hilfe bedürfen, wird der Einsatz zusätzlich mit einem Notarzt beschickt. Darüber entscheidet der Leitstellenmitarbeiter auf Grundlage der Notrufmeldung und eines umfangreichen Indikationenkatalogs für kritische Verletzungs- oder Vitalzustände. Wenn der nicht-ärztliche Rettungsdienst bei Eintreffen an der Einsatzstelle eine ernstere Situation vorfindet als aus dem ursprünglichen Meldebild zu schließen, kann der Notarzt auch nachalarmiert werden.

Der Notarzt hat insbesondere die Aufgabe, mit seiner Qualifikation den Verletzungs- oder Erkrankungszustand des Patienten zu beurteilen und nötigenfalls eine weitergehende Behandlung am Einsatzort vorzunehmen. Dazu gehören invasive Maßnahmen wie Intubation, Volumenersatz durch Infusionen, Thoraxdrainage und Medikamentengabe, um die Person transportfähig zu machen. Das Rettungsdienstpersonal darf dabei nur assistierende Tätigkeiten ausüben [6]. Der Notarzt entscheidet auch über das geeignete Krankenhaus für die klinische Erstversorgung und ob der Patient bodengebunden oder mit dem Hubschrauber zu transportieren ist.

Der Rettungsdienst wird in Großstädten und Ballungsräumen, insbesondere in den nördlichen und westlichen Bundesländern, häufig von den Berufsfeuerwehren oder größeren freiwilligen Feuerwehren mit hauptamtlichen Kräften ausgeübt oder gemeinsam mit Hilfsorganisationen durchgeführt. Rettungsfahrzeuge und Personal sind dann meist an einer Feuerwache oder einer kombinierten Feuer- und Rettungswache stationiert. Wo der Rettungsdienst organisatorisch getrennt ist und z. B. von Hilfsorganisationen durchgeführt wird, rückt das Rettungsmittel von einer eigenen, ständig besetzten Rettungswache aus.

Notärzte sind in der Regel an großen Krankenhäusern des jeweiligen Rettungsdienstbereiches stationiert, wo sie auch beschäftigt sind. Wo keine regionalen Krankenhäuser existieren, die eine Notfallbehandlung anbieten und einen Notarzt stellen, insbesondere im ländlichen Bereich, müssen Vertragsärzte über die kassenärztlichen Vereinigungen in die notärztliche Versorgung eingebunden werden. Der Notarzt erreicht die Einsatzstelle mit

einem Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) und trifft dort mit dem Rettungswagen zusammen. Auf diese Weise kann besser sichergestellt werden, dass zumindest eines der beiden Fahrzeuge den Notfallort innerhalb der vorgegebenen Hilfsfrist erreicht. Wird der Notarzt nicht benötigt, steht er sofort wieder für weitere Einsätze zur Verfügung. Diese als Rendezvous-System bezeichnete Organisationsform hat mittlerweile das frühere Stationierungssystem (auch als Kompaktsystem bezeichnet), bei dem Notarzt und Rettungssanitäter gemeinsam mit einem Notarztwagen (NAW) ausrückten, fast vollständig verdrängt.

Eine besondere Rolle im Rettungswesen spielt die Luftrettung mit speziell ausgestatteten Hubschraubern. Rettungshubschrauber (RTH) sind mit einem Piloten, einem Rettungsassistenten und einem Notarzt besetzt [5] und werden an eigenen Luftrettungsstationen, in der Regel an Kliniken der Maximalversorgung, wo die umfassendsten Behandlungsmöglichkeiten vorhanden sind, vorgehalten. Ihr besonderer Vorteil liegt in der hohen Geschwindigkeit und damit der schnellen Erreichbarkeit der Einsatzstelle besonders in Regionen mit weniger dichter Versorgung durch den bodengebundenen Rettungsdienst [8]. In erster Linie soll damit das schnelle Heranführen des Notarztes auch in entlegenen Gebieten ermöglicht werden (Primärversorgung). Bei kritischem Gesundheitszustand des Patienten kann der Hubschrauber aber auch für den schnellen und schonenden Transport in eine geeignete Klinik eingesetzt werden (Primärtransport). Von Nachteil sind die hohen Kosten für Anschaffung und Betrieb eines Rettungshubschraubers, sein beschränktes Platzangebot und die eingeschränkte Verfügbarkeit in Abhängigkeit von den Witterungs- und Lichtbedingungen. Die zeitliche Verfügbarkeit des Rettungshubschraubers wird insbesondere durch die Tageslichtzeiten bestimmt. Da nur wenige Hubschrauber für den Nacht- oder Schlechtwetterflug ausgerüstet sind und die Landung in unbekanntem Gelände dann ein zusätzliches Risiko birgt, stehen Rettungshubschrauber normalerweise im Zeitraum ungefähr zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang für Einsätze bereit. Die Flugsicherheit erfordert neben ausreichenden Witterungsbedingungen auch geeignete Landeplätze sowohl am Einsatzort als auch am Krankenhaus. Aufgrund dieser Einschränkungen und Unwägbarkeiten kann die

Luftrettung den bodengebundenen Rettungsdienst immer nur ergänzen. Auch, wenn damit in vielen Fällen ein Zeitvorteil gegenüber bodengebundenen RettungsmitteIn erzielt werden kann, darf sie bei der Bedarfsplanung nicht von vornherein vorgesehen werden, um zeitliche Vorgaben wie Hilfsfristen erfüllen zu können [8].

Die Fläche Deutschlands wird, basierend auf einem Einsatzradius von etwa 50 km um den Stationierungsort, fast vollständig durch die Luftrettung abgedeckt. Ende 2002 existierten 91 Hubschrauberstationen, davon 71 Standorte für die öffentlich-rechtliche Luftrettung sowie zehn Standorte eines SAR-Kommandos (Search and Rescue) der Bundeswehr [9]. Die Einsatzlenkung der Luftrettung findet in der Regel über die jeweilige Standortleitstelle statt, die auf Anforderung der Rettungsleitstellen im Einsatzbereich den Rettungshubschrauber vermittelt [8].

In geringerem Umfang finden Hubschrauber auch für Sekundärtransporte Verwendung, wenn Patienten dringend zwischen Kliniken verlegt werden müssen, um dort besser diagnostisch oder therapeutisch versorgt werden zu können. Für solche Intensivtransporte stehen in geringer Zahl spezielle Intensivtransport-Hubschrauber (ITH) zur Verfügung (s. Abbildung 3), die meistens über eine größere Nutzlast und ein größeres Raumangebot verfügen, um Patienten zusammen mit umfangreicher Versorgungstechnik, wie Beatmungsgeräten, verlegen zu können. Da solche Interhospitaltransporte auch nachts stattfinden, sind diese Hubschrauber in der Regel auch



Abbildung 3:
Intensivtransporthubschrauber ITH (Quelle: Malczyk)

nachtflugtauglich und ihr Personal entsprechend ausgebildet. Sie stehen bei Bedarf aber auch für die primäre Luftrettung, besonders bei Dunkelheit, zur Verfügung. Mit fortschreitender Entwicklung bei Hubschraubermodellen für die Luftrettung mit erhöhter Tragfähigkeit und besserem Raumangebot wird erwartet, dass eigene Baumuster für Intensivtransporthubschrauber in Zukunft, bis auf wenige Ausnahmen, nicht mehr erforderlich sein werden [8].

Erwähnenswert sind die in einigen, insbesondere ländlich geprägten, Regionen existierenden „Helfer vor Ort“ nach dem Vorbild der „First Responder“ in den USA. Es handelt sich dabei um ergänzende Einrichtungen zum regulären Rettungsdienst, die meist aus eigener Initiative entstehen. Ihre Mitglieder sind häufig auch Angehörige der örtlichen freiwilligen Feuerwehr oder Hilfsorganisationen. „Helfer vor Ort“ rücken mit einem einfachen Einsatzfahrzeug und einer präklinischen Grundausrüstung in einem kleinen Umkreis um ihren Wohnort oder ihre Arbeitsstelle aus. Sie sollen mit einfachen Mitteln schnell qualifizierte Hilfe und lebensrettende Maßnahmen durchführen und damit das therapiefreie Intervall überbrücken, bis der professionelle Rettungsdienst eintrifft. Gerade bei internistischen Notfällen, wie Herzinfarkt, bei denen lebensrettende Maßnahmen frühzeitig einsetzen müssen, wurden damit Erfolge erzielt.

2.1.2 Leitstellen und Notruf

Leitstellen haben die hoheitliche Aufgabe Koordinierungs- und Steuerfunktionen für Einsätze auszuüben, sowohl für den Rettungsdienst (Notfallversorgung und Krankentransport) als auch für Feuerwehren und andere Organisationen im Katastrophenschutz. Die Steuerung von Rettungsdienst und Feuerwehr/Katastrophenschutz kann innerhalb eines Zuständigkeitsbereiches von getrennten Leitstellen ausgeübt werden oder in den Händen gemeinsamer bzw. integrierter Leitstellen liegen. Während Rettungsleitstellen fast ausschließlich Einsätze der Notfallversorgung zu koordinieren und zu steuern haben, sind integrierte Leitstellen auch für Einsätze von Bränden, technischen Hilfeleistungen und anderen Unglücksfällen zuständig.

Die Aufgaben der Rettungsleitstelle umfassen die Entgegennahme von Notrufen und Einsatzanforderungen für den Rettungsdienst, die Disposition von Rettungsmitteln und die Verbindung mit den Krankenhäusern, um dort die Patientenaufnahme vorzubereiten [6]. Sie verteilt die Einsatzaufträge auf die Leistungserbringer und stellt Daten für die Bedarfsermittlung bereit. Um die Einsatzsteuerung über Verwaltungsgrenzen hinweg zu ermöglichen, sollen sich Aufgabenträger zum Betrieb gemeinsamer Leitstellen zusammenschließen, die in der Regel für die Notrufbearbeitung und Alarmierung in einem Rettungsdienstbereich zuständig sind. In Deutschland gab es 2004 etwa 400 Leitstellen, in denen die nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr koordiniert wurde [10]. Einige Bundesländer haben seither Anstrengungen unternommen, sowohl Leitstellenbereiche als auch getrennte Leitstellen für Rettungsdienst und Brandschutz/Katastrophenschutz zusammenzulegen. Sogenannte „Bunte Leitstellen“, in denen außerdem auch die polizeiliche Einsatzbearbeitung und -koordination erfolgt, sind bislang nur in Ausnahmefällen realisiert worden.

Als Notruf bei Unglücksfällen und medizinischen Notfällen gilt seit vielen Jahren bundesweit einheitlich die Rufnummer „112“. Diese soll im Rahmen der E112-Initiative der Europäischen Union auch europaweit Gültigkeit erlangen. Dennoch laufen in Deutschland Notrufe über „112“ nicht überall unmittelbar bei der zuständigen Leitstelle auf, teilweise auch bedingt durch die Trennung von Rettungsleitstellen und Feuerwehrleitstellen vor allem in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und dem Saarland. In diesen Bundesländern war bis vor wenigen Jahren die Rettungsleitstelle direkt nur über den Notruf „19 222“ zu erreichen. Anrufe vom Mobiltelefon erforderten zusätzlich die betreffende Vorwahlnummer. In einigen wenigen Leitstellenbereichen ist diese Umstellung noch immer nicht erfolgt. Notrufe über „112“ laufen dann entweder bei der Feuerwehr oder bei der Polizei auf – mitunter abhängig davon, ob sie über das Festnetz oder über ein Mobiltelefon abgesetzt werden – und müssen nötigenfalls über Standleitungen an die Rettungsleitstelle weitergeleitet werden. Mit der voranschreitenden Zusammenlegung von Rettungs- und Feuerwehrleitstellen zu integrierten Leit-

stellen erfolgt aber auch zunehmend die Umstellung auf die einheitliche Rufnummer „112“, unter der Notfalleignisse direkt gemeldet werden können.

2.1.3 Rettungsablauf und Qualitätsmerkmale

Der schematische Ablauf der Rettungskette lässt sich wie in Abbildung 4 dargestellt beschreiben, um insbesondere die charakteristischen Zeitabschnitte eines Notfalleinsatzes zu verdeutlichen. Wesentliche Phasen sind die Meldezeit, nachdem ein Notfallereignis entdeckt wurde, die Zeit, die nach Eingang der Meldung in der Leitstelle für die Bearbeitung des Notrufes benötigt wird, und die Einsatzzeit des Rettungsdienstes von seiner Alarmierung bis zur Einlieferung des Patienten im Krankenhaus.

Die Zeit bis zum Ausrücken des Rettungsmittels hängt vom Erkennen einer Notfallsituation, der Meldung durch Unfallzeugen und der Kommunikation mit der Leitstelle ab. Einen weiteren wichtigen Zeitabschnitt stellt die Hilfsfrist dar, welche – abhängig von ihrer Definition – mit der Einsatzentscheidung in der Leitstelle beginnt und mit dem Eintreffen des Rettungsmittels am Einsatzort endet. Sie wird entscheidend durch die Nähe des Stationierungsortes und die Verfügbarkeit des Rettungsmittels, letztlich also die Anzahl von Rettungsmitteln und deren Verteilung im Rettungsdienstbereich, beeinflusst. Die Hilfsfrist dient einerseits als Maßstab für die Qualität des Rettungsdienstes und stellt andererseits ein wichtiges Kriterium für die Bedarfsermittlung für Rettungsmittel und -stationen im Rettungsdienstbereich dar.

In den meisten Bundesländern wird auf die Hilfsfrist im Gesetz, im Landesrettungsdienstplan oder einer Rechtsverordnung Bezug genommen. In der Regel bestehen Vorgaben, innerhalb welcher Zeit ein an der Straße liegender Notfallort von den Rettungskräften erreicht werden muss. Der Zeitpunkt, welcher den Beginn der Hilfsfrist markiert, ist allerdings bundesweit unterschiedlich definiert. In einigen Bundesländern gilt der Moment des Notrufeingangs, in anderen das Ende des Notrufgesprächs als Beginn der Hilfsfrist. Vereinzelt beginnt diese Zeitspanne sogar erst mit der Alarmierung oder gar dem Ausrücken des Rettungsmittels. Endpunkt der Hilfsfrist

ist dagegen in allen Bundesländern das erste am Notfallort eintreffende Rettungsmittel [11].

Die Hilfsfristwerte selbst sind ebenso wenig einheitlich vorgegeben, wenngleich in den meisten Landesnormen die zulässigen Höchstwerte zwischen 10 und 15 Minuten liegen [11]. Die Stadtstaaten Berlin und Hamburg benennen allerdings keinen konkreten Höchstwert, sondern fordern lediglich eine „bedarfsgerechte“ Zeit zum Erreichen des Notfallortes. Die Häufigkeit, mit der die Hilfsfrist in der Gesamtheit aller Notfalleinsätze eingehalten werden muss, wird als Sicherheitsniveau bezeichnet und ist in den meisten Ländern mit 95 % festgelegt [11]. Andernfalls sollte dies Anlass sein, die Zahl oder Verteilung der Rettungsmittel und ihrer Standorte dem tatsächlichen Einsatzaufkommen und den Gegebenheiten im betreffenden Rettungsdienstbereich anzupassen. Explizite Angaben, wie viel Zeit bis zum Eintreffen des Notarztes vergehen dürfe, machen nur sechs Bundesländer. Die Zielwerte dafür bewegen sich zwischen 10 und 20 Minuten [7].

Eine vom Bund-Länder-Ausschuss „Rettungswesen“ eingesetzte Arbeitsgruppe „Hilfsfrist“ empfahl bereits 1997 wegen der besonderen Bedeutung für die Bedarfsplanung die Hilfsfrist durch die Länder zu regeln und einheitlich zu gestalten. Die Zeitspanne solle mindestens den Zeitraum umfassen, der mit der Beendigung des Meldegesprächs beginnt und mit dem Zeitpunkt des Eintreffens des ersten geeigneten Rettungsmittels am Einsatzort endet [7]. Die Zeit für die Einsatzentscheidung und Einsatzvergabe durch die Leitstelle und die einsatzbereite Besetzung des alarmierten Rettungsmittels beim Leistungsträger wären nach dieser Definition mit enthalten. Die Arbeitsgruppe empfahl ferner, dass bundesweit einheitlich die Frist von 15 Minuten nicht überschritten und ein Sicherheitsniveau von 95 % erreicht werden solle. Unter den verbleibenden 5 % Ausnahmefällen sollten sowohl witterungs- und verkehrsbedingte Ausnahmesituationen wie auch das Notfallaufkommen in entlegenen Gebieten zusammengefasst werden [7]. Auch sogenannte Duplizitätsfälle, d. h. das gleichzeitige Auftreten mehrerer Notfälle im Versorgungsbereich, würden demnach unter diese Ausnahmen fallen. Bei schweren Kraftfahrzeugunfällen muss durchaus mit mehreren, gleichzei-

tig zu versorgenden Patienten gerechnet werden, was einem Duplizitätsfall gleichkommen würde.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) lässt seit Jahren im zweijährigen, zuletzt im vierjährigen, Rhythmus das Leistungsniveau des Rettungsdienstes analysieren, indem aus einer repräsentativen Anzahl von Rettungsdienstbereichen Kennzahlen zu Notfalleinsätzen erhoben werden. Eine vergleichende Gegenüberstellung der Hilfsfristen aus den Jahren 2004/2005 mit früheren Jahren zeigte einen geringen, aber stetigen Anstieg dieser Zeiten [12]. Die Hilfsfrist bei Verkehrsunfällen stieg gegenüber dem Vergleichszeitraum 2000/2001 im Mittel um 0,7 Minuten und um 1,1 Minuten für den 95 %-Wert. Bei internistischen Notfällen fiel dieser Anstieg geringer aus. Besonders deutlich verlängerten sich allgemein die Eintreffzeiten des Notarztes, nämlich um 2,2 Minuten im Mittel und um 9,0 Minuten für den 95 %-Wert.

Nach Erreichen der Einsatzstelle beginnt gemäß Abbildung 4 die Verweilzeit an der Einsatzstelle und endet mit dem Abtransport des Patienten. Die Verweilzeit beinhaltet auch eine als Zugangszeit bezeichnete Phase. Bei Unfällen im betrieblichen, häuslichen oder Freizeitbereich ist darunter in erster Linie die Zeit zu verstehen, bis der eigentliche Notfallort zu Fuß in einem Gebäude, einer Anlage oder im Gelände abseits der Straße erreicht ist. Bei Straßenverkehrsunfällen kann dagegen davon ausgegangen werden, dass der Einsatzort unmittelbar auf oder an befestigten Straßen liegt. Allerdings sind eingeklemmte oder in ihren Fahrzeugen eingeschlossene Insassen für den Rettungsdienst eventuell nicht sofort zugänglich, so dass mit technischen Maßnahmen durch die Feuerwehr zunächst eine entsprechende Öffnung geschaffen werden muss, die sich im weitesten Sinne auch als Zugangszeit interpretieren lässt. Erst dann kann eine präklinische Versorgung, ggf. im Wechsel mit weiteren Befreiungsmaßnahmen, einsetzen. Abhängig vom vermuteten Verletzungsbild des Patienten und dessen Vitalstatus – insbesondere Atem- und Pulsfrequenz, Blutdruck und Bewusstseinslage – erfolgt entweder eine schonende, schnelle oder sofortige Rettung, die sich am verfügbaren Zeitfenster orientiert [13]. Eine sofortige Befreiung – mitunter auch als Crashrettung bezeichnet – wird nur vor-

Ort	Zeitpunkt	Teilzeiten	Zeitabschnitte
Notfallort (im weitesten Sinne)	Notfalleintritt	Entdeckungszeit	Meldezeit
	Auffinden des Notfallortes	Entscheidungszeit	
	Entscheidung über Meldeperson getroffen	Orientierungszeit	
	Ende Orientierungsphase der Meldeperson	Melderzugangszeit	
Leitstelle	Eintreffen der Meldeperson am Melderstandort	Leitstellenerreichungszeit	Notrufbearbeitungszeit
	Beginn der Aufschaltzeit in der Leitstelle	Aufschaltzeit	
	Abfragezeitpunkt/Gesprächsbeginn	Gesprächszeit	
	Einsatzentscheidung	Alarmierungszeit	
Rettungswache	Einsatzvergabe/Alarmierung/Einsatzbeginn	Ausrückzeit	Hilfsfrist
Rettungswache	„Ausgerückt“	Anfahrzeit	
Notfallort	Ankunft am Einsatzort	Zugangszeit zum Patienten	Verweilzeit des Rett.mittels am Einsatzort
	Ankunft beim Patienten	Verweilzeit am Notfallort	
Notfallort	Transportbeginn	Transportziel	Einsatzzeit
	Ankunft am Transportziel	Verweilzeit am Transportziel	
Krankenhaus	Patientenübergabe beendet	Wiederherstellungszeit der Einsatzbereitschaft	Behandlungszeit
	Freimeldezeitpunkt/Einsatzende/Folgeeinsatz		

Abbildung 4: Zeitpunkte und Zeitabschnitte im Rettungsablauf, nach Arbeitsgruppe „Hilfsfrist“ [7]

genommen, wenn eine akute Lebensbedrohung vorliegt, die eine Befreiung ohne Zeitverzug auch unter Inkaufnahme eventueller Sekundärschäden erfordert. Gründe dafür können die Notwendigkeit einer Reanimation oder starke innere Blutungen sein, welche an der Unfallstelle nicht zu stillen sind.

Nachdem nötigenfalls die Vitalfunktionen des Patienten stabilisiert sind und dieser transportfähig gemacht ist, erfolgt der – bei Schwerverletzten meist arztbegleitete – Transport in die nächste geeignete Klinik, entweder mit dem Rettungswagen oder dem Hubschrauber. Dabei muss das am schnellsten erreichbare Krankenhaus nicht unbedingt die adäquate Behandlungseinrichtung sein, wenn das Verletzungsbild eine Versorgung durch spezielle medizinische Fachrichtungen notwendig macht. Unfallopfer mit schweren Mehrfachverletzungen werden daher meistens in Zentren der Maximalversorgung mit ihrer umfangreichen personellen und apparativen Ausstattung gebracht. Mit der Übergabe des Patienten in der Klinik und der Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft endet die Einsatzzeit des Rettungsmittels. Es steht dann für weitere Alarmierungen zur Verfügung.

2.2 Feuerwehr und technische Rettung

Brandbekämpfung und dringliche technische Hilfeleistungen aller Art fallen in den Zuständigkeitsbereich der Feuerwehr. Dazu gehören bei Verkehrsunfällen die technische Rettung, das Sicherstellen des Brandschutzes an der Unfallstelle, das Auffangen umweltgefährdender



Abbildung 5: Durchtrennen der A-Säule mittels Rettungsschere

Flüssigkeiten usw., aber auch das Ausleuchten des Landeplatzes bei Hubschrauberlandungen bei Dunkelheit. Wie bereits erwähnt, führen Feuerwehren in einigen Landesteilen auch den Notfallrettungsdienst durch oder wirken zumindest daran mit. Ein Großteil der Feuerwehren in Deutschland sind freiwillige Feuerwehren, deren Einsatzkräfte sich bei Alarmierung zunächst am Gerätehaus einfinden müssen, um die Einsatzfahrzeuge zu besetzen. In größeren Gemeinden und Städten können diese zusätzlich auch durch hauptamtliche Kräfte unterstützt sein, die auf einer Feuerwache Dienst tun und bei Schadener-eignissen den ersten Abmarsch bilden. Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern sind angehalten Berufsfeuerwehren einzurichten.

Für die Rettung von Unfallopfern bei Straßenverkehrsunfällen verfügen Feuerwehren über entsprechend ausgestattete Fahrzeuge und spezielle Geräte. Bei eingeklemmten Personen kommen in der Regel hydraulische Rettungswerkzeuge zum Einsatz, die über Stromerzeuger und Pumpenaggregate der Einsatzfahrzeuge betrieben werden. Rettungsscheren dienen dem Durchtrennen von Karosseriestrukturen, besonders von Dachsäulen, Türschwelleren usw. (s. Abbildung 5). Hydraulische Spreizer werden eingesetzt, um verklemmte Türen oder Hauben zu öffnen, Fenster-

öffnungen zu weiten oder Karosserieteile abzureißen, die sich mit einer Rettungsschere allein nicht trennen lassen (s. Abbildung 6). Mit Rettungszylindern lassen sich Strukturen, wie die komplette Instrumententafel, oder A-Säulen am Fahrzeug wegdrücken, um Raum für die Befreiung eingeklemmter Insassen zu schaffen (s. Abbildung 7). Zu den vorbereitenden Maßnahmen solcher Rettungsarbeiten gehören die Sicherung des Fahrzeugs mit Unterbaumaterial gegen Kippen oder Verrutschen und das Entfernen von Scheiben, um beim Schneiden unkontrolliertes Zersplittern zu vermeiden. Außerdem wird die Zündung ausgestellt und die Batterie abgeklemmt, um das Brandrisiko zu verringern und das nachträgliche Zünden nicht ausgelöster Airbagmodule auszuschließen. Die medizinische Versorgung im Fahrzeug befindlicher Personen kann parallel zur technischen Rettung erfolgen, wobei während bestimmter therapeutischer Maßnahmen, bspw. dem Legen eines intravenösen Zugangs beim Patienten, technische Arbeiten ruhen müssen, die starke Erschütterungen verursachen könnten. Je nach Lage des verunglückten Fahrzeugs, Schwere der Einklemmung, Festigkeit der zu trennenden Karosseriestrukturen und Umfang der präklinischen Versorgung kann die Rettung eines Insassen mehrere Minuten bis zu einer Stunde oder vereinzelt noch länger dauern.



Abbildung 6:
Absprengen der Türscharniere mittels Rettungsspreizer



Abbildung 7:
Wegdrücken von Instrumententafel und Fahrzeugvorbau mittels Rettungszylinder

2.3 Klinische Versorgung von Traumapatienten

Die Rettungskette ist nach allgemeinem Verständnis mit der Aufnahme des Verletzten im Krankenhaus abgeschlossen. Damit endet die präklinische Phase und beginnt die definitive Behandlung in der Akutklinik. In Deutschland werden Krankenhäuser, sofern es sich nicht um Fachkliniken handelt, entsprechend ihres Versorgungsumfangs und dessen zeitlicher Verfügbarkeit in Kategorien eingeteilt [14]. Dies sind Häuser der

- Maximalversorgung (Versorgungsstufe IV),
- Schwerpunktversorgung (Versorgungsstufe III),
- Regelversorgung (Versorgungsstufe II),
- Grundversorgung (Versorgungsstufe I).

Während weniger schwerwiegende Verletzungen in Kliniken der Versorgungsstufe I und II behandelt werden können, welche die medizinische Grundversorgung in erster Linie mit Fachrichtungen der Chirurgie und Inneren Medizin sicherstellen, verfügen Häuser der Schwerpunktversorgung über weitere Fachrichtungen und erfüllen in Diagnostik und Therapie auch überörtliche

Schwerpunktaufgaben [14]. Sie weisen zusätzlich eine 24 Stunden am Tag verfügbare Unfallchirurgie auf und können auch Patienten mit schweren Mehrfachverletzungen adäquat behandeln. Kliniken der Maximalversorgung und Traumazentren halten weitere medizinisch-technische Einrichtungen vor. Sie müssen insbesondere auch über eine eigene Neurochirurgie verfügen, die in der Lage ist, rund um die Uhr neuro-traumatologische Notfälle zu versorgen [15]. Häufig handelt es sich dabei um Universitätskliniken. Unter Umständen kann die Erstversorgung lebensbedrohlich Verletzter auch in Häusern einer niedrigeren Versorgungsstufe erfolgen. Nach der Stabilisierung der Vitalfunktionen wird für die weitergehende, definitive Behandlung dann aber eine umgehende Verlegung in eine Klinik einer höheren Kategorie erforderlich. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Anzahl der Krankenhäuser auf Basis einer Befragung aus dem Jahr 2000.

Die Feststellung, dass vielerorts die flächendeckende Verfügbarkeit von Einrichtungen zur klinischen Notfallversorgung nicht ausreichend vorhanden oder nicht rund um die Uhr sichergestellt ist, bildete den Hinter-

Tabelle 1:
Anzahl Kliniken und Anforderungsspektrum für Versorgung Schwerverletzter, nach Kühne et al. [15]

	Kliniken	Maximal- versorgung	Schwerpunkt- versorgung	Grund- und Regel- versorgung
	geschätzte Anzahl bundesweit (Stand 31.12.2000)	108	209	431
Abteilung	Unfallchirurgie (24 h/Tag)	ja	ja	nein
	Neurochirurgie (24 h/Tag)	ja	nein	nein
	Chirurgie (24 h/Tag)	ja	ja	ja
	Intensivstation (24 h/Tag)	ja	ja	ja

grund für die Erstellung des „Weißbuches Schwerverletzten-Versorgung“ 2006 durch die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) [16] und die Initiierung von Traumanetzwerken. Ausgehend von den im Weißbuch formulierten Schlussfolgerungen und Forderungen wird im Folgenden ein Überblick über den Ist-Zustand und die Anforderungen an die klinische Notfallversorgung von schwer- und schwerstverletzten Patienten gegeben.

In der Krankenhauslandschaft vollzieht sich seit mehreren Jahren ein Wandel. Vor dem Hintergrund veränderter Rahmenbedingungen im Gesundheitswesen werden Kliniken besonders im ländlichen Raum geschlossen oder spezialisieren sich auf medizinische Leistungen im stationären Sektor, die sich hinsichtlich Bettenbelegung und Behandlungsumfang gut planen lassen. Mit der Einführung des Fallpauschalensystems im deutschen Gesundheitswesen (G-DRG, German Diagnosis-Related Groups) werden definierte therapeutische Leistungen von den Kostenträgern nach einem festen Schlüssel vergütet. Akutkrankenhäuser beklagen, dass trotz mehrfacher Revisionen des DRG-Systems die besonders kostenintensive Behandlung schwer Mehrfachverletzter immer noch unterfinanziert bzw. im System nicht ausreichend abgebildet wird. Dies sind Gründe, weshalb sich viele Häuser aus dem Bereich der Akutversorgung von schwer erkrankten oder verunfallten Patienten zurückziehen, wodurch in vielen Regionen die Versorgung lebensbedrohlich Verletzter maßgeblich beeinflusst wird. Insbesondere an Sonn- und Feiertagen kommt es teilweise zur Häufung von Notfallbehandlungen in den unfallchirurgischen Einrichtungen anderer, entfernterer Kliniken, deren Kapazitäten dadurch überlastet werden können. Die Verfügbarkeit von Einrichtungen zur klinischen Notfallversorgung ist nach Ansicht vieler Fachleute in Deutschland nicht ausreichend flächendeckend vorhanden oder nicht immer rund um die Uhr sichergestellt [17].

Das „Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung“ weist auf diese Umstände hin und stellt gleichzeitig Forderungen auf, wie auf diese Entwicklung reagiert werden könne, um die rasche und adäquate Versorgung solcher

Patienten zukünftig sicherzustellen [16]. Dabei wird die Bildung von sogenannten Traumanetzwerken favorisiert, um die anspruchsvolle Akutversorgung besonders schwer Verletzter regional und teilweise überregional zu regeln. Demzufolge würden Kliniken, die an der Akutversorgung in einer Region teilnehmen, in eine von drei Kategorien eingeordnet:

- Einrichtungen der Basisversorgung,
- regionale Traumazentren,
- überregionale Traumazentren.

Entsprechend der Einstufung verpflichten sich die teilnehmenden Behandlungseinrichtungen die dafür nötige personelle und apparative Ausstattung vorzuhalten, damit bspw. bestimmte medizinische Fachrichtungen rund um die Uhr zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden an die Kliniken auch Anforderungen hinsichtlich der Kommunikation mit anderen Krankenhäusern, der Präklinik und Rettungsleitstellen gestellt und eine ständige Weiterentwicklung der Mitarbeiterqualifikation und der internen Abläufe bei der Akutbehandlung gefordert. Dies kann u. a. eine Analyse der Schockraumprozesse oder die Einführung festgelegter Traumaversorgungsalgorithmen beinhalten.

Um zu verhindern, dass Krankenhäuser die Patientenaufnahme ablehnen, sind im Traumanetzwerk auch Basisversorger zur Mitwirkung bei der Versorgung verpflichtet, selbst wenn nach Durchführung erster lebenserhaltender Maßnahmen eine Weiterverlegung in ein regionales oder überregionales Traumazentrum erforderlich wird. Transportzeiten eines kritisch verletzten Patienten von über 30 Minuten, bis dieser zumindest eine klinische Grundversorgung erhält, sollen so vermieden werden. Ende 2010 waren bundesweit, vorwiegend im Süden und Westen Deutschlands, neun regionale Traumanetzwerke zertifiziert und weitere im Aufbau [18].

3 Schwer- und Schwerstverletzungen

Durch eine qualifizierte und zügige Rettung können die Folgen erlittener Verletzungen für den Verunglückten häufig gemildert und frühzeitig die Voraussetzungen für seine Rekonvaleszenz geschaffen werden. Dies hängt allerdings auch von der Schwere und Art des Traumas ab. Verletzungen leichter Art, wie oberflächliche Schnittwunden, Distorsionen oder einfache Frakturen, die nicht die Wirbelsäule oder große Röhrenknochen betreffen, erfordern zwar auch eine ärztliche Abklärung, um weitere Verletzungen ausschließen zu können. Die Versorgung allein durch den Rettungsdienst oder Verzögerungen beim Transport in ein Krankenhaus bergen aber kein wesentliches Risiko, dass sich der Allgemeinzustand des Patienten dadurch verschlechtert oder seine Wiederherstellung nachteilig beeinflusst wird. Andererseits kommt es bei schweren Verkehrsunfällen auch immer wieder zu Situationen, wo sich selbst dem kurz nach dem Unfall eintreffenden Rettungsdienst oder Notarzt keine Behandlungsmöglichkeiten mehr bieten, weil das Trauma fast augenblicklich zum Tod führt. Dazu gehören u. a. schwerste Verletzungen des zentralen Nervensystems, die zum Stillstand von Kreislauf oder Atmung führen, oder Zerreißen des Herzens oder großer Blutgefäße.

Andere Verunglückte mit lebensbedrohlichen Verletzungen gehören dagegen zu denjenigen, die von einer schnellen Rettungskette mit einer hochwertigen medizinischen Versorgung besonders profitieren. Eine rasch einsetzende präklinische Therapie ist bspw. bei Schockzuständen des Kreislaufs infolge Volumenmangel oder bei unzureichender Eigenatmung Voraussetzung dafür, dass die Vitalfunktionen des Organismus stabilisiert werden, um den Traumapatienten für den Transport in die Klinik vorzubereiten. Maßnahmen, wie eine frühzeitige Verbesserung der Sauerstoffversorgung des Gehirns durch Beatmung, können zusätzlich auch das Risiko für Spätfolgen mindern. Eventuell werden auch schon an der Unfallstelle grobe Fehlstellungen von Gliedmaßen nach komplizierten Frakturen korrigiert. Präklinische Maßnahmen am Notfallort erhöhen damit nicht nur die Überlebenschancen, sondern können auch die Gefahr späterer Funktionseinschränkungen reduzieren.

Allerdings können manche Verletzungen wie innere Massenblutungen nicht am Notfallort, sondern nur in einer geeigneten Klinik behandelt werden und erfordern dann einen möglichst schnellen Transport des Patienten dorthin. Für Betrachtungen der Rettungskette sind also Unfallopfer, welche zwar schwere oder lebensbedrohliche, aber prinzipiell behandelbare Verletzungen erleiden, von besonderer Relevanz. Die folgenden Kapitel beschäftigen sich daher mit der Definition von lebensgefährlich oder „schwerst“ Verletzten und deren Vorkommen im Straßenunfallgeschehen.

Eine einheitliche Definition der Termini „schwer verletzt“ oder „schwerst verletzt“ existiert übergreifend über verschiedene Disziplinen der Verkehrssicherheit und Verletzungsprävention bisher nicht. Allgemein bekannt ist die Einteilung der Verletzungsschwere, wie sie in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik vorgenommen wird [19]. Unter dem Begriff „Schwerverletzte“ werden alle verunglückten Verkehrsteilnehmer zusammengefasst, die für mindestens 24 Stunden stationär in einem Krankenhaus aufgenommen werden und nicht innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfallereignis sterben. Welche Verletzungen zur Einlieferung führen, ist dabei unerheblich. In Einzelfällen ist es auch möglich, dass Personen mit geringfügigen Verletzungen wie Prellungen und Abschürfungen zur Abklärung und weiteren Beobachtung für einen Tag oder länger stationär aufgenommen und später ggf. ohne wesentlichen Befund wieder entlassen werden. Gemäß der Definition in der Verkehrsunfallstatistik würden auch diese als Schwerverletzte gelten. Andererseits fallen auch Unfallopfer, deren schwerwiegende Verletzungen wochenlange Behandlungen erforderlich machen, die mehrfach operiert werden und lebenslange Behinderungen davontragen, in diese Kategorie. „Getötete“ sind, wie in den meisten europäischen Staaten auch, Personen, die innerhalb der 30-Tage-Frist an den Folgen eines Verkehrsunfalls versterben. Als „Leichtverletzte“ gelten alle übrigen Verletzten, insbesondere Verkehrsteilnehmer, die nur ambulant behandelt werden. Somit ermöglicht die Einteilung nur eine grobe Abgrenzung der Verletzungsfolgen und ist nicht geeignet, die mit den Verletzungen assoziierte Lebensbedrohung oder die Wahrscheinlichkeit für dauerhafte Behinderungen abzubilden.

In der Notfallmedizin werden dagegen Patienten als „Schwerverletzte“ oder „Schwerstverletzte“ bezeichnet, deren Verletzungsbilder potenziell lebensbedrohlich sind oder ein erhebliches Risiko schwerer Behinderungen beinhalten. Zu typischen Verletzungen zählen schwere Schädel-Hirn-Traumata, massive Organverletzungen und innere Blutungen, traumatische Amputationen von Gliedmaßen, Rückenmarkverletzungen und schwere Verbrennungen sowie Polytraumata [16]. Der zugrunde liegende Verletzungsmechanismus beschränkt sich dabei nicht zwingend auf Verkehrsunfälle, sondern kann grundsätzlich auch Betriebsunfälle, Stürze aus größerer Höhe oder Suizidversuche usw. einschließen. Die adäquate Behandlung solcher Traumata erfordert meist einen hohen apparativen und personellen Aufwand, der unter dem Begriff „Schwerverletztenversorgung“ zusammengefasst wird.

Eher selten wird – zumindest im Bereich der Verkehrssicherheit – die Verletzungsschwere vom Standpunkt des Behinderungsrisikos aus betrachtet. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) hatte Anfang der neunziger Jahre untersuchen lassen, wie viele Überlebende nach Verkehrsunfällen dauerhafte Behinderungen davontrugen [20]. Mit einer zusätzlichen Pilotstudie wurde 2004 versucht, die zeitliche Entwicklung der Verletzten abzuschätzen, die bei Straßenverkehrsunfällen bleibende funktionale Einschränkungen körperlicher oder geistiger Art erlitten [21]. In beiden Arbeiten wurden diese Unfallopfer als „Schwerstverletzte“ charakterisiert. Verletzungen, die schwere Behinderungen zur Folge haben, decken sich zum großen Teil mit denen, die in der Traumatologie als Schwer- oder Schwerstverletzungen gelten. Teilweise gelingt es aber auch Patienten nach lebensbedrohlichem Trauma völlig wiederherzustellen. Langwierige oder lebenslange Behinderungen können allerdings auch aus weniger schweren Verletzungen resultieren. Bspw. bedeuten komplizierte Frakturen an Händen oder Füßen zwar keine nennenswerte Gefahr für das Leben, haben aber häufig langwierige Funktionseinschränkungen der betroffenen Gliedmaßen zur Folge.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Bedeutung und Abgrenzung der Begriffe „Schwerstverletzung“ und „Schwerverletzung“ wesentlich davon abhängt,

in welchem Zusammenhang diese verwendet werden. Insbesondere schließen sie in der Notfallmedizin den Tod als mögliche Folge ein, während dies in der Verkehrsunfallstatistik – zumindest bis zum dreißigsten Tag – für „Schwerverletzte“ definitionsgemäß ausgeschlossen wird.

3.1 Kennwerte für Verletzungsschwere

In der Traumatologie und Unfallforschung sind seit Jahren Kenngrößen für die Einordnung und Bewertung der Verletzungsschwere etabliert. Am verbreitetsten ist der Abbreviated Injury Scale (AIS) [22]. Mittels eines umfangreichen Katalogs lassen sich einzelne traumatische Schädigungen nach dem jeweiligen Grad ihrer Lebensbedrohung mit Werten zwischen 0 („unverletzt“) bis zu 6 („tödlich“, bzw. „maximal, nicht behandelbar“) kodieren. Einen Überblick über die Schweregrade und Beispiele gibt Tabelle 2.

Als anatomischer Kennwert lässt sich der AIS erst nach erfolgter Verletzungsdiagnose in einer Klinik bzw. durch Obduktion bestimmen. Unbedingt zu beachten ist bei der Anwendung, dass der AIS die Lebensbedrohung infolge einer einzelnen Verletzung ausweist. AIS-Werte von 1 bis 5 spiegeln ein statistisches Risiko wider an den Folgen zu versterben. Ein tödlicher Ausgang lässt sich somit für das Individuum nicht vorhersagen, zumal Faktoren, die das Letalitätsrisiko nachteilig beeinflussen, wie Alter und Vorerkrankungen, in die AIS-Kodierung nicht eingehen. Umgekehrt bedeutet der Tod eines Patienten nicht zwangsläufig das Vorliegen einer AIS 6-Verletzung. Weil auch verbesserte Behandlungsmethoden und neue Forschungsergebnisse Einfluss auf die Schwerebewertung haben können, hat der AIS-Katalog im Abstand mehrerer Jahre immer wieder Überarbeitungen erfahren, zuletzt mit der Version AIS 2005 [23].

Der AIS ist allerdings weitgehend ungeeignet, um damit ein Behinderungsrisiko abzubilden, selbst wenn lebensgefährliche Verletzungen bei Überleben häufig auch mit einem Behinderungsrisiko assoziiert sind. Kennwerte, mit deren Hilfe eine Verletzung nach dem Grad der resultierenden Funktionseinschränkung, z. B. für das Organ oder die Gliedmaßen, eingestuft werden können, sind ungleich schwieriger zu realisieren. Verschiedene Ansätze

Tabelle 2:
Verletzungsschweregrade beim Abbreviated Injury Scale, nach [22, 23, 26]

AIS	Association for the Advancement of Automotive Medicine	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie	Verkehrsunfallforschung der Medizinischen Hochschule Hannover
1	Minor	leicht	geringgradig
2	Moderate	mäßig	mäßig
3	Serious	schwer, nicht lebensbedrohend	schwer
4	Severe	schwer, lebensbedrohend	bedeutend, Überleben wahrscheinlich
5	Critical	schwer, Überleben fraglich	kritisch, Überleben unsicher
6	Maximum	tödlich	maximal, nach derzeitigem Stand der medizinischen Kunst nicht überlebar

wurden entwickelt [24], haben sich aber auf breiter Basis bislang nicht durchsetzen können oder sind nur für bestimmte Behinderungen anwendbar.

Von eingeschränkter Aussagefähigkeit ist der Abbreviated Injury Scale auch, wenn ein Trauma mit mehreren schweren Verletzungen vorliegt. Zwar wird teilweise vereinfachend der größte AIS aller Einzelverletzungen (MAIS, Maximum AIS) herangezogen, um die schwerste der Verletzungen zu kennzeichnen. Der MAIS drückt jedoch nicht aus, dass schwer Mehrfachverletzte statistisch eine höhere Letalitätsrate zeigen, als dies die schwerste der Einzelverletzungen erwarten lässt. Das gleichzeitige Auftreten mehrerer traumatischer Schädigungen kann nämlich den Organismus derart beanspruchen, dass auch Verletzungen, die allein keine besondere Gefahr für das Leben bedeuten, in der Summe einen lebensbedrohlichen Zustand zur Folge haben.

International hat sich der Injury Severity Score (ISS) als Kennwert der Gesamtverletzungsschwere durchgesetzt,

der in den siebziger Jahren mit dem Ziel entwickelt wurde, diesen Effekt abzubilden [25]. Basierend auf dem AIS korreliert der ISS gut mit der vorgefundenen Sterblichkeit bei schweren Mehrfachverletzungen.

Zunächst werden dazu die neun Regionen, in die der Körper gemäß AIS-Katalog eingeteilt ist, zu sechs Bereichen (s. Abbildung 8) zusammengefasst [26]. Für jede der sechs Körperregionen werden dann zuerst die schwerste Verletzung und deren AIS-Wert bestimmt. Um den ISS-Wert zu erhalten, werden die höchsten AIS-Werte aus den drei am schwersten verletzten Körperregionen zuerst quadriert und dann summiert:

$$ISS = (AIS_{\max} \text{ Region1})^2 + (AIS_{\max} \text{ Region2})^2 + (AIS_{\max} \text{ Region3})^2$$

Dadurch erhalten schwerere Verletzungen mit einem höheren AIS auch beim Kennwert der Gesamtverletzungsschwere ein größeres Gewicht. Der höchste erzielbare ISS-Wert beträgt 75, wenn in drei Körperregi-

- **Kopf / Hals**

(Gehirn, Schädel, Nacken und Halswirbelsäule)

- **Gesicht**

(Gesichtsknochen, Kiefer, Augen, Nase, Mund, Ohren)

- **Thorax**

(Brustkorb, Lunge, Herz und Brustwirbelsäule)

- **Abdomen**

(Organe im Bauchraum und im Becken, Lendenwirbelsäule)

- **Extremitäten**

(Arme und Hände einschließlich Schulter, Beine und Füße einschließlich Becken)

- **Weichteile**

(Haut- und Weichteilverletzungen aus allen Körperregionen, Verbrennungen)

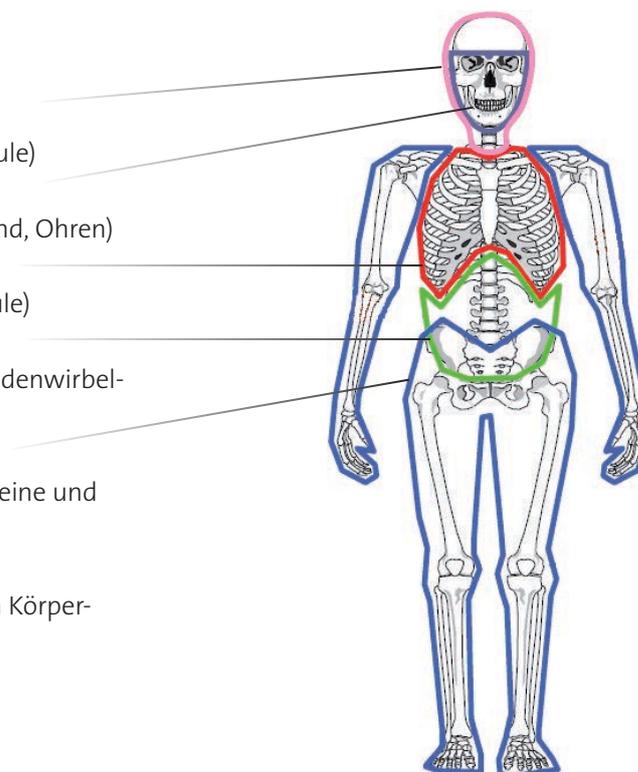


Abbildung 8:
Definition der Körperregionen, nach DGU Traumaregister [26]

onen Verletzungen mit AIS 5 vorliegen. Bei wenigstens einer AIS 6-Verletzung wird per Definition ebenfalls ein ISS 75 zugewiesen. Der Injury Severity Score wie auch der Abbreviated Injury Scale haben nur ordinalen Charakter und können deshalb nur eine Rangordnung für die Verletzungsschwere angeben. Bedingt durch die oben beschriebene Berechnungsvorschrift kann der ISS außerdem nicht jeden ganzzahligen Wert zwischen 1 und 75 annehmen [27]. Das Patientenalter wird bei der Abschätzung des Letalitätsrisikos mittels Injury Severity Score ebenso wenig wie beim AIS berücksichtigt, obwohl ältere und sehr junge Traumapatienten in vielen Studien eine höhere Sterblichkeit zeigen [28]. Eine Abwandlung stellt der New Injury Severity Score (NISS) dar, bei dem die drei schwersten Verletzungen mit ihrem AIS als Berechnungsgrundlage dienen, unabhängig davon, in welcher Körperregion sie lokalisiert sind. Damit soll der Einfluss schwerer Verletzungen, die sich in einer Körperregion konzentrieren, im Ergebnis besser zur Geltung kommen.

Besonders in der klinischen Praxis wurden später weitere Kennwerte entwickelt, um eine bessere Korrelation

mit der Sterblichkeit schwer Mehrfachverletzter zu erzielen. Dabei finden dann meist neben dem Alter auch physiologische Parameter wie Blutdruck und Atemfrequenz Eingang. Bspw. verwendet das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) den Trauma Injury Severity Score (TRISS) und seit einiger Zeit die Revised Injury Severity Classification (RISC) [26], um anhand anatomischer und physiologischer Größen eine Überlebensprognose für schwer Traumatisierte zu berechnen.

Eine besondere Stellung für die Beurteilung schwerer Hirnverletzungen nimmt der Glasgow Coma Scale (GCS) ein [29]. Die Reaktion des Patienten auf Ansprache oder andere äußere Reize mit Augenöffnung, verbaler und motorischer Antwort wird mit Punktwerten belegt. Die resultierende Punktschuld wird in eine von drei Kategorien eingeordnet, welche ein leichtes, mittleres oder schweres Schädel-Hirn-Trauma kennzeichnen. Weil der Kennwert schnell und ohne weitere Hilfsmittel angewendet werden kann, ist er allgemein, auch bei der präklinischen Beurteilung von Verletzten, etabliert.

3.2 Polytrauma

Die Kombination mehrerer schwerer Verletzungen erhöht die Gefahr der Frühletalität – dem Todeseintritt innerhalb von 24 Stunden – als auch der Spätletalität und für andere Komplikationen. In der Traumatologie stellen solche Verletzungsmuster deshalb besondere Anforderungen an die diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen in der präklinischen und klinischen Phase und bei der Rehabilitation.

Aus diesem Grund gilt gerade das sogenannte Polytraumata in der Medizin als Schwer- bzw. Schwerstverletzung. Demnach handelt es sich bei diesem Verletzungsbild um gleichzeitig entstandene Verletzungen, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer Verletzungen lebensbedrohend ist [30]. Die Lebensbedrohung wird meistens entscheidend durch die Schwere der Körperhöhlenverletzungen (Schädel, Thorax, Abdomen) bestimmt. Diese in den siebziger Jahren geprägte Definition ist im deutschsprachigen Raum am weitesten verbreitet. Davon abzugrenzen sind einerseits Mehrfachverletzungen ohne vitale Bedrohung und andererseits lebensgefährliche Einzelverletzungen, welche als Monotrauma bzw. als Barytrauma bezeichnet werden [31]. Meist wird bei der Feststellung eines Polytraumas zusätzlich zum Vorliegen von Verletzungen in wenigstens zwei Körperregionen gefordert, dass der Injury Severity Score mindestens einen Punktwert von 16 aufweisen sollte. Damit lassen sich Patientenkollektive in Studien besser beurteilen und gegeneinander abgrenzen. Allerdings finden sich in Forschungsarbeiten gelegentlich auch leicht abweichende Festlegungen. Im anglo-amerikanischen Raum wird statt des Begriffs „Polytrauma“ meist von „multiple severe injuries“ gesprochen.

Aus der Bedingung eines Mindestpunktwertes des ISS von 16 folgt, dass wenigstens eine AIS 3-Verletzung in Verbindung mit AIS 2-Verletzungen in zwei anderen Körperregionen vorliegen muss, womit sich ein ISS 17 ergibt. Ein Punktwert von genau 16 lässt sich rechnerisch mit einer Mehrfachverletzung nicht erzielen, sondern nur mit einem schweren Monotrauma des Grades

AIS 4, welches definitionsgemäß (s. Tabelle 2) ebenfalls eine potenzielle Lebensbedrohung darstellt.

3.3 Inzidenz von Polytraumata und Schwerstverletzungen

Die Inzidenz, also die Anzahl jährlich neu entstehender Fälle, von Polytraumata bzw. Schwerstverletzungen in Deutschland wurde in mehreren Arbeiten untersucht. Je nach Definition und Methode kamen die Autoren zu teilweise stark divergierenden Schätzwerten.

In der oben erwähnten Studie zu Verkehrsunfallfolgen schwerstverletzter Unfallopfer [20] im Auftrag der BAST wurde mit Daten der gesetzlichen Kranken- und Unfallversicherer ein Mengengerüst für im Straßenverkehr Verletzte mit dauerhaften Unfallfolgen erstellt, um die finanziellen Aufwendungen für deren medizinische, berufliche und soziale Rehabilitation zu bestimmen. Für das Jahr 1989 wurde ein Aufkommen von mehr als 11.000 Überlebenden von Verkehrsunfällen ermittelt, die dauerhafte funktionale Einschränkungen erlitten, entsprechend einem Prozentsatz von 10,4 % an den schwerverletzten Unfallopfern nach amtlicher Definition im betreffenden Jahr.

Viele Arbeiten aus dem Bereich der Akutmedizin basieren auf dem Patientengut, das in Traumazentren behandelt wird. Darin sind meist auch Todesfälle im Laufe der stationären Behandlung eingeschlossen, zumal der Klinikletalität große Bedeutung bei der Beurteilung der Behandlungsmethode und -qualität beigegeben wird. In der Regel werden dabei alle potenziell lebensbedrohlichen Traumata, die durch unterschiedlichste Unfallarten und Gewalteinwirkung entstanden sein können, berücksichtigt.

Herausgehoben sei an dieser Stelle eine Untersuchung auf Grundlage der Krankenhausversorgungsstruktur, um damit die jährliche Inzidenz von Polytraumata in Deutschland abzuschätzen [15]. Dazu wurde die Anzahl lebensbedrohlicher Mehrfachverletzungen, die 2005 in teilnehmenden Kliniken des Traumaregisters der DGU behandelt wurden, auf alle deutschen Kliniken der Ma-

ximalversorgung hochgerechnet. Im Ergebnis wurden jährlich 35.000 neue Polytraumapatienten vermutet. Eine frühere Studie hatte auf eine Häufigkeit etwa 32.500 Polytraumata pro Jahr geschlossen [32]. Eine Analyse der Inzidenz schwerer Mehrfachverletzungen im Alb-Donau-Kreis und der Stadt Ulm von 1996 bis 2000 berechnete dagegen bezogen auf die Einwohnerzahl ein extrapoliertes Gesamtaufkommen von 18.700 Polytraumata für Deutschland [33]. Die Autoren dieser Arbeit kamen daher zum Schluss, dass mit dieser Studienregion die durchschnittliche Häufigkeit dieser Verletzungen für Deutschland unterschätzt würde.

Studien aus dem Ausland, insbesondere den USA, sind für Vergleiche nur bedingt geeignet, weil dort einerseits andere Strukturen im Krankenhaus- und Rettungswesen herrschen und andererseits Schwerstverletzungen mitunter durch einen deutlich höheren Anteil von penetrierendem Trauma als Folge von Gewalttaten gekennzeichnet sind.

4 Studienmethodik und -material

In Ermangelung jüngerer Daten zum Unfallgeschehen mit lebensbedrohlich verletzten Verkehrsteilnehmern, die auch Einzelheiten zu Verletzungsbildern und der Rettungskette beinhalten, wurde es für sinnvoll erachtet, eine eigene Erhebung durchzuführen. Prinzipiell sind solche Unfallereignisse und Merkmale auch in den Daten von GIDAS, dem seit Jahren bzw. Jahrzehnten betriebenen Unfallforschungsprojekt in der Region Dresden und Hannover enthalten [34]. Da die Unfallerhebung dort nach einem Stichprobenverfahren erfolgt, ist eine vollzählige Erhebung von Unfallopfern mit der betreffenden Verletzungsschwere dort nicht wahrscheinlich. Wie viele lebensbedrohlich Verletzte letztlich im Datenmaterial jüngerer Zeit vorhanden sind, ist nicht bekannt. Einige klinische Forschungsprojekte zu derartigen Patientenkollektiven können zwar auf große Fallzahlen zurückgreifen, sind aber hinsichtlich der Beschreibung der Unfallumstände und der fahrzeugtechnischen Details methodisch bedingt stark limitiert.

Die eigene Studie hatte daher zum Ziel in einem möglichst repräsentativen Untersuchungsgebiet innerhalb eines Erhebungszeitraums von mindestens 12 Monaten diejenigen Verunglückten im Straßenverkehr, die lebensgefährliche Verletzungsbilder aufweisen, vollzählig zu erheben und die Unfallumstände und den Ablauf der Rettungskette zu beschreiben. Mit Beginn der Erhebung stellte es sich als sinnvoll heraus auf diese Weise nicht nur Patienten zu dokumentieren, die in ein Krankenhaus eingeliefert wurden, sondern zusätzlich auch Unfallopfer, die noch an der Unfallstelle ums Leben kamen und daher keine klinischen Therapiebemühungen mehr erfuhren. Allerdings wird über die genauen Verletzungsbilder unmittelbar Verstorbener in der Regel wenig bekannt, falls nicht eine Obduktion vorgenommen wird. Aufgrund der zahlreichen benötigten Merkmale wurde die Studie vorrangig prospektiv angelegt. Sie stützte sich dafür auf die Mitwirkung der örtlichen Stellen für die Unfallaufnahme und die Einrichtungen für die Rettung und die Behandlung Schwerverletzter.

Somit ergaben sich für die Studie „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“ folgende Schwerpunkte:

- Bestimmung der Anzahl von Straßenverkehrsteilnehmern mit lebensbedrohlichen oder tödlich verlaufenen Verletzungen in der Studienregion,
- Anteil der verschiedenen Arten der Verkehrsbeteiligung (Fußgänger, Radfahrer, Benutzer motorisierter Zweiräder, von Pkws und Nutzfahrzeugen) unter den lebensbedrohlich verletzten Patienten und Getöteten,
- typische Verletzungsmuster innerhalb dieser Gruppen,
- Zusammenhänge zwischen Verletzungsmustern und Kollisions- und Aufprallarten (z. B. Fußgänger-Pkw-Kollision, Fahrzeugseitenaufprall gegen Objekt, Überschlag),
- Rettung und Versorgung von Unfallopfern mit lebensbedrohlichen Verletzungen.

4.1 Erhebungsmethode

Da sich für die Unfalldokumentation im Rahmen des Projektes aus verschiedenen Gründen kein eigenes Erhebungsteam aufstellen ließ, wurde ein weitgehend neuer Weg beschritten. Viele der gewünschten Merkmale werden durch die Ermittlungsbehörden, d. h. die Polizei und die im Auftrag der Staatsanwaltschaft tätigen Sachverständigen, ohnehin dokumentiert. Verletzungen werden in der behandelnden Akutklinik im Rahmen der Diagnostik erfasst und die wesentlichen Phasen der Notrufbearbeitung und Rettung in den Rettungsleitstellen zeitlich dokumentiert. Da die technische Rettung von Unfallopfern, soweit erforderlich, den örtlichen Feuerwehren obliegt, macht sie auch deren Einbindung sinnvoll.

Um Datenschutzerfordernissen zu genügen, ist es allerdings erforderlich die Merkmale zu Unfall, beteiligten Fahrzeugen und Personen zusammenzuführen, ohne dass der Projektleiter dafür Namen, Anschriften, Kraftfahrzeugkennzeichen oder andere personenbezogene Daten benötigt. Die Zuordnung erfolgt in erster Linie über Unfalldatum und -zeit sowie den Unfallort und Geschlecht und Alter der Verletzten, nötigenfalls über die Information, ob diese als Fahrer, Beifahrer oder Mitfahrer im Fond eines Fahrzeugs verletzt wurden. Damit lassen sich anonymisierte Daten aus Kliniken, aus der Verkehrsunfallanzeige oder anderen Unterlagen verknüpfen, welche die für den Untersuchungszweck benötigten Infor-

mationen aufweisen, aber hinsichtlich der persönlichen Daten nicht über Alter und Geschlecht der Beteiligten hinausgehen. Um nach Möglichkeit nur die unmittelbar für die Studie relevanten Informationen zu erfassen, wurde der folgende Ablauf der Fallidentifikation und -dokumentation festgelegt:

Durch die zuständige Rettungsleitstelle werden dem Projektleiter in regelmäßigen Abständen diejenigen Einsätze zu Verkehrsunfällen mitgeteilt, die das Vorhandensein lebensbedrohlicher Verletzungsbilder vermuten lassen oder wo der Tod des Patienten noch an der Unfallstelle festgestellt wurde. Dazu wurden typische Alarmierungs- und Einsatzstichworte identifiziert, die auf relevante Fälle schließen lassen und gleichzeitig die Vielzahl leichter Unfallverletzungen oder internistischer Notfälle, die ebenfalls vom Rettungsdienst versorgt werden, von der Betrachtung ausschließen. Die Meldezeit und Einsatzort dienen der Identifizierung des Unfallereignisses selbst, die Angabe der Zielklinik und ggf. des Transportmittels der weiteren Verfolgung eines möglicherweise schwerstverletzten Verkehrsteilnehmers.

Im nächsten Schritt ist die Notaufnahme der angegebenen Zielklinik zu kontaktieren, ob im angegebenen Zeitraum, ausgehend von der Meldezeit und unter Berücksichtigung einer Versorgungs- und Transportzeit, ein Patient aus einem Verkehrsunfallereignis eingeliefert wurde. Lässt sich dies durch das Aufnahmeprotokoll der Klinik bestätigen und stützen weitere Angaben zum Unfallmechanismus, z. B. aus dem Notarztprotokoll, die Vermutung, dass es sich um das Opfer aus dem betreffenden Unfallereignis handelt, so wird durch das Klinikpersonal überprüft, ob das Verletzungsbild des Patienten die Falleinschlusskriterien hinsichtlich der Verletzungsschwere erfüllt. Ist auch dies gegeben, so kann der Patient als relevanter Fall gelten und wird für die Studie mit diagnostizierten Verletzungen und wichtigen Parametern der präklinischen und klinischen Behandlung anonym dokumentiert.

Mit den Daten zu Unfallzeit und Unfallort aus den Unterlagen der Rettungsleitstelle wendet sich der Projektleiter zur weiteren Überprüfung des Unfallereignisses an die

zuständige Ermittlungsbehörde, bspw. die Polizeidirektion oder das Polizeipräsidium, wo Verkehrsunfälle im betreffenden Einzugsraum zentral bearbeitet werden. Da alle Ermittlungen und die Verkehrsunfallaufnahme bei Personenschäden prinzipiell im Auftrag der Staatsanwaltschaft geschehen, wird die Polizei – sofern keine anderen Absprachen bestehen – zunächst das Aktenzeichen ermitteln, mit dem sich der Projektleiter in der Regel an die Staatsanwaltschaft wenden muss. Diese kann die Einsicht in Akten oder Bereitstellung anonymisierter Unterlagen, wie Verkehrsunfallanzeige, Lichtbildmappen oder technische Gutachten, für die Zwecke des Forschungsprojektes gewähren. Zwischen Identifikation des prinzipiell relevanten Unfallereignisses und der Einsichtnahme kann geraume Zeit vergehen, insbesondere wenn vor Gericht anhängige Verfahren zunächst abgeschlossen werden müssen.

Sowohl bei der Dokumentation in der Akutklinik als auch bei der Unfallaufnahme durch die Polizei kann es hilfreich sein, besondere Merkmale der Patientenversorgung oder der Unfallumstände eigens für die Studie zu erheben, sofern diese nicht ohnehin dokumentiert werden. Dazu müssen ergänzende Erhebungsbögen oder -formulare entworfen und den Einrichtungen und Behörden vor Studienbeginn zur Verfügung gestellt werden.

Um prospektiv die Maßnahmen und den Umfang der technischen Rettung zu beschreiben, wurden auch Feuerwehren mit in die Erhebung eingebunden. Zu diesem Zweck erhielten die teilnehmenden Wehren ebenfalls spezielle Formulare. Weiterhin wurden sie gebeten nach Abschluss der Rettungsarbeiten Merkmale der verunglückten Fahrzeuge wie ausgelöste Airbags zu erfassen, welche durch die Polizei in der Regel nicht dokumentiert werden, und ergänzende Fotos der Deformationen und Beschädigungen anzufertigen. Die Bilder sollen sich auf die technischen Aspekte konzentrieren, die weder Unfallbeteiligte noch amtliche Kennzeichen oder eventuelle Firmenbeschriftungen zeigen.

Abbildung 9 zeigt den schematischen Ablauf der Fallidentifikation und -erfassung für die Studie. Es erwies sich als hilfreich zusätzlich zu diesen Quellen in kurzen Abstän-

den auch die Meldungen der Tagespresse sowie die öffentlichen Polizeiberichte der Studienregion, vorrangig über das Internet, zu verfolgen. Unfälle mit getöteten und potenziell lebensgefährlich verletzten Unfallopfern werden darin häufig erwähnt und beinhalten vorläufige Informationen über Unfallhergang, Art der Verkehrsbeeiligung der Geschädigten und Unfallort. Damit können zumindest weitere Verdachtsfälle erkannt oder erste Daten aus Rettungsleitstellen oder Kliniken ergänzt werden.

Diese Erhebungsmethode wurde in der Region Augsburg Mitte 2007 erprobt, ohne dabei bereits Detaildaten für die spätere Erhebung zu sammeln. Die prinzipielle Machbarkeit konnte damit bestätigt und weitere Erkenntnisse für die praktische Umsetzung im größeren Maßstab gewonnen werden. In einer weiteren Vorstudie war bereits zuvor mit sechs freiwilligen Feuerwehren aus dem Bundesgebiet getestet worden, welche technischen Informationen diese an der Einsatzstelle sammeln können und welche Voraussetzungen dafür notwendig sind.

4.2 Studienregion

Für die Wahl der Studienregion waren mehrere Aspekte ausschlaggebend. Einerseits sollte das Erhebungsgebiet eine ausreichend große Fallzahl für die Studie generieren. Daraus ergibt sich die Forderung nach einem gewissen Einzugsgebiet, aber auch einem entsprechenden Unfallaufkommen. Andererseits sollte die Studienregion nach Möglichkeit hinsichtlich des schweren Unfallgeschehens gut mit Deutschland vergleichbar sein, um später Rückschlüsse auf die Situation Schwerstverletzter im gesamten Bundesgebiet ziehen zu können. Eine annähernde Repräsentativität auch hinsichtlich demografischer und weiterer Strukturdaten ist dafür wünschenswert. Ein reines Ballungsgebiet oder ein stark ländlich geprägter Raum allein schieden damit als Untersuchungsgebiet aus. Um im Vorfeld derartige statistische Daten zu erhalten, war es erforderlich die Studienregion an den Gemarkungsgrenzen von Landkreisen oder kreisfreien Städten auszurichten, zumal auch die regulären Zuständigkeitsbereiche von Ermittlungsbehörden und Rettungsdiensten sich daran orientieren. Aus praktischen Erwägungen für die Erhebung sollten in der Region zudem nur eine

begrenzte Anzahl von Kliniken liegen, die für die adäquate Versorgung solcher Patienten in Frage kommen; also Häuser der Schwerpunkt- oder Maximalversorgung.

- in Baden-Württemberg (Regierungsbezirk Tübingen)
 - Alb-Donau-Kreis (UL),
 - Stadtkreis (bzw. kreisfreie Stadt) Ulm (UL)

Die Wahl fiel letztlich auf sechs Landkreise und zwei kreisfreie Städte im süddeutschen Raum, die in den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern liegen (Abbildung 10):

- in Bayern (Regierungsbezirk Schwaben)
 - Landkreis Aichach-Friedberg (AIC),
 - Landkreis Augsburg (A),
 - Landkreis Dillingen an der Donau (DLG),
 - Landkreis Günzburg (GZ),
 - Landkreis Neu-Ulm (NU),
 - Kreisfreie Stadt Augsburg (A)

Das Gebiet hat eine Fläche von rund 5.540 km² mit mehr als 1,32 Millionen Einwohnern (Stand Ende 2007) [35, 36]. Mit den Städten Ulm und Augsburg und ihren Vororten existieren größere Ballungsräume und bedeutsame Wirtschaftsstandorte. Große Teile der übrigen Region sind dagegen stark ländlich geprägt. Das Straßennetz umfasst alle Straßenkategorien von Gemeindestraßen bis zu stark befahrenen Bundes- und Schnellstraßen sowie zwei wichtigen Bundesautobahnen, der A8 München-Stuttgart und der A7 Würzburg-Kempten.

sowie

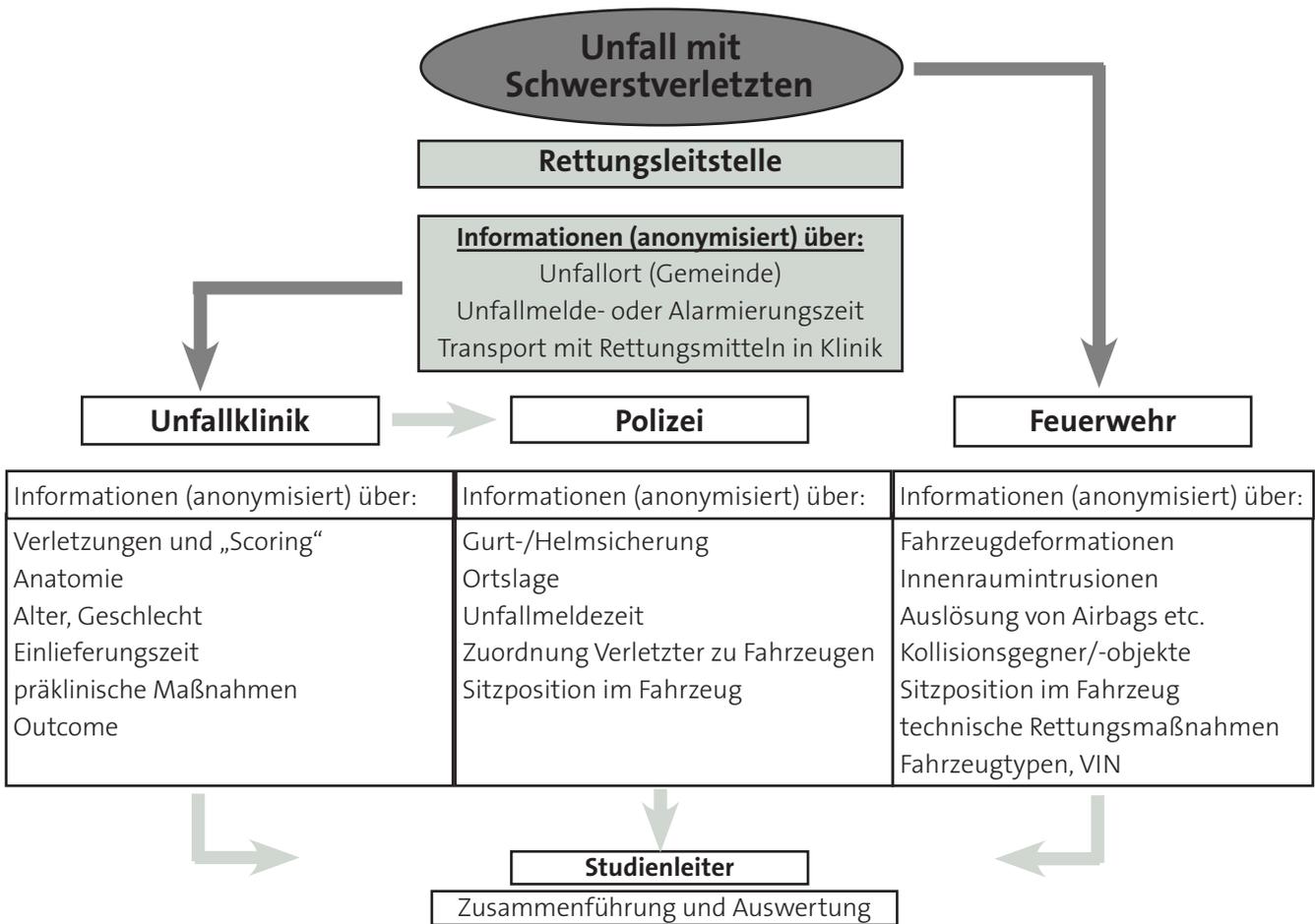


Abbildung 9:
 Schematische Darstellung der Erhebungsmethodik [3]

Rettungsdienst-Einsätze werden von drei Leitstellen aus koordiniert:

- Rettungsleitstelle bei der Berufsfeuerwehr Augsburg (seit Oktober 2008 Integrierte Leitstelle), in der Studienregion zuständig für die Stadt und den Landkreis Augsburg, den Landkreis Dillingen an der Donau und den Landkreis Aichach-Friedberg.
- Rettungsleitstelle Krumbach, in der Studienregion zuständig für die Landkreise Günzburg und Neu-Ulm.
- Rettungsleitstelle Ulm, zuständig für die Stadt Ulm und den Alb-Donau-Kreis und die Vermittlung des in Ulm stationierten Rettungshubschraubers Christoph 22.

Zu den Zuständigkeitsbereichen der Rettungsleitstellen Augsburg und Krumbach gehören noch weitere Landkreise, die aber nicht in die Studienregion fallen. In den kreisfreien Städten und den Landkreisen sind Rettungswagen, die von verschiedenen Hilfsorganisationen und in geringem Maße von einem privaten Anbieter betrieben werden, an eigenen Rettungswachen stationiert. Notärzte werden zum Teil von Krankenhäusern gestellt und rücken von dort zu Einsätzen aus. Im ländlichen Raum wird der Notarztendienst teilweise auch von niedergelassenen Ärzten ausgeübt. Bis auf eine Ausnahme wird überall das Rendezvous-System praktiziert. Ein Luftrettungsmittel steht in Ulm mit dem Rettungshubschrauber Christoph 22 bereit. Zusätzlich wird die Studienregion



Abbildung 10:
Erhebungsgebiet in Schwaben [3]

aber auch regulär durch weitere Rettungs- und Intensivtransporthubschrauber abgedeckt, die in Ingolstadt, München und Kempten beheimatet sind und deren Einsatzradien bis in die Untersuchungsregion reichen.

Neben einer Reihe von Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung sowie Fachkliniken gibt es im Untersuchungsgebiet drei Häuser der Maximalversorgung:

- Klinikum Augsburg
- Universitätsklinikum Ulm
- Bundeswehrkrankenhaus Ulm, zusätzlich Standort für den Rettungshubschrauber Christoph 22.

Kliniken der Schwerpunktversorgung, die prinzipiell auch für die Behandlung von Patienten mit lebensgefährlichen Traumata geeignet wären, finden sich in der Region nicht. Daher konnte davon ausgegangen werden, dass der weit überwiegende Anteil derart schwer Verletzter in eines der drei Traumazentren eingeliefert wird.

Die Verkehrspolizei untersteht im bayerischen Teil des Erhebungsgebietes dem Polizeipräsidium Schwaben-Nord, zuständig u.a. für Stadt und Landkreis Augsburg, die Landkreise Dillingen an der Donau und Aichach-Friedberg, und dem Polizeipräsidium Schwaben-Süd/West, u.a. für die Landkreise Günzburg und Neu-Ulm. Im baden-württembergischen Teil bilden Ulm und der Alb-Donau-Kreis den Bereich der Polizeidirektion Ulm. Die Autobahnpolizeireviere (APRev) Mühlhausen im Täle und Heidenheim betreuen die Bundesautobahn A8 im westlichen Teil und die A7 im nördlichen Teil der Studienregion. Die übrigen Abschnitte der Autobahnen im Untersuchungsraum werden durch bayerische Autobahnpolizeistationen (APS) abgedeckt, die den Präsidien Schwaben-Nord und Schwaben-Süd/West unterstehen.

Eine große Zahl von Feuerwehren leistet in den Landkreisen und Städten neben dem Brandschutz auch die technische Hilfe. Die technische Rettung eingeklemmter Personen nach schweren Kollisionen wird in der Regel durch Stützpunkt- oder Schwerpunktfeuerwehren wahrgenommen, die über die entsprechende Ausrüstung und das im Umgang damit erfahrene Personal verfügen. Sie werden aber ebenso, wie auch kleinere Ortsteilfeuer-

wehren, eingesetzt, um Unfallstellen abzusichern, den Brandschutz für verunglückte Fahrzeuge zu sichern und bei Dunkelheit die Einsatzstelle und ggf. den Landeplatz für einen Rettungshubschrauber auszuleuchten. In der Mehrzahl handelt es sich um freiwillige Wehren, von denen nur die Feuerwehren Ulm und Neu-Ulm auf hauptamtliche Kräfte für den ersten Abmarsch zurückgreifen können. Die Feuerwehr Augsburg ist eine Berufsfeuerwehr mit zwei ständig besetzten Wachen im Stadtgebiet, die bei größeren Schadenslagen durch freiwillige Wehren der Stadtteile unterstützt werden kann.

Die obersten Landesbehörden für Polizei und Feuerwehren sind das Innenministerium Baden-Württemberg bzw. das Bayerische Staatsministerium des Innern. Letzteres ist auch für das Rettungswesen zuständig, während dieser Bereich in Baden-Württemberg dem Sozialministerium untersteht.

Im Vorfeld der Studie wurden die verantwortlichen Behörden- oder Sachgebietsleiter, leitende Ärzte sowie Führungspersonen der Feuerwehren auf Kreisebene kontaktiert und diesen – meist im persönlichen Gespräch – die Ziele und Vorgehensweise im Forschungsprojekt und die Wünsche an Art und Umfang der Mitwirkung der Projektpartner erläutert. Diese brachten mit ihrer Fachkenntnis eine Reihe von wichtigen Hinweisen und Vorschlägen für die konkrete Durchführung der Erhebung ein. Für die Feuerwehren wurden durch die Kreisbrandräte bzw. Kreisbrandmeister Informationsveranstaltungen organisiert, bei denen der Projektleiter Vertretern der örtlichen Feuerwehren im betreffenden Landkreis die geplante Studie vorstellte und um Unterstützung warb. Bis auf wenige Ausnahmen erklärten sich alle Feuerwehren in der Lage und bereit, nach der Rettungsphase in der vorgesehenen Form bei der Dokumentation mitzuwirken und erhielten dafür vom Projektleiter eine Dokumentationsausrüstung wie in Abbildung 11 dargestellt. Insgesamt wurden fast einhundert Wehren und Führungspersonen damit ausgestattet.

Kernstück ist dabei zum einen eine Auswahl beispielhafter Bilder, die der Feuerwehr an der Unfallstelle als Vorlage dient, die gewünschten Beschädigungsstellen oder

ausgelöste Airbags an Fahrzeugen zu fotografieren. Zum anderen wurde ein einseitiges Dokumentationsformular bereitgestellt, um die interessierenden Merkmale verunfallter Kraftfahrzeuge strukturiert zu erfassen. Die Polizei im baden-württembergischen Teil des Untersuchungsraumes erhielt in ähnlicher Weise einen Erhebungsbogen mit angepassten Sondermerkmalen, um damit bei einem Unfall mit Verdacht auf Schwerstverletzungen die polizeiliche Verkehrsunfallanzeige zu ergänzen. Für die Erfassung der Verletzungen, Verletzungsschweregrade und Behandlungsdaten durch das medizinische Personal wurde den Kliniken ein elektronisch ausfüllbares Formular zur Verfügung gestellt. Die darin enthaltenen Merkmale entsprechen zum großen Teil den sogenannten Schwerverletzten-Erhebungsbögen A bis C der DGU, mit welchen die am Traumaregister teilnehmenden Kliniken ohnehin vertraut sind.

In Vorbereitung der Mitwirkung der Kliniken wurde ein Studienantrag erstellt, der bei der Ethikkommission an der Universität Ulm eingereicht und genehmigt wurde. Gegenüber den zuständigen Stellen der beiden Innenministerien unterzeichnete der Projektleiter eine Verpflichtungserklärung auf das Datengeheimnis, die drei Staatsanwaltschaften genehmigten fallweise den Einblick in Ermittlungsakten oder die Freigabe der betreffenden Verkehrsunfallanzeige bei der Polizei.



Abbildung 11: Rucksack mit Arbeitshilfen für Feuerwehren [3]: „Erinnerungsaufkleber“, Klemmbrett mit Formularvordrucken und Foto-Checkliste, Referenzmaßstab für Fotos, Dokumentationsanleitung als Ausdrucke und auf CD-ROM

4.2.1 Repräsentativität der Studienregion

Anhand verschiedener Strukturdaten und Unfallzahlen wurde untersucht, inwieweit das Erhebungsgebiet mit der Bundesrepublik vergleichbar ist. Tabelle 3 stellt wichtige Kenngrößen des Verkehrs und des Unfallsaufkommens in der Studienregion denen Deutschlands für das Jahr 2007 gegenüber.

Es lässt sich eine weitgehende Übereinstimmung der durchschnittlichen Situation in der Studienregion mit der in der Bundesrepublik erkennen, sowohl hinsichtlich der

Bevölkerungsdichte, der Ausstattung und Nutzung der Straßeninfrastruktur als auch des Risikos, als Verunglückter tödlich oder schwer verletzt zu werden.

Zwischen den Landkreisen der Region bestehen allerdings teilweise erhebliche Unterschiede, die sich sowohl mit den stark variierenden Bevölkerungsdichten und dem resultierenden Verkehrsaufkommen erklären lassen als auch mit den verschiedenen Anteilen von Innerorts- und Außerortsverkehr und dem Ausbauzustand der Landstraßen sowie dem Vorhandensein von Autobahnen. Abbildung 12 zeigt die Anteile überört-

Tabelle 3:
Struktur-, Verkehrs- und Unfallkennwerte für 2007, nach [3]

2007	Studienregion	Deutschland
Bevölkerungsdichte (Einwohnerzahl/Gebietsfläche) [1/km ²]	238,8	230,2
Länge des überörtlichen Straßennetzes / Gebietsfläche [km/km ²]	0,64	0,65
Durchschnittliche Jahresfahrleistung Pkw / Einwohner [km]	7006,5	7146,2
Durchschnittliche Jahresfahrleistung Güter-Kfz und Bus / Einwohner [km]	1104,1	985,8
Durchschnittliche Jahresfahrleistung Kraftrad / Einwohner [km]	137,3	187,4
Getötete im Straßenverkehr / 100.000 Einwohner [-]	5,9	6,0
Schwerverletzte im Straßenverkehr / 100.000 Einwohner [-]	86,5	91,8
Getötete / 1000 Verunglückte im Straßenverkehr [-]	11	11
Schwerverletzte / 1000 Verunglückte im Straßenverkehr [-]	159	173

licher Straßen, die im Durchschnitt große Ähnlichkeit mit der Zusammensetzung von Kreis-, Landes- und Bundesstraßen sowie Autobahnen in der Bundesrepublik aufweisen, aber eine erhebliche Spannweite zwischen Ballungsräumen wie Augsburg und ländlichen Gebieten wie Dillingen an der Donau zeigen. Dieser Landkreis ist der einzige in der Studienregion, in dem keine Autobahn verläuft. Es erstaunt daher nicht, dass auch die relative Häufigkeit getöteter und schwer verletzter Unfallopfer zwischen den Gebietskörperschaften deutlich differiert. Für die Studienregion und ihre Kreise und Städte wurden diese Daten durch Sonderauswertungen der statistischen Landesämter ermittelt [37, 38]. Abbildung 13 und 14 geben die Inzidenz dieser Verletzungsschwerekategorien bezogen auf die Einwohnerzahl für das Jahr 2008 wieder. Ländlich geprägte Kreise zeigen dabei naturgemäß ein höheres relatives Risiko, bei einem Verkehrsunfall getötet oder schwer verletzt zu werden.

Im Weiteren lässt sich auch fragen, ob sich die Art der Verkehrsbeteiligung unter den Verunglückten ähnlich wie in

Gesamtdeutschland verhält; ob also Fußgänger, Radfahrer und Benutzer von Kraftfahrzeugen eine vergleichbare Verteilung unter den Getöteten und Schwerverletzten aufweisen wie im bundesweiten Unfallgeschehen. In der Kategorie der amtlich Schwerverletzten liegt eine sehr gute Übereinstimmung mit der Bundesstatistik vor, wobei in der Region lediglich verunglückte Fahrradfahrer etwas überrepräsentiert und Fußgänger etwas unterrepräsentiert sind (s. Abbildung 16). Bei den Getöteten zeigen sich insbesondere beim Anteil von Pkw-Insassen und Kraftradbenutzern erhebliche Abweichungen zur Situation in Deutschland. Dies könnte in der vergleichsweise geringen Fallzahl Getöteter im Untersuchungsraum begründet sein, die stärkeren Schwankungen unterliegt als die weitaus größere Zahl Schwerverletzter (s. Abbildung 15).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das gewählte Untersuchungsgebiet das durchschnittliche deutsche Unfallgeschehen mit schweren und schwersten Folgen gut wiedergibt und daher für die Erhebung durchaus geeignet ist.

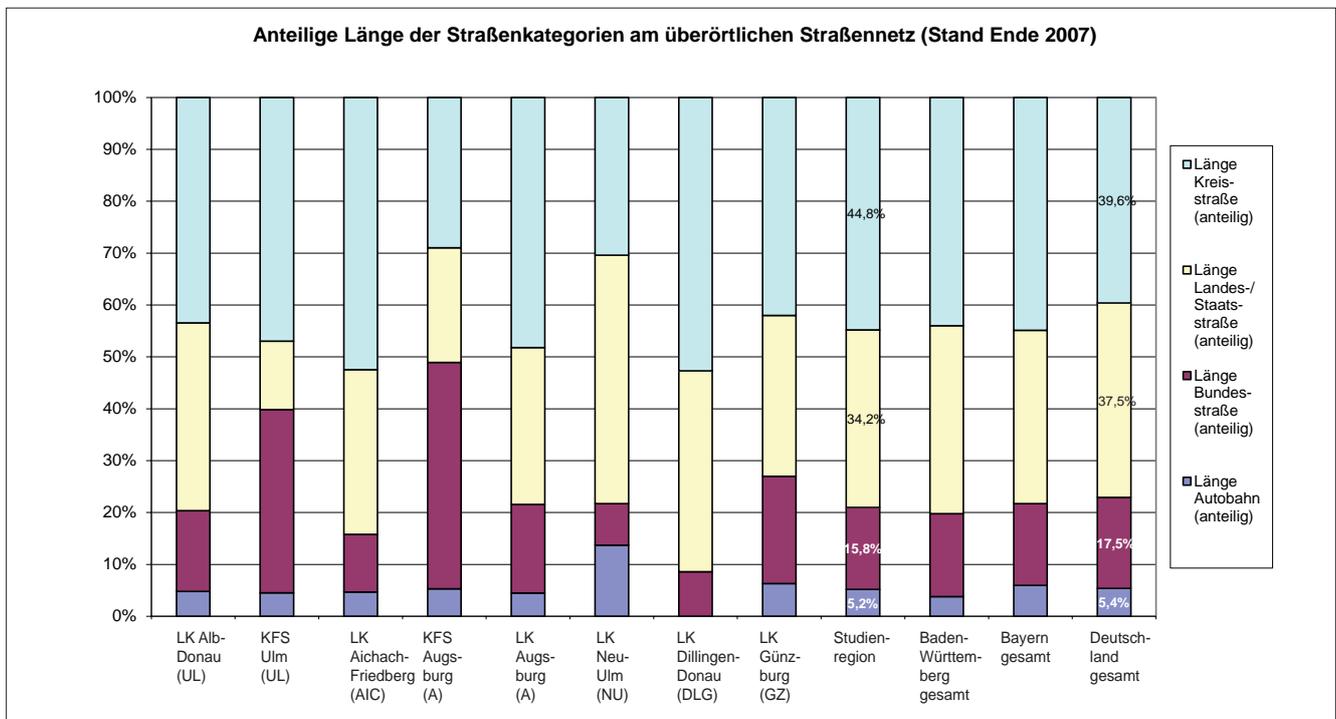


Abbildung 12:
Anteilige Länge der Straßenkategorien am überörtlichen Straßennetz [3]

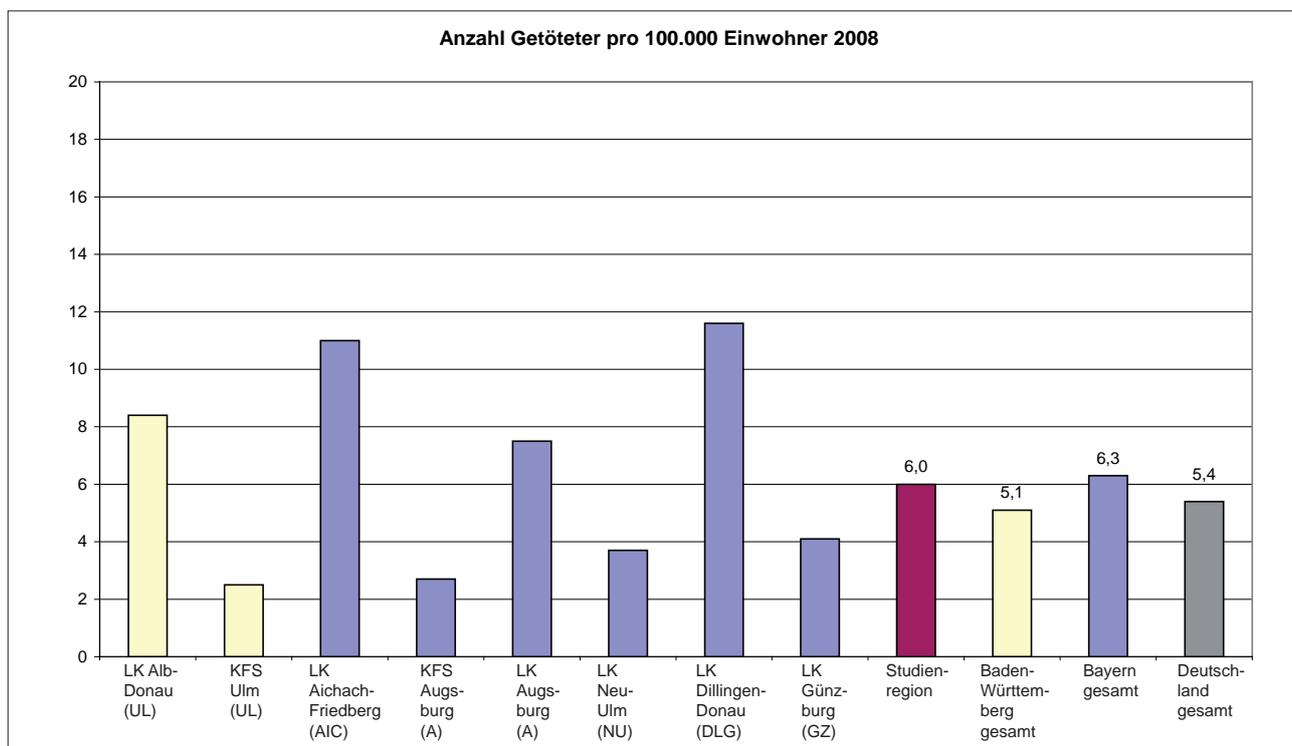


Abbildung 13:
Inzidenzrate getöteter Verkehrsteilnehmer 2008 [3]

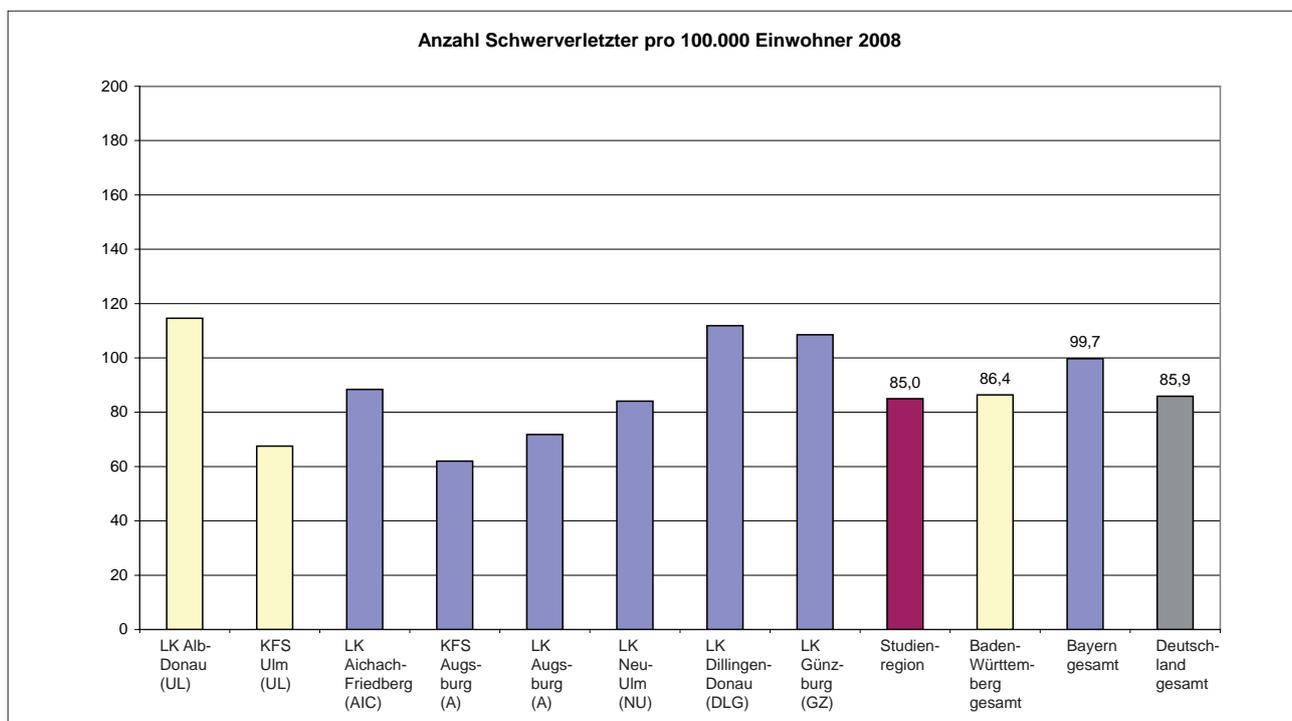


Abbildung 14:
Inzidenzrate schwerverletzter Verkehrsteilnehmer 2008 [3]

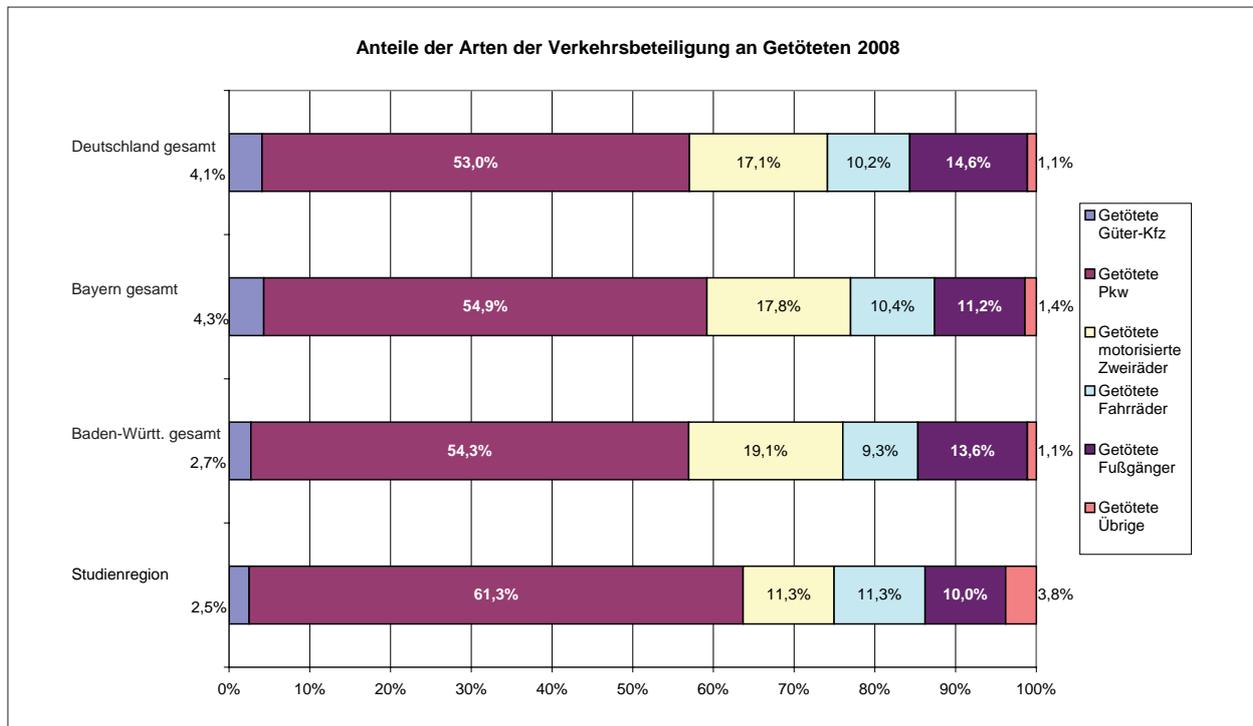


Abbildung 15:
Verteilung Getöteter nach Art der Verkehrsbeteiligung, 2008 [3]

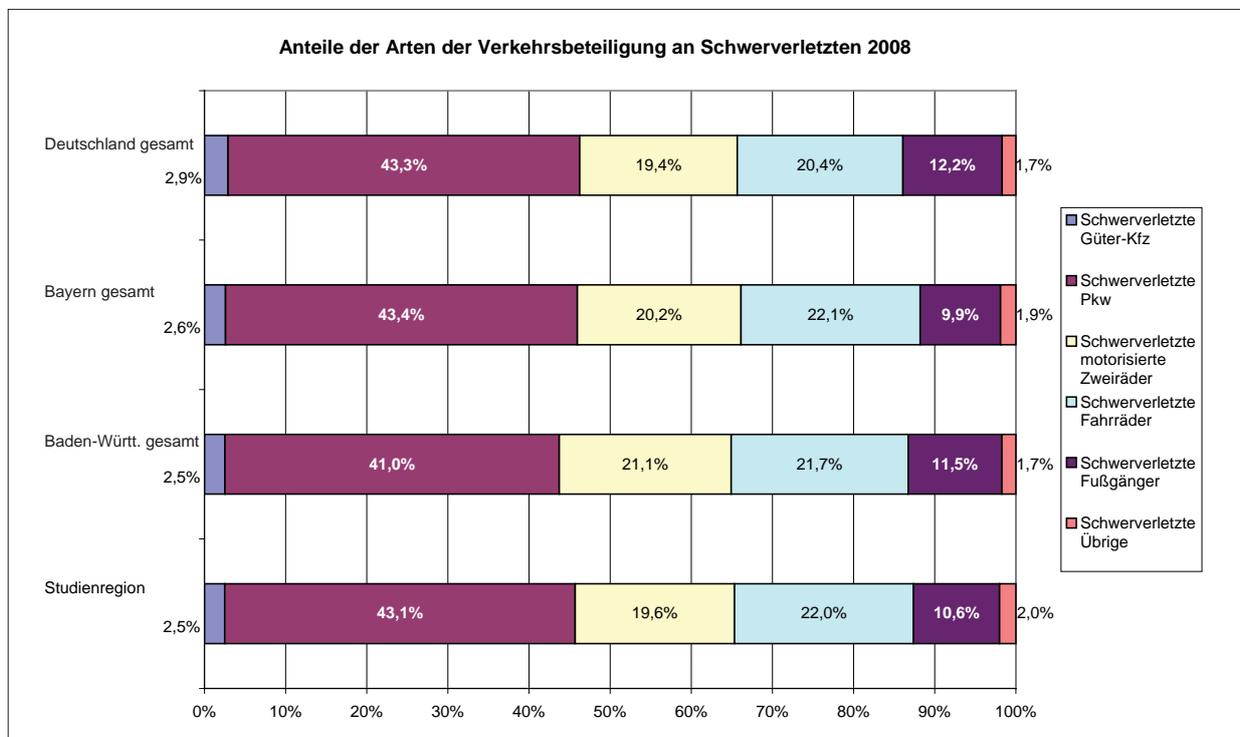


Abbildung 16:
Verteilung Schwerverletzter nach Art der Verkehrsbeteiligung, 2008 [3]

4.3 Studiendauer

Der Zeitraum, innerhalb dessen Verkehrsunfälle mit relevanter Verletzungsschwere in die Erhebung und Auswertung eingehen sollten, wurde vom 1. November 2007 bis 31. Dezember 2008 festgelegt. Damit stehen Unfallereignisse aus 14 Monaten zur Verfügung. Das komplette Statistikjahr 2008 ist somit enthalten und gestattet Vergleiche mit der Bundesstatistik des gleichen Zeitraums. Das Unfallgeschehen der Monate November und Dezember wird sowohl 2008 als auch 2007 erfasst, so dass Datenanalysen, welche saisonale Einflüsse erwarten lassen, besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist.

4.4 Studienmaterial

In die Erfassung und Auswertung wurden alle Patienten eingeschlossen, die im Studienzeitraum bei einem Verkehrsunfall verunglückten und entsprechend dem diagnostizierten Verletzungsbild eine Gesamtverletzungsschwere von ISS 16 oder höher zeigten. Diese werden im Folgenden als lebensbedrohlich Verletzte bzw. – gemäß den Ausführungen in Kapitel 3.2 – als Patienten mit „Polytrauma oder schwerem Monotrauma“ charakterisiert (s. Tabelle 4). Dies schließt auch Patienten ein, die nach Einlieferung in ein Krankenhaus trotz aller therapeutischen Bemühungen verstarben.

Ferner sollen im Rahmen der Erhebung und Auswertung auch diejenigen Unfallopfer Berücksichtigung finden, die bereits vor der Einlieferung in eine Klinik ihr Leben verloren („Exitus letalis an Unfallstelle“). Wie bereits erläutert, lassen sich deren genaue Verletzungsbilder, außer im Falle einer Obduktion, nicht bestimmen. Lediglich durch die äußere Inaugenscheinnahme bei einer Leichenschau können Vermutungen über dominierende Verletzungen angestellt werden. Weiterhin gab es im Fallmaterial eine sehr kleine Zahl von Verunglückten, die zwar keine lebensbedrohlichen Verletzungen aufwiesen, aber dennoch innerhalb der 30-Tage-Frist verstarben, nachdem sich während des Krankenhausaufenthaltes gesundheitliche Komplikationen eingestellt hatten („andere Verletzungen mit Todesfolge“). Für die weiteren Auswertungen werden diese Fälle, sofern nicht anders angegeben, gemeinsam mit „Exitus letalis an Unfallstelle“ betrachtet und beide gemeinsam als „getötet an Unfallstelle“ bezeichnet (s. Tabelle 4).

Dem Titel der Forschungsarbeit entsprechend werden im Folgenden alle Unfallopfer im Straßenverkehr, die entweder an der Unfallstelle oder später im Krankenhaus verstarben oder mit nachweislich lebensbedrohlichen Verletzungsmustern überlebten, unter dem Begriff „Schwerstverletzter“ zusammengefasst.

Tabelle 4:
Begriffsdefinition „Schwerstverletzter“ für Studie

Bezeichnung	Krankenseinlieferung	ISS > 15	verstorben
„lebensbedrohlich verletzt“ (klinisch behandelt) bzw. „Polytrauma oder schweres Monotrauma“	ja	ja	nein / ja
„Exitus letalis an Unfallstelle“ bzw. „ex an Unfallstelle“	nein	unbekannt (vermutlich ja)	ja
„andere Verletzungen mit Todesfolge“	ja	nein	ja

Es ist zu betonen, dass nur solche Fälle in die Untersuchung eingingen, bei denen Personen entsprechende Verletzungen bei einem Unfall auf öffentlichen Straßen der Studienregion erlitten. Dies umfasst auch Patienten, die zwar innerhalb der Studienregion verunglückten, aber zur Behandlung in ein Krankenhaus außerhalb dieser Landkreise transportiert wurden, meist auf dem Luftwege. Nicht dazu zählen gemäß der Definition in der Verkehrsunfallstatistik Unfälle von Fußgängern ohne Beteiligung eines Fahrzeugs und Unfälle abseits befestigter Straßen, auf Betriebsgeländen usw.. Im Gegensatz zur Verkehrsunfallstatistik werden allerdings Getötete, deren Tod Folge eines Suizidversuchs im Straßenverkehr war, nicht aus der Betrachtung ausgeschlossen. Tödlich verlaufene Unfälle nach akuten Gesundheitsstörungen werden ebenfalls berücksichtigt, wenn das durch den Aufprall erlittene Verletzungsbild den Kriterien für ein lebensbedrohliches Trauma genügt.

Während des 14 Monate dauernden Erhebungszeitraums wurden 149 Patienten mit lebensbedrohlichen Verletzungsbildern in Kliniken eingeliefert und für die Studie erfasst, ferner 76 Unfallopfer, die vor der Einlieferung oder trotz mäßiger Verletzungsschwere infolge von Komplikationen innerhalb der 30-Tage-Frist verstarben. Die Zusammensetzung der im Kalenderjahr 2008

erhobenen schwerstverletzten Unfallopfer gibt Abbildung 17 wieder.

Zwar kann nicht mit letzter Sicherheit gesagt werden, dass restlos alle Verunglückten, welche die oben beschriebenen Kriterien erfüllen, erfasst wurden, denn etwa fünf Verdachtsfälle konnten in den Kliniken nicht dokumentiert werden. Die betreffenden Unterlagen der Polizei ergaben aber keine offenkundigen Hinweise, dass es sich dabei um relevante Fälle für die Studie gehandelt hätte. Dennoch ist die genannte Zahl der klinisch behandelten Polytraumata und schweren Monotraumata als Untergrenze zu betrachten. Aus einigen Patientenakten ließ sich die Schwere der Verletzungen nicht immer genau bestimmen, weil die Beschreibung der Verletzung dafür nicht hinreichend detailliert war. Wenn beispielsweise bei Organverletzungen keine Angaben zur Tiefe eines Einrisses oder Menge des damit verbundenen Blutverlustes vorlagen, wurde die Kodierung des entsprechenden Verletzungsschweregrades nach AIS konservativ auf Grundlage der verfügbaren Informationen vorgenommen. Es ist nicht auszuschließen, dass in Einzelfällen tiefer gehende Informationen zu den Einzelverletzungen eine etwas höhere Gesamtverletzungsschwere nach ISS zur Folge gehabt hätten. Eine geringe Zahl von lebensbedrohlich Verletzten im Straßenverkehr, die in

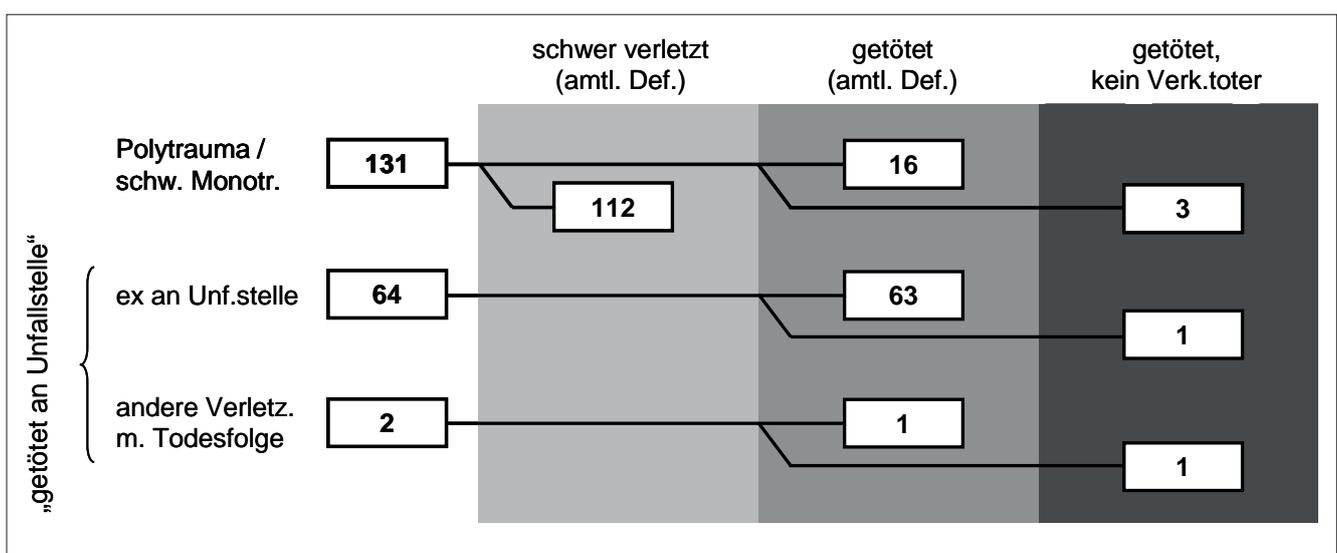


Abbildung 17:
Mengengerüst der erhobenen Schwerstverletzten 2008, nach [3]

Kliniken behandelt und dementsprechend in die Studie aufgenommen wurden, gelangte der Polizei nicht zur Kenntnis. Dabei handelte es sich um Radfahrer, die alleinbeteiligt gestürzt waren, sich schwere Kopfverletzungen zugezogen hatten und – teilweise erst, nachdem sie sich nach Hause begeben hatten – mit dem Rettungsdienst in ein Krankenhaus kamen.

Die in der Verkehrsunfallstatistik für die Kreise und Städte der Region verzeichneten Todesfälle im Straßenverkehr konnten sämtlich auch für die Studie erfasst werden. Eine Reihe von Unfällen mit tödlichem Ausgang war sehr wahrscheinlich durch eine plötzliche Gesundheitsstörung des Fahrers verursacht worden. Wenn dabei auch kollisionsbedingt lebensgefährliche Verletzungen vorlagen, wurde der Fall für die Studie erfasst. In Ausnahmefällen wurden solche Opfer in der amtlichen Statistik nicht als Verkehrstote geführt; vermutlich, weil der Tod dem internistischen Problem zugeschrieben wurde. Ebenso wurden – wie oben erläutert – bei der Studie auch Selbsttötungen im Straßenverkehr mit aufgenommen, welche definitionsgemäß in die amtliche Unfallstatistik ebenfalls keinen Eingang finden. Aus diesen Umständen erklären sich die geringfügig abweichenden Fallzahlen zwischen dem Studienmaterial und der amtlichen Statistik für die Region.

5 Erhebungsergebnisse und Auswertung

5.1 Allgemeine Unfallumstände

Für die Auswertung der allgemeinen Umstände von Verkehrsunfällen in der Studienregion, bei denen wenigstens eine Person schwerstverletzt, d. h. lebensbedrohlich verletzt oder getötet, wurde, werden nur Ereignisse zwischen dem 1. Januar und 31. Dezember 2008 berücksichtigt. Dies gestattet einen unmittelbaren Vergleich mit der amtlichen Statistik sowohl für das Untersuchungsgebiet als auch für Deutschland insgesamt. Eventuelle saisonale Einflüsse auf das Unfallgeschehen oder die Folgeschwere, wie die Häufigkeit verunglückter Radfahrer oder von Unfällen auf winterglatter Fahrbahn, führen auf diese Weise nicht zu einer Unter- oder Überrepräsentation, wie es zu befürchten wäre, wenn die komplette Studiendauer von 14 Monaten betrachtet würde. Die folgenden Auswertungen erfolgen, falls nicht anders angegeben, immer auf Personenebene. Das hat zur Folge, dass bei Ereignissen, in denen mehrere Personen lebensbedrohlich verletzt oder getötet wurden, Merkmale des Unfalls, eventuell auch die des beteiligten Fahrzeugs, bei einer Häufigkeitsauszählung entsprechend der Anzahl dabei schwerstverletzter Unfallopfer mehrfach berücksichtigt werden. Bei der Interpretation von Merkmalshäufigkeiten im Fallmaterial ist also zu beachten, dass diese nicht zwingend mit der Häufigkeit der Unfallereignisse selbst gleichzusetzen sind. Als extremes Beispiel sei der Unfall eines mit vier Personen besetzten Personenwagens in den Nachtstunden genannt. Alle Insassen kamen dabei auf der Stelle ums Leben und gingen ins Fallmaterial als „getötet an Unfallstelle“ ein. Die Lichtverhältnisse „Dunkelheit“ und der Fahrbahnzustand „trocken“ dieses Kollisionsereignisses erscheinen bei der Auszählung somit viermal.

5.1.1 Geschlecht und Alter Schwerstverletzter

Unter den 131 Verkehrsunfallopfern, die 2008 mit lebensbedrohlichen Verletzungen klinisch behandelt wurden, waren 85 männliche und 46 weibliche Personen, deren Alter sich wie in Abbildung 18 dargestellt verteilt. 19 von

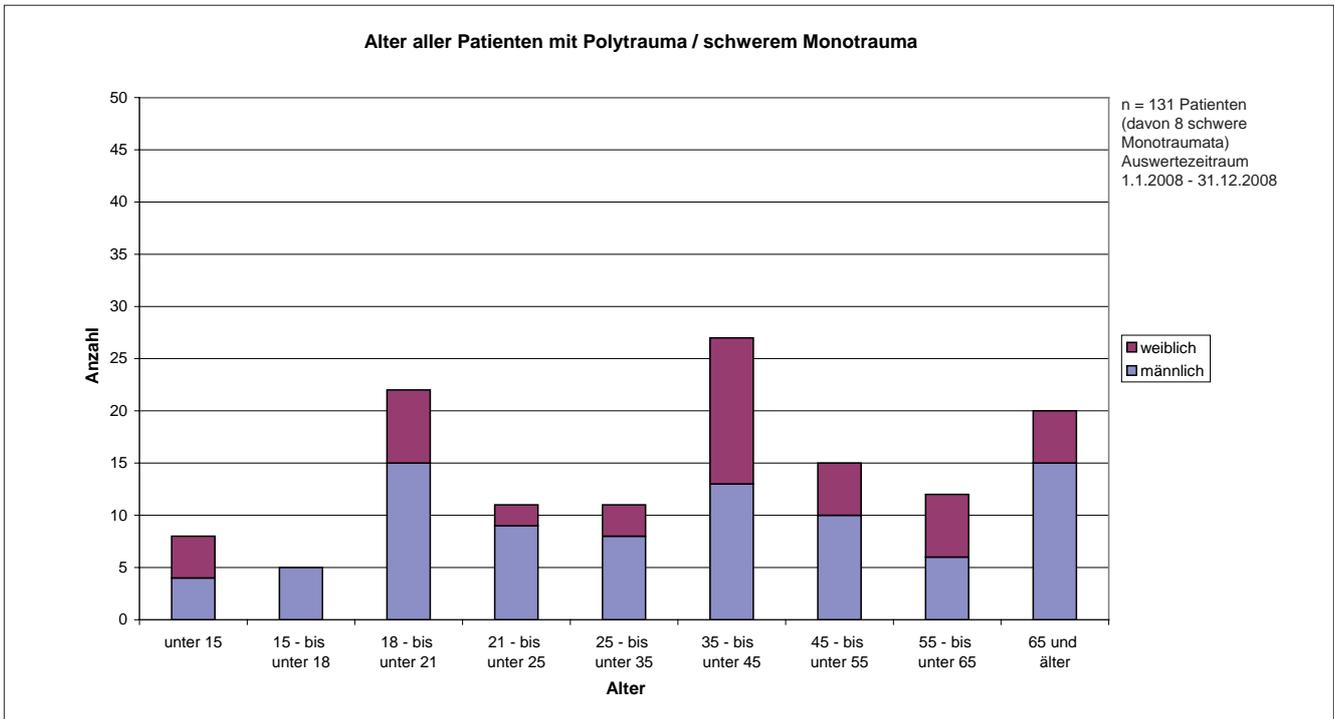


Abbildung 18: Altersverteilung klinisch behandelter Schwerstverletzter, 2008 [3]

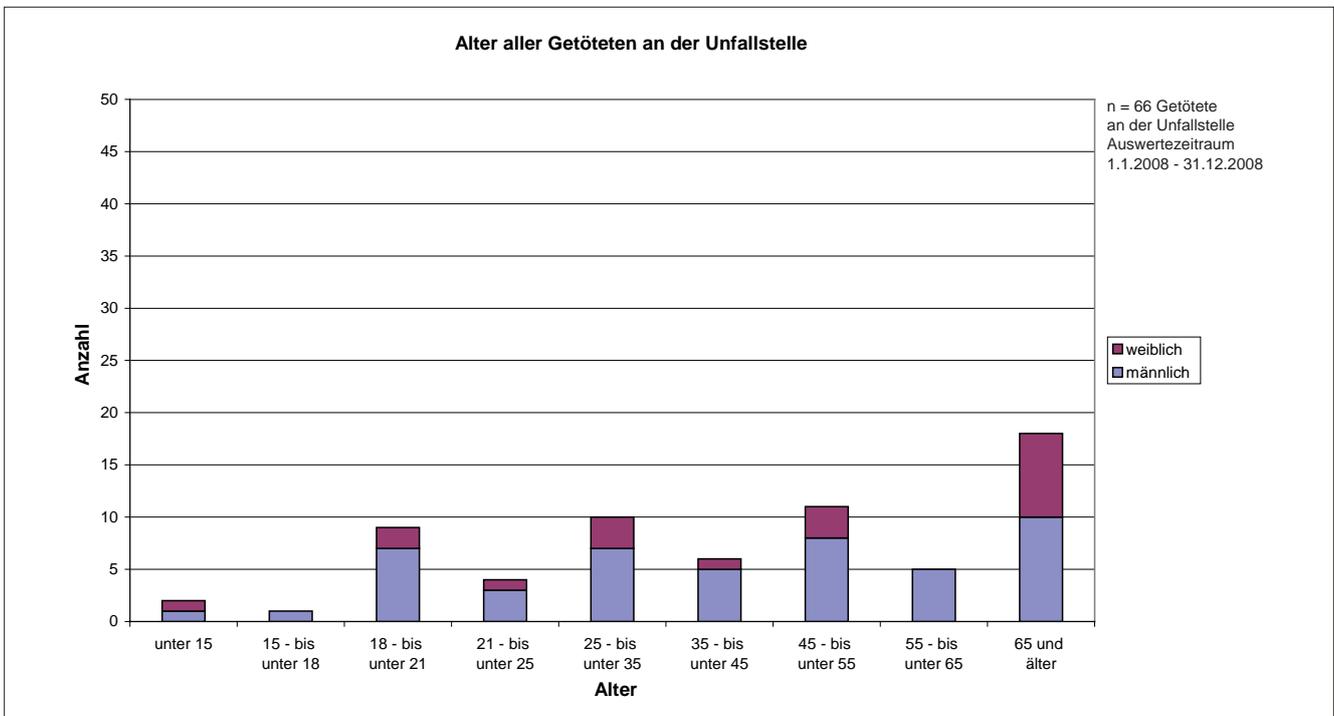


Abbildung 19: Altersverteilung Getöteter an der Unfallstelle, 2008 [3]

ihnen verstarben während der Akutbehandlung im Krankenhaus. Eine besondere Häufung ist dabei bei jungen Verkehrsteilnehmern ab etwa 18 Jahre festzustellen. Weitere Schwerpunkte stellen die Klassen zwischen 35 und 45 Jahren sowie über 65 Jahre dar. Der Altersdurchschnitt des Teilkollektivs mit bestätigtem Polytrauma bzw. schwerem Monotrauma lag bei 39,4 Jahren (Median: 39 Jahre).

Unter Opfern, die noch an der Unfallstelle ihr Leben verloren (s. Abbildung 19), ist der Anteil Jüngerer weniger stark ausgeprägt. Ältere über 65 Jahr bilden hier einen Schwerpunkt. Frauen machen etwa 29 % unter den sofort Getöteten aus, verglichen mit ungefähr 35 % bei lebensbedrohlich verletzten Patienten, welche noch in ein Krankenhaus eingeliefert wurden. Im Durchschnitt waren unmittelbar Verstorbene 45,8 Jahre alt (Median: 46 Jahre) und damit deutlich älter als Patienten, die noch ein Krankenhaus erreichten. Die Betrachtung aller Schwerstverletzten mit Todesfolge im Jahr 2008, also auch unter Einbeziehung der im Krankenhaus Verstorbenen, ergibt ein ähnliches Bild: Das Durchschnittsalter betrug dann 47,7 Jahre (Median: 48 Jahre) gegenüber 36,9 Jahre (Median: 36,5 Jahre) bei den Überlebenden. Die mit höherem Lebensalter allgemein schlechtere Prognose bei schwerem Trauma bestätigt sich hier. Fünf tödlich Verletzte, von denen zwei vor Einlieferung und drei in der Klinik verstorben waren, gingen nicht in die amtliche Statistik des Jahres 2008 ein.

5.1.2 Verkehrsbeteiligung Schwerstverletzter

Für diese Auswertung wurden Klassen hinsichtlich der Verkehrsbeteiligung gebildet, welche von denen der amtlichen Verkehrsunfallstatistik geringfügig abweichen. Die Einordnung von Minivans und Kleintransportern erfolgt für die Studie in erster Linie basierend auf der Bauform, nicht wie beim Statistischen Bundesamt auf Grundlage der Zulassung als Personenwagen oder als Güterkraftfahrzeug. Bspw. werden Lieferwagen oder Kleinbusse zwischen etwa 2,5 Tonnen und 3,5 Tonnen zulässiger Gesamtmasse unabhängig davon, ob sie als Pkw, Güterkraftfahrzeug oder Wohnmobil zugelassen sind, als Kleintransporter ausgewiesen, weil sie innerhalb einer Modellreihe hinsichtlich ihrer passiven Sicherheit weitgehend identisch sind. Kleinst- oder Stadtlieferwagen, die technisch eng mit Minivans verwandt sind, werden dagegen zu den Pkw gezählt. Die Definition von Krafträdern orientiert sich weitgehend an der des Statistischen Bundesamtes bzw. des Kraftfahrtbundesamtes. Die mit je einem Fall vertretenen Quads und Trikes werden für die Studie bei den Krafträdern (Zulassungsklasse L) eingeordnet, wengleich sie in der amtlichen Statistik teilweise in anderen Klassen geführt werden.

Abbildung 20 und 21 geben die Verteilung für die Schwerstverletzten an, die lebend ein Krankenhaus er-

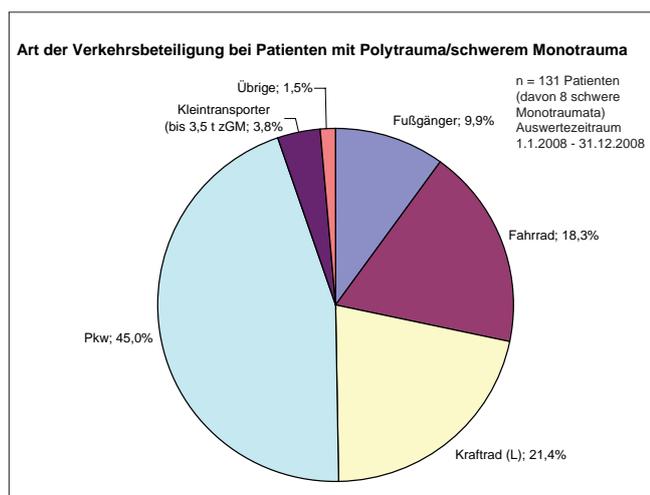


Abbildung 20:
Art der Verkehrsbeteiligung klinisch behandelter Schwerstverletzter, 2008 [3]

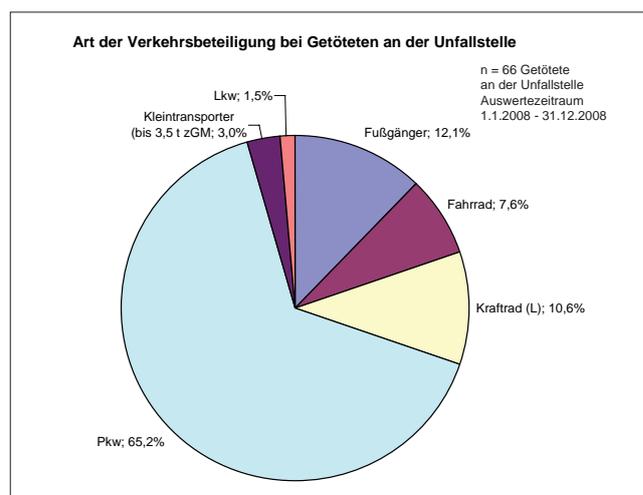


Abbildung 21:
Art der Verkehrsbeteiligung bei Getöteten an Unfallstelle, 2008 [3]

reichten, und diejenigen, die an der Unfallstelle zu Tode kamen. Dominierend sind in beiden Gruppen Fahrzeuginsassen, welche unter lebensbedrohlich Verletzten etwa die Hälfte, und unter den denjenigen, die an der Unfallstelle ums Leben kamen, mehr als zwei Drittel ausmachen. Benutzer von motorisierten Zweirädern und von Fahrrädern bilden zu jeweils ungefähr gleichen Anteilen bei Polytraumata oder schweren Monotraumata die zweitgrößte Gruppe, gefolgt von Fußgängern. Letztere haben bei den unmittelbar Getöteten eine etwas größere Bedeutung. Etwa jeder zehnte Verkehrsteilnehmer, der lebensbedrohlich verletzt oder getötet wurde, war ein Fußgänger. Eine Sonderstellung nehmen die beiden als „übrige“ Verkehrsbeteiligte eingeordneten Unfallopfer ein. Unabhängig voneinander stürzten Mitfahrer von Fachingswagen, die von Traktoren gezogen wurden, auf die Fahrbahn und zogen sich schwerste Kopfverletzungen zu, an denen sie später im Krankenhaus verstarben. Da sich die Unfälle nach Beendigung der Festzüge auf Landstraßen ereigneten, gingen beide Opfer auch als Verkehrstote in die Bundesstatistik ein. Die geringe Zahl lohnt keine eigene statistische Betrachtung, weshalb diese Fälle mit

lebensbedrohlichem – und letztlich tödlich verlaufenem – Trauma im Weiteren gemeinsam mit den lebensgefährlich verletzten Fußgängern ausgewertet werden.

5.1.3 Verletzungsschwere lebensbedrohlich Verletzter

Eine regelmäßige Bestimmung der Schwere aller einzelnen Verletzungen und damit auch der Gesamtverletzungsschwere ist nur bei Personen möglich, die im Krankenhaus eine umfassende Diagnostik erfahren. Lediglich für zwei polytraumatisierte Patienten, die bereits kurz nach der Schockraumeinlieferung starben, konnte das Verletzungsmuster nicht mehr vollständig dokumentiert werden. Obduktionsergebnisse zu getöteten Verkehrsteilnehmern lagen in einigen Fällen vor, wurden aber in Ermangelung einer generellen Verfügbarkeit nicht für die Auswertung herangezogen.

Insgesamt wurden während des Jahres 2008 123 Polytraumata und acht schwere Monotraumata im Sinne der Definition in Kapitel 3.2 erfasst, deren Gesamtverletzungsschweren sich wie in Abbildung 22 gezeigt auf

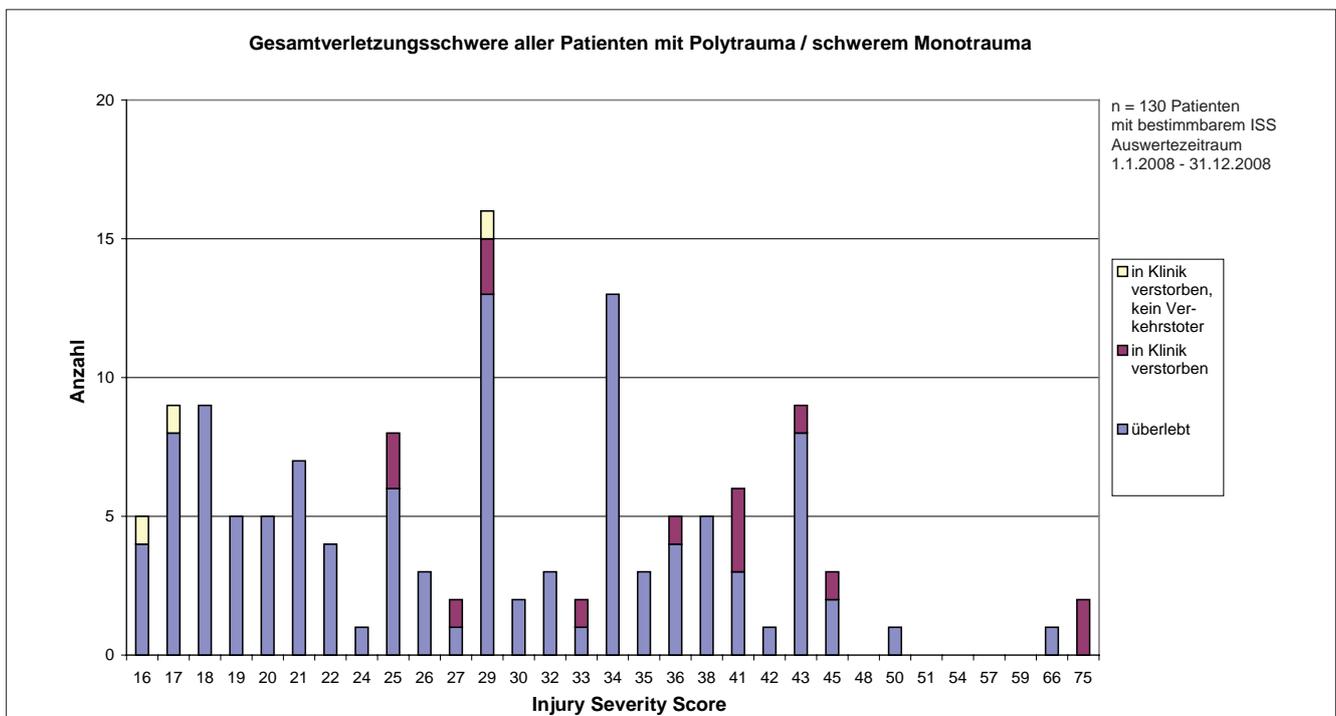


Abbildung 22: Verteilung der Gesamtverletzungsschwere klinisch behandelter Schwerstverletzter, 2008 [3]

die ISS-Skala verteilen. Für einen unmittelbar nach Einlieferung verstorbenen Patienten ließ sich die Gesamtsschwere des Verletzungsbildes nicht berechnen. Weibliche Traumapatienten wiesen eine etwas geringere Gesamtverletzungsschwere auf (Median: ISS 28) als die männlichen Schwerstverletzten (Median: ISS 29).

Die Häufung bei einzelnen ISS-Punktwerten, z. B. ISS 29 und ISS 34, ist auch durch die Tatsache begründet, dass einige ISS-Werte numerisch durch mehrere Kombinationen verschiedener AIS-Einzelverletzungsschweren – die ja noch quadriert und anschließend summiert werden müssen – erzielt werden können und damit statistisch eine höhere Auftretenswahrscheinlichkeit haben als solche, die sich ausschließlich durch eine einzige Kombination von Einzelverletzungsschweren ergeben, wie bspw. ISS 30. Dieser Effekt wurde in der Arbeit von Stevenson et al. ausführlich diskutiert [27].

Die vorgefundenen schweren Monotraumata waren sämtlich isolierte Schädel-Hirn-Verletzungen sowie eine Halswirbelsäulenverletzung mit AIS-Werten von 4 oder 5,

die somit ausschließlich der Körperregion „Schädel/Hals“ zuzuordnen sind und in ISS-Punktwerten von 16 bzw. 25 resultierten.

Die 16 nach Einlieferung in die Akutklinik verstorbenen Verkehrsteilnehmer finden sich erwartungsgemäß vorwiegend im Bereich höherer Gesamtverletzungsschwere. Bei den beiden Todesfällen mit ISS 16 und ISS 17 lag ein schweres Schädel-Hirn-Trauma in Verbindung mit hohem Lebensalter vor. Die nicht in die amtliche Statistik eingegangenen Todesopfer hatten vor dem Unfall vermutlich einen Infarkt bzw. eine Kreislaufschwäche am Steuer erlitten, sich bei der folgenden Kollision aber auch lebensgefährliche Verletzungen zugezogen, weshalb sie für die Studie relevant sind.

5.1.4 Jahreszeitliches Aufkommen Schwerstverletzter

Um saisonale Einflüsse erkennen zu können, wurden die Fallzahlen von klinisch behandelten Opfern und an der Unfallstelle Getöteten für 2008 quartalsweise untersucht. Das Aufkommen zeigt dabei vergleichsweise geringe Schwankungen mit einer Spitze im zweiten Quartal

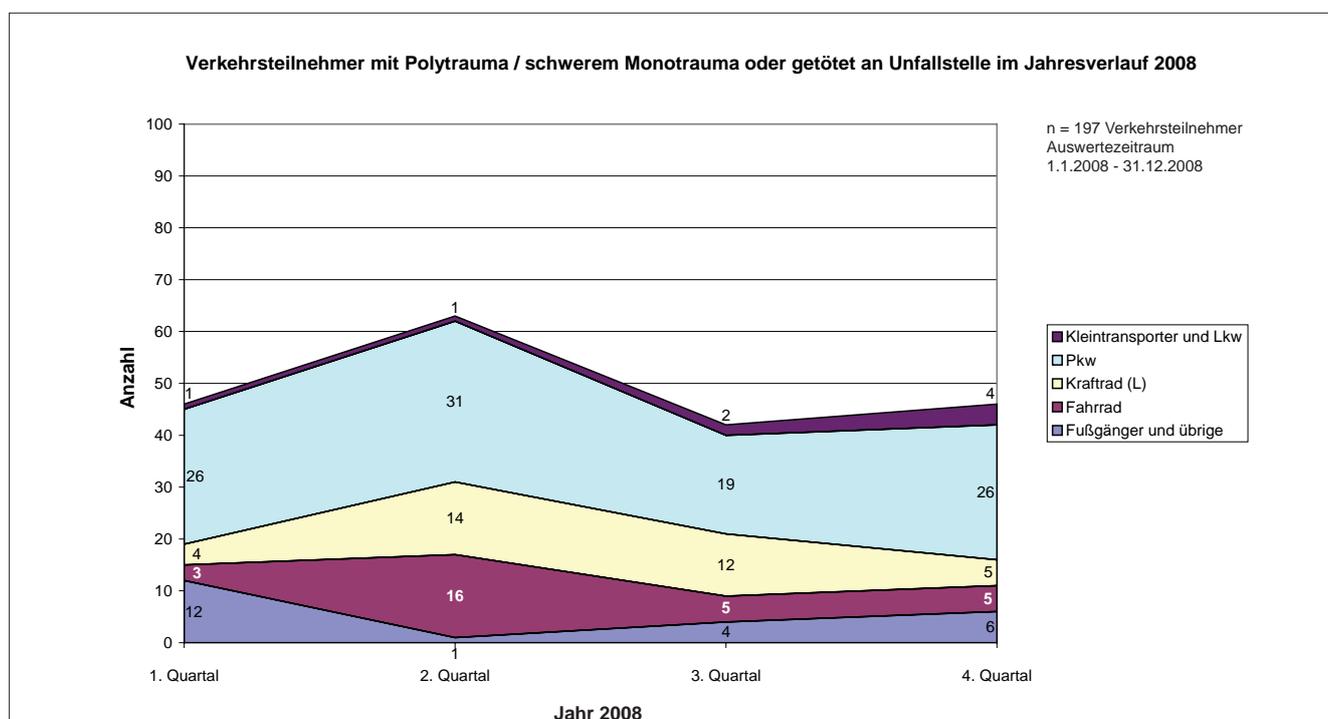


Abbildung 23:
Verteilung der Arten der Verkehrsbeteiligung bei klinisch behandelten Schwerstverletzten und Getöteten an Unfallstelle, 2008

(s. Abbildung 23). Sehr wohl unterscheidet sich allerdings die Zusammensetzung der Verkehrsteilnehmer in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Erwartungsgemäß steigt ab dem zweiten Quartal die Zahl der schwer verunglückten Zweiradfahrer an. Kraftradbenutzer machen auch im dritten Quartal einen erheblichen Anteil unter den Schwerstverletzten aus, während die Zahl der Radfahrer bereits wieder zurückgeht. Die ohnehin vorhandene Dominanz von Kraftfahrzeuginsassen über das ganze Jahr ist im zweiten Quartal ebenfalls besonders ausgeprägt. Im ersten und vierten Quartal steigt dagegen das Aufkommen an schwerstverletzten Fußgängern, die besonders häufig bei Dunkelheit schwer verunfallen.

Im Wochenverlauf lässt sich ein verstärktes Aufkommen zum Wochenende hin sowohl bei klinisch behandelten Schwerstverletzten als auch bei Todesopfern am Unfallort feststellen (s. Abbildung 24). Mehr als die Hälfte der Verunglückten in diesen beiden Gruppen waren an einem Freitag, Samstag oder Sonntag zu finden. Es ist zu vermuten, dass das veränderte Arbeits- und Freizeitverhalten am Wochenende derart schwere Unfälle begünstigt.

Das Aufkommen an Verkehrsteilnehmern mit lebensgefährlich Verletzten im tageszeitlichen Verlauf ist beson-

ders für Traumazentren von Bedeutung. Wie aus Abbildung 25 ersichtlich ist, wurde in den Morgenstunden nur ein kleiner Teil lebensbedrohlich Verletzter eingeliefert. Bei Verkehrsunfällen entstanden schwere Traumata am häufigsten in der zweiten Tageshälfte, im vorliegenden Fallkollektiv zu gleichen Anteilen in den Nachmittagsstunden und in den späten Abend- und Nachtstunden. Ein erheblicher Teil der Akutversorgung fällt somit in den Zeitraum außerhalb der regulären Dienstzeiten vieler Kliniken, wo Fachrichtungen meist personell schwächer besetzt oder in kleineren Krankenhäusern gar nicht verfügbar sind, wie auch schon eine andere Studie herausstellte [39]. In ähnlicher Weise trifft dies auch auf die Wochenenden zu. Der Transport in ein Haus der Maximalversorgung ist dadurch fast zwingend erforderlich.

5.1.5 Straßenzustand und Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Schwerstverletzten

Die allgemeinen Unfallumstände werden auf Ebene aller Schwerstverletzten des Jahres 2008 ausgewertet. Äußere Umstände wie Dunkelheit oder nasse Fahrbahn gehen – wie einleitend erläutert – bei mehreren Schwerstverletzten innerhalb eines Unfallereignisses entsprechend deren Anzahl in die Zählung ein.

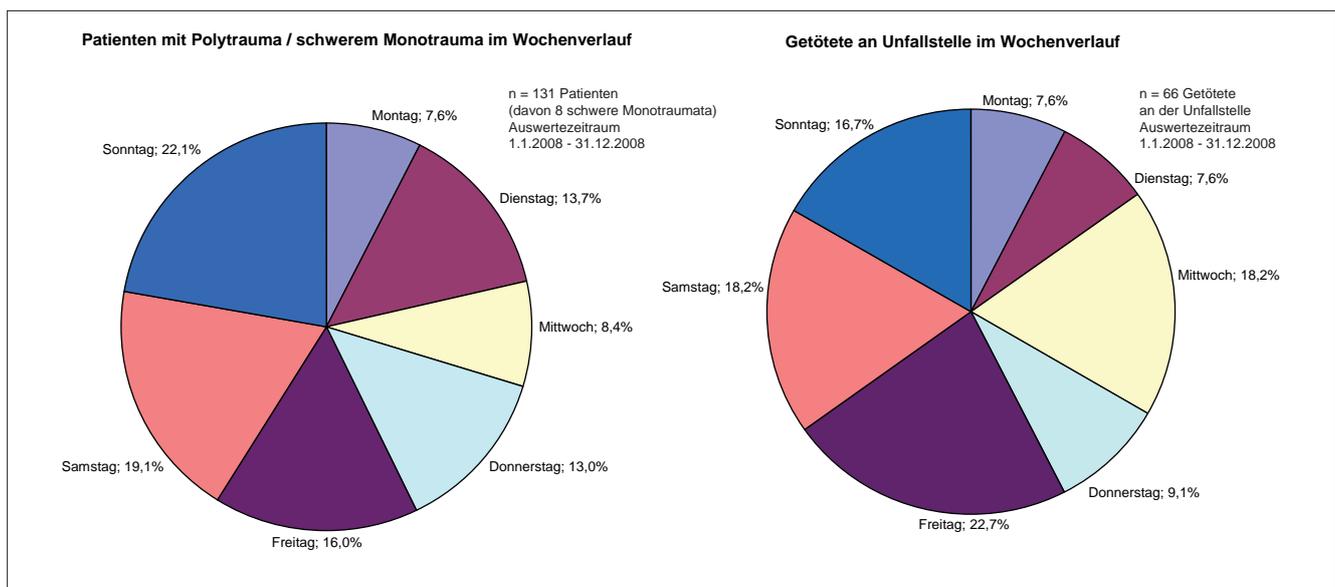


Abbildung 24:
 Klinisch behandelte Schwerstverletzte und Getötete an Unfallstelle im Wochenverlauf, 2008

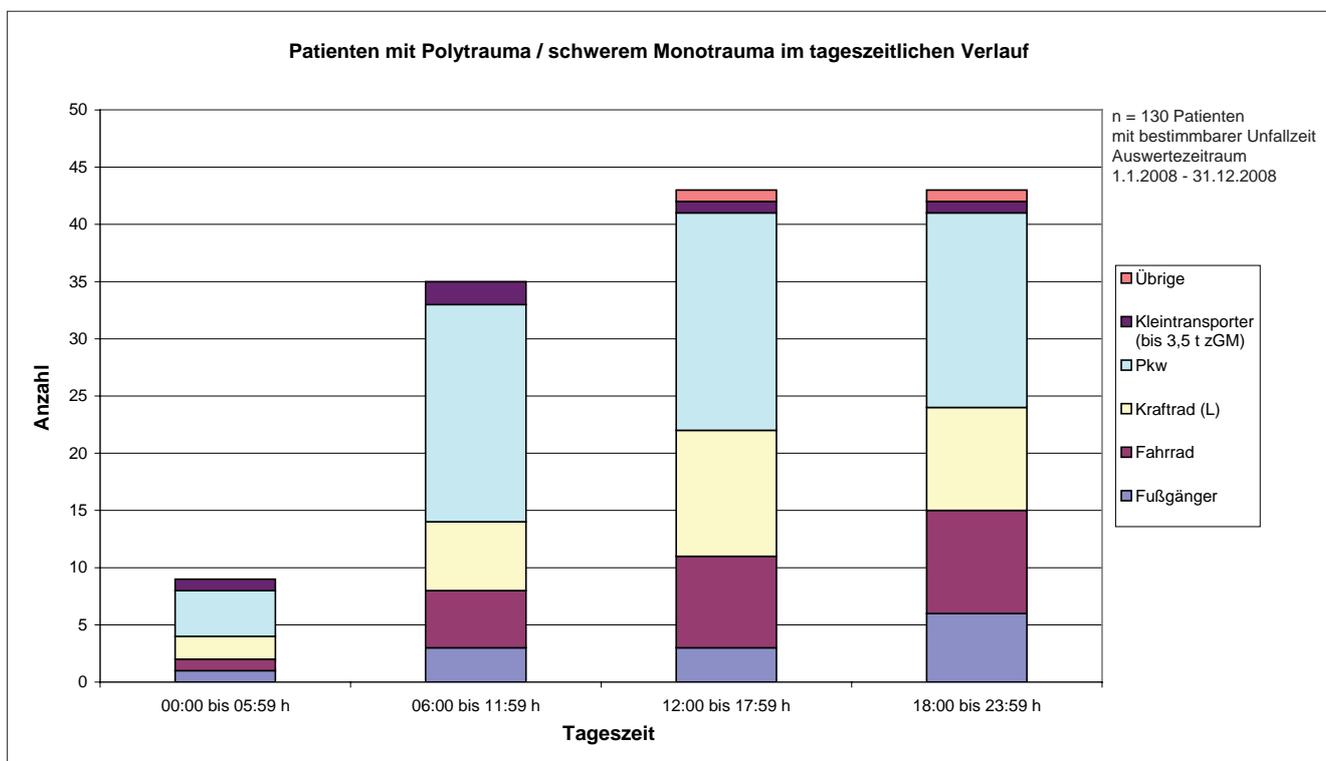


Abbildung 25:
Anzahl klinisch behandelter Schwerstverletzter im tageszeitlichen Verlauf, 2008 [3]

Bei etwa zwei Drittel der 194 Fälle mit bekanntem Straßenzustand war die Fahrbahnoberfläche trocken (s. Abbildung 26). Winterglatte Straßenverhältnisse wurden 2008 lediglich bei neun Unfallereignissen angegeben. Allerdings kam es im November und Dezember des Jahres 2007 zu acht weiteren Unfällen mit Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug auf eis- oder schneebedeckter Fahrbahn, die ebenfalls in die Erhebung gingen. Schlüpfriger Fahrbahnzustand wurde nur zweimal angegeben. In beiden Fällen waren Fahrer von Krafträdern auf verschmutzter Asphaltoberfläche gestürzt und anschließend gegen einen Pkw bzw. eine Schutzplanke geprallt.

Ungefähr jeder dritte schwerstverletzte Verkehrsteilnehmer verunglückte bei Dunkelheit (s. Abbildung 27). Etwa die Hälfte der Fußgängerunfälle geschah bei Dunkelheit. Dieser Umstand erklärt möglicherweise die Tatsache, dass es vermehrt in der Winterzeit zu Kollisionen zwischen Fußgängern von Kraftfahrzeugen kam, wo auch in den Morgen- und frühen Abendstunden kein Tageslicht vorhanden ist.

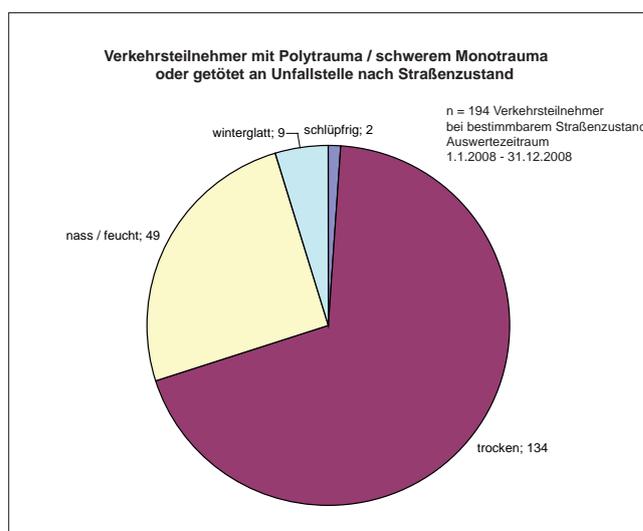


Abbildung 26:
Straßenzustand bei klinisch behandelten Schwerstverletzten und Getöteten an Unfallstelle, 2008

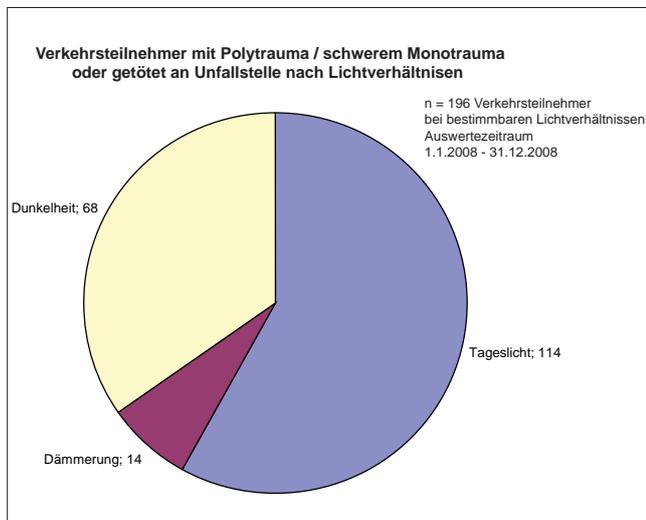


Abbildung 27: Lichtverhältnisse bei klinisch behandelten Schwerstverletzten und Getöteten an Unfallstelle, 2008

5.1.6 Ortslage bei Unfällen mit Schwerstverletzten

Zur allgemeinen Erkenntnis in der Verkehrssicherheitsforschung gehört, dass ungeschützte Verkehrsteilnehmer – also Fußgänger und Fahrradbenutzer – vorwiegend im Innerortsbereich verunglücken, während Unfälle mit schwerem Personenschaden bei Pkw-Insassen oder bei Nutzern motorisierter Zweiräder häufig auf Landstraßen geschehen. Dies spiegelt sich auch im vorliegenden Fallmaterial wider.

Mit einer Ausnahme konnte für alle Schwerstverletzten die Ortslage des Unfalls dokumentiert werden (s. Abbildung 28). Zwei Drittel aller Unfallopfer, insbesondere die Nutzer von Kraftfahrzeugen, verunglückten außerorts auf Landstraßen oder Autobahnen, wo höhere Geschwindigkeiten als in geschlossenen Ortschaften vorherrschen.

Die Anzahl von lebensbedrohlich Verletzten und Getöteten auf den Bundesautobahnen der Studienregion ist angesichts eines bundesweiten Anteils Verunglückter auf Autobahnen von etwa 11 % unter allen Getöteten und 7 % unter allen Schwerverletzten [40] als gering zu bezeichnen. Auch die amtliche Statistik der Jahre 2006 und 2007 weist für diese Fernstraßenart eine unterdurchschnittliche Häufigkeit von Schwerverletzten und

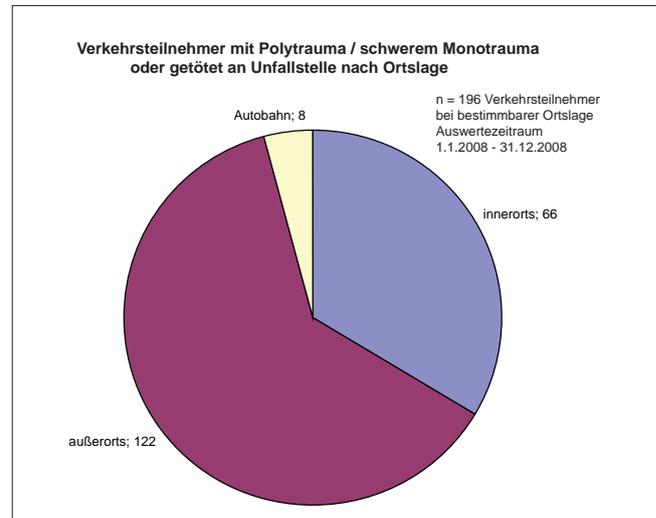


Abbildung 28: Ortslage bei klinisch behandelten Schwerstverletzten und Getöteten an Unfallstelle, 2008

Getöteten im Untersuchungsraum aus, obwohl, wie in Kapitel 4.2.1 gezeigt, der Anteil von Autobahnen am außerörtlichen Straßennetz der Region gut mit dem deutschen Durchschnitt übereinstimmt. Möglicherweise ist dies darin begründet, dass in der Region weite Strecken der A8 mit einer Verkehrsbeeinflussungsanlage ausgestattet sind, durch welche die zulässige Höchstgeschwindigkeit den Witterungsverhältnissen und dem Verkehrsaufkommen angepasst werden kann. Außerdem wurden im Studienzeitraum auf einem anderen längeren Streckenabschnitt der A8 Bauarbeiten durchgeführt und dort die Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h begrenzt. Einige Verkehrsteilnehmer, darunter auch ein Motorradfahrer, erlitten lebensbedrohliche oder tödliche Verletzungen allerdings auf autobahnähnlich ausgebauten Abschnitten der Bundesstraßen B2, B17 und B28, welche definitionsgemäß jedoch nicht zu den Autobahnen zählen.

5.2 Schwerstverletzte Verkehrsteilnehmer

Im Weiteren werden Schwerstverletzte nach der Art ihrer Verkehrsteilnahme unterschieden und näher analysiert. Insbesondere Verletzungsmuster lebensbedrohlich Verletzter, die in einem Krankenhaus behandelt werden konnten, werden untersucht. Für diese detaillierte Aus-

wertung werden alle 14 Monate des Studienzeitraums mit dem gesamten Fallmaterial (149 Polytraumata und schwere Monotraumata, 76 Getötete an Unfallstelle) herangezogen.

Sonderfälle, die nach amtlicher Definition verschiedenen Kategorien angehören, werden zusammen mit ähnlichen Unfallereignissen diskutiert. Todesfälle, denen eine plötzliche Gesundheitsstörung vorausging, oder Suizidversuche, die in der amtlichen Verkehrsunfallstatistik keine Berücksichtigung finden, werden bei der Betrachtung eingeschlossen. Ereignisse, bei denen es zu keinem Zusammenprall des Schwerstverletzten bzw. seinem Fahrzeug mit einem anderen Fahrzeug kam, werden als Alleinunfälle eingestuft, weil in erster Linie die Kollisionsumstände für die entstehenden Verletzungen von Bedeutung sind. Mit dieser Festlegung wird ggf. von der Definition in der Verkehrsunfallanzeige abgewichen. Diese sieht die Möglichkeit einer Unfallbeteiligung Dritter vor, auch wenn der Verunfallte keinen physischen Kontakt zu anderen Verkehrsteilnehmern hatte.

5.2.1 Schwerstverletzte Fußgänger und Übrige

In Kliniken wurden 16 Fußgänger mit lebensbedrohlichem Trauma eingeliefert, die alle überlebten. Neun Fußgänger verloren bei Verkehrsunfällen noch an der Unfallstelle ihr Leben („ex an Unfallstelle“). Eine Person davon ließ sich in Selbsttötungsabsicht von einem Lkw überrollen. Ein weiterer, älterer Fußgänger wurde durch einen rangierenden Pkw zu Fall gebracht, zog sich dabei mehrere Frakturen an den Extremitäten zu und verstarb später nach Komplikationen im Krankenhaus („andere Verletzungen mit Todesfolge“).

Die beiden in Kapitel 5.1.2 beschriebenen Mitfahrer auf Anhängern, die in der Klinik verstarben und in der Verkehrsunfallstatistik zu den „Übrigen“ gezählt werden, werden gemeinsam mit den Fußgängern betrachtet.

Schwerstverletzte Fußgänger zeichneten sich durch hohes Alter aus, insbesondere bei Opfern, die unmittelbar getötet wurden (s. Abbildung 29 und 30). Der Anteil von

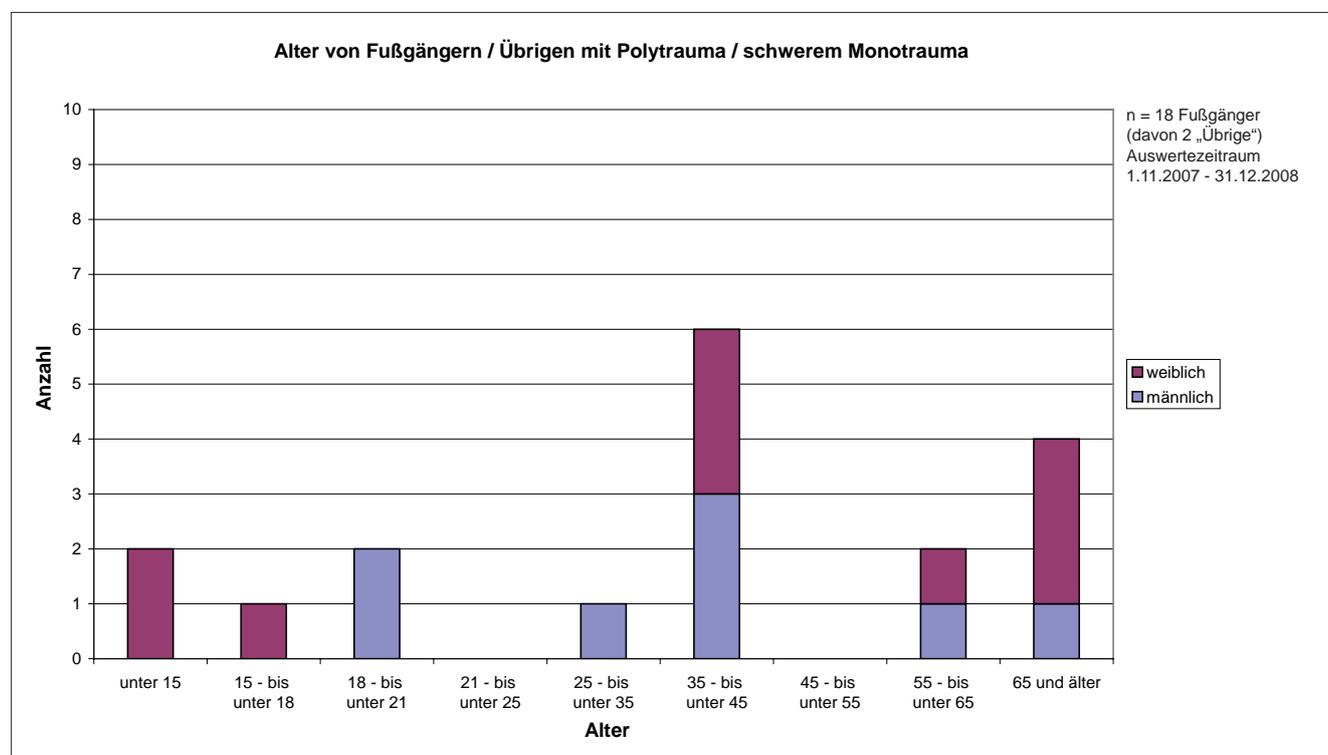


Abbildung 29: Altersverteilung klinisch behandelter Fußgänger, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

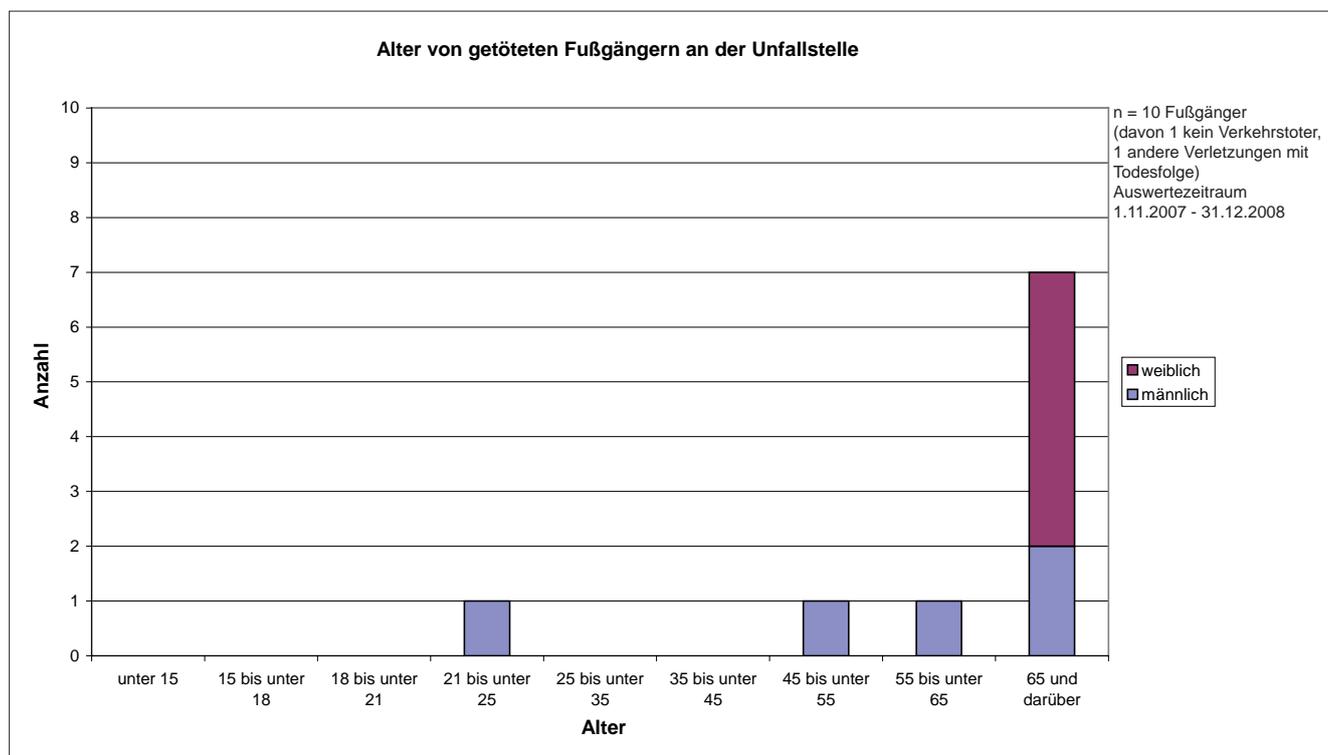


Abbildung 30:
Altersverteilung Fußgänger, getötet an Unfallstelle, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

Männern und Frauen war unter den Verunglückten dagegen etwa gleich.

Die meisten Unfälle schwerstverletzter Fußgänger waren Kollisionen mit Personenkraftwagen; je einmal waren ein Linienbus, ein Kleintransporter, ein Kraftrad und ein Radfahrer die Unfallgegner. Meist wurden die Fußgänger mit der Fahrzeugfront oder streifend mit dem Kotflügel erfasst und prallten mit dem Kopf im Frontscheibenbereich oder an der A-Säule an. Wenn Fußgänger an der Unfallstelle ums Leben kamen, waren allerdings häufig Nutzfahrzeuge beteiligt. Die Hälfte der Opfer starb durch Überrollen, wobei zwei Personen bereits auf der Fahrbahn lagen, als sie überfahren wurden. Vier der überrollten Opfer wurden von Lkw erfasst, teilweise bei sehr niedriger Fahrgeschwindigkeit.

Wie eingangs erläutert, lassen sich die Verletzungsmuster und die Verletzungsschwere nur für diejenigen ermitteln, die im Krankenhaus behandelt wurden und dort eine umfassende Diagnostik erhielten. Die Verteilung der

Gesamtverletzungsschwere nach ISS für diese gibt Abbildung 31 wieder.

Mit einer Ausnahme wurden alle Fußgänger an mehreren Körperregionen gleichzeitig verletzt. Alle erlitten Schädel-Hirn-Traumata unterschiedlicher Schwere. Hinsichtlich des Schweregrads AIS 3 und höher (auch als AIS 3+ bezeichnet) waren unter Fußgängern Kopfverletzungen am häufigsten, gefolgt von Thoraxverletzungen (selten mit AIS 5). Schwere Verletzungen an den Extremitäten fanden sich fast sämtlich nur bis AIS 3. Die beiden von Anhängern gestürzten Personen erlitten beim Aufprall auf die Fahrbahn schwerste Schädel-Hirn-Traumata mit AIS 5, in einem Fall von einer Gesichtsschädelverletzung begleitet, die nach einigen Tagen zum Tod führten.

In Kollisionen, bei denen Fußgänger schwere Kopfverletzungen erlitten, erfolgte der Anprall fast immer im besonders steifen Bereich des Frontscheibenrahmens oder der A-Säule. Das Auftreten von Thorax- und Extremitätenverletzungen und deren Vorkommen gemeinsam mit

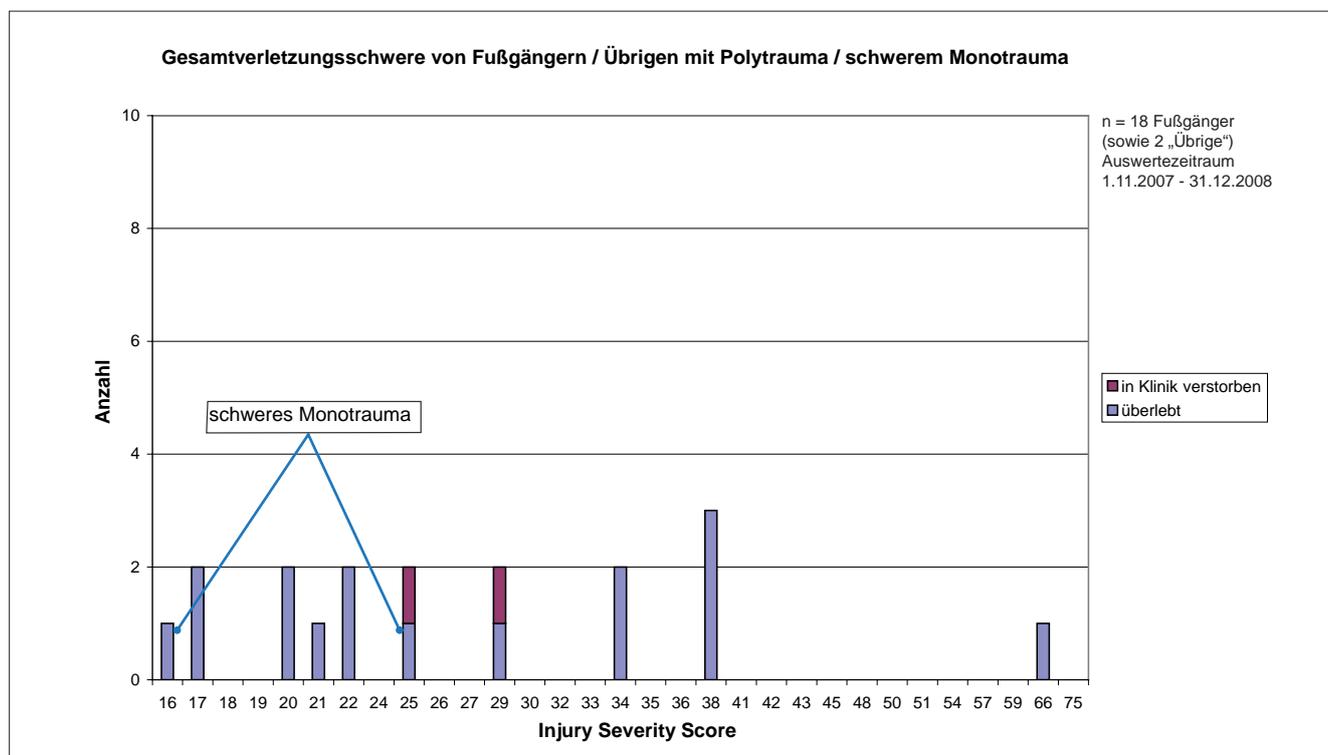


Abbildung 31:
Gesamtverletzungsschwere klinisch behandelter Fußgänger/Übriger, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

anderen Verletzungen lassen sich aus dem vorliegenden Fallmaterial nur bedingt vorhersagen. Vermutlich werden diese durch Variationen in der Fahrzeugfrontgestaltung, die Position des Fußgängers zum Zeitpunkt der Kollision und die resultierende Abwurfkinematik zu stark beeinflusst, um auf Grundlage der verfügbaren Fallzahl Verletzungsmuster genauer vorhersagen zu können. Tendenziell traten schwere Becken- und Gliedmaßenverletzungen (AIS 3+) erst mit höherer Gesamtverletzungsschwere auf.

Die äußeren Bedingungen, bei denen Fußgänger im eigenen Fallmaterial schwerstverletzt wurden, ähneln der allgemein bekannten Charakteristik von Fußgängerunfällen. Beschränkt man die Betrachtung – aus den zuvor geschilderten Gründen – auf das Jahr 2008, so geschah mehr als die Hälfte der Unfälle bei Dunkelheit oder in der Dämmerung. Die länger andauernde Dunkelheit während der Wintertage erklärt möglicherweise die Häufung von Kollisionen zwischen Pkw und Fußgängern insbesondere im ersten Quartal des Jahres (s. Abbildung 32). In Bezug auf die herrschenden Straßenzustände unterschieden

sich die Fußgängerunfälle nicht wesentlich von den anderen Arten der Verkehrsbeteiligung. Erwartungsgemäß lagen die Unfallorte in der großen Mehrzahl der Fälle innerhalb geschlossener Ortschaften.

5.2.2 Schwerstverletzte Fahrradbenutzer

Im gesamten Studienzeitraum kamen 26 Fahrradbenutzer mit lebensbedrohlichen Verletzungen in ein Krankenhaus. Sechs von ihnen erlagen dort ihren Verletzungen. Ein weiterer, älterer Radfahrer, der beim Absteigen von seinem Fahrrad stürzte, zog sich anfänglich unbemerkte Frakturen an Oberschenkel und Becken zu. Er kam erst später ins Krankenhaus und verstarb fast vier Wochen später nach Multiorganversagen. Dieser Fall („andere Verletzungen mit Todesfolge“) wird gemeinsam mit vier Radfahrern ausgewertet, die an der Unfallstelle ihr Leben verloren („ex an Unfallstelle“).

Zwei der alleinbeteiligt gestürzten und verstorbenen Radfahrer wurden durch die Polizei nicht als Verkehrstote

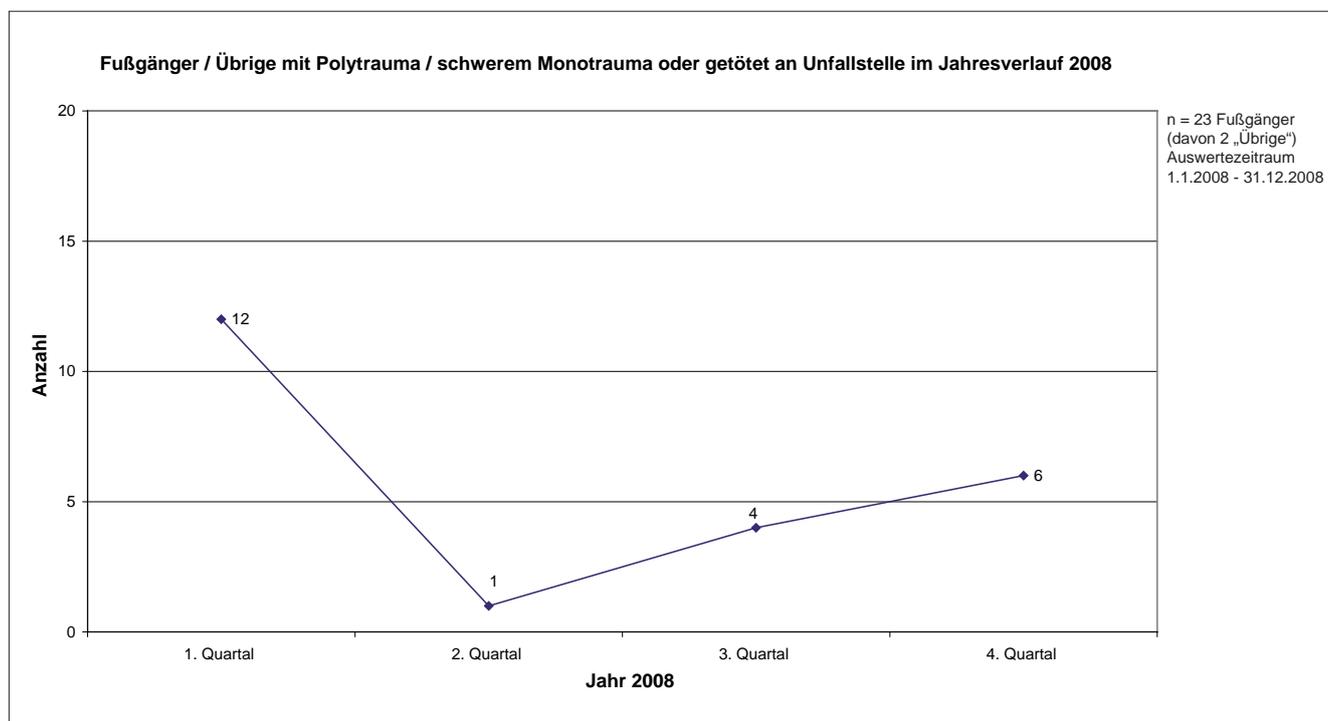


Abbildung 32: Jahreszeitliche Verteilung bei Unfällen mit Fußgängern, klinisch behandelt oder getötet an Unfallstelle, 2008 [3]

eingestuft. Zwei weitere Radfahrer, die ebenfalls ohne Beteiligung Dritter verunfallt waren, wurden aufgrund lebensgefährlicher Schädel-Hirn-Traumata in Akutkliniken behandelt, gelangten der Polizei aber nicht zur Kenntnis.

Noch deutlicher als Fußgänger zeigen schwerstverletzte Fahrradbenutzer im vorliegenden Fallkollektiv im Durchschnitt ein hohes Alter (s. Abbildung 33 und 34). Eine etwas größere Anzahl Männer als Frauen wurde als Radfahrer lebensbedrohlich verletzt oder getötet. Vier der fünf Benutzer von Fahrrädern im Kindes- und jugendlichen Alter, darunter auch ein Mitfahrer auf der Rahmenstange eines Fahrrads, überlebten ihre lebensbedrohlichen Verletzungen. Einer wurde bei der Kollision mit einem Personwagen allerdings sofort getötet.

Etwa ein Drittel der Radfahrer, die lebensgefährlich verletzt in Kliniken kamen (neun von 26 Patienten), hatten aus verschiedensten Ursache einen Alleinunfall erlitten und waren gestürzt. Bei Kollisionen zwischen Fahrrädern und Kraftfahrzeugen waren zumeist Pkw die Gegner. In

drei Fällen erfolgte der Zusammenstoß mit Lastkraftwagen, in zwei Fällen mit Straßenbahnzügen und einmal mit einem anderen Radfahrer.

Die Anprallkonstellationen beim Zusammenstoß mit Personwagen ähneln denen von Fußgängern: Meist wurde der Radfahrer von der Fahrzeugfront erfasst, als er dessen Fahrtrichtung querte. Durch ihre etwas höhere Schwerpunktage wurden Radfahrer allerdings seltener an den unteren Extremitäten verletzt, aber dafür weiter auf die Haube in Richtung der Scheibe aufgeschöpft und eher an Kopf und Thorax verletzt. Auch hier bilden der Frontscheibenrahmen und die A-Säulen, zusätzlich aber auch der vordere Dachrahmen, mögliche Anprallstellen. Drei Radfahrer wurden von langsam fahrenden Lastkraftwagen umgestoßen und überrollt. Ein Opfer starb unmittelbar an den massiven Torsoverletzungen. Die beiden anderen Radfahrer gerieten mit den Beinen unter die Räder des Lkw-Anhängers und überlebten.

Die in Abbildung 35 wiedergegebene Gesamtverletzungsschwere der lebensbedrohlich verletzten Fahrrad-

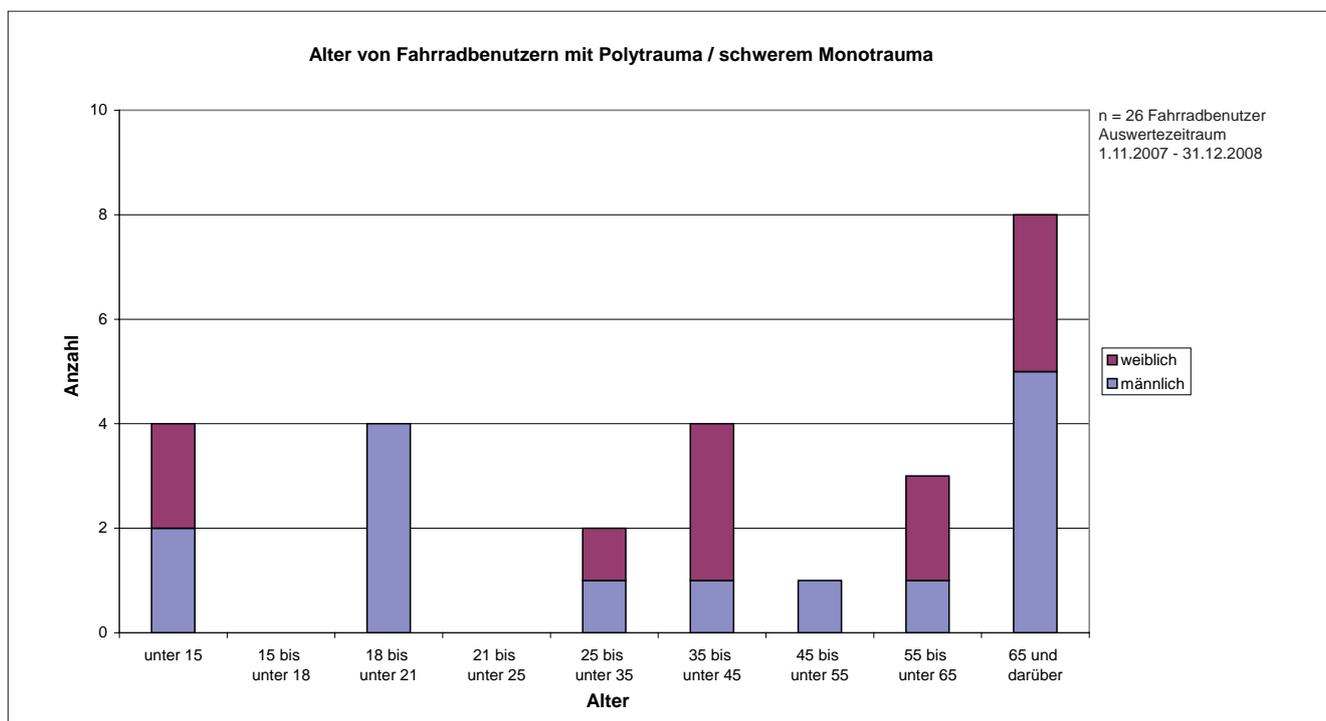


Abbildung 33:
Altersverteilung klinisch behandelter Radfahrer, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

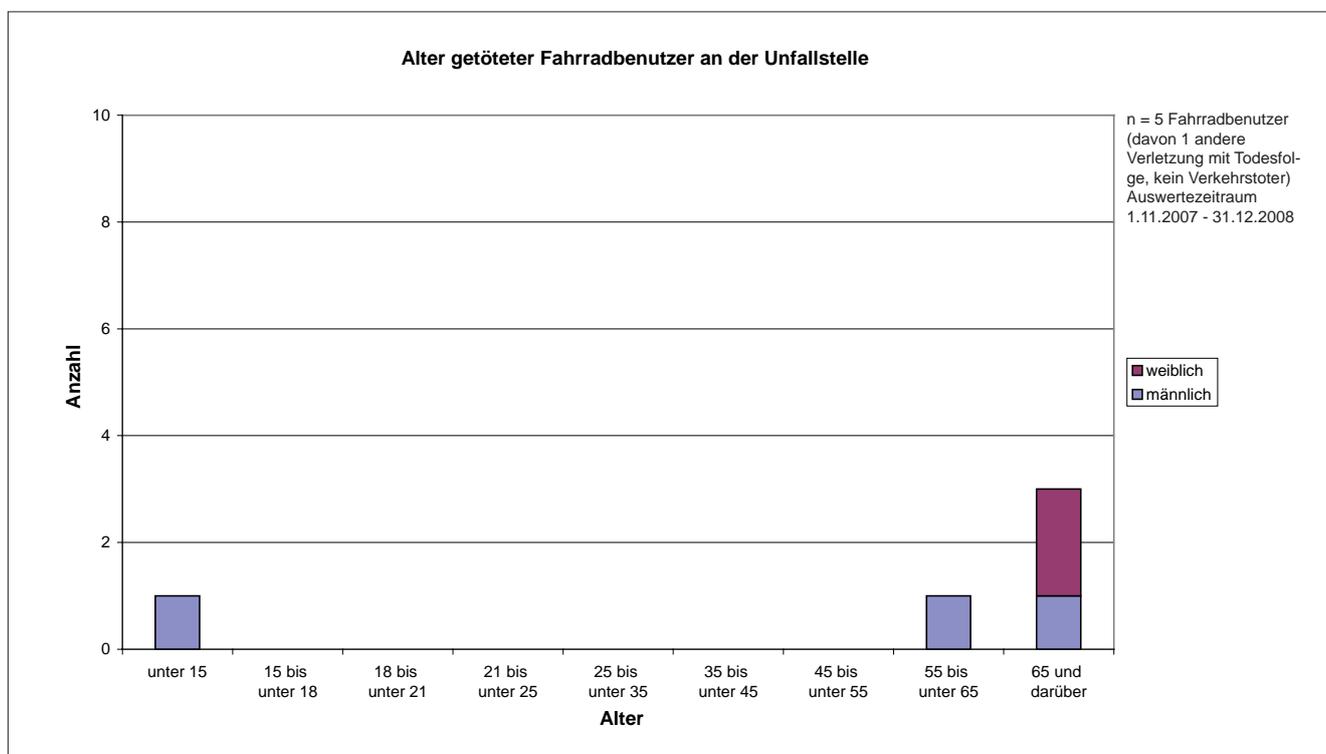


Abbildung 34:
Altersverteilung Radfahrer, getötet an Unfallstelle, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

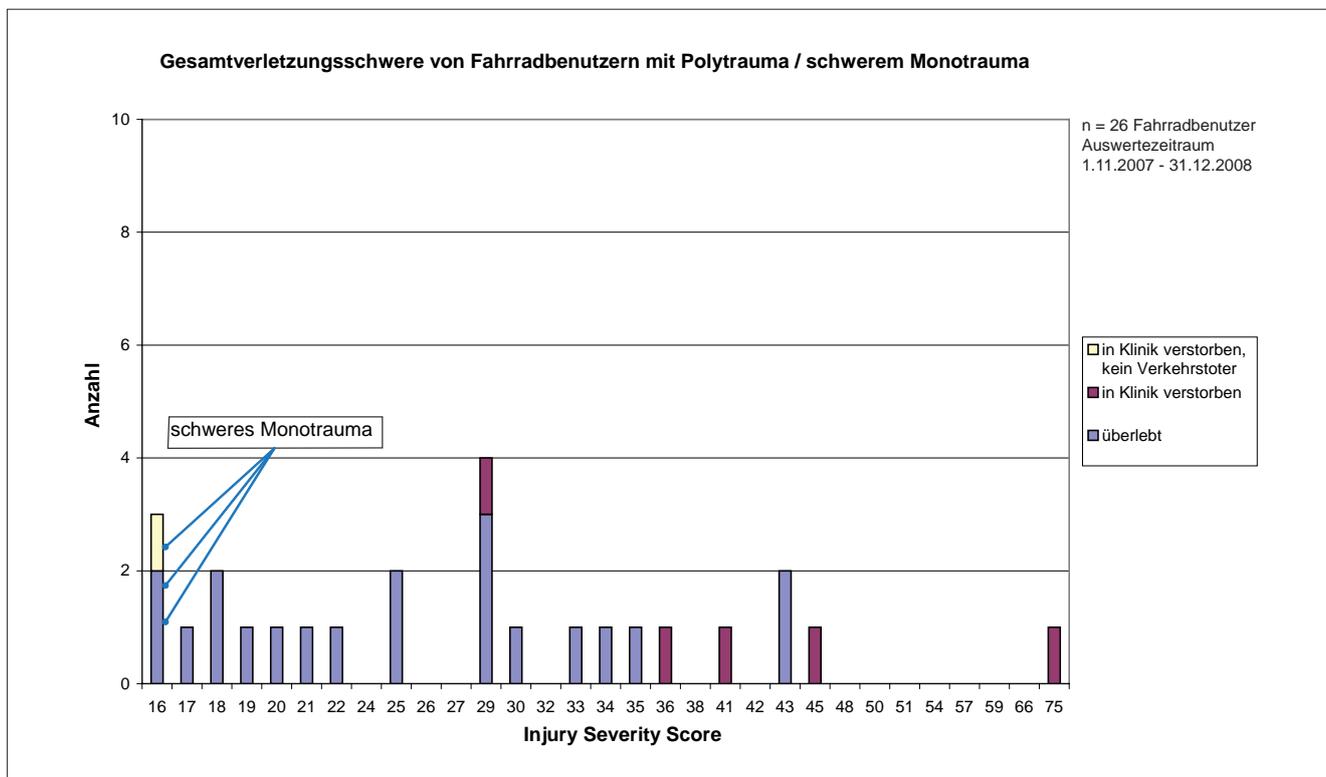


Abbildung 35: Gesamtverletzungsschwere klinisch behandelter Fahrradbenutzer, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

benutzer verteilt sich, ähnlich wie bei den Fußgängern im Patientengut, über einen weiten Bereich der ISS-Skala annähernd gleichmäßig. Bei einer vergleichsweise großen Zahl von Radfahrern stellte das Schädel-Hirn-Trauma entweder die ausschließliche Verletzung dar (schweres Monotrauma) oder wurde lediglich von Gesichtsverletzungen oder mäßig schweren Brust- oder Extremitätenverletzungen begleitet. Solche Verletzungsmuster entstanden meist bei alleinbeteiligten Stürzen. Insgesamt waren Verletzungen der Schweregrade AIS 4 und AIS 5 am häufigsten am Kopf zu finden. Kollisionen mit Kraftfahrzeugen hatten neben schweren Kopfverletzungen meist zusätzlich schwere Thorax- oder Extremitätenverletzungen zur Folge und weisen deshalb tendenziell höhere ISS-Werte auf. Insgesamt war der Kopf bei Radfahrern die am häufigsten von Verletzungen der Schweregrade AIS 4 und AIS 5 betroffene Körperregion.

Von den 26 lebensbedrohlich verletzten Fahrradbenutzern trug lediglich einer zweifelsfrei einen Radhelm, in

drei Fällen konnte die Benutzung nicht geklärt werden. Die übrigen 22 Patienten und alle fünf an der Unfallstelle Verstorbenen waren ohne Helm verunglückt.

Die Analyse der äußeren Unfallumstände lebensgefährlich verletzter und getöteter Fahrradbenutzer im Kalenderjahr 2008 ergibt ein Bild, welches sich deutlich von dem der Fußgänger unterscheidet. Mehr als die Hälfte dieser 29 Unfälle ereignete sich im zweiten Quartal (s. Abbildung 36), was mit der stärkeren Nutzung von Fahrrädern während der wärmeren Monate erklärt werden kann. Auch die Bundesstatistik weist in diesem Zeitraum einen sprunghaften Anstieg getöteter und schwerverletzter Fahrradfahrer aus, deren Zahl allerdings auch noch im dritten Quartal hoch ist [41]. Im eigenen Material war bei drei Viertel der Radunfälle die Fahrbahn trocken; ebenso herrschte in drei Viertel der Fälle Tageslicht. Auch hierin unterscheiden sich schwerste Fahrrad- deutlich von den Fußgängerunfällen. Die Unfallorte der schwerstverletzten Radfahrer lagen zum allergrößten Teil innerorts.

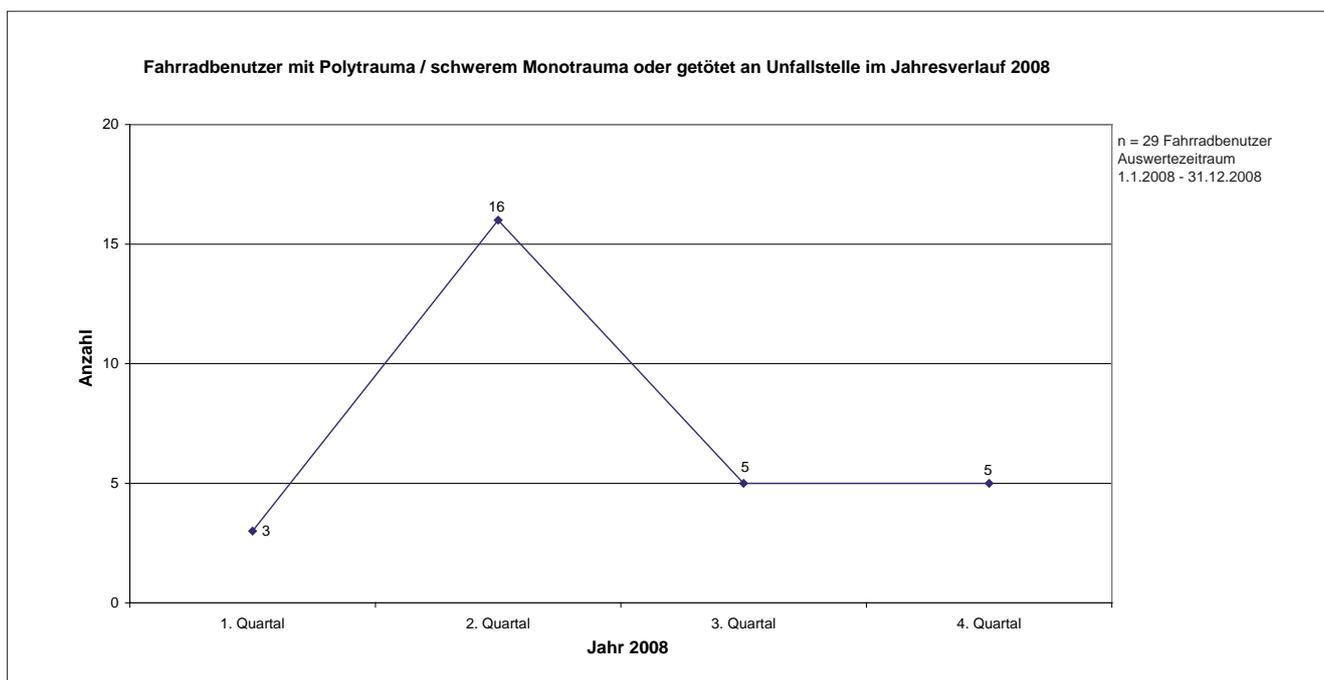


Abbildung 36: Jahreszeitliche Verteilung bei Unfällen mit Fahrradbenutzern, klinisch behandelt oder getötet an Unfallstelle, 2008 [3]

5.2.3 Schwerstverletzte Kraftfahrzeugbenutzer

Im Folgenden werden alle zulassungsrechtlich als Fahrzeugart L eingestuftten Kraftfahrzeuge unter dem Begriff „Krafttrad“ bzw. „motorisiertes Zweirad“ zusammengefasst. Diese umfassen sowohl Mofas, Kleinkraftträder, Leichtkraftträder als auch Kraftroller und Motorräder. Ferner werden auch dreirädrige und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge wie die sogenannten Trikes und Quads dazugezählt. Das Fallkollektiv der Schwerstverletzten enthält tatsächlich auch einen an der Unfallstelle getöteten Trikefahrer und einen lebensgefährlich verletzten Quadfahrer.

Alle für die Studie erfassten schwerstverletzten Kraftfahrzeugbenutzer verunglückten 2008. 28 wurden mit lebensbedrohlichem Trauma in Kliniken der Maximalversorgung behandelt. Drei von ihnen verstarben dort an ihren Verletzungen. Weitere sieben kamen noch am Unfallort ums Leben. In der Mehrzahl handelte es sich bei den schwerst Verunglückten um den Fahrer, in drei Fällen um den Mitfahrer bzw. Sozius. Sämtliche 35 Fälle wurden auch polizeilich registriert und gingen als Verunglückte in die Verkehrsunfallstatistik ein.

Von einer Ausnahme abgesehen waren alle Unfallopfer Männer. Das Durchschnittsalter betrug 38,5 Jahre und war damit deutlich niedriger als das der schwerstverletzten Fußgänger und Radfahrer (s. Abbildung 37 und 38). Nichtsdestoweniger reichte die Spannweite von einem 14-jährigen Sozius bis zum 78 Jahre alten Fahrer eines Fahrrads mit Hilfsmotor (Leichtmofa). Die größte Anzahl klinisch behandelter Schwerstverletzter findet sich bei Kraftfahrzeugbenutzern zwischen 15 und 25 Jahre (s. Abbildung 37).

Die Unfallhergänge waren vielfältig und umfassten sowohl Alleinunfälle mit oder ohne Anprall des Kradaufsassens an Objekten am Straßenrand als auch Zusammenstöße mit Pkw oder Nutzfahrzeugen. Letztere beinhalten u. a. Kollisionen mit Fahrzeugen im Gegenverkehr, einige davon erst nach vorangehendem Sturz des Krafttrades, oder das Auffahren des Motorrades auf einen vorausfahrenden Bus oder Lkw. Als ausgeprägter Schwerpunkt erweist sich jedoch der Zusammenprall des Krafttrades mit einem abbiegenden oder einbiegenden Kraftfahrzeug. Die Kinematik der Aufsassen variierte vom alleinbeteiligten Sturz über rutschenden Anprall gegen Unfallgeg-

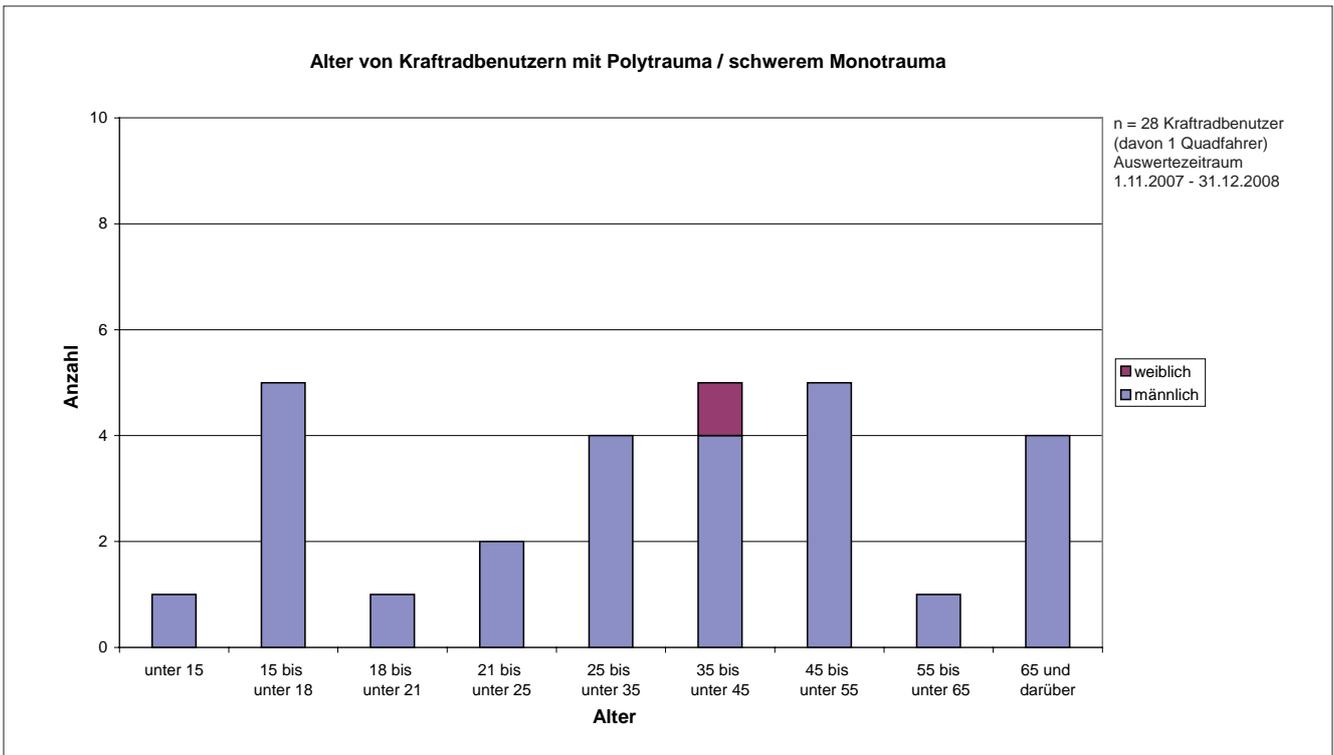


Abbildung 37: Altersverteilung klinisch behandelter Benutzer von Kraffrädern, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

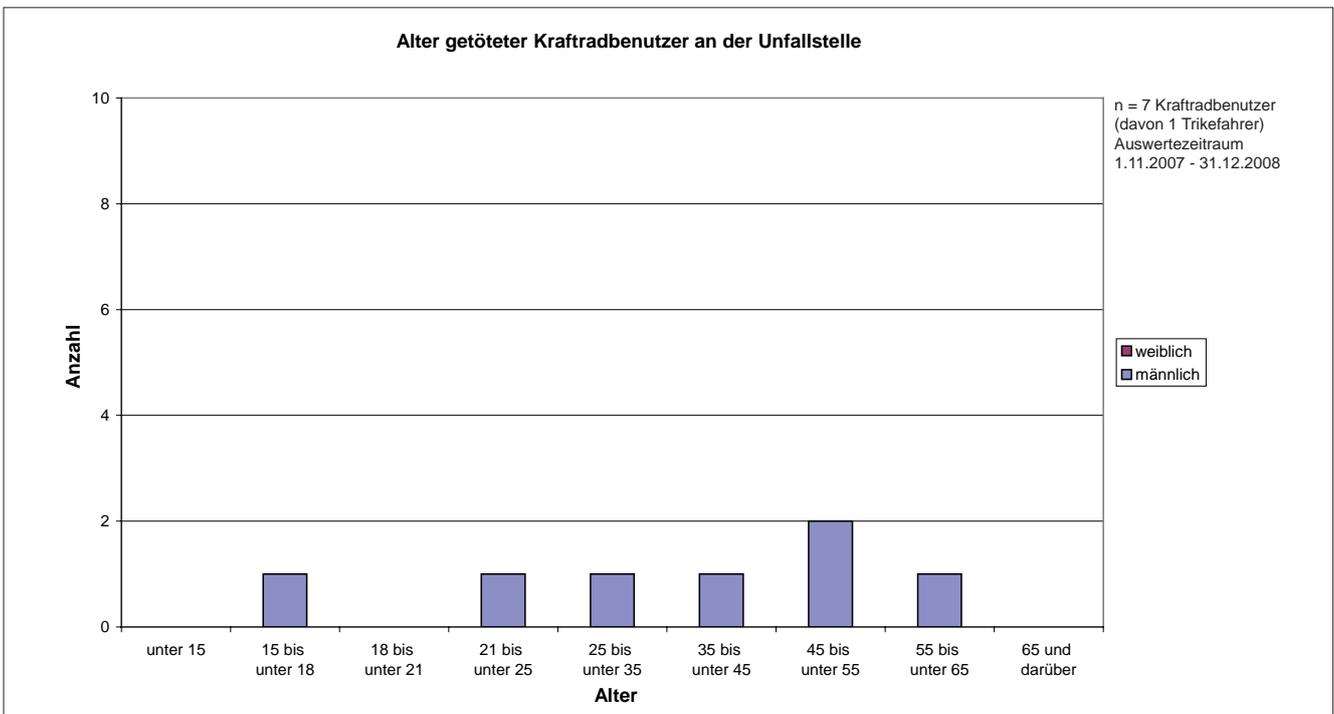


Abbildung 38: Altersverteilung Benutzer von Kraffrädern, getötet an Unfallstelle, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

ner oder Hindernisse bis zum direkten Aufprall an anderen Fahrzeugen mit oder ohne Überflug.

Verglichen mit Radfahrern sind Benutzer motorisierter Zweiräder durch höhere Kollisionsgeschwindigkeiten charakterisiert, verfügen aber, abgesehen vom Helm, nur über wenig mehr Schutzmöglichkeiten. Die i. d. R. höhere Aufprallenergie des Körpers resultiert daher in zahlreichen und schwereren Verletzungen. Im Durchschnitt waren die Verletzungsbilder dieser Verkehrsteilnehmer erheblich schwerer als die von Fußgängern, Radfahrern oder Autoinsassen im Patientenkollektiv (s. Abbildung 39). Außerdem konnte bei Motorradfahrern in vielen Fällen festgestellt werden, dass bspw. mehrfache Frakturen an den Extremitäten vorlagen, was in der nach ISS berechneten Gesamtverletzungsschwere gar nicht zum Ausdruck kommt. Alle mit ihren Verletzungsbildern dokumentierten Benutzer motorisierter Zweiräder hatten Polytraumata, also Verletzungen in mindestens zwei Körperregionen, erlitten. Verglichen mit Fahrradfahrern wa-

ren Thoraxtraumata nicht nur schwerer, sondern auch fast doppelt so häufig. Abdominaltraumata, die bei den sogenannten ungeschützten Verkehrsteilnehmern selten auftraten, haben bei Kradaufsassen ebenfalls einen größeren Stellenwert. Verletzungen der oberen und unteren Extremitäten, einschließlich des knöchernen Beckens, dominierten insbesondere beim Schweregrad AIS 3; häufig nach einem Zusammenprall mit einem Kraftfahrzeug.

Schädel-Hirn-Traumata lagen bei rund zwei Drittel der Kraftradbenutzer vor, insbesondere bei den Schweregraden AIS 4 und AIS 5. Es kann vermutet werden, dass die in den meisten Fällen getragenen Schutzhelme eine gute Schutzwirkung gegen Schädel-Hirn-Verletzungen mäßiger Schwere entfalteten, bei sehr hohen Aufprallenergien aber ihre Grenzen fanden. Drei Fahrer motorisierter Zweiräder trugen allerdings keinen Helm, der Quad-Fahrer einen nicht zertifizierten Schalenhelm. Von diesen vier Personen erlitten drei lebensbedrohliche Kopfverletzungen. Bei allen fünf unmittelbar getöteten

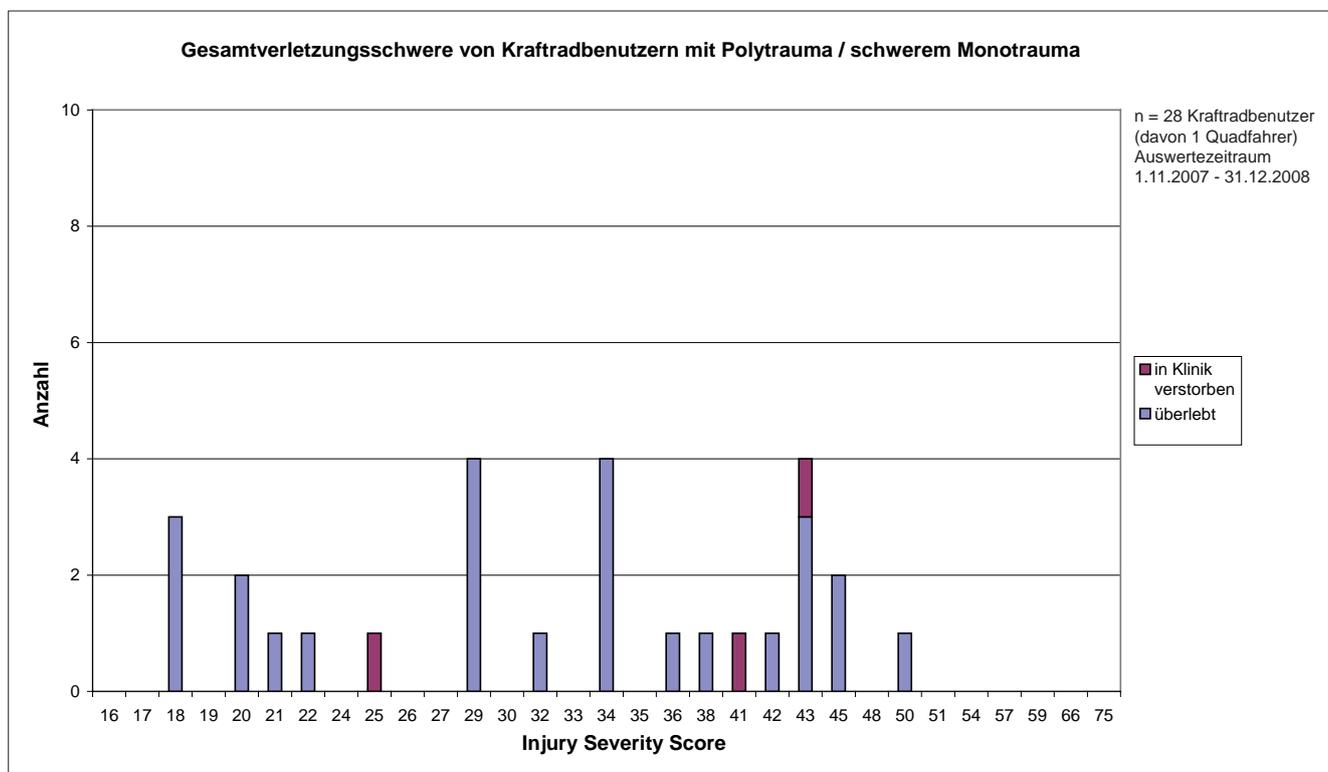


Abbildung 39: Verteilung der Gesamtverletzungsschwere klinisch behandelter Kraftradbenutzer, Nov. 2007 bis Dez. 2008 [3]

Motorradfahrern kann aufgrund der Anprallsituation am Unfallgegner bzw. an Pfeilern und Pfosten neben der Fahrbahn vermutet werden, dass es trotz Helmnutzung zu schwersten Verletzungen in der Kopf/Hals-Region kam, die möglicherweise auch Ursache des raschen Todes waren.

Mit einer Ausnahme, wo auf einem Motorroller Fahrer und Sozios lebensgefährlich verletzt bzw. unmittelbar getötet wurden, entstammten alle Schwerstverletzten verschiedenen Unfallereignissen. Entsprechend der allgemeinen Nutzung von Krafträdern und ähnlich dem jahreszeitlichen Verlauf für getötete und schwerverletzte Kraftradaufsassen im gesamten Bundesgebiet [41] zeigen sich im zweiten und dritten Quartal 2008 deutlich höhere Fallzahlen (s. Abbildung 40). Die häufige Verwendung dieser Fahrzeuge in der Freizeit spiegelt sich auch darin wider, dass die Fahrbahn zum Unfallzeitpunkt meist trocken war. Ein Drittel der Schwerstverletzten verunglückte bei Dunkelheit oder in der Dämmerung. Anders als bei Fußgängern und Radfahrern ereigneten sich Unfälle mit Krafträdern im Fallmaterial zu mehr als drei Viertel auf Außerortsstraßen.

5.2.4 Schwerstverletzte Fahrzeuginsassen

Sowohl unter den Schwerverletzten und Getöteten in der amtlichen Statistik als auch im vorliegenden Kollektiv der Schwerstverletzten stellen Insassen zweispuriger Kraftfahrzeuge – Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Omnibusse und Sonderfahrzeuge – den größten Anteil. Wie eingangs erläutert, wird für die Auswertung der hier erhobenen Daten mitunter von der Gruppierung, wie sie für die allgemeine Unfallstatistik Verwendung findet, abgewichen, um verschiedene Fahrzeugkonzepte hinsichtlich ihrer passiven Sicherheit besser vergleichen zu können. Weil der Schutz eines Insassen durch Gurt oder andere Komponenten des Rückhaltesystems erheblichen Einfluss auf die Verletzungsentstehung hat, wird dieses Merkmal nötigenfalls bei der Auswertung berücksichtigt, ebenso wie die Sitzposition im Fahrzeug. Weil unfallbeteiligte Pkw im Gegensatz zu Krafträdern häufiger mit mehr als einem Insassen besetzt sind, sei an dieser Stelle nochmals daran erinnert, dass die Betrachtungen in der Regel auf Personenebene, nicht auf Fahrzeug- oder Unfallebene, erfolgen.

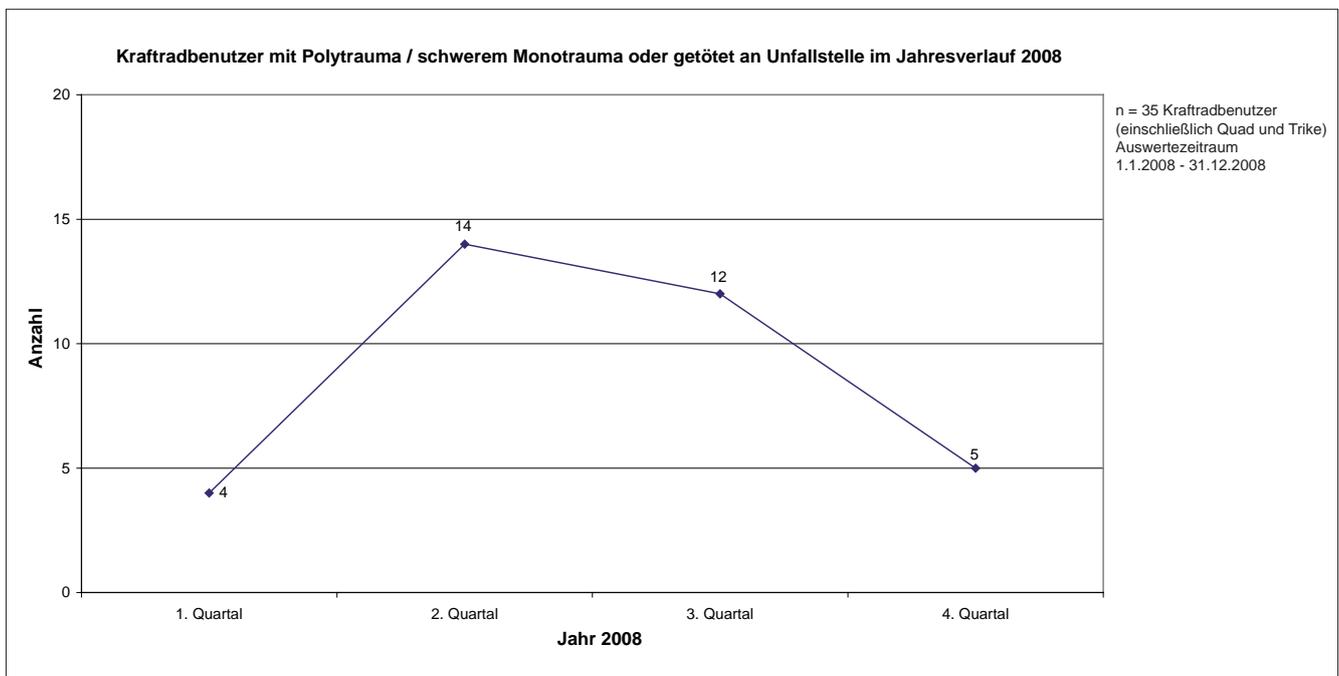


Abbildung 40: Jahreszeitliche Verteilung bei Unfällen mit Kraftradbenutzern, klinisch behandelt oder getötet an Unfallstelle, 2008 [3]

Im gesamten Erhebungszeitraum wurde bei 77 Insassen von Pkw und Kleintransportern ein Polytrauma oder schweres Monotrauma dokumentiert. Neun von ihnen verstarben in der Klinik an den Unfallfolgen. Zwei weitere Fahrer hatten vor der Kollision einen Schlaganfall beziehungsweise einen Herzinfarkt erlitten und gingen nicht als Verkehrstote in die amtliche Statistik ein. Ihre beim Aufprall erlittenen Verletzungen erfüllten jedoch die Kriterien eines Polytraumas für die Studie.

54 Personen verloren noch an der Unfallstelle ihr Leben („ex an Unfallstelle“), von denen ein in Selbsttötungsabsicht verunglückter Fahrer im amtlichen Sinne nicht als Verkehrstoter zählt. Ein Pkw-Insasse, der nach einer mäßig schweren Kollision zunächst unverletzt schien, kam am folgenden Tag ins Krankenhaus und verstarb dort einen Tag später an inneren, nicht näher dokumentierten Verletzungen („andere Verletzungen mit Todesfolge“).

Der Anteil Schwerstverletzter aus großen Nutzfahrzeugen erscheint im Fallmaterial zunächst unterrepräsentiert. Ein Fahrer eines Lkw wurde am Unfallort getötet.

Lebensbedrohlich Verletzte Insassen aus Nutzfahrzeugen über 3,5 Tonnen zulässiger Gesamtmasse fanden sich im Patientenkollektiv nicht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Schwerstverletzungen unter Unfallopfern in großen Nutzfahrzeugen selten sind und noch am ehesten bei Auffahrunfällen zwischen Lkw oder beim Abkommen von der Fahrbahn zustande kommen. Die Bundesstatistik weist bspw. für 2008 insgesamt 183 Insassen von Güterkraftfahrzeugen (einschließlich Fahrzeuge bis 3,5 t zulässiger Gesamtmasse) aus, die bei Unfällen ums Leben kamen [42]. Bei dieser vergleichsweise geringen Fallzahl können einzelne Ereignisse erheblichen Einfluss auf die Statistik zur Folge haben. Möglicherweise wirkten sich auch die in Kapitel 5.1.6 geschilderten Maßnahmen auf der Autobahn A8 in der Studienregion senkend auf die Zahl von schweren Lkw-Unfällen aus. Davon abgesehen waren größere Lkw, Busse und andere Nutzfahrzeuge im Studienmaterial als Unfallgegner allerdings in beträchtlicher Anzahl vertreten.

Knapp 56 % der lebensbedrohlich verletzten Fahrzeuginsassen waren männlichen Geschlechts (s. Abbildung 41).

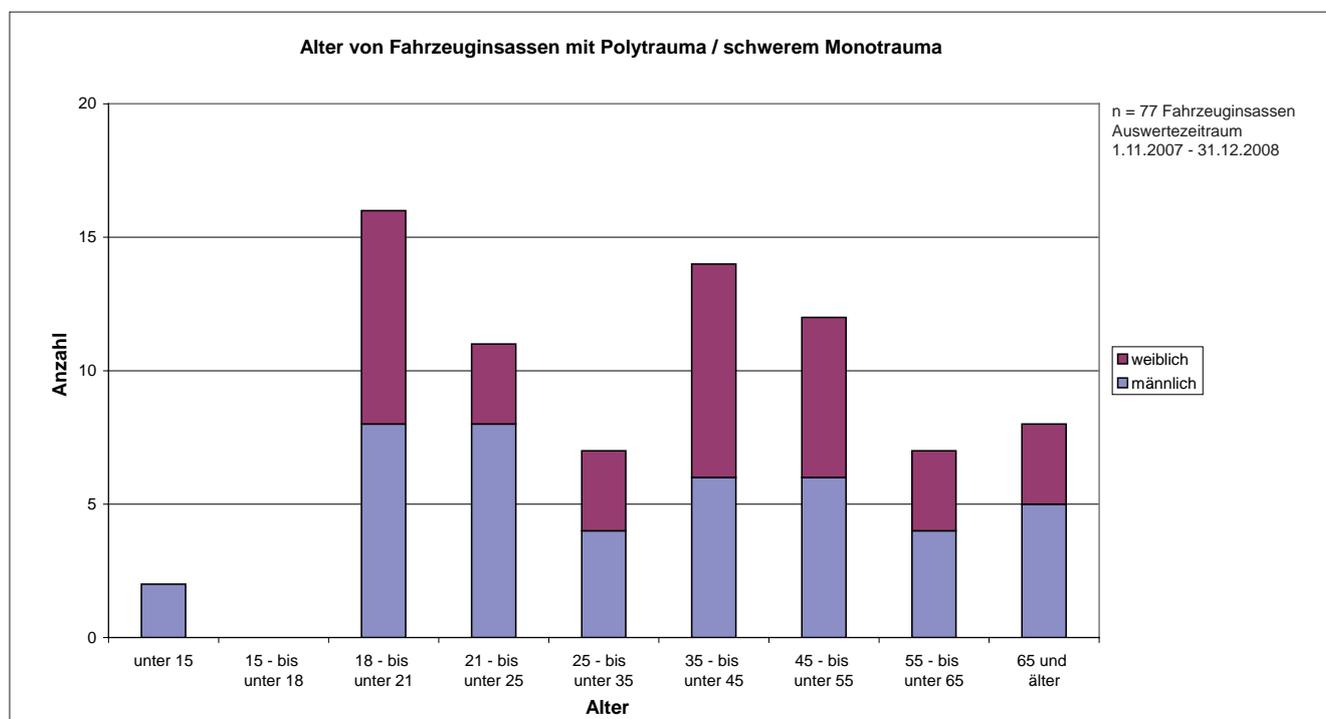


Abbildung 41:
Altersverteilung klinisch behandelter Fahrzeuginsassen, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

Unter Insassen von Personenkraftwagen, d. h. ohne Betrachtung von Kleintransportern und Nutzfahrzeugen, waren fast genauso viele Frauen wie Männer vertreten. Insbesondere in der Altersgruppe von 25 bis 65 Jahren ist kein Übergewicht von Männern unter den Patienten erkennbar. Dagegen dominieren männliche Opfer mit fast drei Viertel deutlich die Gruppe derjenigen, die noch an der Unfallstelle ihr Leben verloren (s. Abbildung 42).

Das durchschnittliche Alter von Insassen, die mit einem Polytrauma oder einem schweren Monotrauma in eine Klinik eingeliefert wurden, betrug 37,6 Jahre (Median: 36 Jahre). Das der unmittelbar Getöteten lag mit 41,5 Jahren (Median: 38 Jahre) höher. In der letzteren Gruppe treten besonders die sogenannten „jungen Fahrer“ und die Älteren hervor. Zu berücksichtigen ist aber, dass sich im Studienzeitraum sechs schwerste Unfälle ereigneten, bei denen mehrere Insassen im selben Fahrzeug ums Leben kamen. Weil es sich dann häufig um Personen ähnlichen Alters (Eheleute, Freunde) handelt, können solche Einzelereignisse eine bestimmte Altersgruppe im vergleichsweise kleinen Fallkollektiv in den Vordergrund treten lassen.

Unter der beträchtlichen Zahl schwerst verunglückter Kraftfahrzeuginsassen findet sich eine große Vielfalt von Kollisionsumständen, die in früheren Veröffentlichungen dieses Materials in Einzelheiten untersucht und diskutiert wurden [3, 43, 44]. Hier soll zumindest zwischen wesentlichen Aufprallarten der betreffenden Fahrzeuge – Frontalaufprall, Seitenaufprall, Überschlag und übrigen – unterschieden werden, weil diese erheblichen Einfluss auf das resultierende Verletzungsmuster und die -schwere der Insassen haben können. Wie zuvor erwähnt, gilt dies auch für die Sitzposition oder Gurtsicherung des Schwerstverletzten.

Aus Abbildung 43 geht hervor, dass der Frontalanprall am Kraftfahrzeug, gleich ob gegen ein anderes Fahrzeug oder ein Hindernis neben der Fahrbahn, die häufigste Aufprallart war, die sowohl Schwerstverletzte mit Krankenhauseinweisung als auch unmittelbar tödlich Verletzte zur Folge hatte. Erhebliche Bedeutung hatte auch der seitliche Anprall des Fahrzeugs, während Opfer aus den übrigen Anprallarten insgesamt 14 % im Kollektiv der Fahrzeuginsassen ausmachten. Allerdings lassen

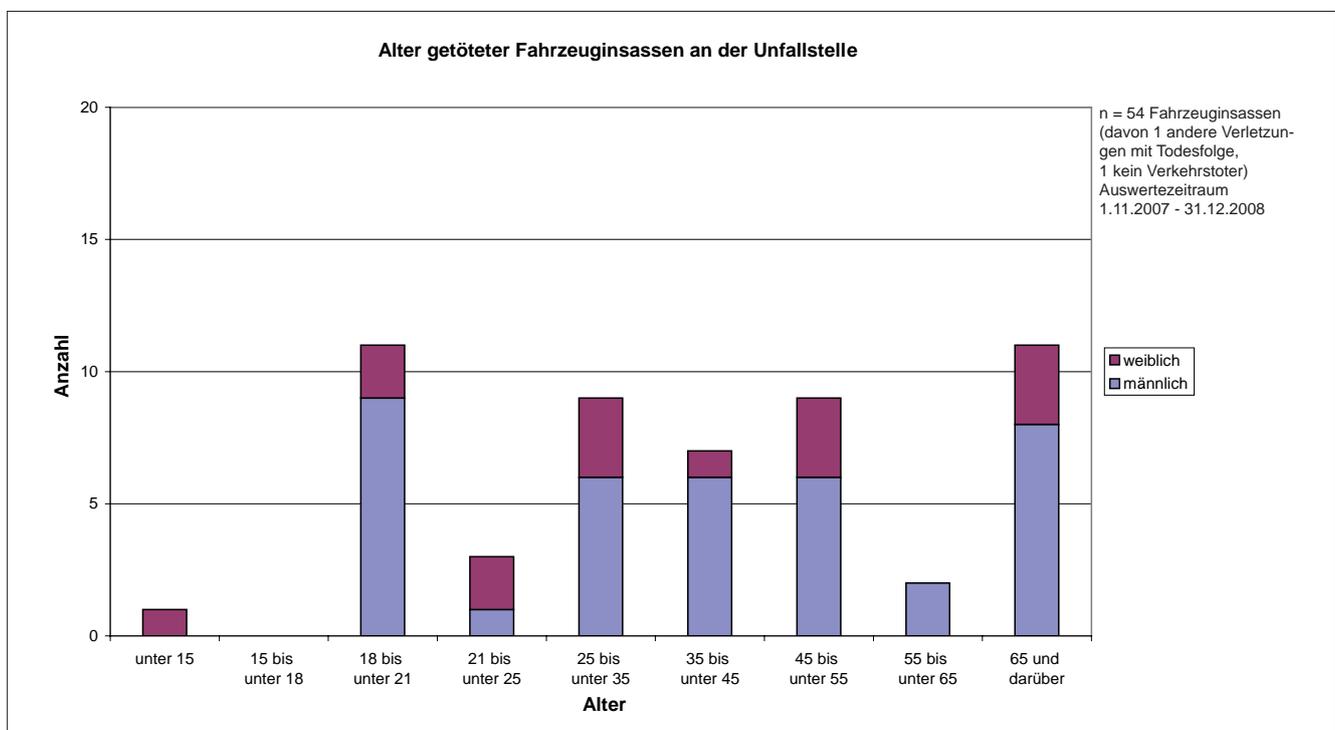


Abbildung 42: Altersverteilung Fahrzeuginsassen, getötet an Unfallstelle, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

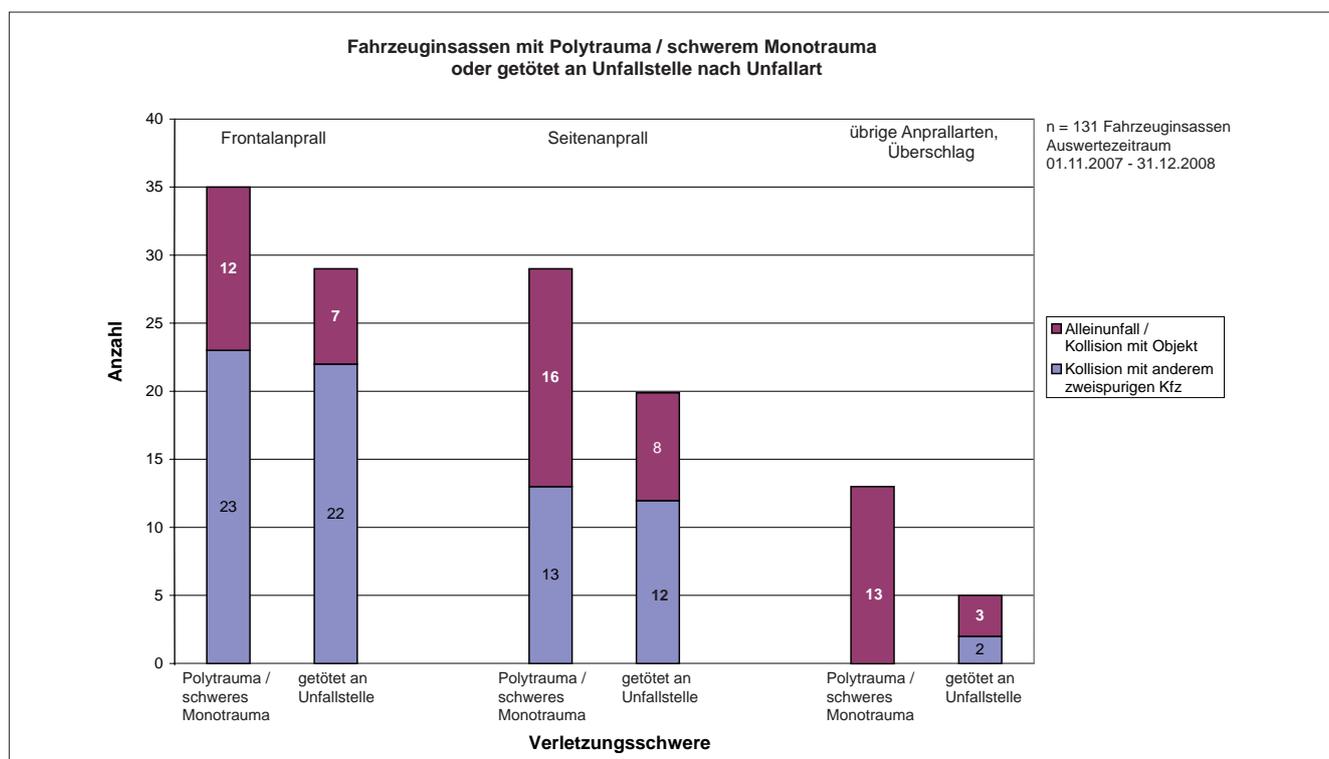


Abbildung 43:
Fahrzeuginsassen, klinisch behandelt und getötet an Unfallstelle, nach Unfallart und Aufprallart, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

sich die Anstoßarten nicht immer klar gegeneinander abgrenzen, weil es mitunter auch zu mehrfachen Kollisionen kam. In diesen Fällen wird der Unfall in die Aufprallkategorie eingeordnet, die dem schwersten Anprall innerhalb des Multikollisionsereignisses entspricht und voraussichtlich für die eingetretenen Verletzungen verantwortlich ist. Die große Mehrheit der Schwerstverletzten bildeten Fahrer (s. Abbildung 44). Ein knappes Viertel der Insassen waren Personen auf dem Beifahrersitzplatz oder im Fond des Fahrzeugs. Während bei frontalem Anprall die Kollision mit einem anderen Kraftfahrzeug überwog, verunglückten bei seitlichem Anstoß fast genauso viele Opfer bei Alleinunfällen, meist gegen einen Baum oder einen Mast, wie bei Zusammenstößen mit einem anderen Fahrzeug. Alle Überschläge, denen kein starker Anprall an Front oder Seite voranging, waren naturgemäß Folge von Alleinunfällen mit Abkommen von der Fahrbahn. Schwerstverletzungen entstanden dabei in der Regel erst bei einer oder mehreren vollen Umdrehungen um die Längsachse.

Die häufigsten Kollisionsgegner von Pkw mit lebensbedrohlich Verletzten waren andere Personenwagen (s. Abbildung 45). Einen ähnlich großen Anteil hatten Alleinunfälle gegen Bäume oder Masten. Alleinunfälle mit Überschlag nach Abkommen von der Fahrbahn ohne Anprall an Hindernisse sind hierbei nicht berücksichtigt. Wurden Pkw-Insassen noch an der Unfallstelle getötet, gewinnen Unfallgegner mit deutlich größerer Masse und aggressiverer Frontstruktur, wie Nutzfahrzeuge, stärker an Bedeutung (s. Abbildung 46). Der Anteil anderer Pkw als Unfallgegner bleibt weitgehend unverändert, aber die relative Häufigkeit von Kollisionen gegen Hindernisse neben der Fahrbahn ist geringer als unter Fahrzeuginsassen, die in ein Krankenhaus eingeliefert wurden.

In der großen Mehrzahl der Frontalanstöße mit schwerstverletzten Fahrzeuginsassen wurde auch die Fahrgastzelle stark deformiert, so dass ein unmittelbarer Kontakt des Insassen mit intrudierenden Innenraumstrukturen vermutet werden muss. Diese

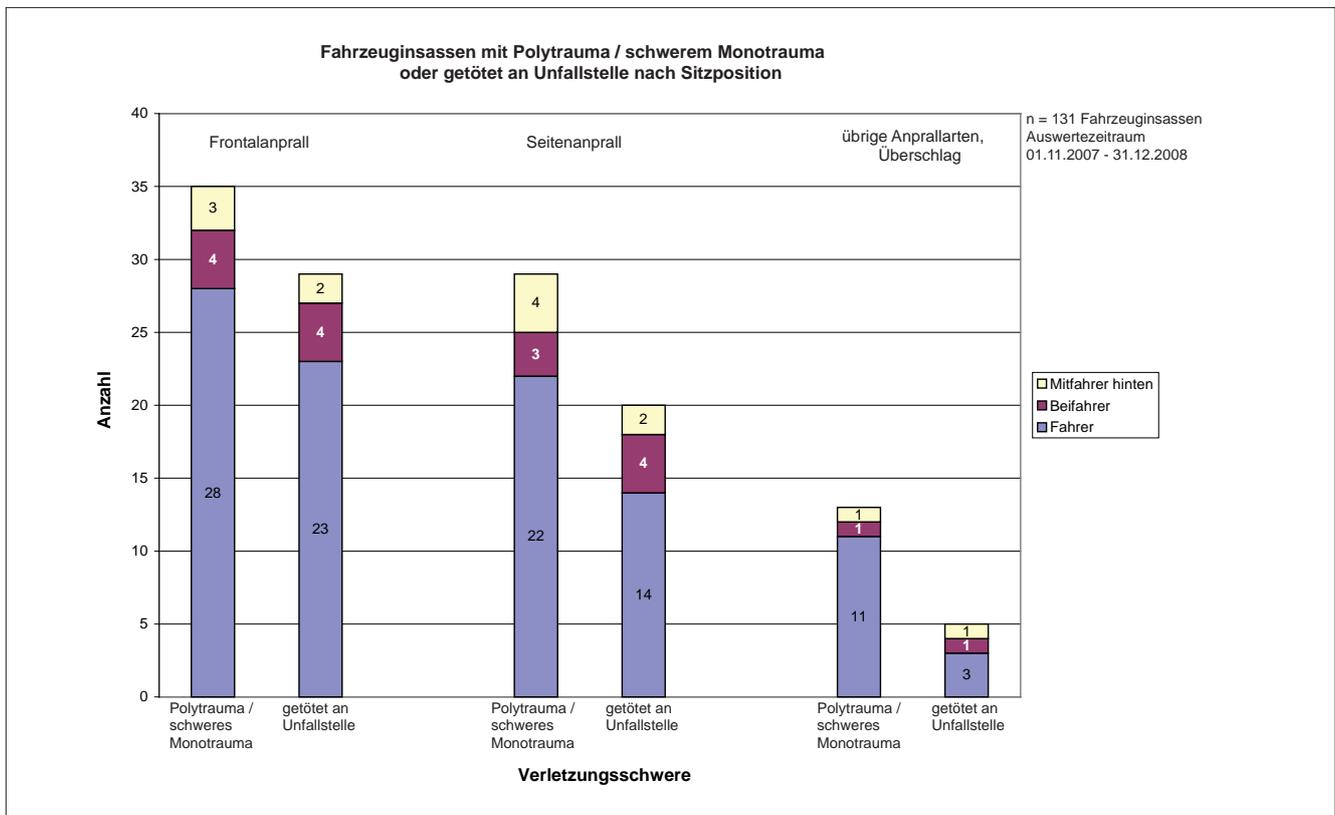


Abbildung 44: Fahrzeuginsassen, klinisch behandelt und getötet an Unfallstelle, nach Sitzposition und Aufprallart, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

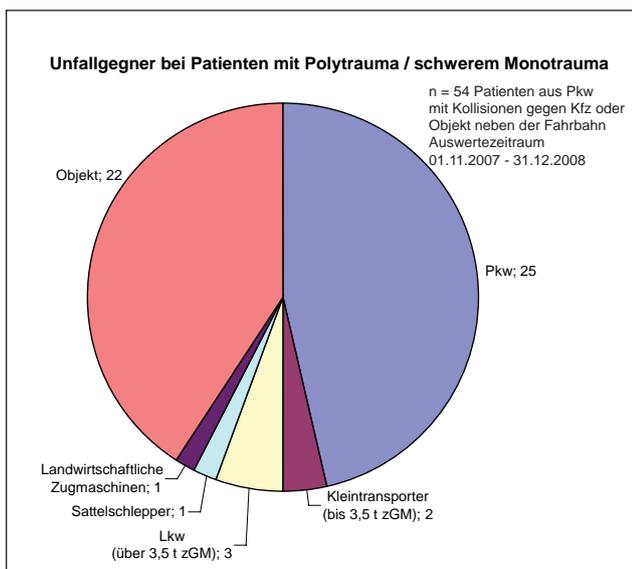


Abbildung 45: Unfallgegner von klinisch behandelten Pkw-Insassen, November 2007 bis Dezember 2008

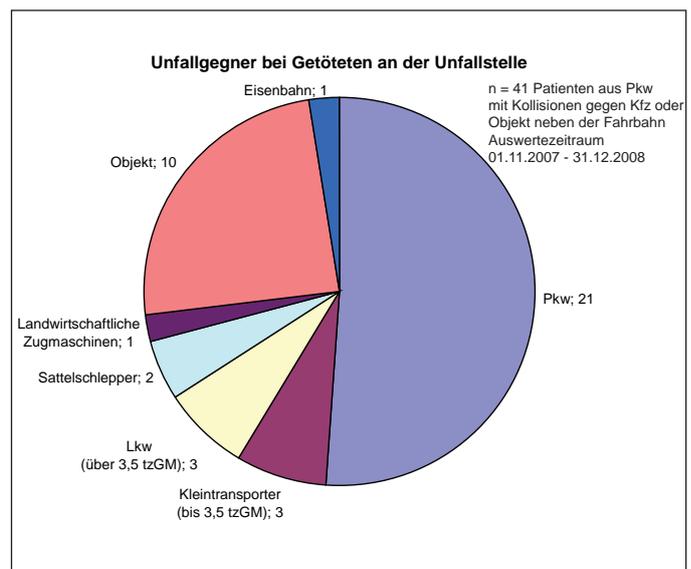


Abbildung 46: Unfallgegner von Pkw-Insassen, getötet an Unfallstelle, November 2007 bis Dezember 2008

Deformationen lassen vielfach auf Kollisionsgeschwindigkeiten schließen, die jenseits der Geschwindigkeiten liegen, mit denen Fahrzeuge in aktuellen Testverfahren geprüft werden. Beim seitlichen Anprall lag vermutlich in einer Reihe von Fällen auch ein Kopfanprall des Insassen mit dem Kollisionsobjekt vor, insbesondere beim Anprall gegen einen Baum und bei stoßzugewandter Sitzposition.

Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass viele der verunglückten Fahrzeuge ältere Fahrzeugmodelle repräsentierten, bei deren Entwicklung heutige Maßstäbe an die passive Sicherheit noch nicht angelegt wurden. Bei einigen Frontalanstößen wiederum war durch die geringe Überdeckung der Unfallgegner nur ein kleiner Teil der Frontstruktur an der Energieabsorption beteiligt, so dass es zu Eindringungen bis in den Bereich der Fahrgastzelle kam. Ungegurte Insassen erlitten schwerste Verletzungen allerdings auch schon bei Kollisionsschweren, bei denen für korrekt gesicherte Insassen nur mäßig schwere Verletzungen zu erwarten gewesen wären. Dazu zählen insbesondere schwerstverletzte, die bei einem Fahrzeugüberschlag ganz oder teilweise aus dem Innenraum geschleudert wurden.

Die große Zahl möglicher Einflussparameter, von der Aufprallart über die Sitzposition bis zur Wirkung des Insassenschutzsystems, spiegelt sich in der Bandbreite der Verletzungsmuster bei den Personen wider, die in Kliniken behandelt wurden. Bei Frontalanstößen am Fahrzeug waren Verletzungen des Thorax und der Extremitäten, besonders der unteren Gliedmaßen, am häufigsten unter schweren und lebensbedrohlichen Verletzungen (AIS 3+) zu finden. Dank der in vielen Fahrzeugen bereits vorhandenen Frontairbags waren schwere Schädel-Hirn-Traumata seltener, gehörten bei Spätletalität (Todesertritt nach mehr als 24 Stunden) und schweren Behinderungsfolgen am zentralen Nervensystem aber immer noch zu den führenden Ursachen. Von den elf Fahrzeuginsassen, die im Krankenhaus verstarben, wurden bei neun schwere oder schwerste Schädel-Hirn-Traumata festgestellt. Beim Frontalaufprall mit Airbag ausgestatteter Fahrzeuge sind derartig schwere Kopfverletzungen u. a. auf fehlende Gurtsicherung oder auf besonders starke De-

formationen zurückzuführen, die eine starke Verschiebung der Lenksäule – und damit auch des Lenkrads – zur Folge hatten. In den beiden letzteren Situationen kann vermutet werden, dass der Airbag vom Kopf entweder durchschlagen oder verfehlt wurde. Frakturen der Beine und des knöchernen Beckens waren dagegen eher auf Intrusionen der Instrumententafel und im Fußraum zurückzuführen, bei Insassen ohne Gurtsicherung auch auf deren ungebremsten Anprall an Innenraumstrukturen. Thoraxtraumata manifestierten sich häufig in einseitigen oder beidseitigen Lungenkontusionen oder in Rippenfrakturen mit oder ohne Pneumothorax. Es ist zu vermuten, dass einerseits hohe Verzögerungen bei gurtgesicherten Insassen und andererseits der direkte Kontakt mit dem Lenkrad das Zustandekommen solcher Verletzungen begünstigten.

Frühere Auswertungen des Fallmaterials hatten ergeben, dass fast genauso viele Frauen wie Männer als Insassen von Personenkraftwagen mit lebensbedrohlichen Verletzungen in ein Krankenhaus kamen [3, 43]. Unter Frontalaufprallbedingungen zeigten weibliche Patienten mit 163,5 cm im Durchschnitt eine deutlich geringere Körpergröße als die Männer (180,8 cm), ohne dass zwischen den beiden Gruppen wesentliche Unterschiede hinsichtlich Sitzposition, Alter oder Gurtsicherung bestanden (s. Abbildung 47). Zwar wurden nach Seitenaufprall ebenfalls etwa gleich viele Frauen wie Männer schwerstverletzt in Kliniken behandelt, die mittleren Körpergrößen unterschieden sich dabei jedoch deutlich weniger (Frauen: 167,7 cm, Männer: 176,3 cm). Da viele der bei Frontalaufprall verletzten weiblichen Insassen schwere Frakturen der unteren Extremitäten davontrugen, kann vermutet werden, dass insbesondere kleine Fahrer eine dichtere Sitzposition vor dem Lenkrad und der Instrumententafel einnehmen müssen, um mit den Füßen die Pedalerie erreichen zu können. Dadurch wächst das Risiko, bei schweren Kollisionen mit frontaler Komponente einen harten Anprall mit den Knien an der Instrumententafel und eventuell mit der Brust am Lenkrad zu erleiden.

Typische Verletzungsmuster von Insassen beim Seitenaufprall beinhalteten wiederum Thoraxtraumata mit Brustkorbfrakturen und Lungenverletzungen – letztere

bei knapp drei Viertel dieser Patienten. Etwas häufiger als beim Frontalaufprall war auch der Abdominalbereich von Einrissen und Rupturen der Organe, besonders der Leber, betroffen. Während Frakturen der Beine deutlich seltener in Erscheinung traten als bei frontaler Belastung, waren schwere Schädel-Hirn-Traumata häufiger. Dieser Umstand ist auf den weitgehend ungehinderten Anprall des Kopfes gegen die seitliche Innenraumstruktur des eigenen Fahrzeugs oder unmittelbar gegen eindringende Objekte zurückzuführen. Nur wenige der in solche Kollisionen verwickelten Fahrzeuge waren mit Seitenairbags ausgestattet, die auch den Kopf effektiv gegen einen harten Anprall schützen können. Obwohl eine Anzahl verunglückter Personenkraftwagen mit Seitenairbags ausgerüstet war, die zumindest den Torsobereich abdecken, war aus dem Fallmaterial keine wesentliche Schutzwirkung ablesbar.

Andere Aufprallarten, bei denen es sich im Fallgut der klinisch behandelten Schwerstverletzten ausschließlich um Überschlagunfälle handelte, zeigten kein klar erkennbares Verletzungsmuster. Dies ist nicht zuletzt dadurch begründet, dass mehr als die Hälfte dieser Insassen aus der Fahrgastzelle geschleudert wurde und somit Ver-

letzungen auch infolge Überrollens durch das eigene Fahrzeug oder beim Aufprall auf dem Boden entstehen können (s. Abbildung 48). Lediglich Rippenfrakturen und Verletzungen der Wirbelsäule waren unter diesen Patienten auffällig. Bei Fahrzeugüberschlägen kam es in einzelnen Fällen auch zu schweren Wirbelsäulenverletzungen mit Querschnittssyndrom. Zwar waren Frakturen der Wirbelsäule auch bei anderen Aufprallarten in erheblicher Zahl diagnostiziert worden, allerdings handelte es sich dabei in der Regel um Brüche der Quer- oder Dornfortsätze ohne neurologische Defizite. In allen drei Aufprallarten waren Frakturen der oberen Gliedmaßen ähnlich häufig, ihre Schwere überstieg aber selten AIS 2. Etwa jeder dritte polytraumatisierte Patient aus einem Kraftfahrzeug erlitt auch einen Bruch an Arm oder Hand.

Die resultierende Gesamtverletzungsschwere nach Injury Severity Score für die 76 Patienten aus Kraftfahrzeugen, für die eine ausreichende Verletzungsdokumentation vorlag, zeigt Abbildung 49. Bis zu einem ISS von 43 sind fast alle rechnerisch möglichen Punktwerte mit Fällen belegt. Jenseits dieses Wertes findet sich lediglich noch ein Trauma mit ISS 75 aufgrund einer AIS 6-Kopfverletzung.

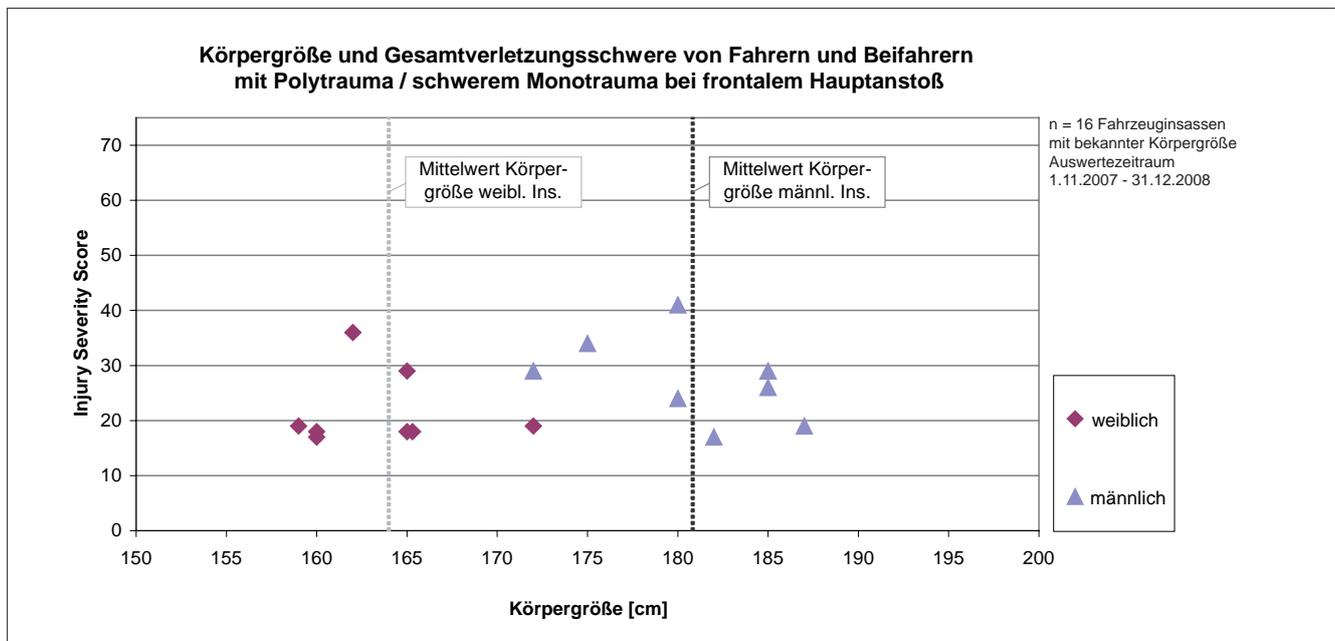


Abbildung 47: Körpergröße von Fahrzeuginsassen (Fahrer und Beifahrer) bei frontalem Hauptanstoß, klinisch behandelt, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

Männliche und weibliche Patienten unterschieden sich hinsichtlich ihrer Gesamtverletzungsschwere nur geringfügig (Männer ISS: Median 29, Frauen ISS: Median 26,5). Die drei schweren Monotraumata in diesem Teilkollektiv lagen jeweils in der Kopf/Hals-Region, einmal als Schädel-Hirn-Trauma eines gegurteten Pkw-Fahrers nach Baumanprall und zweimal als Fraktur der Halswirbelsäule mit Rückenmarkbeteiligung bei gegurteten Kleintransporterfahrern.

Kollisionereignisse, bei denen Insassen noch am Unfallort verstarben, sind vielfach durch hohe einwirkende Stoßenergien und starke Intrusionen an den Fahrzeugen gekennzeichnet, die letztlich aus hohen Aufprallgeschwindigkeiten herrühren. Vereinzelt führte dies zur fast völligen Zerstörung der Fahrgastzelle oder zumindest zur Aufzehrung des Überlebensraumes. Vom Rückhaltesystem, im Wesentlichen Sicherheitsgurt und Airbag, war in diesen Fällen keine entscheidende Wirkung mehr zu erwarten. Besonders Kollisionen mit starker frontaler

Komponente zeigten bei näherer Betrachtung in mehreren Fällen geringe Überdeckungen der energieabsorbierenden Strukturen zwischen den Gegnern. Entweder war die unzureichende Kompatibilität konzeptbedingt, bspw. bei Frontalzusammenstößen von geländegängigen Lkw ohne Frontunterfahrerschutz und Personenwagen, deren Crashstruktur dann fast vollständig überfahren wurde. Oder es lagen aufgrund der geometrischen Konstellation zum Zeitpunkt der Kollision zu geringe Überdeckungen vor, so dass bei wenigstens einem der Kontrahenten die Längsträger oder der Bereich der Aggregate verfehlt wurden, die eine Kraftabstützung oder Energieabsorption hätten bieten können. Der Einfluss der Massenverhältnisse und des Fahrzeugalters auf die Verletzungsschwere wurde in einer früheren Analyse des Fallmaterials für Frontalzusammenstöße zwischen Personenwagen untersucht [3]. Während diese Faktoren in Unfällen mit klinisch behandelten Insassen von untergeordneter Bedeutung waren, wurde bei Frontalkollisionen, in denen noch am Unfallort einer oder mehrere Insassen den Tod

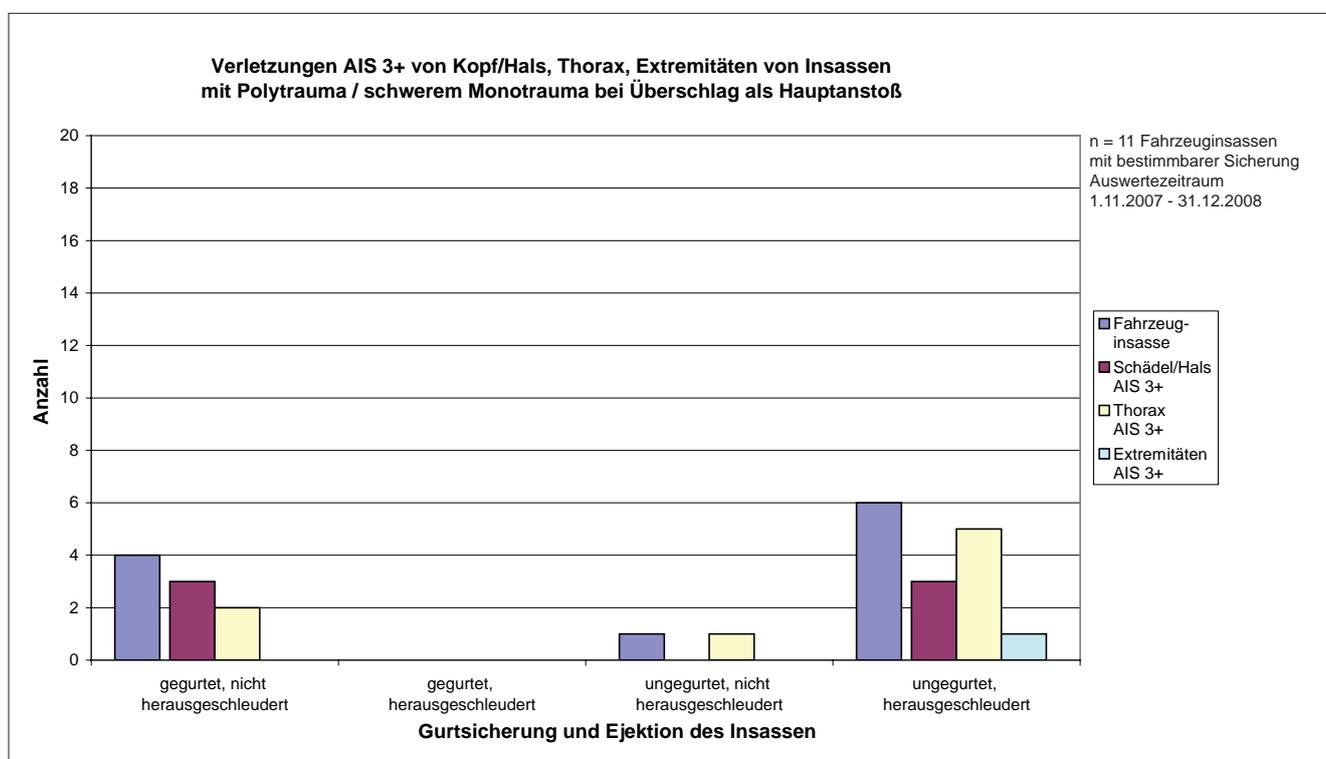


Abbildung 48:

Verletzungsschweren an Kopf, Thorax und Extremitäten klinisch behandelter Fahrzeuginsassen beim Überschlag, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

fanden, ein Einfluss des Massenverhältnisses und einer Altersdifferenz zwischen den Fahrzeugen erkennbar. Allerdings scheint zumindest beim Frontalaufprall auch ein hohes Lebensalter einen letalen Ausgang beim Unfallopfer zu begünstigen. Unfallopfer, die bei einem Frontalaufprall an der Unfallstelle ihr Leben verloren, waren in fast jedem dritten Fall 70 Jahre oder älter. Von den 35 Patienten, die nach einer Kollision dieser Aufprallart in einem Krankenhaus behandelt wurden, waren dagegen nur vier 65 Jahre oder älter.

Seitenkollisionen mit unmittelbar tödlich Verletzten wiesen zwar ebenfalls erhebliche Eindringungen durch schmale Anprallobjekte oder die Front des Unfallgegners auf. Nur in wenigen Fällen war der Überlebensraum aber durch die Intrusion fast vollständig aufgebraucht. Der für einen seitlichen Anprall typische Kontakt des Insassen mit intrudierenden Fahrzeugstrukturen belastet aber die betreffenden Körperregionen ebenfalls stark. Die Befunde der Leichenschau und Verdachtsdiagnosen des Notarztes lassen darüber hinaus in mehreren Fällen vermuten, dass zusätzlich zu anderen Verletzungen, bspw.

des Kopfes oder des Brustraumes, auch Frakturen der Halswirbelsäule eingetreten waren.

Von den fünf unmittelbar getöteten Pkw-Nutzern mit anderen Aufprallarten waren drei Insassen, deren Fahrzeug sich nach Abkommen von der Fahrbahn überschlug. Zwei von ihnen waren nicht angegurtet, wurden herausgeschleudert und gerieten zwischen Fahrzeug und Boden. Die übrigen beiden Todesopfer waren als Fahrer und Beifahrer einem starken Heckaufprall ausgesetzt, nachdem ihr Wagen ins Schleudern geraten und mit dem Heck voran mit einem entgegenkommenden Kleintransporter zusammengestoßen war. Beide rutschten dabei unter dem angelegten Sicherheitsgurt hindurch.

Von den insgesamt 110 schwerstverletzten Insassen von Personenwagen, Kleintransportern und einem Lkw im Erhebungsgebiet im Jahr 2008 wurden 64 Verunglückte mit lebensgefährlichen Verletzungen in ein Krankenhaus eingeliefert. Acht von diesen verstarben dort an ihren Verletzungen, einige davon noch im Schockraum der Klinik. Über das Jahr hinweg zeigte die Anzahl lebensbedrohlich verletzter oder

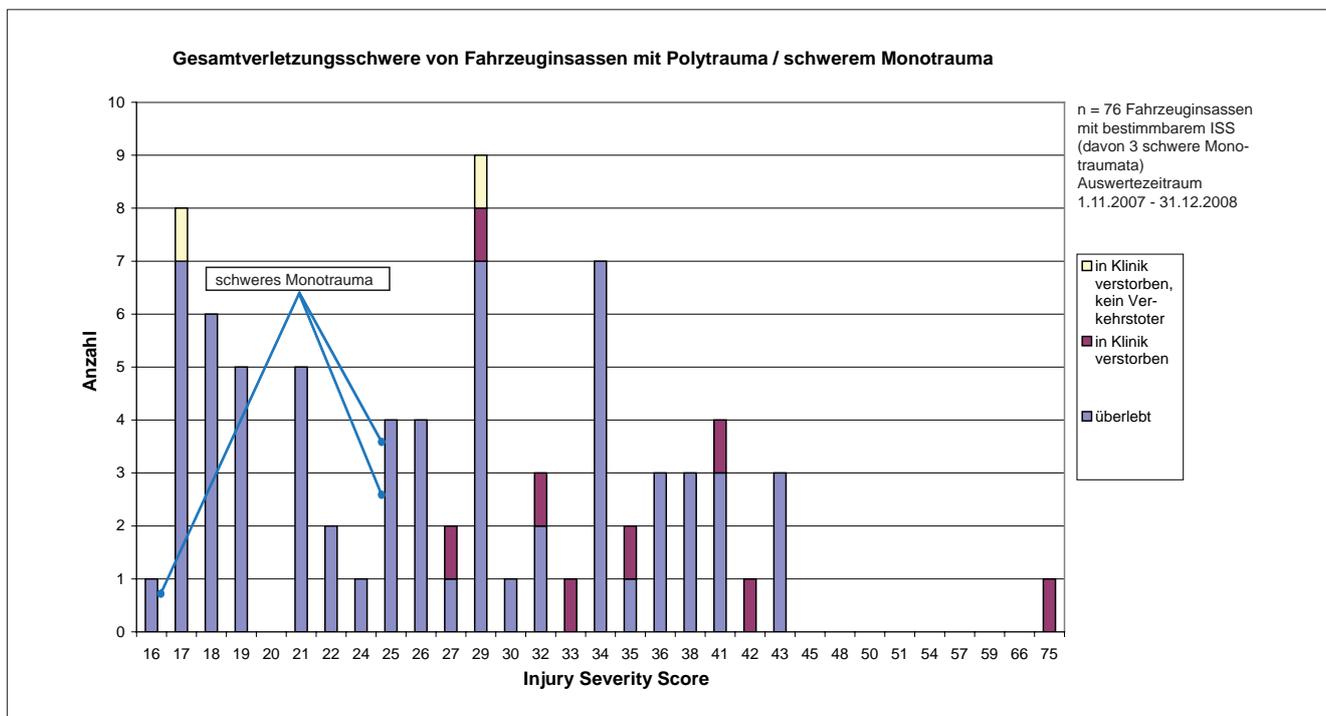


Abbildung 49: Gesamtverletzungsschwere klinisch behandelter Fahrzeuginsassen, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

getöteter Benutzer von zweispurigen Kraftfahrzeugen keine ausgeprägten Schwankungen (s. Abbildung 50).

Knapp 60 % der Schwerstverletzten verunglückten bei trockenem Fahrbahnzustand. Die übrigen verunfallten auf nasser oder feuchter Straße oder bei winterlichen Verhältnissen, also bei Schnee oder Eis auf der Fahrbahn. Damit lagen Straßenbedingungen, die einen Verlust der Fahrzeugkontrolle begünstigen, häufiger vor als bei den anderen Arten der Verkehrsbeteiligung. Im Fallmaterial fiel eine Häufung weiblicher Fahrer und Fahrer von Kleintransportern als Schwerstverletzte bei winterglatten Verhältnissen auf. Das Merkmal „Dunkelheit“ war dagegen bei Unfällen von Fahrzeuginsassen kaum häufiger als unter allen Schwerstverletzten im Fallkollektiv des Jahres 2008. Dass 80 % der lebensbedrohlich verletzten oder getöteten Insassen auf Landstraßen zu beklagen waren, überrascht nicht angesichts des hohen passiven Schutzes, welchen Pkw und Nutzfahrzeuge beim Geschwindigkeitsniveau auf Innerortsstraßen bieten. Alle acht in diesem Jahr auf Bundesautobahnen der Studienregion schwerstverletzten Personen waren Insassen in einem Kraftfahrzeug.

5.3 Schätzung der Anzahl überlebender Schwerstverletzter in Deutschland

Da die Studienregion, wie in Kapitel 4.2.1 dargestellt, als näherungsweise repräsentativ für das schwere Unfallgeschehen in Deutschland angesehen werden kann und nunmehr für den Studienzeitraum, einschließlich des Kalenderjahres 2008, die Zahl der Verkehrsunfallopfer mit lebensbedrohlichem Trauma vorliegt, soll versucht werden, daraus die Inzidenz solcher Verletzungsmuster für die Bundesrepublik hochzurechnen.

Dazu wird die zuvor ermittelte Anzahl von Verkehrsunfallopfern mit überlebten Schwerstverletzungen im Jahr 2008 mit der offiziellen Zahl amtlich schwerverletzter und getöteter Verkehrsteilnehmer in den Landkreisen und kreisfreien Städten der Region verglichen (s. Tabelle 5). Diese wurden aus Sonderauswertungen der statistischen Landesämter bestimmt [37, 38]. Die Fälle überlebter Polytraumata oder schwerer Monotraumata sind dabei als Teil der Schwerverletzten, also der stationär aufgenommenen und nicht innerhalb von 30 Tagen verstorbenen Unfallopfer, zu verstehen. Von den 131 in Kliniken behandelten Schwerst-

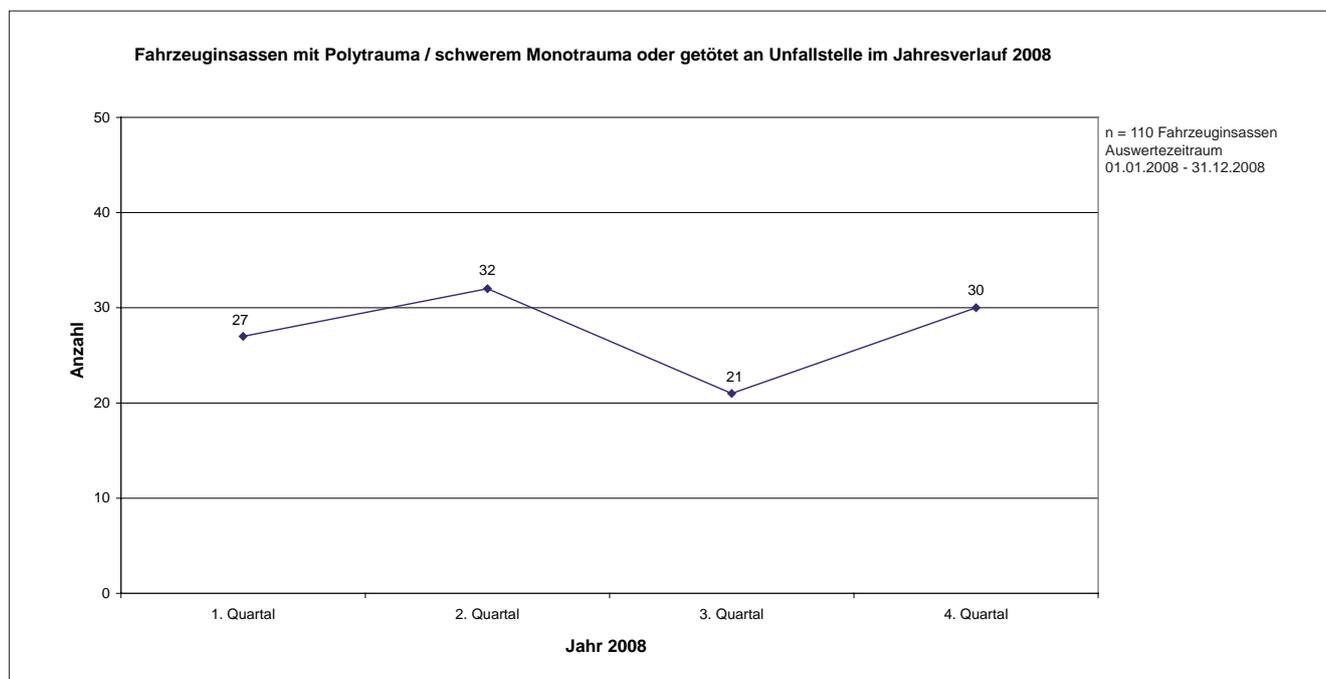


Abbildung 50: Jahreszeitliche Verteilung bei Unfällen mit Fahrzeuginsassen, klinisch behandelt oder getötet an Unfallstelle, 2008 [3]

Tabelle 5:
Abschätzung der Zahl überlebender Schwerstverletzter in Deutschland im Jahr 2008, nach [3]

2008	Studienregion	resultierender Kennwert aus Studienregion	Bezugswerte für Deutschland	Schätzung für Deutschland
Anzahl Schwerverletzte (amtliche Statistik)	1.125		70.644	
Anzahl Getötete (amtliche Statistik)	80		4.477	
Einwohnerzahl	1.323.984		82.217.837	
Anzahl Polytraumata / schwere Monotraumata	131			
davon Schwerverletzte (im amtlichen Sinn)	112			
überlebte Polytraumata / schwere Monotraumata in Relation zu Schwerverletzten (amtliche Statistik)	112 : 1.125	0,100	70.644 x 0,100	7.064
überlebte Polytraumata / schwere Monotraumata in Relation zu Getöteten (amtliche Statistik)	112 : 80	1,400	4.477 x 1,400	6.268
überlebte Polytraumata / schwere Monotraumata in Relation zur Einwohnerzahl	112 : 1.323.984	8,459 pro 100.000 Einwohner	822,17837 x 8,459	6.955

verletzten überlebten 112 über den dreißigsten Tag hinaus und sind somit in Relation zu setzen zu den 1.125 Schwerverletzten gemäß amtlicher Definition, die im gleichen Gebiet und während des gleichen Zeitraums registriert wurden. Der resultierende Quotient von 0,10 lässt also vermuten, dass etwa jedes zehnte stationär behandelte Verkehrsunfallopfer lebensbedrohliche Verletzungen im Sinne

der Definition für die Studie aufwies. Hochgerechnet auf 70.644 Schwerverletzte, die die Bundesstatistik für 2008 auswies, ergeben sich für das Bundesgebiet somit rechnerisch 7.064 Patienten, die bei einem Straßenverkehrsunfall ein Polytrauma oder schweres Monotrauma erlitten und überlebten. Eine geringfügig kleinere Schätzzahl (6.955 Patienten) ergibt sich, wenn die Anzahl überlebender le-

bensbedrohlich Verletzter im Studienmaterial auf die Einwohnerzahl in der Region bezogen und anschließend auf die bundesdeutsche Gesamtbevölkerung hochgerechnet wird. Alternativ lässt sich die Zahl überlebter Schwerverletzungen auch auf die – vergleichsweise geringe – Zahl von 80 Verkehrstoten beziehen, die amtlich registriert wurden. Dies liefert bei Hochrechnung auf 4.477 Getötete auf Deutschlands Straßen im Jahr 2008 einen Schätzwert von 6.268 überlebten Poly- und schweren Monotraumata. Eine geringfügig variierende Anzahl Getöteter in der Studienregion würde allerdings deutliche Schwankungen im hochgerechneten Ergebnis produzieren. Der Schätzwert von etwa 7.000 Schwerverletzten unter 70.644 Schwerverletzten, entsprechend einem Prozentsatz von 10 %, erscheint daher verlässlicher.

Unter Berücksichtigung der Klinikletalität in den erstversorgenden Einrichtungen ist allerdings mit einer höheren Zahl von Schwerverletzten zu rechnen, die dort primär behandelt werden. Die eigenen Berechnungen ergeben – ausgehend von 131 eingelieferten Patienten mit lebensbedrohlichem Trauma in der Studienregion – eine geschätzte Anzahl von 8.150 Schwerverletzten, die 2008 bundesweit nach einem Verkehrsunfall in Kliniken eingeliefert wurden. Es sei daran erinnert, dass sich alle vorstehend genannten eigenen Schätzungen auf das erhobene Studienmaterial und die Bundesstatistik des Jahres 2008 beziehen. Für andere Bezugsjahre ist – unter Annahme gleicher Randbedingungen für die Entstehung von Schwerverletzungen – der etwa zehnpromtente Anteil von lebensbedrohlich Verletzten unter Schwerverletzten im amtlichen Sinne in Ansatz zu bringen.

5.4 Rettung Schwerverletzter

Die Beschreibung der Rettung der lebensbedrohlich Verletzten nach dem Unfall soll sich im Folgenden an den wichtigsten Gliedern der Rettungskette orientieren. Eine statistische Auswertung ist allerdings nicht ohne Weiteres möglich, weil die Daten der Rettungsleitstellen, die für die Studie bereitstanden, oftmals nicht alle zu einem Notfall alarmierten Rettungsmittel oder alle zugehörigen Rettungszeiten enthielten. Die Beurteilung hat daher in weiten Teilen eher qualitativen Charakter.

5.4.1 Unfallmeldung

Den Aussagen von Zeugen und Beteiligten ließ sich entnehmen, dass Notrufe an die Rettungsleitstelle in der Regel nicht durch die schwerstverletzten Unfallopfer selbst erfolgten, sondern meistens durch Unfallzeugen oder Personen, die die Unfallstelle passierten. In einigen Fällen wurde der Notruf auch durch Unfallbeteiligte ohne oder mit minder schweren Verletzungen getätigt, bspw. von Insassen von Kraftfahrzeugen, die mit Fußgängern oder Radfahrern zusammengestoßen waren. Häufig standen aber selbst körperlich unversehrte Beteiligte oder ihre Mitfahrer so unter Schock, dass sie keine Unfallmeldung absetzten.

Die Mehrzahl der Zeugenaussagen lässt darauf schließen, dass Kollisionen von Unbeteiligten beobachtet wurden und diese anhielten und den Unfall meldeten. Die Meldenden waren meistens auch ortskundig und konnten die Lage des Unfallortes bezeichnen. Welche Zeit zwischen dem Unfallereignis und dem Absetzen eines Notrufs verstrich, lässt sich nicht genau ermitteln, da in der Regel der Zeitpunkt des Eingangs der Notfallmeldung bei der Polizei in der Verkehrsunfallanzeige als Unfallzeit verzeichnet wird. In Fällen, in denen die Rettungsleitstelle noch vor der Polizei Kenntnis vom Notfall erhielt, kann es deshalb vorkommen, dass die in der Unfallanzeige angegebene Unfallzeit nach dem Zeitpunkt des ersten protokollierten Notrufs liegt.

Die vorliegenden Dokumentationen gaben allgemein keinen Anlass zur Befürchtung, dass es zwischen dem Unfalleintritt und dem Absetzen des Notrufs zu erheblichen Verzögerungen gekommen war. Einige Fälle von alleinbeteiligt verunglückten Zweiradfahrern lassen jedoch vermuten, dass ein Notruf nicht unmittelbar nach dem Unfall abgesetzt wurde; teilweise, weil er nicht unmittelbar von Zeugen beobachtet wurde, teilweise, weil der Verunglückte sich noch eigenständig von der Unfallstelle entfernte. Bei einem Unfallereignis war ein Personenwagen bei Dunkelheit und offenbar unbemerkt von anderen Verkehrsteilnehmern von der Autobahn abgekommen und am Fuß einer Böschung gegen mehrere Bäume geprallt. Das Fahrzeug wurde dabei in mehrere

Teile zerrissen, der Fahrer am Morgen tot von einer Spaziergängerin aufgefunden. Bei einer anderen Pkw-Kollision gegen einen Baum, die sich ebenfalls nachts ereignete, wurde aufgrund unklarer Lage die Einsatzstelle offenbar zunächst durch eine Polizeistreife angefahren, die dann den Rettungsdienst und die Feuerwehr nachalarmierte. Der treffenden Beschreibung des Notfalls durch den Meldenden bzw. der Abfrage durch die Leitstelle kommt daher besondere Bedeutung zu. Erste Meldbilder, wie „Meldung unklar: Nasenbluten“, „leichtverletzt“ oder „Pkw / Lkw“, können möglicherweise dazu führen, dass die tatsächliche Verletzungsschwere anfänglich unterschätzt wird.

Wie zu erwarten, wurden die telefonischen Notrufe in der Regel mit einem Mobiltelefon abgesetzt. Vereinzelt berichteten Zeugen, dass der Anrufversuch mit ihrem Mobiltelefon mangels örtlicher Funknetzabdeckung fehlgeschlug, der Notruf mit dem Telefon eines anderen Helfers dann aber erfolgreich war.

Aus Informationen, welche die Rettungsleitstelle Krumbach im Rahmen ihrer Mitwirkung an der Studie erhob, sollte darüber hinaus untersucht werden, welche Notrufnummer gewählt wurde. Den weit überwiegenden Teil der betreffenden Notfallmeldungen erhielt diese Rettungsleitstelle über die Polizei. Dabei ist zu berücksichtigen, dass 2007 und 2008 in den Landkreisen Neu-Ulm und Günzburg, die von dieser Rettungsleitstelle betreut werden, nur Notrufe über die Rufnummer „19 222“ mit entsprechender Vorwahlnummer unmittelbar bei der Rettungsleitstelle aufliefen. Notrufe über „110“, aber auch über „112“ im Mobilfunknetz wurden hingegen bei der Polizeieinsatzzentrale aufgeschaltet. Lediglich Notrufe über „112“ aus dem Festnetz gelangten direkt zur Feuerwehreinsatzzentrale des Landkreises. Dass Anrufe aus dem Mobilfunknetz in diesem Rettungsdienstbereich zunächst bei der Polizei entgegengenommen werden, erklärt den hohen Anteil von Notfallmeldungen, die die Rettungsleitstelle über die Polizei erhielt. Dabei wird der Notruf entweder von der Polizei kurz nach Entgegennahme an die Rettungsleitstelle durchgestellt, damit dort das eigentliche Notrufgespräch geführt werden kann. Oder der Anruf wird zunächst durch die Polizei bearbei-

tet, welche die Rettungsleitstelle nach Abschluss des Gesprächs informiert. Im letzteren Fall muss die Rettungsleitstelle ihre Dispositionsentscheidung auf Grundlage der Informationen der Polizeieinsatzzentrale fällen und hat wenig Möglichkeit, Rückfragen zur Situation am Notfallort zu stellen. Es lässt sich zumindest feststellen, dass nur ein sehr kleiner Teil der Notrufe bei schweren Verkehrsunfällen über die „19 222“ direkt an die Rettungsleitstelle Krumbach abgesetzt wurde. Aus den anderen Rettungsdienstbereichen lagen solche Informationen für die Studie nicht vor.

5.4.2 Rettungsmittel und Zielklinik

Aus Daten der Rettungsleitstellen und der Kliniken konnte bis auf wenige Ausnahmen für alle Schwerstverletzten, die in ein Krankenhaus eingeliefert wurden, bestimmt werden, mit welcher Art von Rettungsmittel diese transportiert wurden. In aller Regel wurden die Unfälle nicht nur mit einem oder mehreren Rettungswagen, sondern auch mit mindestens einem Notarzt beschickt. Je nach Lage der Einsatzstelle, Lichtbedingungen, Witterungsverhältnissen und Verfügbarkeit wurden Notärzte entweder bodengebunden mit einem Notarzteinsatzfahrzeug oder mit einem Hubschrauber herangeführt. Bei schweren Kraftfahrzeugkollisionen kamen nicht selten auch beide Arten zum Einsatz, weil bei mehreren Unfallopfern lebensbedrohliche Verletzungen zu befürchten waren. Lediglich in zwei der dokumentierten Fälle war ein Rettungswagen ohne Notarzt alarmiert worden, einmal bei einem gestürzten Radfahrer und einmal bei der Kollision zweier Pkw, bei der der betroffene Fahrer zunächst unverletzt schien. In beiden Fällen kamen die Patienten zunächst in ein Kreiskrankenhaus und wurden später in ein Traumazentrum verlegt, nachdem sich ihr Zustand verschlechtert hatte.

Fast alle Verletzten mit einem Polytrauma oder schweren Monotrauma wurden in Begleitung eines Notarztes direkt in ein Traumazentrum eingeliefert. Lediglich fünf der lebensbedrohlich Verletzten waren erst in eine Klinik der Grund- bzw. Regelversorgung gebracht und dann in ein Haus der Maximalversorgung verlegt worden. Zwei dieser Patienten erhielten im nächstgelegenen Krankenhaus

eine klinische Erstversorgung und wurden dann umgehend ins Traumazentrum geflogen. Bei den anderen drei Patienten lässt sich vermuten, dass sich die tatsächliche Schwere der Verletzungen erst verzögert herausstellte und deshalb die Verlegung in eine besser ausgestattete Klinik erforderlich machte.

Der Transport der 149 lebensbedrohlich Verletzten erfolgte in 46 % der Fälle mit einem Luftrettungsmittel (s. Abbildung 51). Diese Quote entspricht recht genau dem Anteil von Verkehrsunfallopfern mit einer Gesamtverletzungsschwere ISS über 16 Punkte im Traumaregister der DGU, die mittels Lufttransport in ein Traumazentrum eingeliefert wurden (43 – 46 %) [45]. Bei weiteren Unfallereignissen in der Studienregion wurde zwar auch ein Rettungshubschrauber alarmiert, um den Notarzt heranzuführen, aber der Patiententransport erfolgte auf dem Landweg.

Die unterschiedlichen Anteile des bodengebundenen Transports und des Lufttransports je nach Art der Ver-

kehrsbeteiligung der Patienten lassen sich einerseits mit der Ortslage der Unfallstellen und andererseits mit der Unfallzeit erklären. Fußgänger und Radfahrer verunglückten häufig in Ballungsräumen und damit in relativer Nähe zu Traumazentren, so dass der Transport mit einem Hubschrauber gegenüber einem Rettungs- oder Notarztwagen keinen Zeitgewinn verspricht. Viele der Unfälle mit lebensbedrohlich verletzten Kraftrad- oder Pkw-Benutzern ereigneten sich dagegen außerorts im ländlichen Raum, wo ein Luftrettungsmittel seinen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber einem bodengebundenen Rettungsmittel ausspielen kann. Die dünnere Versorgung mit Notärzten dort macht es bei Anfall mehrerer Schwerverletzter meist ohnehin erforderlich, Notärzte auch mit Hubschraubern heranzuführen. Hinderlich für einen Hubschraubereinsatz sind dagegen Dunkelheit und eventuell widrige Witterungsbedingungen, die am ehesten bei Unfällen mit Pkw herrschten. Dies mag auch Grund dafür gewesen sein, dass der Anteil von Fahrzeuginsassen, die auf dem Luftwege transportiert wurden, geringer war als unter polytraumatisierten Benutzern von motorisierten Zweirädern.

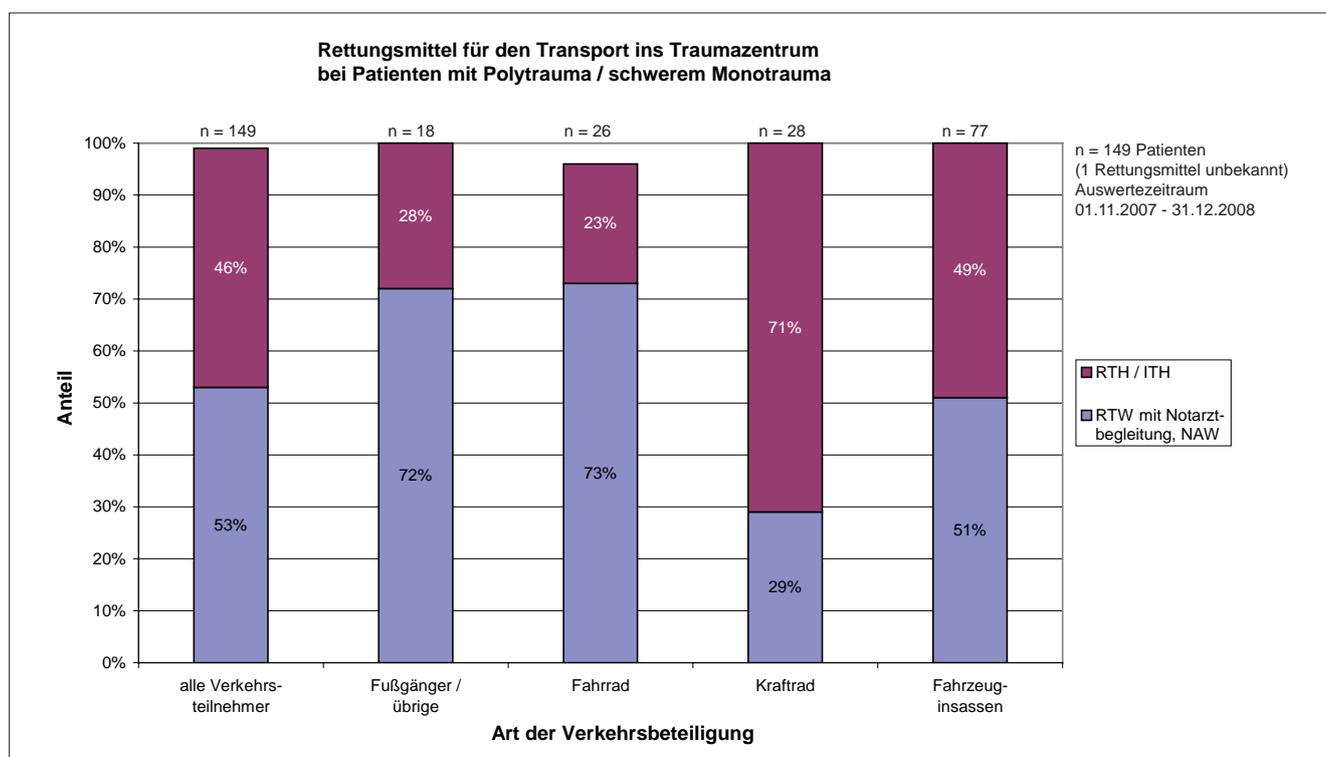


Abbildung 51:
Art der Rettungsmittel für Transport von klinisch behandelten Schwerverletzten, Nov. 2007 bis Dez. 2008 [3]

Von den 149 klinisch behandelten Schwerstverletzten der Studienregion kamen 64 in das Klinikum Augsburg. Insgesamt 80 Patienten wurden in Ulm am Universitätsklinikum oder am Bundeswehrkrankenhaus akutversorgt. Dies entspricht in etwa auch der örtlichen Verteilung der Unfälle mit lebensbedrohlich Verletzten. Ausnahmen bilden diejenigen Ereignisse, bei denen mehr als zwei oder drei Opfer eine Schockraumbehandlung benötigten. In solchen Fällen müssen Patienten, in aller Regel auf dem Luftwege, auch in entferntere Behandlungseinrichtungen transportiert werden. Fünf Schwerstverletzte wurden mit Hubschraubern in Kliniken außerhalb der Studienregion nach München und nach Ingolstadt gebracht. In mehreren Fällen handelte es sich um ein Unfallereignis mit mehreren Schwerstverletzten, für deren Transport und parallele Akutversorgung weder die Kapazitäten der nahegelegenen Hubschrauberstandorte noch die eines einzelnen Traumazentrums ausreichten.

5.4.3 Rettungszeiten

Eine umfassende Ermittlung der Hilfsfristen und der Verweildauern des Rettungsdienstes wäre im Rahmen der Studie wünschenswert gewesen, ließ sich aber aus mehreren Gründen nicht immer realisieren. Die drei Rettungsleitstellen hatten ihre anonymisierten Daten entsprechend des vorrangigen Studienziels bereitgestellt, um Verdachtsfälle von lebensbedrohlichen Verletzungen zu identifizieren, was mit Hilfe der Daten auch gelang. Die lückenlose Auflistung aller zu einem solchen Notfall eingesetzten Rettungsmittel mit ihren Alarmierungs-, Ausrücke- und Eintreffzeiten sowie dem Zeitpunkt des Patientenabtransports und der Einlieferung in der Klinik erforderte dagegen einen vielfach größeren Aufwand, der nur in wenigen Fällen vertretbar war. Da von den Rettungsleitstellen für die Studie teils der Zeitpunkt der Alarmierung, teils der des Ausrückens dokumentiert wurde, ließen sich Hilfsfristen nicht immer verlässlich berechnen. Als noch größere Schwierigkeit erwies sich die Tatsache, dass bei Weitem nicht von allen Rettungsmitteln die Zeitpunkte des Eintreffens an der Einsatzstelle und der Abfahrt bzw. des Abflugs mit dem Patienten zu ermitteln waren. Prinzipiell werden diese zwar in der Rettungsleitstelle protokolliert, wenn im Rettungsmittel die

betreffende Funkmeldestatus(FMS)-Taste betätigt wird, um seinen Einsatzzustand zu übermitteln. Allerdings erreichten einige dieser Meldungen fernmeldetechnisch bedingt nicht die Leitstelle oder der Status wurde versehentlich erst mit einigen Minuten Verspätung übermittelt. Wo diese Daten fehlten, wurden ersatzweise auch handschriftlich verzeichnete Eintreff- und Abfahrtszeiten des Notarztes herangezogen; letztere stellvertretend für den Beginn des Patiententransports. Bei entsprechender Dokumentation in den Notarztprotokollen gelang dies auch. Allerdings war festzustellen, dass diese Zeitangaben mitunter von den automatisch protokollierten Daten bei der Rettungsleitstelle abwichen und daher nur als ungefähre Werte gelten können.

Für über 50 Datensätze lagen die Zeitpunkte des Ausrückens des Rettungsmittels und seines Eintreffens an der Einsatzstelle vor. Aus deren Differenz wurde die Anfahrtszeit bis zum Notfallort berechnet, wobei an die beschriebenen Unsicherheiten bei Zeitstempeln oder handschriftlich dokumentierten Zeiten erinnert sei. Die Datensätze betrafen etwa je zur Hälfte Rettungswagen und Rettungs- bzw. Intensivtransporthubschrauber. Alle so dokumentierten RTW trafen in weniger als dreizehn Minuten nach Verlassen der Rettungswache an der Unfallstelle ein. Luftrettungsmittel, die in aller Regel zusätzlich zum bodengebundenen Notarzt alarmiert wurden, benötigten in lediglich drei der dokumentierten Fälle mehr als 15 Minuten zum Erreichen der Einsatzstelle. Bei zwei dieser Einsätze spielte zweifellos eine Rolle, dass sich ein geeigneter Landeplatz nur in einiger Entfernung zum Notfallort finden ließ. Daher musste sowohl das medizinische Personal des Hubschraubers mit einem Zubringerfahrzeug zur Unfallstelle gebracht als auch der Patient mit einem Rettungswagen zum Hubschrauber transportiert werden. Die üblichen Hilfsfristvorgaben wurden also bei den Einsätzen, die sich diesbezüglich auswerten ließen, nicht überschritten.

In ähnlicher Weise wurde die Dauer präklinischer und technischer Rettungsmaßnahmen an der Unfallstelle abgeschätzt. Abbildung 52 gibt die Verteilung der Verweildauer des Rettungsdienstes an der Unfallstelle bis zum Abtransport des Patienten wieder. Neben den oben

erwähnten Unsicherheiten muss darauf hingewiesen werden, dass teilweise nur geringe Fallzahlen für die Auswertung zur Verfügung standen. Es ist festzustellen, dass Fußgänger und Radfahrer durch Rettungsdienst und Notarzt am schnellsten versorgt und in einen transportfähigen Zustand gebracht werden konnten. Einige von ihnen waren bereits innerhalb von 15 Minuten nach Eintreffen der Rettungskräfte auf dem Weg in die Klinik. Bei schwerstverletzten Motorradfahrern kann dagegen vermutet werden, dass komplexere Verletzungsmuster auch die präklinische Behandlung verlängerten, so dass die Verweildauer in Einzelfällen mehr als 45 Minuten betrug. Bei vielen, wenn auch nicht allen, schwerstverletzten Fahrzeuginsassen war außerdem eine technische Rettung vonnöten. Diejenigen Fälle mit Verweildauern von über einer Stunde an der Einsatzstelle waren durch besonders schwierige Befreiungsmaßnahmen eingeklemmter Insassen gekennzeichnet.

Bei Patienten, die mit einem Rettungshubschrauber ins Krankenhaus gebracht werden, können auch besondere

notärztliche Maßnahmen einen zusätzlichen Zeitbedarf am Boden erfordern. Invasive Maßnahmen wie das Anlegen einer Thoraxdrainage, um den Pleuraraum von eingedrungener Luft oder Körperflüssigkeit zu entlasten, lassen sich während des Fluges nicht mehr durchführen und werden dann vorsorglich vor dem Start vorgenommen.

Mitunter ließen sich deutliche Unterschiede zwischen der vom Rettungsmittel übermittelten Eintreffzeit an der Klinik und der durch die Klinik dokumentierten Einlieferungszeit feststellen. Hierbei ist zu beachten, dass das Erreichen des Krankenhausgeländes nicht zwingend gleichzusetzen ist mit der Aufnahme des Patienten im Schockraum. Gerade beim Transport mittels Hubschrauber können mehrere Minuten zwischen dem Aufsetzen auf dem Landeplatz und dem Erreichen der Notaufnahme verstreichen. Je nach baulichen Gegebenheiten auf einem Klinikgelände muss mancherorts die Trage mit dem Patienten erst vom Hubschrauber in einen Rettungswagen o. Ä. umgeladen und bis zur Notaufnahme gefahren werden.

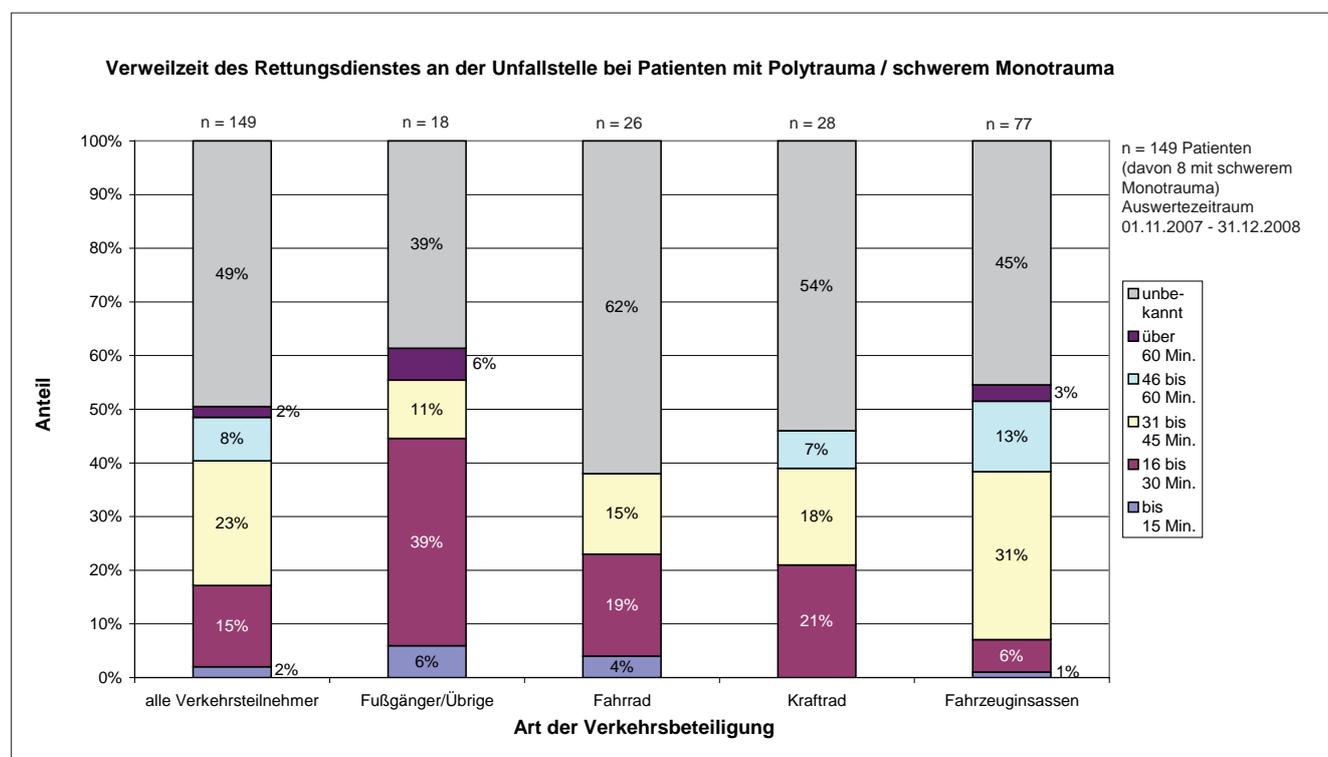


Abbildung 52: Verweildauer des Rettungsdienstes an Unfallstelle bei klinisch behandelten Patienten, Nov. 2007 bis Dez. 2008 [3]

Die gesamte Rettungszeit vom Verletzungseintritt bis zum Erreichen der Klinik wurde als Differenz aus der polizeilich aufgenommenen Unfallzeit und der Einlieferungszeit gemäß Dokumentation in der Klinik gebildet (s. Abbildung 53). In Abhängigkeit von der Datenlage war dies nicht für alle klinisch behandelten Unfallopfer im Fallmaterial möglich, lässt aber Tendenzen erkennen. Die anzustrebende Frist von etwa einer Stunde für das Erreichen ließ sich nur bei etwa jedem dritten lebensbedrohlich Verletzten einhalten. Am ehesten gelang dies bei Fußgängern und Radfahrern. Dabei spielte neben der vergleichsweise kurzen Verweildauer des Rettungsdienstes an der Einsatzstelle in vielen Fällen auch die Lage der Unfallstelle in einem der Ballungsräume um Augsburg und Ulm eine Rolle. Dann waren sowohl die Anfahrtswege für die Rettungsmittel als auch die Transportwege in eine geeignete Klinik kurz. Lebensbedrohlich verletzte Motorradfahrer und Insassen von Pkw oder Nutzfahrzeugen verunglückten hingegen, wie in Kapitel 5.2.3 und 5.2.4 gezeigt, besonders häufig außerorts, wodurch sich die Anfahrts- und Transportzeiten für die Rettungskräfte

verlängern können. In einigen Fällen ergaben sich, insbesondere für Fahrzeuginsassen, Gesamtrettungszeiten von mehr als eineinhalb, in Ausnahmefällen auch mehr als zwei Stunden bis zur Einlieferung ins Traumazentrum.

Ein eventueller Einfluss widriger Witterungs- und Lichtverhältnisse auf das Erreichen der Unfallstelle durch den Rettungsdienst oder auf den Patiententransport ist bei allgemeiner Betrachtung nicht erkennbar. Die Häufigkeitsverteilungen dieser äußeren Faktoren bei Patienten, die lebend die Klinik erreichten und denjenigen, die an der Unfallstelle starben, ähneln sich (s. auch Abbildung 27). Allerdings steht in den Abend- und Nachtstunden oder bei schlechtem Wetter normalerweise kein Rettungshubschrauber zur Verfügung, wie schon in Kapitel 2.1.1 ausgeführt.

5.4.4 Präklinische Versorgung

Die Behandlung von lebensbedrohlich Verletzten am Unfallort, insbesondere mit invasiven Maßnahmen,

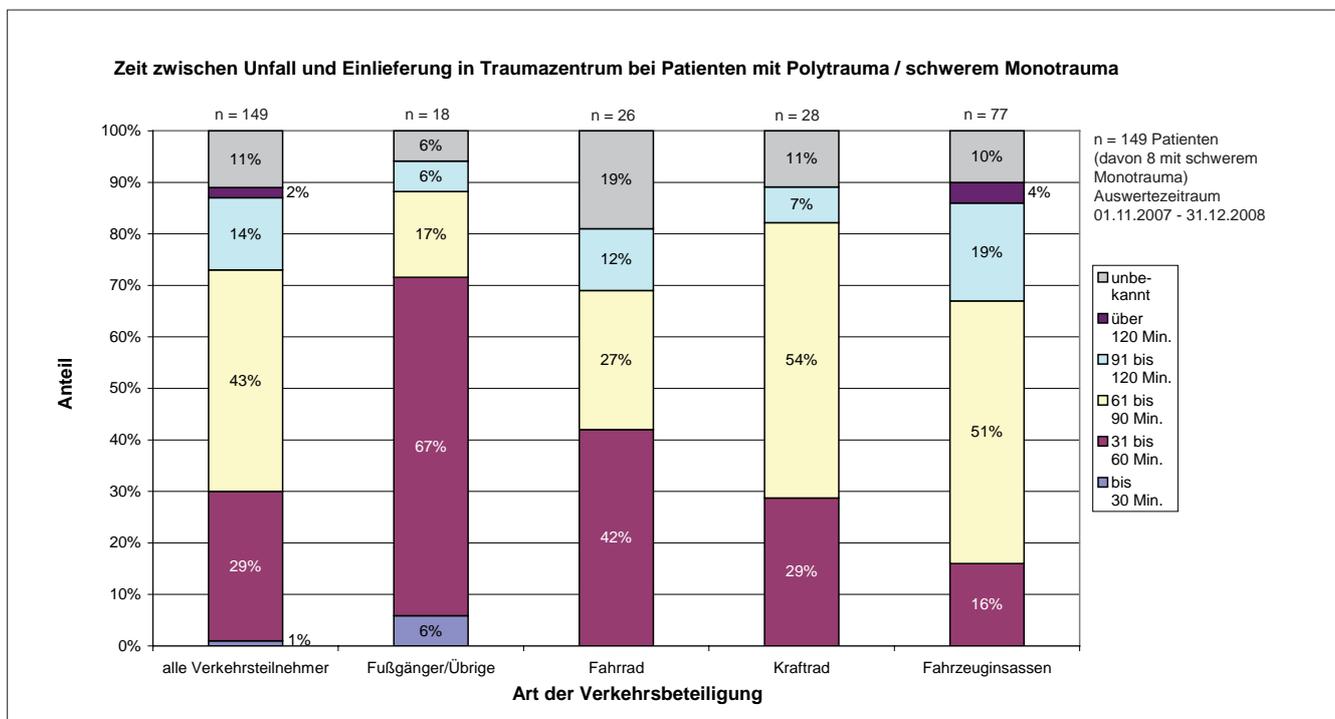


Abbildung 53: Dauer zwischen Unfall und Erreichen der Klinik der Maximalversorgung bei klinisch behandelten Patienten, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

wird entscheidend durch den Vitalstatus des Patienten bestimmt, da für den Rettungsdienst und Notarzt diagnostische Möglichkeiten an der Einsatzstelle nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. In erster Linie erfolgt die Beurteilung anhand von Pulsfrequenz und Blutdruck, Atemfrequenz und Bewusstseinslage. Letztere lässt sich mit Hilfe des Glasgow Coma Scales, wie in Kapitel 3.1 erläutert, als Prädiktor für die Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas bestimmen. Etwa die Hälfte der schwerstverletzten Fußgänger und Radfahrer zeigten demzufolge an der Unfallstelle Anzeichen schwerer Hirnverletzungen; bei Kraftradbenutzern und Fahrzeuginsassen betraf dies ungefähr jeden Dritten. Immerhin die Hälfte der Pkw- und Kleintransporterinsassen mit dokumentiertem Glasgow Coma Scale wiesen nur geringe oder keine Bewusstseinsstörungen auf.

Die Intubationsrate der präklinisch Behandelten lag zwischen 58 % bei Radfahrern und 71 % bei Motorradfahrern. 11 % aller Patienten erhielten an der Unfallstelle außerdem eine Thoraxdrainage; bei weiteren 16 % wurde diese im Schockraum gelegt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass offenbar bei keinem der verunglückten Fußgänger an der Unfallstelle, aber bei 17 % von ihnen im Krankenhaus eine Drainage gelegt wurde. Möglicherweise wurde auf diese Maßnahme an der Unfallstelle verzichtet, weil die Transportwege ins nächstgelegene Traumazentrum mit besseren Möglichkeiten für diesen Eingriff vergleichsweise kurz waren. Wie weiter oben beschrieben, wird dagegen bei einem geplanten Transport auf dem Luftweg die Indikation für eine Thoraxdrainage eher großzügig gestellt.

Wie beschrieben sind die Möglichkeiten für die Diagnostik mit sinnvollem apparativen und zeitlichem Aufwand an der Einsatzstelle beschränkt. Insbesondere werden dort in der Regel keine bildgebenden Verfahren wie Röntgen oder Computertomografie zur Erkennung von Verletzungen eingesetzt. Daher kommt der Berücksichtigung des voraussichtlich stattgefundenen Aufpralls und Verletzungsmechanismus durch den Notarzt besondere Bedeutung zu, um das Risiko für verdeckte Verletzungen, beispielsweise innere Blutungen oder Lungenkontusionen, beurteilen zu können und adäquate Entschei-

dungen für die Erstversorgung und den Transport des Patienten zu treffen. Auf zwei Erkenntnisse aus dem Studienmaterial soll in diesem Zusammenhang näher eingegangen werden.

Bei Frontalkollisionen ließ sich feststellen, dass Fahrzeuginsassen mit schweren Verletzungen der unteren Gliedmaßen – meist schwere Frakturen der Oberschenkel- oder Unterschenkelknochen – dann auch schwere Verletzungen der Brustregion, wie Lungenkontusionen oder Pneumothorax, davontrugen. Dies galt weitgehend unabhängig davon, ob die Personen ungegurtet oder gegurtet waren, wenngleich bei gurtgesicherten Personen solche Verletzungsbilder erst bei massiver Fahrzeugdeformation eintraten. Es ist daher zu vermuten, dass eine Aufprallschwere, die derartig hohe Kontaktkräfte zwischen der Instrumententafel und den Beinen erzeugt, gleichzeitig auch über das Lenkrad und ggf. den Schultergurt und den Airbag eine Energiemenge in den Thorax einleitet, die geeignet ist, dort Rippenfrakturen und stumpfe Organverletzungen hervorzurufen. Offene oder Trümmerbrüche an den großen Röhrenknochen der Beine nach Frontalaufprall könnten für das medizinische Personal an der Einsatzstelle also möglicherweise als Prädiktor für nicht unmittelbar sichtbare, aber ebenfalls gravierende, Verletzungen in der Brustregion dienen.

Wenn Rettungskräfte bei Insassen kritische Verletzungen der Wirbelsäule und insbesondere des Rückenmarks befürchten, wird versucht, diese besonders schonend aus dem verunglückten Fahrzeug zu retten. Meist wird dann unter Inkaufnahme längerer Rettungszeiten das Dach oder die komplette B-Säule entfernt, um den Verletzten achsengerecht aus dem Fahrzeug zu heben. Grundgedanke ist bei dieser Befreiung, möglichst geringe Relativbewegungen zwischen den Wirbelkörpern zuzulassen, die eine Quetschung des Rückenmarks oder Einspießung von Knochenfragmenten provozieren könnten. Ist der Vitalzustand des Patienten aber instabil oder besteht Verdacht auf schwere Verletzungen von Organen oder großen Gefäßen, so ist eigentlich eine schnelle Rettung indiziert. Eine weitere Erkenntnis aus dem Patientengut schwerstverletzter Fahrzeuginsassen ist daher eventuell für die Strategie bei der Befreiung von Bedeutung: Bei einem erheblichen An-

teil von Fahrzeuginsassen, die in lebensbedrohlichem Verletzungszustand in ein Krankenhaus kamen, wurden zwar Schädigungen an der Wirbelsäule festgestellt. Bei 26 % von ihnen betraf dies die Halswirbelsäule (ausgenommen Distorsionen ähnlich des sog. „Schleudertraumas“), bei 17 % die Brustwirbelsäule und bei 14 % die Lendenwirbelsäule. Zum größten Teil handelte es sich allerdings um einfache Frakturen von Quer- oder Dornfortsätzen, denen ein Verletzungsschweregrad AIS 2 zugeordnet ist. Die weitaus gefährlicheren Fälle mit Beteiligung des Rückenmarks betreffen dagegen nur vier der insgesamt 77 Insassen. Obwohl die Fallzahl in der vorliegenden Studie zu gering ist, um bereits Empfehlungen auszusprechen, sollten die Ergebnisse Anlass für vertiefte Untersuchungen an weiteren Patientenkollektiven sein, um zu ermitteln, wie groß die Inzidenz kritischer Wirbelsäulenverletzungen bei Fahrzeuginsassen nach Verkehrsunfällen ist. Sollte sich bestätigen, dass diese nur selten auftreten, könnte der Umfang technischer Maßnahmen bei der Rettung zugunsten einer schnelleren Befreiung von schwerstverletzten Fahrzeuginsassen reduziert werden.

5.4.5 Technische Rettung

Naturgemäß beschränkt sich die technische Rettung von Unfallopfern mit lebensbedrohlichen Verletzungsbildern fast ausschließlich auf Kraftfahrzeuginsassen. Im vorliegenden Fallgut wurde nur einmal die Feuerwehr auch zu eingeklemmten Krafttradaufsassen alarmiert, welche nach Alleinsturz unter einen entgegenkommenden Pkw gerutscht waren. Bei Eintreffen der Einsatzkräfte waren sie jedoch schon von Unfallzeugen unter Zuhilfenahme von Wagenhebern befreit worden.

Es ist aber zu betonen, dass Feuerwehren häufig auch zu anderen Unfallereignissen mit Schwerstverletzten alarmiert wurden, obwohl sie in der Studienregion nicht in den regulären Rettungsdienst eingebunden sind. Die Einsatzanlässe reichten vom Aufnehmen grundwassergefährdender Flüssigkeiten über Tragehilfen für den Rettungsdienst und bis zum Ausleuchten für Hubschrauberlandungen an der Unfallstelle (s. Abbildung 54). Unberücksichtigt bleiben bei der folgenden Auswertung Rettungsmaßnahmen an Fahrzeugen, in denen ein oder

mehrere Insassen an der Unfallstelle verstarben, entweder unmittelbar nach dem Aufprall oder im Laufe der präklinischen Bemühungen. Tatsächlich waren gerade solche Fälle häufig mit schweren Einklemmungen assoziiert. Die technischen Maßnahmen sind dann aber mitunter nur noch auf die Bergung des Verstorbenen gerichtet und unterliegen einem geringeren Zeitdruck. Diese Untersuchung soll späteren Analysen des Fallmaterials vorbehalten bleiben.

Knapp die Hälfte der 77 Insassen, die mit einem Polytrauma oder schweren Monotrauma in eine Klinik kamen, mussten zuvor mit hydraulischem Rettungsgerät aus ihren Fahrzeugen befreit werden (s. Abbildung 54). Nicht enthalten sind hier Unfälle, zu denen die Feuerwehr wegen Verdachts auf Einklemmung gerufen wurde, sich dies bei Eintreffen aber nicht als notwendig herausstellte.

In immerhin jedem zehnten Fall mit lebensbedrohlich verletzten Fahrzeuginsassen wurde die Feuerwehr gemäß verfügbarer Informationen für die Studie nicht alarmiert. Darin sind allerdings auch Fälle mit Schwerstverletzten enthalten, die wegen fehlender Gurtsicherung aus dem Auto geschleudert wurden, so dass keine Notwendigkeit für eine technische Rettung bestand. In den übrigen Fällen übernahm die Feuerwehr an der Einsatzstelle Aufräum- oder Absperrarbeiten oder das Ausleuchten der Unfallstelle für die Unfallaufnahme oder das Einrichten eines Landeplatzes für den Rettungshubschrauber. Gerade im ländlichen Raum verfügen allein die Feuerwehren sowohl über die personelle Stärke als auch die notwendige Ausrüstung für solche Tätigkeiten.

Von den 38 Fällen mit Einsatz von hydraulischem Rettungsgerät lag 21-mal eine Einklemmung vor, fünfmal waren Unfallopfer im Fahrzeug eingeschlossen (s. Abbildung 55). Dabei lässt sich nicht immer exakt zwischen einer Einklemmung des Insassen zwischen Fahrzeugteilen, bspw. der Instrumententafel oder der Pedalerie, und fehlenden Zugangsmöglichkeiten, wie bei verklemmten oder unzugänglichen Türen, trennen. Bereits das Entfernen einer Tür kann sowohl den Zugang zum Patienten verbessern als auch eine geringfügige Einklemmung beheben. Als schonende oder „patientengerechte Rettung“

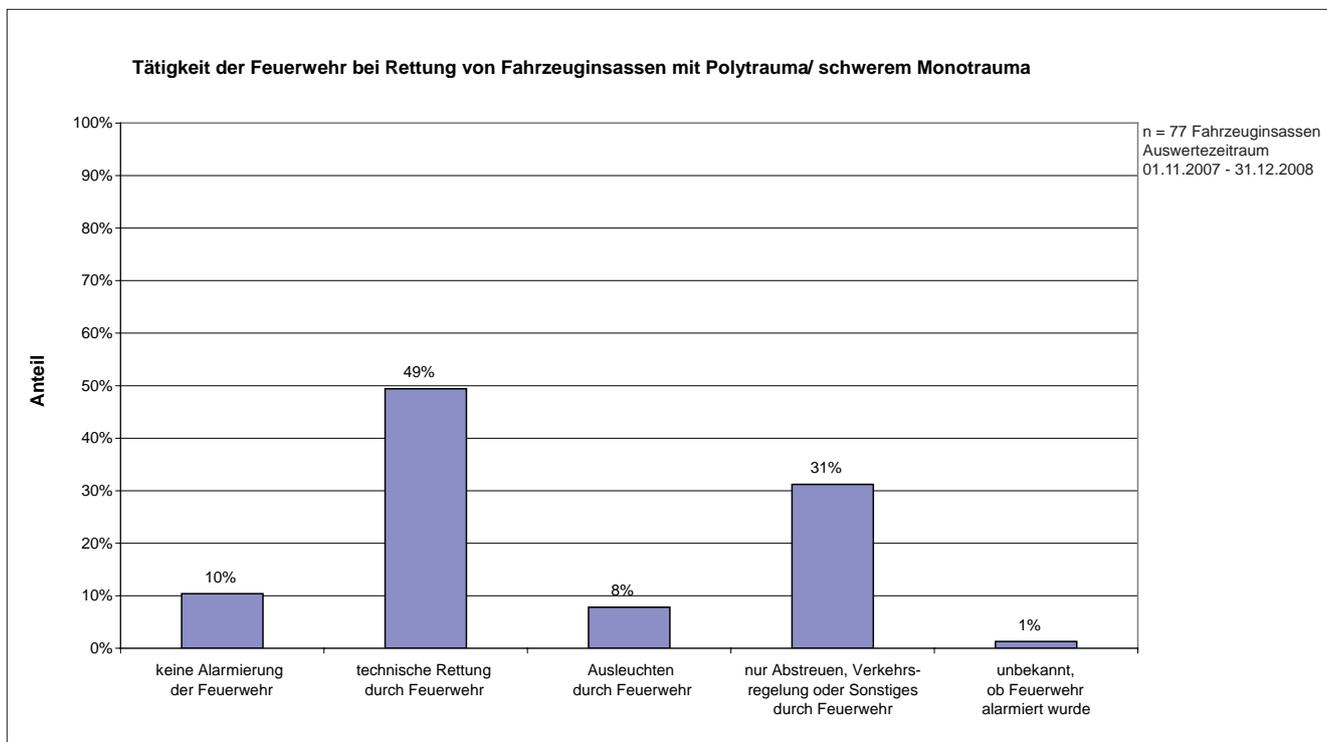


Abbildung 54:
Alarmierung und Tätigkeit der Feuerwehr bei klinisch behandelten Fahrzeuginsassen, November 2007 bis Dezember 2008

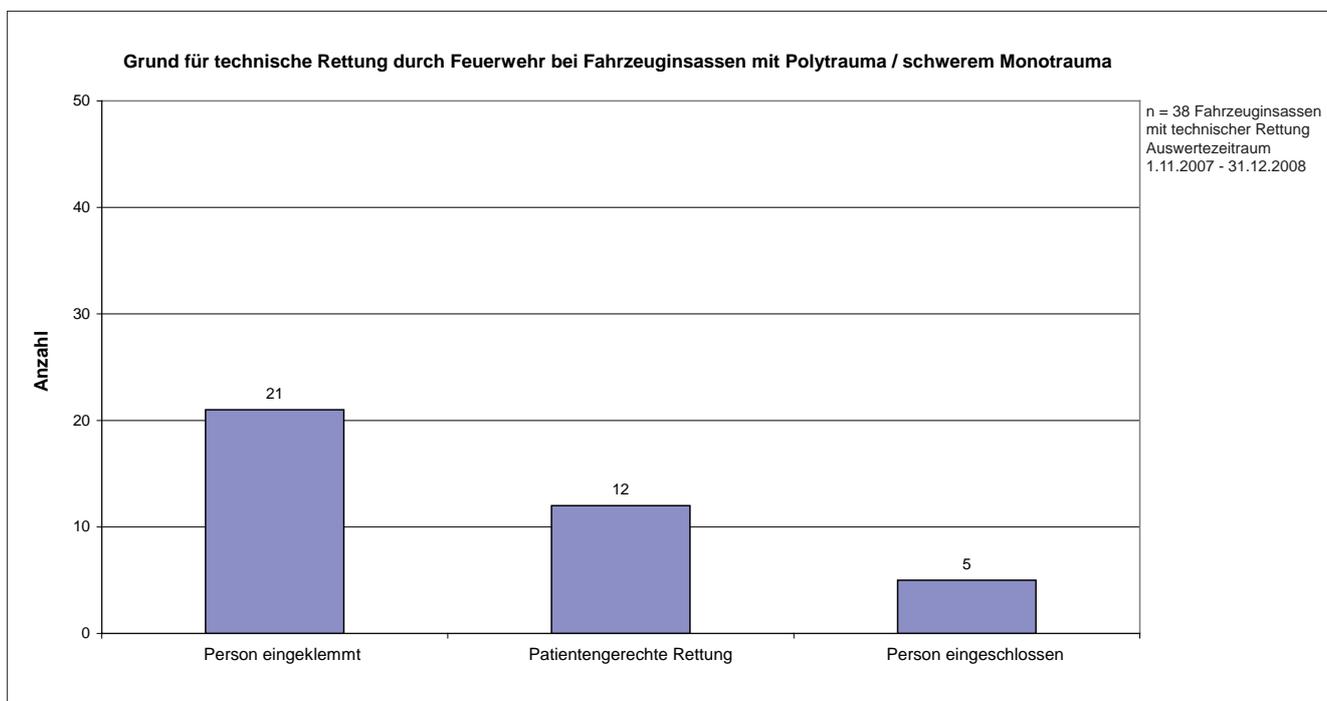


Abbildung 55:
Gründe für technische Rettung bei klinisch behandelten Fahrzeuginsassen, November 2007 bis Dezember 2008

wurde die Befreiung eingestuft, wenn trotz nur mäßiger Einklemmungssituation das Dach oder die B-Säule samt Türen entfernt wurde, um den Insassen möglichst achsengerecht aus dem Fahrzeug zu heben. Die dafür benötigte Zeit stellte dann bei der Entscheidung – die in der Regel durch den Notarzt getroffen wird – einen zweitrangigen Aspekt dar. Auch diese Art der Rettung lässt sich aber nicht immer eindeutig gegenüber den anderen beiden Kategorien abgrenzen.

Nicht enthalten sind in diesem Teilkollektiv sogenannte „Crashrettungen“ durch den Rettungsdienst vor Eintreffen der Feuerwehr, die in zwei Dokumentationen explizit erwähnt wurden. Darunter ist eine sofortige Rettung des Insassen aus seinem Fahrzeug zu verstehen (s. Kapitel 2.1.3), weil Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Vitalstatus anders nicht zu leisten sind, z. B. bei einer Reanimation.

Die Schwierigkeit einer Befreiung wird auch dadurch bestimmt, ob das verunglückte Fahrzeug an der Einsatzstelle für die Rettungskräfte gut zugänglich ist und ob es in Endlage auf den Rädern steht oder auf der Seite oder dem

Dach zu liegen kommt. In letzteren Fällen werden zusätzliche Abstützmaßnahmen gegen Kippen notwendig und der Erstzugang zum Patienten und seine medizinische Versorgung sind erschwert. In Dachlage ist bspw. auch das Abklemmen der Batterie als Sicherheitsmaßnahme vor weiteren Rettungsmaßnahmen fast unmöglich. Wie aus Abbildung 56 zu entnehmen ist, standen von den 71 Pkw und sechs Kleintransportern, in denen Insassen lebensbedrohliche Verletzungen erlitten hatten, die allermeisten nach der Kollision auf den Rädern. Der Vollständigkeit halber sind hierin auch Fälle mit Insassenejektion enthalten, wenngleich die Endlage des Fahrzeugs dabei natürlich ohne Relevanz für die weitere Rettung war.

Als eine besondere Herausforderung für die Rettung muss nach Begutachtung des Studienmaterials der Seitenaufprall gegen Bäume oder Masten angesehen werden. Einerseits besteht ein deutlich höheres Risiko für schwere Kopfverletzungen als beim Frontalanprall des Fahrzeugs. Andererseits sind aufgrund der konstruktionsbedingt geringen Deformationszone Intrusionen der Insassenzelle vorherbestimmt und können leicht dazu führen, dass eine im Anprallbereich sitzende Person an Beinen oder

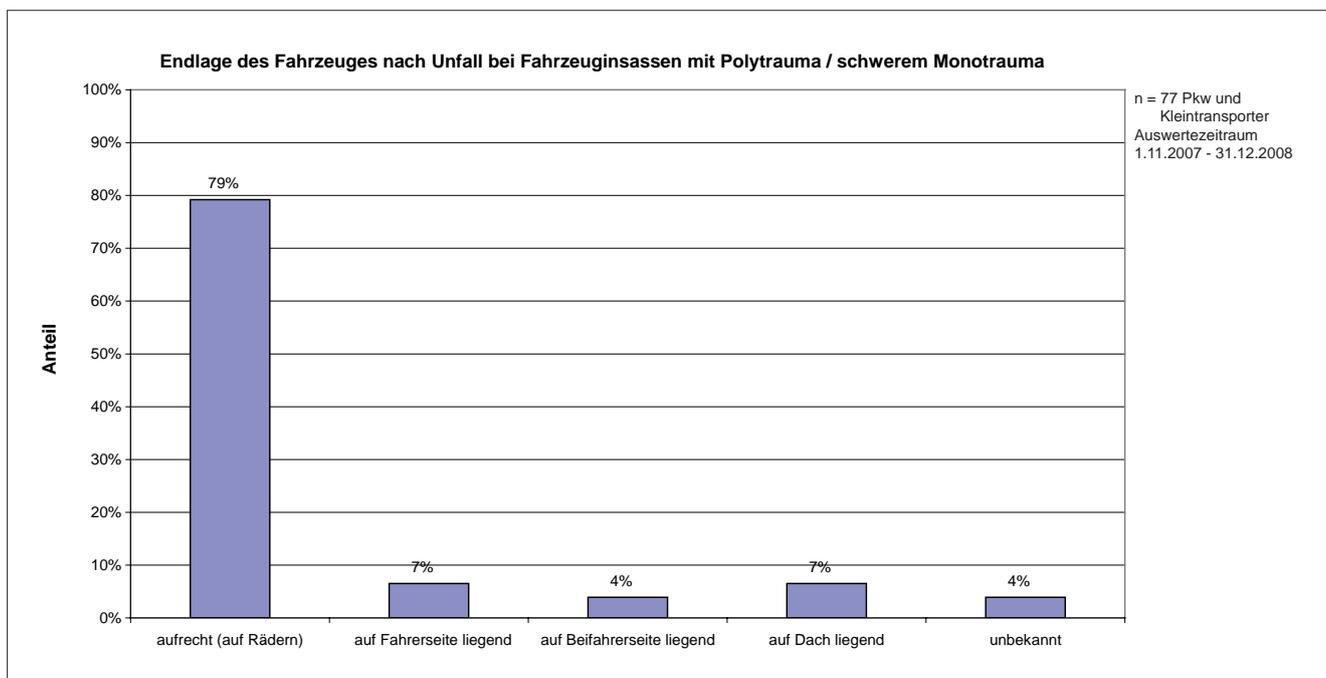


Abbildung 56:
Fahrzeuginlage bei klinisch behandelten Fahrzeuginsassen, November 2007 bis Dezember 2008

am Unterkörper eingeklemmt wird. Falls sich das Fahrzeug nach dem Anprall der Insassenzelle nicht in einer Drehbewegung vom Kollisionsobjekt trennt, werden dort die Türen sehr wahrscheinlich nicht nur verklemmt, sondern durch den Baum oder Mast auch schwer zugänglich sein. Nach mehreren solchen Unfallereignissen war es erforderlich, zunächst das Fahrzeug unter Zuhilfenahme einer Seilwinde oder eines Greifzuges vom Baum wegzuziehen. In einem Fall wurde zusätzlich der tief in den Innenraum ragende Baumstamm mit einer Motorsäge gekürzt, bevor weitere Arbeiten stattfinden konnten (s. Abbildung 57, vor Absägen des Baumstammes).

Die an der Studie mitwirkenden Feuerwehren berichteten nur von wenigen Einsätzen, wo es im Zusammenhang mit der Karosseriefestigkeit verunglückter Fahrzeuge zu Schwierigkeiten beim Einsatz hydraulischer Rettungsgeräte gekommen war. Allerdings handelte es sich in den betreffenden Fällen fast ausnahmslos um Modelle jüngerer Baujahre (ca. 2000 und später), bei denen Rettungsscheren an ihre Grenzen gelangten. Soweit die bereitgestellten Informationen dies zuließen, kann festgestellt werden, dass das Schneiden von Dachsäulen, insbesondere der B-Säulen und der C- oder D-Säulen vereinzelt Probleme bereitete. Bei für den Seitenaufprall verstärkten B-Säulen moderner Fahrzeugkonstruktionen



Abbildung 57:
Rettung eines eingeklemmten Fahrers nach seitlichem Baumanprall (Quelle: Feuerwehr Erbach a. d. Donau)

scheint sowohl die Festigkeit des Materials als auch die Querschnittsgröße für manche Rettungsgeräte Probleme zu bereiten. Insbesondere im Bereich der Gurthöhenverstellung sowie im Übergang zum Türschweller (mit unterer Gurtverankerung und Gurtaufrollautomat) und zum Dach sind hohe Schneidkräfte erforderlich. Das Trennen war auch dort erschwert, wo versucht wurde die B-Säule gemeinsam mit dem Fensterrahmen der benachbarten Tür zu schneiden. Abbildung 58 illustriert solch eine Situation, wobei mit einem V-förmigen Einschnitt am Übergang von der Säule zum Dach eine alternative Lösung gefunden wurde. Fotos einiger Pkw, von denen keine Schwierigkeiten bei der technischen Befreiung berichtet wurden, lassen vermuten, dass Trennversuche der B-Säule nicht sofort und nicht an jeder Stelle zum Erfolg führten. Schwierigkeiten im Bereich der C- oder D-Säulen waren dagegen offenbar eher durch deren Querschnitte bzw. Breite als ihre Festigkeit verursacht, was ein mehrfaches Nachsetzen mit dem Schneidgerät erforderte. Bei einigen Einsätzen wurden daher nicht sämtliche Dachsäulen durchtrennt, sondern der Dachrahmen vor den C-Säulen beidseits eingeschnitten und das Dach nach hinten umgeklappt. Das Durchtrennen der A-Säule stellte nach den vorliegenden Dokumentationen offenbar keine besonderen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Rettungsgeräte. Moderne Cabriolets, bei



Abbildung 58:
Schnittansätze an der fahrerseitigen B-Säule gemeinsam mit Fensterrahmen und vollzogener V-Schnitt am Übergang zum Dach (Quelle: Feuerwehr Ettenbeuren)

denen allgemein von einer besonderen Festigkeit der A-Säulen als Schutz bei Überschlag ausgegangen werden muss, waren allerdings im Fallmaterial nicht vertreten. Im Schwellerbereich, der bei jüngeren Fahrzeuggenerationen ebenfalls häufig strukturell verstärkt ist, wurde augenscheinlich sehr selten getrennt.

5.4.6 Akutbehandlung im Krankenhaus

Alle 149 schwerstverletzten Patienten im Fallkollektiv wurden bei Einlieferung im Traumazentrum – auch bei Zuverlegung – im Schockraum erstbehandelt. Die dort durchgeführte Diagnostik beinhaltete in fast allen Fällen auch eine Computertomografie. Das Röntgen des Schädels und der Wirbelsäule wurde dadurch weitgehend ersetzt und fand in erster Linie für die Verletzungsdiagnostik im Bereich von Thorax, Becken und Extremitäten Anwendung.

Sieben Opfer erlagen ihren Verletzungen noch im Schockraum. Fast alle übrigen kamen im Anschluss an diese Erstbehandlung zunächst auf die Intensivstation. Lediglich

vier Patienten, davon zwei Kinder, wurden gleich normalstationär behandelt. Die Dauer des Aufenthaltes in den Häusern der Maximalversorgung differierte stark zwischen einem Tag und 123 Tagen im Höchstfall. Vergleichsweise kurze Behandlungszeiten in der Akutklinik fanden sich am ehesten bei isolierten, aber als schwer eingestuftem Schädel-Hirn-Traumata, wenn sie ohne weitere Komplikationen blieben. Komplizierte Frakturen des Beckens oder von Gliedmaßen trugen dagegen eher zu langen Liegezeiten bei, wie auch frühere Forschungsarbeiten aus der Traumatologie belegen [39]. Auch eventuell eintretende Komplikationen im Verlauf der Behandlung beeinflussten die Aufenthaltsdauer im erstbehandelnden Krankenhaus und führten in Einzelfällen zur erneuten Verlegung auf die Intensivstation. Auch vergleichsweise kurze Liegedauern in den Traumazentren dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass Unfallopfer mit lebensbedrohlichen Verletzungen nach ihrer Entlassung großenteils weiterer stationärer Behandlungen in anderen Krankenhäusern, Rehabilitationseinrichtungen oder Pflegezentren bedürfen. Abbildung 59 zeigt die Verteilung nach Art der Entlassungsziele für die Anschlussheilbehandlung (AHB).

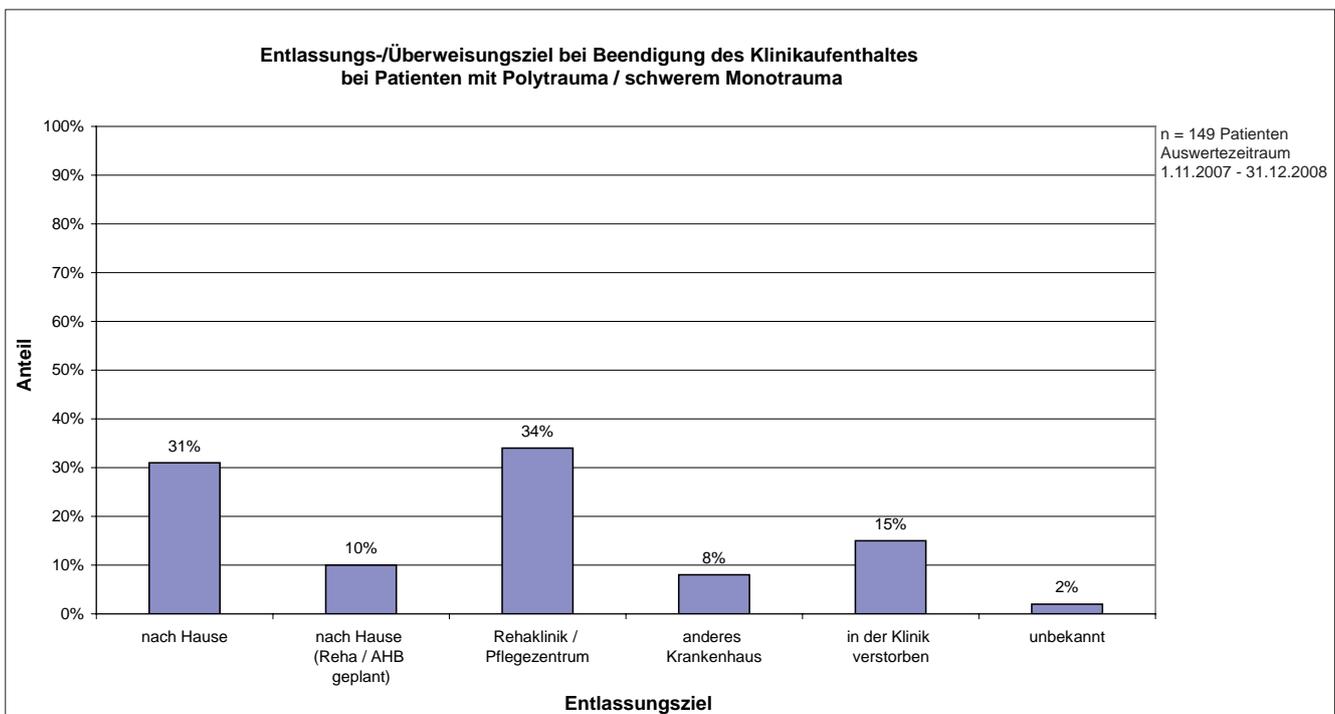


Abbildung 59: Art der Entlassungsziele nach Akutbehandlung bei klinisch Behandelten, November 2007 bis Dezember 2008 [3]

6 Workshop „Optimierung der Rettungskette“

Obwohl die prospektive Erhebung von Unfalldaten im Zusammenhang mit lebensbedrohlich verletzten Verkehrsteilnehmern wichtige Aspekte der Rettungskette aufzeigte, kann die begrenzte Anzahl sinnvoll dokumentierbarer Merkmale im Rahmen der Studie den Ablauf einer einzelnen Rettung nicht in ihrer Komplexität und ihren individuellen Randbedingungen vollständig abbilden. Auch, weil regionale Unterschiede in der Organisation des Rettungswesens, der Struktur der Meldewege und der medizinischen Versorgung von Unfallopfern bestehen können, lassen sich nicht ohne Weiteres verallgemeinernde Schlussfolgerungen über Verbesserungsmöglichkeiten bei der Rettung von Verunglückten in Deutschland ziehen. Andererseits stellen schwere Unfälle seltene Ereignisse im Verkehrsgeschehen dar und für eventuell auftretende Schwierigkeiten bei der Rettung gilt dies umso mehr. Im Bestreben um weitere Verbesserungen kommt man allerdings nicht umhin, auch solche Extremsituationen zu betrachten, um möglicherweise noch bestehende grundlegende Schwächen zu identifizieren und nach Abhilfe zu suchen. Durch die vom Föderalismus stark geprägte Organisation des Unfallrettungswesens können dabei Probleme in einem Bundesland, teilweise auch in einem bestimmten Landkreis, in einem anderen Land oder Landkreis bereits gelöst sein, dort aber wiederum andere Herausforderungen im Vordergrund stehen.

Um eine größere Vielfalt von Eindrücken zu erhalten, wo auch aktuell noch Schwierigkeiten im Ablauf der Rettungskette zwischen Unfalleintritt und Einlieferung in der Notaufnahme eines geeigneten Krankenhauses bestehen können, wurde durch die Unfallforschung der Versicherer ein Workshop „Optimierung der Rettungskette“ geplant und mit Experten aus verschiedenen Disziplinen und Einrichtungen, die an der Unfallrettung beteiligt sind, durchgeführt.

Workshop-Ablauf und Ergebnisse

Der Workshop „Optimierung der Rettungskette“ fand am 12. Mai 2010 in Berlin in den Räumlichkeiten des Gesamt-

verbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) statt. Auf Einladung der Unfallforschung der Versicherer hatten sich 15 Angehörige von Organisationen und Einrichtungen, die bei der Rettung von schwer- oder schwerstverletzten Unfallopfern nach Verkehrsunfällen beteiligt oder mit Verkehrssicherheit beschäftigt sind, eingefunden. Bei der Kontaktaufnahme zu den Teilnehmern war angestrebt worden, nicht nur ein breites Spektrum von Disziplinen widerzuspiegeln, sondern dafür auch Vertreter aus verschiedenen Bundesländern und sowohl aus Ballungsräumen als auch dünner besiedelten Regionen zu gewinnen. Auf diese Weise sollten beispielsweise nicht nur Erfahrungen von Berufsfeuerwehren, sondern auch von freiwilligen Feuerwehren, und nicht nur von Notärzten aus der Luftrettung, sondern auch von bodengebunden eingesetzten Rettungskräften gehört werden. Die mit den Teilnehmern abgestimmte Zusammenfassung der Diskussion und ihre Schlussfolgerungen sind im folgenden Ergebnisprotokoll wiedergegeben. Alle übrigen Ausführungen und Schlussfolgerungen des vorliegenden Forschungsberichts entsprechen nicht zwangsläufig den Ansichten der Workshop-Teilnehmer.

Ergebnisprotokoll des Workshops „Optimierung der Rettungskette“ beim Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) in Berlin am 12.05.2010

Die Unfallforschung der Versicherer (UDV) beim GDV setzt sich bei ihrer Arbeit seit geraumer Zeit mit Schwerstverletzten als Folge von Verkehrsunfällen auseinander. Im Rahmen des abgehaltenen Workshops sollten Erfahrungen und Meinungen von Vertretern der an der Rettungskette beteiligten Einrichtungen und Institutionen eingeholt werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf einer zeitlichen Verkürzung der Rettungskette im Sinne einer höheren Überlebenschance und einem verringertem Risiko für Funktionseinschränkungen bei Schwerstverletzten liegen. Dabei bestand von vornherein Klarheit darüber, dass aufgrund der Heterogenität des Unfallgeschehens und des Rettungswesens in Deutschland kein vollständiges und repräsentatives Bild der Lage gezeichnet werden kann.

15 Angehörige verschiedener Organisationen und Einrichtungen nahmen am Workshop teil:

- Rettungsleitstellen: 2 Vertreter
- Rettungsdienst und Notärzte: 3 Vertreter
- Traumazentren: 3 Vertreter
- Luftrettung: 1 Vertreter
- Feuerwehr: 3 Vertreter

sowie je ein Vertreter der Polizei, des Deutschen Verkehrssicherheitsrates (für Verkehrsmedizin und Rettungswesen) und der Bundesanstalt für Straßenwesen. Seitens der UDV nahmen neben dem Workshop-Leiter zwei Vertreter aus dem Fachbereich „Fahrzeugsicherheit“ teil.

Begrüßung und Einführung

Der Workshop-Leiter begrüßt die Teilnehmer und bedankt sich für ihr Kommen und die Bereitschaft zur Teilnahme am Workshop.

Der Fachbereichsleiter Fahrzeugsicherheit der UDV erläutert die Geschichte, die Aufgaben und die Struktur der Unfallforschung der Versicherer.

Vorstellung der Ergebnisse der Studie „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“

Im ersten Teil des Workshops stellt der Workshop-Leiter die Ergebnisse der UDV-Studie „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“ vor, [...]. [Anm.: Auf die Wiedergabe der Zusammenfassung der Studienergebnisse für die Workshop-Teilnehmer – mit Schwerpunkt auf Verletzungen und Aspekten der Rettung – wird hier verzichtet, da diese in den vorangegangenen Kapiteln umfassend beschrieben sind.]

In der folgenden kurzen Diskussion über die Ergebnisse der Studie wurde darauf hingewiesen, dass der hohe Anteil lebensbedrohlich verletzter und getöteter Pkw-Insassen nicht darüber hinwegtäuschen darf, dass diese auch eine besonders hohe Transport- und Fahrleistung erbringen, die für die hohe Zahl Verunglückter mitverantwortlich ist. Beispielsweise ist das fahrleistungsbezogene Risiko für Motorradfahrer um ein Vielfaches höher. Die Nachfrage, ob im Rahmen der Studie die Ursachen für Alleinunfälle ermittelt wurden, kann nicht genau beantwortet werden, da die Unfallursachen bzw. das Fehlverhalten von

Verkehrsteilnehmern im Rahmen der Studie bewusst nicht erhoben wurden. Bei der Diskussion um die AIS-Bewertung verschiedener Verletzungen, die auch auf die Höhe des ISS Einfluss haben, wurde darauf hingewiesen, dass einerseits Femurfrakturen mit dem gleichen AIS bewertet werden, gleich ob sie als Schaftfraktur oder als gelenksnahe Fraktur auftreten. Ein Vertreter der Kliniken verwies auf die große Häufigkeit von Frakturen der unteren Extremitäten und das resultierende hohe Risiko für Behinderungen bei Insassen von Güterkraftfahrzeugen, wie vor einigen Jahren in einer eigenen Studie festgestellt wurde. Ein anderer Klinikvertreter merkt unter Bezugnahme auf den hohen Anteil von Lungenkontusionen bei der UDV-Studie an, dass durch die Verwendung früherer AIS-Versionen in Verbindung mit modernen diagnostischen Möglichkeiten solche Verletzungen heutzutage eventuell überbewertet werden. Mit Hilfe der Computertomografie sind nun auch schon kleinste Lungenkontusionen feststellbar. Bei Einführung des AIS, Version 1998, konnten mittels Röntgen allerdings nur ausgedehnte, weitaus gefährlichere Lungenkontusionen bildgebend festgestellt werden.

Im zweiten Teil des Workshops führten die Teilnehmer Diskussionen zu den vier wesentlichen Zeitabschnitten innerhalb der Rettungskette:

1. Unfalldetektion und Unfallmeldung

Allgemein besteht in der Bevölkerung zwar Bereitschaft, einen Verkehrsunfall zu melden. Bemängelt wird aber, dass in zunehmendem Maße zu einem einzigen Unfallereignis zwar eine Vielzahl von Notrufen bei den Leitstellen eingeht, insbesondere über Mobiltelefon; diese aber unzureichende Informationstiefe aufweisen. Die Anrufer sind häufig nicht willens oder in der Lage, das Notfallereignis und die Lage des Unfallortes ausreichend genau zu beschreiben. Verkehrsunfälle, die längere Zeit unbemerkt bleiben, gehören nach Ansicht der Workshop-Teilnehmer zu den Ausnahmen. Am ehesten denkbar sind solche Szenarien bei Dunkelheit oder für Motorradfahrer, die aus der Kurve getragen werden und eine Böschung hinabstürzen. Ebenso können Alleinunfälle von Radfahrern abseits der Straße (z.B. auf parallel geführten Rad- oder Fußwegen) unter Umständen längere Zeit unbemerkt bleiben.

Die Ausstattung von Pkw mit automatischen Notruf- und Ortungssystemen, wie sie die Initiative der europäischen Kommission „eCall“ vorsieht, wird von den Teilnehmern allgemein begrüßt. Die bindende Einführung des Systems ist allerdings mehrmals verschoben worden; derzeit ist nicht von einer Einführung vor 2012 zu rechnen. Nach Aussage eines Vertreters der Feuerwehr soll die Ausstattungsoption mit dem eCall-System durch den Fahrzeugkäufer allerdings abwählbar sein. Ein Teilnehmer berichtet, dass in den USA seit 2006 eine Ausstattungspflicht für Mobiltelefone mit GPS besteht. Es wird angemerkt, dass viele fahrzeugseitige Sicherheitsausstattungen den Endkunden schwer zu vermitteln sind; insbesondere, wenn sie mit einem Aufpreis verbunden sind. Dementsprechend werden viele Sicherheitssysteme immer noch nicht als Serienausstattung eingesetzt. Eine serienmäßige Ausstattung kann neben gesetzlichen Ausrüstungspflichten aber auch angestoßen werden, wenn für das Fahrzeugmodell beim Verbrauchertestverfahren EuroNCAP Zusatzpunkte zu erzielen sind bzw. Punktabzüge in der Sicherheitsbewertung drohen. Einige große europäische Länder (z. B. Frankreich, Großbritannien) haben sich bislang noch nicht zur Teilnahme an eCall verpflichtet.

Als wichtige Funktionalität des eCall-Systems sehen die Teilnehmer neben der frühest möglichen Detektion eines Unfalls (über Airbagauslösung) die Übermittlung der Ortsdaten im Mindestdatensatz an die Rettungsleitstelle. Vertreter von Leitstellen und Feuerwehr berichten davon, dass bei Unfällen auf Autobahnen oder in Tunnels häufig keine verlässlichen Angaben vom Anrufer zu erhalten sind, zwischen welchen Anschlussstellen er sich befindet oder in welcher Fahrtrichtung er unterwegs ist. Bei manchen Feuerwehren wird deshalb die vermutete Einsatzstelle von zwei Seiten und somit der doppelten Menge von Einsatzfahrzeugen beschickt. Mit zusätzlicher Sensorik ließe sich das Meldebild weiter verbessern (beispielsweise hinsichtlich der Anzahl von Fahrzeuginsassen oder der Kollisionsart).

2. Notrufbearbeitung, Disposition von Rettungsmitteln

In der Bundesrepublik existieren 456 Rettungs- und Feuerwehrleitstellen (Stand 2008). Für die technische und personelle Ausstattung sowie die Qualifikation der Leitstellenmitarbeiter existieren keine einheitlichen Standards. Je

nach Bundesland ist ein unterschiedlich hoher Grad der Vereinheitlichung erreicht. Weitgehend standardisierte Ausstattungen in den Rettungsleitstellen gibt es bisher nur in Bayern, Sachsen und Hessen. Auf jeden Fall existieren für Rettungsleitstellen, Feuerwehrleitstellen und Polizeileitstellen unterschiedliche Standards. Es ist daher momentan nicht feststellbar, ob beispielsweise ein Notruf über das eCall-System oder ein Notruf per SMS überall in der Bundesrepublik angenommen und bearbeitet werden könnte. Die geforderte Qualifikation des Leitstellenpersonals ist zwar weitgehend einheitlich geregelt, die Umsetzung jedoch noch nicht überall erfolgt. Standardisierte Notrufabfragen sind zwar bei manchen Leitstellen eingeführt, ihre Anwendung bleibt jedoch dem jeweiligen Disponenten überlassen. Teilweise ist die Quote der standardisierten Notrufabfragen gering, wobei angemerkt wird, dass es die emotionale Verfassung des Notfallmeldenden mitunter nicht erlaubt, strikt nach dem Abfrageschema vorzugehen.

Die Workshop-Teilnehmer betonen die Notwendigkeit, die bestehende technische Ausstattung und den Bedarf in den Rettungsleitstellen bundesweit zu erheben, um ein umfassendes Bild der Lage zu gewinnen. Bemängelt wird eine Vielzahl bzw. das Fehlen von Schnittstellen zwischen verschiedenen EDV-Systemen zwischen Rettungsleitstellen, Feuerwehrleitstellen und Polizeileitstellen. Selbst innerhalb einer abzudeckenden Region werden durch die Betreiber verschiedenste Datenbanken und elektronisches Kartenmaterial parallel zueinander betrieben und gepflegt. Unter Bezugnahme auf Datenschutz ist die Übermittlung von Einsatzdaten zwischen Leitstellen häufig behindert oder eingeschränkt. Den größten Standardisierungsgrad hat man offenbar bei der Software erreicht, mit Hilfe derer die aktuelle Position von Rettungshubschraubern im Umfeld des eigenen Rettungsdienstbereiches sichtbar gemacht wird. 70 % aller Rettungsleitstellen seien damit ausgestattet.

Weil nach wie vor viele Notrufe mit medizinischem Hintergrund bei der Polizei auflaufen (entweder, weil die Notrufnummer 110 gewählt wird, oder aus fernmeldetechnischen Gründen), kommt der Weiterleitung von Notrufen zwischen diesen Einrichtungen ebenfalls Bedeutung zu. Mancherorts wird die erste Abfrage des Notrufes bei der Polizei vollzogen und das Gespräch anschließend an die

Rettungsleitstelle weitergeleitet, wo ggf. Unfallort und Name des Meldenden erneut erfragt werden müssen. In anderen Leitstellen ist es möglich, den Anruf bei der Polizei durch diese sofort an die Rettungsleitstelle weiterzuleiten. Die Polizei kann dabei das Gespräch weiter mithören. Es wird bemängelt, dass in Einzelfällen die Information über einen Verkehrsunfall mit Verletzten zu spät an die Rettungsleitstelle weitergeleitet wird. Andererseits kommt es mitunter dazu, dass die Polizei verspätet über Verkehrs- oder andere Unglücksfälle informiert wird, wenn diese zuerst bei der Rettungsleitstelle gemeldet werden. Eine Vereinheitlichung des Mindestdatensatzes mit den wichtigsten Informationen (z. B. Einsatzort, Art des Unfalls) könnte die Informationsweitergabe zwischen Rettungsleitstellen, aber auch zwischen Leitstellen verschiedener Behörden, erleichtern. Allgemein sehen die Teilnehmer in der Weiterleitung von Notrufen allerdings keinen wesentlichen Zeitverzug bei der Alarmierung von Rettungskräften. Die Gefahr, dass bei ein und demselben Unfallereignis mehrere Notrufe bei der Leitstelle eingehen und dadurch von den Disponenten Einsatzmittel doppelt alarmiert werden, wird als sehr gering eingeschätzt.

Die zwischen den Bundesländern immer noch nicht angeglichenen Hilfsfristen stellen nach Ansicht der Teilnehmer ein Problem dar. Als Beispiel wird ein Rettungsdienstbereich in einem Bundesland mit weniger strengen Hilfsfristen genannt. Dort wird vereinzelt der Rettungsdienst für den Krankentransport disponiert und bei auftretenden Engpässen dann die Unterstützung aus dem Rettungsdienstbereich des angrenzenden Bundeslandes angefordert. Die Unterschiede in den Hilfsfristen werden als unmittelbare Ursache für die unterschiedlich dichte Ausstattung von Regionen mit Rettungsdienststandorten gesehen, die zu einer überdurchschnittlichen Belastung der besser ausgestatteten Rettungsdienstbereiche führt. Von allen Teilnehmern wird betont, dass die anzustrebende Angleichung der Hilfsfristen in der Bundesrepublik keinesfalls dazu führen dürfe, dass in einigen Ländern die bestehenden Fristen wieder auf ein niedrigeres Niveau zurückgeführt würden. Hilfsfristen sollten nicht nur für das ersteintreffende Rettungsmittel gelten, sondern – wie in einigen Ländern bereits festgelegt – auch eine Eintreffzeit für den Notarzt vorgeben.

3. Präklinische Versorgung und technische Rettung

Ein Vertreter der traumatologischen Forschung stellte eine eigene Studie vor, bei der mehrere Notärzte mit den gleichen, fiktiven Verkehrsunfallsszenarien konfrontiert wurden. Ziel war es zu untersuchen, ob bestimmte Merkmale an der Unfallstelle (beispielsweise Fahrzeugbeschädigungen, Airbagauslösung) verlässliche Prädiktoren für das Vorliegen bestimmter Verletzungen darstellen können, die dem Notarzt als Therapie- und Entscheidungshilfe dienen können. Anhand der gewonnenen Ergebnisse ließ sich kein Merkmal identifizieren, welches eine annähernd verlässliche Verletzungsvorhersage ermöglichen würde. Auch nach den Erfahrungen anderer Teilnehmer ist eine Beurteilung der Verletzungsschwere allein aufgrund der vorgefundenen Fahrzeugbeschädigungen nicht möglich.

Ein Vertreter der Kliniken erläuterte an einem Fallbeispiel einer im Pkw verunglückten schwangeren Fahrerin den zeitlichen Ablauf der Rettungskette und der Maßnahmen in der Klinik. In diesem Fall wie auch bei einem Großteil von polytraumatisierten Verkehrsunfallopfern verstrich zwischen Unfalleintritt und der Einlieferung in die Klinik mehr als eine Stunde.

Ein Vertreter der Feuerwehr beschrieb an einem Dokumentationsvideo die Herausforderungen bei der Versorgung und Befreiung einer eingeklemmten Fahrerin nach einem seitlichen Mastaufprall.

Von mehreren Teilnehmern wird darauf hingewiesen, dass bei verschiedenen Beteiligten innerhalb der Rettungskette mitunter ein unterschiedliches Verständnis von der „Golden Hour of Shock“ besteht. Ideal wäre es, den schwerstverletzten Patienten innerhalb von einer Stunde nicht nur in die Klinik einzuliefern, sondern auch die Schockraumdiagnostik durchführen zu können. Daraus resultiert allerdings eine zulässige präklinische Zeit an der Unfallstelle von 15 bis 20 Minuten. Es wird von Vorschlägen berichtet, den Notarzt 15 Minuten nach Eintreffen an der Unfallstelle beispielsweise durch die Rettungsleitstelle an die bereits verstrichene Zeit zu erinnern, um zu vermeiden, dass das Rettungspersonal an der Einsatzstelle „die Zeit vergisst“. Als Gründe für eine längere Behandlungszeit an der Unfall-

stelle kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage: Einige Teilnehmer vermuten, dass mitunter ein Überangebot für die präklinische Therapie und Diagnostik von einer zeitlich stringenten Vorgehensweise ablenken könnte. Es sei aber auch festzuhalten, dass es Monate oder Jahre dauern kann, bis ein Notarzt in der Praxis auf ein Polytrauma trifft, so dass es für ihn schwer ist, im Umgang damit schnell Erfahrungen zu sammeln und Routine zu gewinnen. Der in einigen Regionen beklagte Notarztmangel wird nicht als spezifisches Problem der Notarzt-Rekrutierung gesehen, sondern als Spiegelbild eines allgemeinen Ärztemangels in gewissen Landstrichen.

Aus Sicht der Teilnehmer kommt der Kommunikation zwischen medizinischem Personal und den Feuerwehren bei eingeklemmten Personen an der Einsatzstelle große Bedeutung zu. Dazu sollte der Notarzt dem Einsatzleiter der Feuerwehr genaue Vorgaben machen, wie die Befreiung erfolgen soll bzw. wie viel Raum für eine Behandlung geschaffen werden soll und welches Zeitfenster dafür zur Verfügung steht. Die Feuerwehr muss dann beurteilen, ob dies möglich ist und welche technischen Maßnahmen sie zu diesem Zweck vorsieht. Nach Ansicht vieler Teilnehmer sind gemeinsame Übungen von Rettungsdienstpersonal, Ärzten und Feuerwehren dafür sehr hilfreich. Allerdings sind sowohl im Ausbildungsprogramm eines Notarztes als auch bei der Ausbildung von Feuerwehrleuten für die gemeinsame Arbeit an der Unfallstelle nur wenige Stunden vorgesehen. Das intensivere Üben der Zusammenarbeit und Kommunikation bleibt derzeit Weiterbildungsveranstaltungen oder freiwilligen Initiativen vorbehalten. In diesem Zusammenhang wird auch bemängelt, dass bislang keine bundesweit einheitliche Vorgehensweise bei der technischen Rettung gelehrt wurde. Mit der neuen Richtlinie des vfdB [Anm.: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.] zur technischen Rettung unter Berücksichtigung medizinischer Erfordernisse sei ein großer Schritt in die richtige Richtung getan.

Für eine schnellere technische Rettung kann es auch sinnvoll sein, mit mehreren Teams (bzw. Rettungsgeräten) gleichzeitig an einem Fahrzeug zu arbeiten. Dies macht die rechtzeitige Alarmierung zusätzlicher Einsatzfahrzeuge, die mit Rüst- oder Rettungssätzen ausgestattet sind, er-

forderlich. Wenigstens eine der eingesetzten Feuerwehren sollte auch auf Grundlage entsprechender Einsatzzahlen in technischer Rettung erfahren und routiniert sein. Beispiele aus der Einsatzpraxis zeigen, dass u. a. der seitliche Anprall gegen schmale Objekte (Baum, Mast) besondere Anforderungen an die technische Rettung stellt und mitunter den zusätzlichen Einsatz von Winden oder Motorsägen erfordert. Mehrere Teilnehmer weisen auch auf die Notwendigkeit regelmäßiger Übungen zur technischen Rettung aus modernen Fahrzeugkonstruktionen hin. Das Durchtrennen der Dachsäulen sei bei einigen aktuellen Fahrzeugmodellen nicht mehr möglich, so dass auf andere Methoden (bspw. Abreißen) umgeschwenkt werden müsse.

Im Rahmen der Diskussion um Verletzungsprädiktoren wird angemerkt, dass in der vorgestellten Studie „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“ zwar eine große Zahl von Frakturen an der Wirbelsäule bei Fahrzeuginsassen und Motorradfahrern zu verzeichnen war, diese aber sehr selten mit Rückmarkschädigungen einhergingen (meist nicht dislozierte Frakturen von Dorn- oder Querfortsätzen). Eventuell sollten daher besonders schonende Befreiungsmaßnahmen (patientengerechte Rettung) bei Vorliegen anderer schwerer Verletzungen gegen den Zeitverlust abgewogen werden. Ein Vertreter der Kliniken merkt an, dass bei der Behandlung im Schockraum (beispielsweise Reanimation) viel höhere Belastungen auf die Wirbelsäule des Patienten ausgeübt werden. Unter Bezugnahme auf die neue Richtlinie des vfdB wird angemerkt, dass dort bewusst drei verschiedene Kategorien der Befreiung von Insassen definiert sind: Abhängig von der jeweiligen Situation die möglichst schonende (achsengerechte) Rettung, die schnelle Rettung innerhalb von maximal 20 Minuten oder die sofortige Rettung auch unter Inkaufnahme eventueller Sekundärschäden.

4. Patiententransport und Klinik

Der Transport von Patienten und die Aufnahme in der Klinik sind in Zukunft mit der zu erwartenden flächendeckenden Einführung von Traumanetzwerken in engem Zusammenhang zu sehen. Generell wird von allen Workshop-Teilnehmern die Gründung der Traumanetzwerke begrüßt, insbesondere weil sie für die teilnehmenden Kliniken die

verbindliche Aufnahme von Schwerstverletzten festlegt. Gleichzeitig steigen die logistischen Anforderungen, sowohl für die Versorgung innerhalb der Klinik als auch den Patiententransport dorthin. Einige Teilnehmer erwarten, dass die Verlegung von Patienten zwischen Kliniken bzw. der Transport in weiter entfernte (geeignete) Kliniken einen vermehrten Einsatz von Hubschraubern zur Folge haben wird. Der Vertreter der Luftrettung befürchtet derzeit noch keine Überlastung der Luftrettungsmittel. Allerdings wird zukünftig die scharfe Trennung zwischen RTH und ITH zunehmend verschwinden und Luftrettungsmittel werden universeller eingesetzt werden (d. h. sowohl für den Primär- als auch den Sekundärtransport).

Es wird angemerkt, dass die Nachalarmierung eines Rettungshubschraubers durch den Rettungsdienst oder Arzt vor Ort bei schweren Unfällen mitunter zu zögernd bzw. zu spät erfolgt. Der frühzeitigen Entscheidung des Notarztes für die geeignete Klinik und das geeignete Rettungsmittel kommt daher besondere Bedeutung zu.

Einige Teilnehmer weisen darauf hin, dass RTH in der Praxis teilweise alarmiert werden, um in Regionen mit Notarztmangel die Versorgung sicherzustellen. Gleichzeitig wird bemängelt, dass der bodengebundene wie auch der luftgestützte Notarzt immer häufiger zu Einsätzen gerufen wird, bei denen sich die Verletzung oder Erkrankung am Einsatzort als nicht annähernd vital bedrohlich herausstellt. Es ist festzustellen, dass in der Bevölkerung mittlerweile ein hohes Anspruchsdenken bzgl. der medizinischen Versorgung herrscht und vermutet, dass die Stichworte bekannt sind, die bei einem Notruf eine Notarztindikation darstellen.

Der Vertreter der Luftrettung merkt an, dass die Anforderungen der internationalen Zivilluftfahrtbehörde ICAO an die Sicherheit von Landeplätzen bei vielen Kliniken noch nicht erfüllt werden. Als Konsequenz müssen Rettungshubschrauber auf weiter entfernten Landeplätzen landen und die Patienten dann mit einem Rettungswagen innerhalb des Klinikgeländes nochmals über größere Strecken transportiert werden. Im Einzelfall kann damit der Zeitvorteil durch die Luftrettung gegenüber dem bodengebundenen Patiententransport wieder zunichte gemacht werden.

In den Kliniken lassen sich die Versorgungsprozesse ebenfalls mancherorts noch verbessern. Dazu gehört die Einführung fester Algorithmen (wie z. B. ATLS [Anm.: Advanced Trauma Life Support] für die Diagnostik im Schockraum), aber auch die räumliche Anordnung von Einrichtungen der Diagnostik und Versorgung von Schwerstverletzten (z. B. örtliche Nähe des Schockraums zur Notfallaufnahme oder eines Computertomografen in unmittelbarer Nähe zum Schockraum). Ein Vertreter der Klinik weist außerdem auf die evidenzbasierten S3-Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) in Präklinik und Klinik hin.

Zusammenfassung und Verabschiedung

Der Workshopleiter richtet an die Teilnehmer die Frage, welche Abschnitte nach Ansicht der Gruppe innerhalb der Rettungskette noch die größten Potenziale für eine Zeiterparnis aufweisen. Nach einstimmiger Ansicht ist dies der Bereich der präklinischen Phase und der technischen Rettung eingeschlossener oder eingeklemmter Unfallopfer. Die Möglichkeiten der Verbesserung im Bereich der Unfallmeldung und der Rettungsmitteldisposition sowie beim Patiententransport und den Prozessen in der Klinik werden als eher gering eingeschätzt.

Der Workshopleiter befragt die Teilnehmer nach ihrer Zufriedenheit mit dem Verlauf des Workshops und welche nächsten Schritte im Anschluss an den Workshop gewünscht werden. Allgemein wird der Workshop positiv beurteilt. Vor der Entscheidung über die Verwendung und ggf. Veröffentlichung der Ergebnisse möchte man zunächst das Vorliegen des Protokolls abwarten.

Der Leiter des Workshops bedankt sich bei allen Teilnehmern für ihr Kommen und die rege Diskussion und wünscht eine gute Heimreise.

Im Nachgang des Workshops erhielten die Teilnehmer das obenstehende Ergebnisprotokoll und wurden mittels eines Fragebogens zu ihren Ansichten über eine Fortführung der Diskussion, ggf. zu ausgewählten Aspekten der Rettung, befragt. Eine Folgeveranstaltung zum Workshop würde durch die meisten Teilnehmer begrüßt, fand bislang aber noch nicht statt.

7 Versuche zur technischen Rettung

Um Gesichtspunkte der technischen Rettung und den Einfluss auf die Dauer der präklinischen Versorgung von Personenwageninsassen näher zu untersuchen, wurden in Zusammenarbeit mit einer großen Feuerwehr Schneidversuche an drei Pkw unternommen. Im Vordergrund stand dabei nicht das schnelle Retten an sich, sondern der Vergleich des zeitlichen Aufwandes für verschiedene definierte Einzelmaßnahmen mit unterschiedlich leistungsfähigem Gerät bei annähernd gleichen Randbedingungen. Dies soll einen Eindruck vermitteln, welcher Zeitbedarf mit bestimmten Schnitten oder Spreizarbeiten verbunden ist und wie gut sich diese mit Rettungsgerät unterschiedlicher Ausführung bewerkstelligen lassen.

7.1 Schneidversuche

Für die Versuche standen drei weitgehend baugleiche Kleinwagen (Zweitürer) aus der zweiten Hälfte der neunziger Jahre zur Verfügung. Alle drei Fahrzeuge waren zuvor einem versetzten Frontalaufprall gegen eine starre Barriere ausgesetzt worden (kein Standard-Crashtest). Dementsprechend waren die Fahrzeuge frontal linksbetont stark verformt, die Frontairbags hatten ausgelöst.

Fahrer- und Beifahrertür ließen sich noch von Hand öffnen. Die Fahrzeuge waren für die Schneidversuche von allen Seiten aus zugänglich.

Von der Feuerwehr wurden drei Gruppen von Einsatzkräften abgestellt, die unabhängig voneinander an je einem Fahrzeug Schneidversuche durchführten. Die Gruppen gehörten zu einer Innenstadt-Feuerwache, zum Ausbildungsteam der Feuerwehrscheule und zu einer Spezialeinheit für besondere technische Einsatzanforderungen. Alle drei Gruppen bzw. deren Einsatzfahrzeuge waren mit hydraulischen Rettungsätzen, bestehend aus Schere und Spreizer, ausgestattet, zwei von ihnen auch mit Rettungszyllindern. Entsprechend ihrer Einsatzaufgaben und ihrer Fahrzeuge unterschieden sich die von diesen Gruppen eingesetzten Werkzeuge in ihrer Spezifikation (s. Tabelle 6).

Die Gruppen wurden jeweils vor die Aufgabe gestellt, eine Reihe von technischen Rettungsmaßnahmen nacheinander durchzuführen. Die dafür benötigte Zeit vom Ansetzen des Rettungsgerätes bis zur Beendigung der Maßnahme wurde protokolliert. Im Einzelnen bestanden die Maßnahmen, von denen nicht alle den Einsatz eines hydraulischen Rettungsgerätes erforderten (z. B. Entfernen der Frontscheibe), im:

Tabelle 6:
Für Schneidversuche eingesetztes hydraulisches Rettungsgerät, Leistung nach Herstellerangaben [46, 47, 48]

	Spezialeinheit	Feuerwehrscheule	Feuerwache
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Typ Rettungsschere	LS 501 EN	S 311	LKS 35 N
Schneidkraft	max. 680 kN	max. 642 kN	max. 350 kN
Typ Rettungsspreizer	LSP 60 EN	SP 310	LKS 35 EN
Spreizkraft	max. 230 kN	46 - 256 kN	max. 113 kN
Typ Rettungszyllinder	LTR 12 / 875 EN	R 420 RZT 2-1450	---

- (1) Entfernen der Frontscheibe
- (2) Entfernen der Heckklappe
- (3) Entfernen der Fahrertür
- (4) Entfernen der Beifahrertür
- (5) Durchtrennen der A-Säule (Beifahrerseite) mittig (auf Höhe Fensterschlüssel)
- (6) Durchtrennen der B-Säule (Beifahrerseite) oben (mittels V-Schnitt)
- (7) Durchtrennen der C-Säule (Beifahrerseite) mittig (auf Höhe Fensterschlüssel)
- (8) Durchtrennen der A-Säule (Fahrerseite) oben (Anschluss zum Dachrahmen)
- (9) Durchtrennen der B-Säule (Fahrerseite) oben
- (10) Durchtrennen der C-Säule (Fahrerseite) oben.

Bei der Zeitnahme wurden vorbereitende Maßnahmen, wie sie bei einer tatsächlichen Insassenbefreiung erfolgen (Stabilisierung des Fahrzeugs gegen den Boden, Erkundung der Position von Gasgeneratoren, Umsetzen der Rettungsgeräte usw.) nicht berücksichtigt.

Im Ergebnis zeigte sich, dass prinzipiell alle vorgegebenen Maßnahmen mit den eingesetzten Geräten durchführbar waren. Auch die Leistungsfähigkeit des kleineren Gerätes (Kombinationsgerät Schere-Spreizer) reichte aus, um an den Fahrzeugen der Modelljahre 1995 - 1998 die Karosseriestruktur oder andere Teile zu schneiden oder Türscharniere abzusprennen. Mit dem Kombinationsgerät der Gruppe 3 ließ sich beim Entfernen der Türen sogar ein kleiner Zeitvorteil erreichen, weil das Spreizen (Absprengen der Türscharniere) und das Schneiden (Durchtrennen von Kabelbäumen zwischen Tür und A-Säule) keinen Wechsel des Gerätes erforderlich machten (s. Abbildung 61). Das Schneiden von B- und C-Säulen gestaltete sich mit dem Kombinationsgerät teilweise zeitaufwändiger als mit getrennten Scheren der Gruppe 1 und Gruppe 2. Dies hing allerdings weniger mit der verfügbaren Schneidkraft des kleineren Gerätes als mit dessen Klingengeometrie und -größe zusammen. Das Durchtrennen der – gegenüber den anderen Dachsäulen deutlich breiteren – C-Säule und insbesondere das Ein-

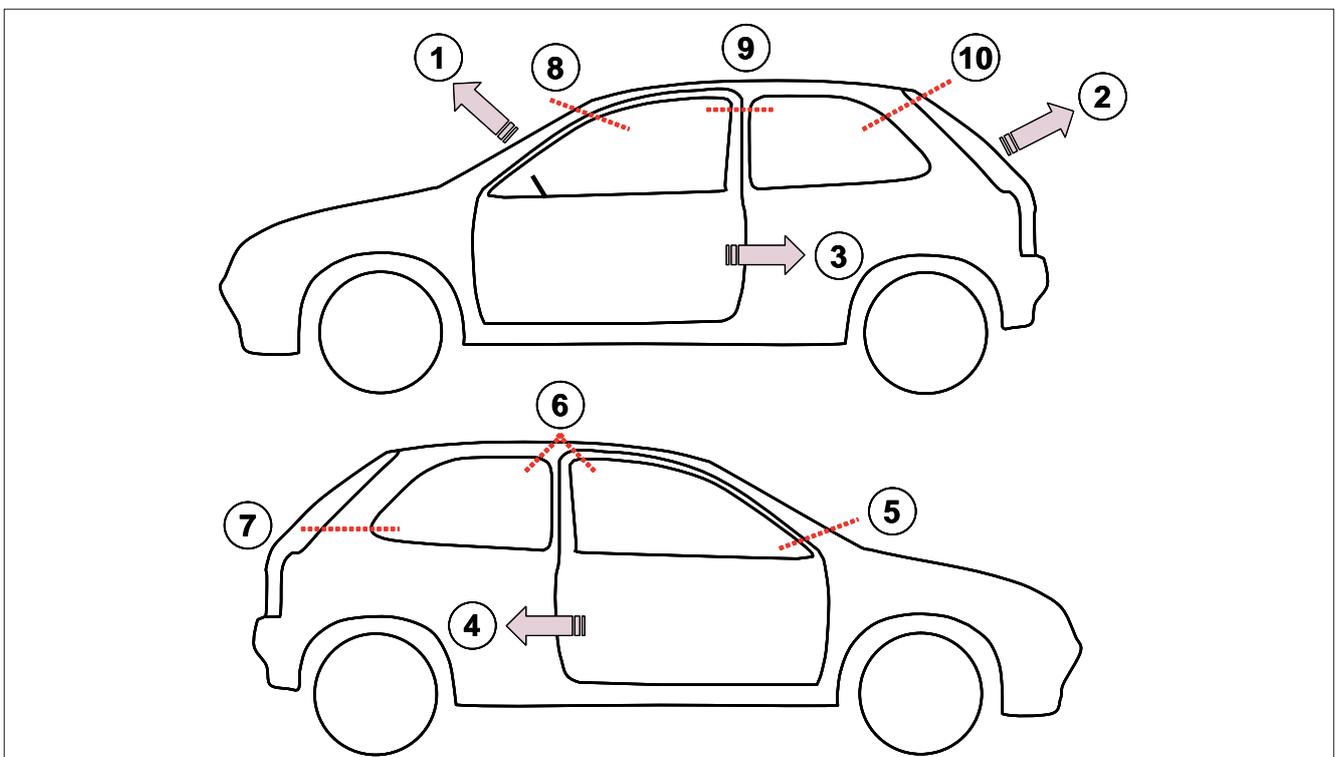


Abbildung 60:
Schematische Darstellung der vorgegebenen Rettungsmaßnahmen

bringen eines V-Schnittes in den Dachrahmen machte deswegen mehrfach ein Nachsetzen erforderlich, bis die nötige Schnittlänge erreicht war.

In der Summe benötigten die Maßnahmen zwischen etwas über sieben Minuten und knapp 17 Minuten mit dem kleineren Kombinationsgerät; bei letzterem maßgeblich auch durch den zeitaufwändigen V-Schnitt oberhalb der B-Säule verursacht. Die teilweise zu beobachtenden unterschiedlichen Vorgehensweisen, bspw. beim Entfernen der Frontscheibe oder der Heckklappe, trugen außerdem dazu bei, dass die Dauer dieser Maßnahmen zwischen den Gruppen differierte.

Die Ergebnisse sind nicht als Referenzwerte für die Dauer einer technischen Rettung zu betrachten, geben aber einen ungefähren Eindruck vom Mindestzeitbedarf für die patientenorientierte Befreiung eines Pkw-Insassen. Dabei sind weder vorbereitende Schritte noch die präklinischen Maßnahmen und das Herausheben eines Patienten aus

dem Fahrzeug berücksichtigt. Schwere Fahrzeugdeformationen mit Insasseneinklemmung, stärkere Karosseriestrukturen oder eingeschränkter Zugang zu Türen und Klappen können den Zeitbedarf erheblich verlängern. Andererseits war den Einsatzkräften bei den Versuchen die Vorgehensweise nicht freigestellt und dadurch ggf. nicht die schnellste Rettungsstrategie angewandt worden.

7.2 Vordrücken des Fahrzeugvorbaus

In der Unfallforschung kann es von Interesse sein, bei der Beurteilung der Frontdeformation und der Innenraumintrusion an einem Fahrzeug auch das aufprallbedingte Aufstellen der Lenksäule zu berücksichtigen. Die Entstehung von Fahrerletzungen, besonders im Brust- oder Kopfbereich, bei schwerem Frontalaufprall lässt sich zum Teil darauf zurückführen, dass die Lenksäule und somit auch das Lenkrad bei der Kollision eine Rückverlagerung und Aufwärtsbewegung vollführen. Ungeachtet der Tatsache, dass dies die Kenntnis über die Lenksäulenstellung

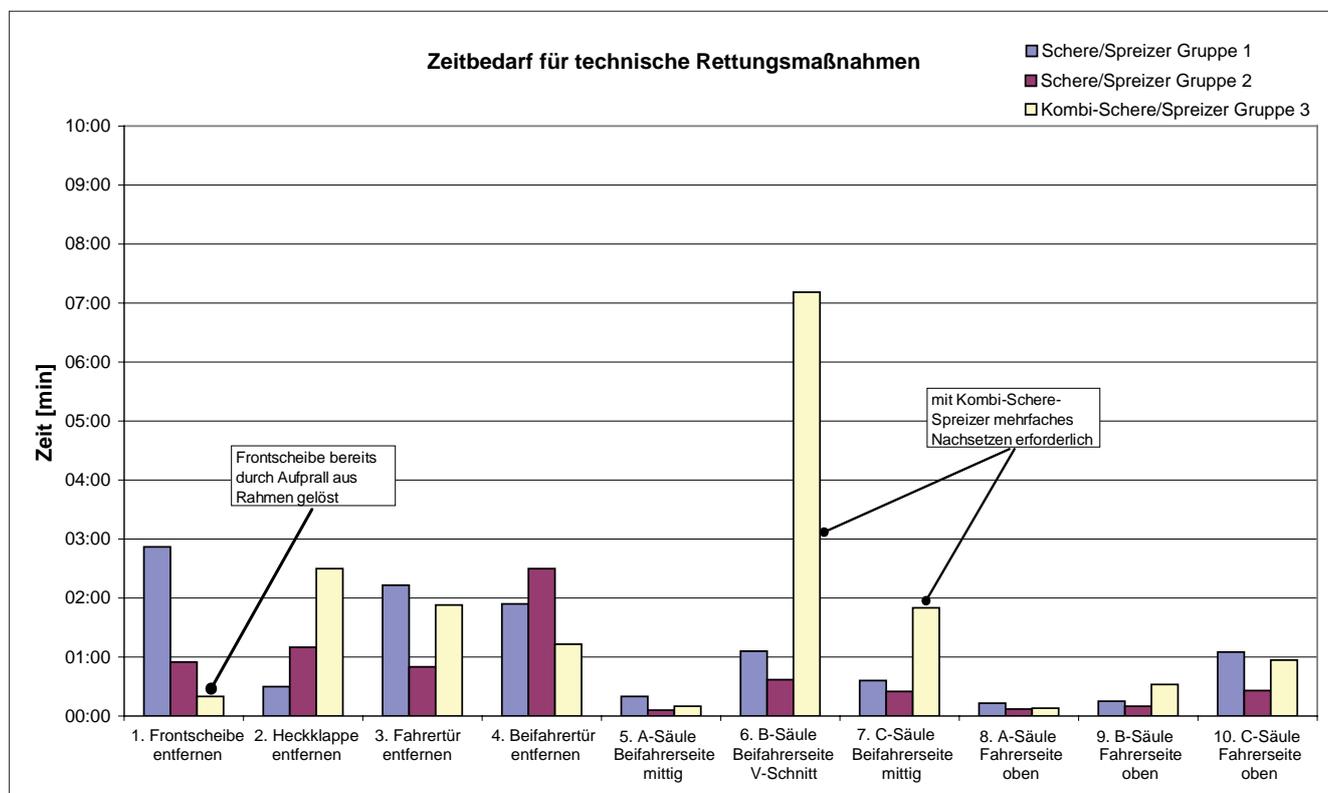


Abbildung 61:
Dauer vorgegebener Einzelmaßnahmen bei technischer Rettung

im regulären Fahrbetrieb (Konstruktionslage) und eine verlässliche Abschätzung oder Messung des Lenksäulenwinkels nach dem Unfall erfordert, kann nach schweren Kollisionen eine weitere Größe Einfluss auf die Position der Lenksäule nehmen. Wenn nämlich zur Befreiung eingeklemmter Insassen, häufig des Fahrers, der Instrumententafelträger bzw. der gesamte Fahrzeugvorbau mit hydraulischen Rettungsgeräten nach vorne gedrückt werden, so beschreiben diese Teile und die Lenksäule mit ihnen eine Rotationsbewegung. Vermessungen oder fotografische Dokumentationen des Innenraums können selbst durch Unfallforschungseinrichtungen, welche Erhebungen an der Einsatzstelle durchführen (sog. „On-the-spot accident investigation“) erst nach akuten Rettungsmaßnahmen und der Befreiung von Insassen erfolgen. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll einen Eindruck davon zu erhalten, wie weit entsprechende Rettungsmaßnahmen auch eine Bewegung der Lenksäule zur Folge haben.

Zu diesem Zweck wurden über die oben beschriebenen Rettungsmaßnahmen hinaus durch die ersten beiden Gruppen an zwei der Versuchswagen auch der Fahrzeugvorbau vorgedrückt. Die Zeitnahme spielte dabei keine Rolle, zumal die dritte Gruppe (Feuerwache) nicht über die dafür notwendige Ausrüstung mit Rettungszyklindern verfügte. Der Winkel zwischen der Mittelachse der Lenksäule und der Schwelleroberkante (als weitgehend unverformt bleibende Bezugsebene) wurde durch Messungen

- vor und nach dem Crashversuch
- vor, während und nach den Rettungsmaßnahmen (Vordrücken des Vorbaus)

ermittelt.

Der konstruktiv festgelegte Lenksäulenwinkel betrug bei dem verwendeten Fahrzeugmodell etwa 27° zur Horizontalen. Durch die gewählte Crashtest-Konfiguration erfuhr die Lenksäule in den ersten beiden Aufprallversuchen (Fahrzeug 1: $50,4 \text{ km/h}$ und Fahrzeug 2: $54,2 \text{ km/h}$) eine bleibende Winkeländerung von $17,5^\circ$ bzw. 21° , entsprechend einer Winkellage von $44,5^\circ$ bzw. 48° (s. Tabelle 7). Die nach den oben beschriebenen Schneid- und Spreizarbeiten zusätzlich vorgenommenen Maßnahmen, um den Fahrzeugvorbau mitsamt der Instrumententafel nach vorne zu drücken, bestanden in Entlastungsschnitten am

Fuß der A-Säulen und dem Einsatz eines hydraulischen Rettungszyklinders auf der Fahrerseite (s. Abbildung 62 und 7). Bei maximalem Hub des Zylinders wurde bei Fahrzeug 1 und Fahrzeug 2 eine zusätzliche Winkelbewegung der Lenksäule von 7° bzw. $14,8^\circ$ registriert. Dies entspricht dem zusätzlichen Freiraum, der durch das Vordrücken des Vorbaus für eine Insassenbefreiung gewonnen würde. Die unterschiedlichen Winkeländerungen erklären sich aus den jeweils gewählten Gegenlagern am Türrahmen der Fahrzeuge, wodurch sich der verfügbare Hub der Teleskopzylinder unterschiedlich gut nutzen ließ. Die Druckkraft der Zylinder war für die Aufgabe völlig ausreichend. Nach dem Einfahren der Rettungszyklinder „federte“ der Vorbau wieder etwas zurück, so dass gegenüber der Lenksäulenposition vor dem Drücken des Vorbaus (aber nach Crashversuch) eine bleibende Winkelvergrößerung um $3,4^\circ$ bzw. $11,1^\circ$ resultierte. Auf Grundlage dieser beiden Versuche wäre dies der Betrag, der bei der Vermessung eines Fahrzeugs, z. B. durch die Unfallforschung, nach Durchführung entsprechender Rettungsmaßnahmen abziehen wäre, um der tatsächlichen Winkelposition der Lenksäule nach dem Aufprall näher zu kommen. Inwieweit andere Vorbaukonstruktionen, bei denen bspw. die Instrumententafelträger nicht unmittelbar an die A-Säule angebunden sind, oder wo in diesem Karosseriebereich hochsteife Materialien zum Einsatz kommen, andere Winkeldifferenzen zur Folge hätten, lässt sich an dieser Stelle nicht abschließend beantworten.



Abbildung 62:
Vorbaubewegung durch Drücken der A-Säule an Fahrzeug 2, max. Lenksäulenwinkel

Tabelle 7:
Lenksäulenwinkel bzw. –winkeländerung durch Crashversuch und Drücken des Fahrzeugvorbaus mittels Rettungszylinder

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Lenksäulenwinkel (Konstruktionsanlage)	ca. 27°	ca. 27°	ca. 27°
bleibende Lenksäulenwinkeländerung durch Crash	+ 17,5°	+ 21°	n. e.
maximale Lenksäulenwinkeländerung bei Rettung und „Zurückfedern“	+ 7° (-3,6°)	+ 14,8° (-3,7°)	---
bleibende Lenksäulenwinkeländerung durch Rettung	+ 3,4°	+ 11,1°	---

8 Diskussion und Schlussfolgerungen

8.1 Schwerstverletzungen

Einrichtungen der Unfallforschung und Traumatologie haben eine Vielzahl von Studien zu schweren Verkehrsunfällen bzw. deren Unfallfolgen hervorgebracht. Meist werden entweder Unfälle mit Personenschaden stichprobenartig erhoben, wie im GIDAS-Projekt (German In-Depth Accident Study) im Großraum Hannover und Dresden, oder schwerstverletzte Unfallopfer werden als Teil von Patientenkollektiven einer oder mehrerer Kliniken untersucht, die Unfallumstände aber selten in Einzelheiten beschrieben. Die vorliegende Studie hat erstmals für eine größere Region Deutschlands versucht, die Anzahl und Struktur von lebensbedrohlich Verletzten nach Straßenverkehrsunfällen vollzählig zu erheben und ihre Unfallumstände sowie ihre Versorgung bis zur Entlassung aus der Akutklinik zu dokumentieren.

Die dazu entwickelte Methodik kombiniert die vorrangig prospektive Erhebung unter Mitwirkung von Rettungsleitstellen, Krankenhäusern, Ermittlungsbehörden und Feuerwehren mit retrospektiven Ansätzen. Damit lassen sich ohne Kenntnis persönlicher Daten wie Namen, Anschriften usw. Verletzungsbilder mit Verunglückten und diese wiederum mit kollisionsbeteiligten Fahrzeugen und Unfallereignissen verknüpfen, um so ein geschlossenes Bild der wirkenden Unfallmechanismen und ihrer Folgen zu erhalten. Von den jeweiligen Institutionen und Einrichtungen mussten nur diejenigen Informationen in anonymisierter Form beigesteuert werden, die diese im Rahmen ihrer regulären Tätigkeit an der Einsatzstelle oder bei der Versorgung von Unfallopfern meist ohnehin dokumentieren, so dass die zusätzliche Arbeitsbelastung der dortigen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen für die Studie vertretbar war. Ungeachtet dessen stellte die Bereitschaft dieser Organisationen und Behörden zur Zusammenarbeit eine Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Ablauf der Studie und die Erreichung der Projektziele dar. Die Methodik erscheint auch für andere Fragestellungen im Zusammenhang mit Unfallverletzungen geeignet unter der Voraussetzung, dass es gelingt, die interessierenden Fälle bzw. Gruppe von Unfallopfern auch ohne Kenntnis perso-

nenbezogener Daten so zu charakterisieren, dass eine Zuordnung der jeweiligen Informationen im Datenmaterial der jeweiligen Organisationen möglich ist.

Die Größe der gewählten Studienregion stellte ungefähr das Maximum dessen dar, was mit den zur Verfügung stehenden personellen Mitteln im Rahmen des Projektes an Koordinierung mit den Projektpartnern und Einholung und Aufarbeitung der Daten zu leisten war. Dabei erwies es sich als vorteilhaft, dass in der Studienregion nur eine kleine Anzahl von Kliniken für die Akutversorgung der Patienten mit besonders schweren Verletzungen in Frage kam. Weil sich das Erhebungsgebiet streng an den Gemarkungen der Land- und Stadtkreise orientierte, war es nicht nur möglich eine Gegenüberstellung mit amtlichen Unfall- und Verunglücktenzahlen vorzunehmen. Auch die Anzahl der für das Gebiet zuständigen Rettungsleitstellen, Staatsanwaltschaften und Führungsebenen bei Polizei und Feuerwehr blieb dadurch vergleichsweise gering. Außerdem lässt sich über die Kenntnis der Unfallörtlichkeit und ihrer Zugehörigkeit zu einem Verwaltungsgebiet auch der „Zufluss“ von Patienten benachbarter Landkreise in Kliniken der Untersuchungsregion und „Abfluss“ von Verunglückten aus der Region in außerhalb liegende Behandlungszentren bestimmen.

Die Tatsache, dass sowohl wichtige Strukturdaten der gewählten Studienregion, wie Einwohnerdichte, Zusammensetzung und Dichte des überörtlichen Straßennetzes und Fahrleistungen als auch die Häufigkeit und Art schwerer Verkehrsunfälle denen der Bundesrepublik stark ähneln, prädestiniert das Erhebungsgebiet für weitere Untersuchungen zum übergeordneten Unfallgeschehen. Lediglich die Anzahl schwer verletzter und getöteter Fußgänger lag, wie schon früher gezeigt [3], etwas niedriger und die der schwer verletzten und getöteten Fahrradbenutzer etwas höher als im bundesweiten Durchschnitt. Repräsentative Auswertungen und Hochrechnungen auf detaillierter Merkmalsebene sind mit der über vierzehn Monate geschaffenen Fallbasis allerdings nur bedingt möglich.

Mit 149 lebensbedrohlich Verletzten und 76 an der Unfallstelle Verstorbenen steht nichtsdestoweniger eine

beträchtliche Zahl dokumentierter Unfallopfer mit den zugehörigen Kollisionsumständen für Analysen zur Verfügung. Die als Eingangskriterium gewählte Gesamtverletzungsschwere, ausgedrückt als Injury Severity Score ISS mit mindestens 16 Punkten, stellt sicher, dass von den Verletzungsbildern tatsächlich eine potenzielle Lebensbedrohung für das Opfer ausgeht. Während „nur“ 12 % der in den Traumazentren versorgten Patienten mit solcher Verletzungsschwere in der Klinik verstarben, zeigen die geplanten Anschlussheilbehandlungen, dass für den größten Teil der Betroffenen mit lang andauernden und eventuell sogar lebenslangen funktionalen Einschränkungen zu rechnen ist. Da die AIS-Kodierung konservativ vorgenommen wurde, wo die verbale Verletzungsbeschreibung die nötigen Detailinformationen zur exakten Bestimmung der Verletzungsschwere nicht enthielt, stellen die in die Studie eingeschlossenen Fälle einen unteren Schätzwert für das Auftreten von Polytraumata oder schweren Monotraumata dar. Einige der Unfallopfer, deren ISS nach Datenlage mit 13 oder 14 Punkten berechnet wurde, wären bei detaillierterer Verletzungsdokumentation für die Studie sonst eventuell zusätzlich in die Auswertung eingegangen. Dass dadurch tödlich verlaufene Traumata übersehen wurden, kann jedoch ausgeschlossen werden, weil alle amtlich erfassten Verkehrstoten mit dem eigenen Fallmaterial abgeglichen werden konnten.

Im Laufe der Erhebung wurden weitere Verunglückte mit Verletzungsbildern bekannt, die zwar kein prinzipiell lebensbedrohliches Trauma darstellen, aber ebenfalls das Risiko einer lang andauernden Behinderung bergen. Dazu zählten Fälle mit gravierenden Frakturen der unteren Extremitäten, bspw. an den Oberschenkeln. Die Inzidenz von Behinderungen als Verletzungsfolge ist daher wahrscheinlich deutlich größer als die Zahl der mit der Studie dokumentierten Fälle.

Im Jahr 2008 wurden in den sechs Landkreisen und zwei kreisfreien Städten der Region 131 Verkehrsteilnehmer mit lebensgefährlichem Trauma verzeichnet, von denen 19 während der klinischen Behandlung ihren Verletzungen erlagen. Die 112 Überlebenden machen damit einen Anteil von 10 % an den 1.125 Schwerverletzten in der amtlichen Statistik für das Erhebungsgebiet aus. Unter der Annahme,

dass sich die Einflussfaktoren auf die Entstehung solcher Verletzungsbilder und ihre medizinische Versorgung im gesamten Bundesgebiet ähnlich darstellen, kann also davon ausgegangen werden, dass etwa jeder zehnte Schwerverletzte nach amtlicher Definition ein lebensbedrohliches Trauma erlitt. Jüngste Berechnungen auf Basis des Traumaregisters im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenverkehr erbrachten sehr ähnliche Ergebnisse [45]. Dabei wurden fünf verschiedene Einzugsräume für Traumazentren untersucht und die Zahl dort behandelter Schwerverletzter mit der amtlichen Statistik Schwerverletzter für die umliegenden Landkreise verglichen. Je nach Festlegung der Einschlusskriterien für eine Schwerverletzung ergaben sich unterschiedliche Hochrechnungen für Gesamtdeutschland. Wurde – wie in der eigenen Studie – ein ISS > 15 als Kriterium gewählt und die vermutete Quote nicht erfasster Fälle im Traumaregister berücksichtigt, so resultierte für die fünf ausgewählten Regionen im Mittel ein Prozentwert von 9,5 % Schwerverletzter unter den amtlich Schwerverletzten. Dieser liegt sehr nahe am Anteilswert, der mit der eigenen Erhebung in Schwaben ermittelt wurde. Wurde dagegen ein Schwerverletzter allein durch die Aufnahme auf die Intensivstation definiert, so lieferten die Daten des Traumaregisters einen um etwa 14 % höheren Schätzwert als mit dem Kriterium ISS > 15; vermutlich, weil auch eine Anzahl weniger schwer Verletzter, die intensivmedizinisch behandelt wurden, in die Zählung eingingen.

Der Großteil der 80 in der amtlichen Statistik verzeichneten Verkehrstoten der untersuchten Region kam noch an der Unfallstelle ums Leben. Es erwies sich daher als sinnvoll, für die Studie auch die unmittelbar Getöteten und deren Unfallumstände zu erheben, wenngleich für die meisten Opfer keine vollständigen Verletzungsbilder dokumentiert waren. Die vorliegenden Beschreibungen lassen aber darauf schließen, dass vielfach Verletzungen vorlagen, z. B. schwerste Frakturen der Halswirbelsäule und Abrisse großer Gefäße, die kaum oder prinzipiell nicht überlebar sind, also in die Kategorie AIS 5 oder sogar AIS 6 einzuordnen sind. Während der eintreffende Rettungsdienst oder Notarzt bei einigen Opfern keine Lebenszeichen mehr feststellen konnte, wurden in anderen Fällen noch präklinische Maßnahmen einschließlich Reanimationsversuchen durchgeführt, die aber letztlich erfolglos blieben.

Während also das Niveau der medizinischen Versorgung an der Unfallstelle und in Traumazentren deutlich dazu beigetragen hat, die Sterblichkeit bei Schwerstverletzten zu senken, kann vermutet werden, dass bei vielen Opfern, die noch an der Unfallstelle verstarben, Verletzungsschweren vorlagen, die ein Überleben unwahrscheinlich machen. Dies stützt die Ergebnisse der Arbeit von Otte et al. [49], in der die Verletzungsmuster polytraumatisierter Autobenutzer in den siebziger und den neunziger Jahren verglichen wurden. Die Autoren waren darin u. a. zum Schluss gekommen, dass mit gesteigener passiver Fahrzeugsicherheit schwerste Verletzungen bei Fahrzeuginsassen erst bei hohen Aufprallenergien eintreten, dann aber schnell die Grenze der biomechanischen Belastbarkeit überschreiten.

Insassen von Personenkraftwagen repräsentieren unter allen Verkehrsteilnehmern immer noch die größte Gruppe von Patienten, die mit einem lebensbedrohlichen Trauma in Kliniken behandelt wurden, und erst recht unter denjenigen, die ihren Verletzungen noch am Ort des Unfalls erlagen. Der Frontalaufprall stellt für Fahrzeuginsassen zahlenmäßig immer noch den häufigsten Unfallmechanismus dar, wozu auch die hohen Kollisionsgeschwindigkeiten insbesondere bei Zusammenstößen mit dem Gegenverkehr, einen Beitrag leisten. Für gurtgesicherte und mit Airbag geschützte Insassen bestehen aber gute Überlebenschancen, sofern die Crashstruktur des Pkw den Aufprallkräften widersteht. Als Schwachpunkt stellte sich allerdings häufig der Schutz der unteren Extremitäten und des Beckens heraus. Bei Verformungen des Fußraums und dem Eindringen der Instrumententafel erwiesen sich besonders Fahrer mit geringer Körpergröße als gefährdet, einen intensiven Anprall der unteren Gliedmaßen an Innenraumteilen mit komplizierten Frakturen und einem hohen Risiko für starke Funktionsbeeinträchtigungen zu erleiden. Ob diese Erkenntnis verallgemeinerbar ist und welche Ursachen – unzureichende Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen bei der Fahrzeugauslegung, eine ungünstige Sitzhaltung oder eine niedrigere Verletzungsschwelle bei kleinen Personen – dabei eine Rolle spielen, muss anhand größerer Fallzahlen untersucht werden.

Der Seitenaufprall rangiert in der Bedeutung als Unfallmechanismus bei schwerstverletzten Pkw-Insassen nur

wenig hinter dem Frontalaufprall. Alleinunfälle, meist als seitliche Kollision gegen einen Baum oder Mast, überwiegen gegenüber Zusammenstößen, bei denen der Pkw von einem anderen Fahrzeug in die Seite getroffen wird. Obwohl von Fahrerassistenzsystemen wie ESP® eine Reduktion der Zahl von Unfällen, die aus dem Kontrollverlust über das eigene Fahrzeug resultieren, zu erwarten ist, waren unter den auf diese Weise verunfallten Fahrzeugen auch einige entsprechend ausgestattete Pkw, die ins Bankett oder den unbefestigten Seitenstreifen geraten waren. Es stellt sich dabei die Frage, ob Systeme, die die Fahrstabilität erhalten bzw. wieder herstellen sollen, auch hinreichend für solche Situationen ausgelegt sind. Im Fallkollektiv führte der Seitenaufprall bei Insassen deutlich häufiger als beim Frontalstoß zu Lungenverletzungen und Brustwirbelfrakturen, besonders aber zu Schädel-Hirn-Traumata. Für den Kopf ließ sich – allerdings bei geringer Fallzahl – bei kombinierten Kopf-Thorax-Seitenairbags keine wesentliche Schutzwirkung erkennen. Das Fallgut enthielt nur einen relevanten Fall mit einem ausgelösten Vorhangairbag, welcher den Fahrer trotz einer Halswirbelfraktur (ohne neurologische Defizite) vor schweren Kopfverletzungen bewahrte. Den Hinweisen auf eine stark unterschiedliche Schutzwirkung verschiedener Seitenairbagsysteme, die sich aus dem Studienmaterial ergab, sollte zukünftig anhand einer größeren Anzahl von Unfall- und Verletzungsdokumentationen nachgegangen werden.

Die besondere Verletzungsgefährdung infolge fehlender Gurtsicherung machten Überschlagunfälle deutlich, die sich zum allergrößten Teil nach Abkommen von der Fahrbahn ereigneten und denen keine wesentliche Kollision anderer Art voranging. Während die Vielzahl der im Rahmen der Studienrecherche bekannt gewordenen Überschlagunfälle ohne schwerwiegende Verletzungsfolgen blieben, weil die Insassen angeschnallt waren und innerhalb der Fahrgastzelle blieben, muss ein großer Teil der Überschläge mit lebensbedrohlich oder tödlichen Verletzungen maßgeblich dem Herausschleudern zugeschrieben werden. Die dabei erlittenen Verletzungsmuster waren sehr uneinheitlich, weil sie u. a. davon beeinflusst werden, ob es zu einer vollständigen oder nur teilweisen Ejektion kommt und ob die Person ggf. vom eigenen Fahrzeug überrollt wird. Ebenso spielt eine Rolle,

mit welchen Körperteilen voran der Aufprall erfolgt und ob er auf hartem oder weichen Boden stattfindet.

Weil an Sitzplätzen, wo Insassen herausgeschleudert wurden, der Überlebensraum während des Überschlags in der Regel erhalten blieb, kann unterstellt werden, dass diese bei korrekter Gurtsicherung deutlich weniger schwer verletzt worden wären. Einige Pkw-Insassen erlitten allerdings trotz Gurtsicherung und mäßiger Dachintrusion schwere Verletzungen. Dabei gab es Hinweise auf eine stauchende Belastung der Halswirbelsäule, die durch den Kontakt des Kopfes gegen den Dachrahmen oder gegen das Fahrzeugdach, in einem Fall sogar eventuell durch das offene Schiebedach mit dem Erdboden, hervorgerufen worden sein könnte. Für den Fall eines Überschlages sollten daher unbedingt die verfügbaren passiven Systeme zum Schutz eines Insassen aktiviert werden, um diesen möglichst gut auf seinem Sitzplatz zu fixieren und die Gefahr zu mindern, dass Körperteile aus der Fahrgastzelle herausragen oder einen intensiven Kontakt mit dem Innenraum erleiden. Dazu gehört neben dem Zünden von Vorhangairbags auch das frühzeitige Auslösen von Gurtstraffern, bevor der Insasse infolge der Fahrzeugrotation starke Relativbewegungen gegenüber dem Sitz ausführt. Mit dem FMVSS 226 trat in den USA Anfang 2011 ein Gesetz in Kraft, wonach im Bereich seitlicher Fensteröffnungen dort befindliche Vorhangairbags einen gewissen Widerstand gegen nach außen drückende Körperteile aufweisen müssen, um beim Fahrzeugüberschlag das Verletzungsrisiko sowohl für ungesgurte als auch gesgurte Insassen zu mindern [50].

Benutzer motorisierter Zweiräder gelten allgemein als besonders unfall- und verletzungsgefährdet. Das vorliegende Fallmaterial fügt sich in dieses Bild ein. Dabei erwies sich die Kollision von Krafträdern mit Personenwagen oder Nutzfahrzeugen als Schwerpunkt bei der Entstehung von Schwerstverletzungen, weil dabei häufig mehrere Körperregionen des Kradaufsassens entweder durch den Anprall am gegnerischen Kraftfahrzeug oder durch den folgenden Sturz auf den Boden entstehen. Der Zusammenprall des Kraftrades mit entgegenkommenden, linksabbiegenden Unfallgegnern oder eine Frontalkollision, weil das Motorrad in den Gegenverkehr geraten war, stellten typische Unfallszenarien

dar. Ein großer Anteil von Patienten mit lebensgefährlichen Verletzungsmustern zeichnete sich durch Frakturen der oberen Extremitäten (71 %), der unteren Extremitäten (36 % Femur- und 29 % Tibiafrakturen) und des Beckens aus. Aber auch andere schwere Verletzungen (Lungenkontusionen und Pneumothorax, Wirbelsäulenverletzungen, Abdominalverletzungen) traten bei Benutzern motorisierter Zweiräder in erheblicher Zahl auf. Der Anteil von Schädel-Hirn-Traumata mittlerer Schwere fiel – verglichen mit Radfahrern und Fußgängern im Fallmaterial – dank weitgehender Helmbenutzung geringer aus. Verletzungen der Schwere AIS 4 und AIS 5 waren aber etwa ebenso häufig wie bei den ungeschützten Verkehrsteilnehmern und zeigen die Grenzen des Kopfschutzes durch Motorradhelme auf.

Radfahrer erlitten sowohl bei Kollisionen mit Kraftfahrzeugen als auch bei Stürzen ohne Beteiligung Dritter lebensgefährliche Verletzungen. Tendenziell resultierten Unfälle der ersteren Art in höheren Gesamtverletzungsschweren. Häufig hatten alleinbeteiligte Unfälle von Radfahrern hingegen fast ausschließlich schwere Kopfverletzungen zur Folge. Gerade deshalb scheinen solche Unfälle in ihren Verletzungskonsequenzen von Rettungsdienst und Polizei gelegentlich unterschätzt zu werden. Auffällig war bei den verunglückten Radfahrern im Kollektiv eine geringe Tragequote von Fahrradhelmen. Für eine Reihe von Schädel-Hirn-Traumata, gerade bei Abwesenheit anderer kritischer Verletzungen, wäre durch einen korrekt getragenen Helm eine Minderung der Verletzungsschwere zu erwarten gewesen.

Bei Fußgängern fällt unter den klinisch Behandelten die entscheidende Bedeutung von Kopfverletzungen auf, die besonders häufig im Zusammenhang mit einem Kopfanprall im Randbereich der Frontscheibe oder der angrenzenden A-Säulen zu finden waren. Diese steife Struktur liegt gerade bei Kleinwagen und Pkw mit einem kurzen Fahrzeugvorbau auf Grund der kurzen Abwickellänge über die Front im Bereich eines möglichen Kopfaufpralls. Ihre energieabsorbierende Auslegung verlangt fast zwingend einen Fußgängerairbag, um dieser Region mit abzudecken.

Überrollungen haben im Fallmaterial eine besondere Bedeutung unter Fußgängerunfällen mit unmittelbar töd-

lichem Ausgang sowie bei mehreren Fahrradunfällen, wobei in der Mehrzahl Ältere die Opfer waren. Zukünftig sollten daher in der Verkehrssicherheitsarbeit neben Kindern auch Senioren für die Gefahren sensibilisiert werden, die der Aufenthalt in unmittelbarer Nähe von großen Nutzfahrzeugen birgt. Dies gilt nicht nur im toten Winkel neben dem Fahrzeug, sondern auch unmittelbar vor der Front oder hinter dem Heck.

Ältere Verkehrsteilnehmer stellen aber auch bei anderen Arten der Verkehrsteilnahme eine Risikogruppe dar. Aufgrund altersbedingter Vorerkrankungen liegt die Eintrittsschwelle einer Verletzung oftmals niedriger als bei jungen Menschen. Gleichzeitig ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass ältere Patienten mit schweren Mehrfachverletzungen im Laufe der Behandlung Komplikationen entwickeln. So verstarben im Studienmaterial von den 125 Unfallopfern unter 65 Jahre, die lebensbedrohlich verletzt waren, dreizehn. Von den 24 Älteren mit einem Poly- oder schweren Monotrauma starben dagegen neun im Krankenhaus. Zwei der drei Personen, die trotz mäßiger Verletzungsschwere verstarben, waren 78 bzw. 87 Jahre alt. Auch unter den Opfern, die an der Unfallstelle ihr Leben verloren, erscheint der Anteil von Senioren mit 21 Fällen gegenüber 53 Getöteten unter 65 Jahren überrepräsentiert. Bei genauerer Betrachtung der Unfallumstände ließen einige Ereignisse vermuten, dass dem Unfall eine akute Gesundheitsstörung in Form eines Kreislaufkollapses oder eines Infarktes vorangegangen war. Davon waren zwar nicht nur Ältere betroffen, aber naturgemäß ist bei ihnen von einem höheren Risiko auszugehen. Dazu zählen auch mehrere bekannt gewordene Fälle, bei denen der Tod mit hoher Wahrscheinlichkeit unmittelbar durch die Erkrankung und nicht durch aufprallbedingte Verletzungen hervorgerufen wurde. Definitionsgemäß gingen diese Getöteten weder in das Studienmaterial noch in die amtliche Verkehrsunfallstatistik ein. Dennoch geht von solchen Zuständen mit plötzlichem Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug eine erhebliche Gefährdung ggf. auch für andere Verkehrsteilnehmer aus und es ist anzunehmen, dass ein erhebliches Dunkelfeld besteht. Für Fahrerassistenzsysteme, die solche Situationen berücksichtigen, könnte ein erhebliches Unfallvermeidungs- oder zumindest Unfallschwereminderungspotenzial bestehen.

8.2 Rettungskette

Im Bereich der Rettungskette ließ das Datenmaterial keine Probleme erkennen, die in der Studienregion auf organisatorische oder konzeptbedingte Unzulänglichkeiten im Rettungsablauf zurückzuführen wären. Vereinzelt fiel aber auf, dass die in der Rettungsleitstelle protokollierten Meldebilder die tatsächliche Situation an der Unfallstelle offenbar ungenau wiedergaben oder unterschätzten. Es wäre anhand größerer Fallzahlen zu untersuchen, ob bereits viele Notrufe unzureichende Angaben enthalten oder ob im Falle einer Weitergabe der Notfallmeldung durch eine andere Einsatzzentrale Informationsverluste zu befürchten sind. In der Konsequenz könnte dies dazu führen, dass die Unfallstelle zunächst mit zu wenig oder nicht optimal geeigneten Rettungsmitteln beschickt wird und dann Kräfte nachgefordert werden müssen. Dies hätte dann möglicherweise Einfluss auf die Frist bis zur adäquaten Versorgung eines Patienten an der Unfallstelle und die gesamte Rettungszeit. Andererseits lässt sich aufgrund einer unklaren Notfallmeldung nicht zu jedem Unfall ein Maximum an verfügbaren Rettungsmitteln entsenden. Sowohl wegen der Kosten als auch des Blockierens von Rettungsmitteln für andere, tatsächlich schwere Notfälle wäre dies nicht zu vertreten. Daher ist sowohl das richtige Absetzen eines Notrufs durch Unfallzeugen als auch die strukturierte Notrufabfrage durch die Leitstelle von Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist auf die richtige Notrufnummer bei Unfällen mit schwerem Personenschaden hinzuweisen. Für solche Notfallmeldungen sollte, wie es auch als europaweiter Standard gefordert wird, die Rufnummer „112“ gewählt werden und diese auch direkt bei der zuständigen Rettungsleitstelle eingehen. Dass „112“ in einigen Leitstellenbereichen bei der Polizei aufgeschaltet ist, stellt ausschließlich ein fernmeldetechnisches Problem dar und sollte – auch angesichts der oben geschilderten möglichen Nachteile – mittelfristig abgestellt werden. Selbstverständlich muss die Polizei aber auch in der Lage sein, dort über „110“ eingehende Notrufe mit vorwiegend medizinischem Hintergrund schnellstmöglich an die Rettungsleitstelle weiterzuleiten. Außer dem Notruf „112“ für die direkte Erreichbarkeit der nächstgelegenen Rettungs- bzw. Feuerwehrleitstelle und dem Notruf „110“ für die Polizei werden keine weiteren

allgemeinen Notfallnummern benötigt. In den wenigen Leitstellenbereichen, in denen die Rettungsleitstelle unmittelbar nur über „19 222“ (mit Vorwahl) erreichbar ist, sollte spätestens mit Einführung integrierter Leitstellen die Umstellung auf den Notruf „112“ erfolgen.

Das vorliegende Material zeigt, dass bei schweren Verkehrsunfällen in der Regel einer der Zeugen oder Ersthelfer ein Mobiltelefon mitführt und für den allergrößten Teil des öffentlichen Straßennetzes die erforderliche Funknetzabdeckung besteht. Die genaue Ortsbeschreibung und Lokalisierung der Unfallstelle stellt dagegen eventuell eine größere Herausforderung dar, insbesondere wenn Notrufmeldende nicht ortskundig sind und wenn die Orientierung, z. B. bei Nacht oder wetterbedingten Sicht Einschränkungen, erschwert ist. Eine zügige und präzise Ortung des Anrufers satellitengestützt oder durch Triangulationsverfahren in Mobilfunknetzen ist dann essenziell. Idealerweise sollte mit dieser Information nicht nur der Leitstellendisponent den Einsatzort schnell lokalisieren können, sondern auch den Rettungsfahrzeugen die Navigation dorthin erleichtert werden.

Besondere Anforderungen hinsichtlich der Notfalldetektion stellen schwere Alleinunfälle dar, die sich auf wenig befahrenen Straßen ereignen oder aus anderen Gründen für längere Zeit unbemerkt bleiben. Solche Szenarien werden durch fahrzeugeigene Notrufsysteme adressiert, wie sie von einigen Automobilherstellern angeboten werden und deren Einführung die Europäische Kommission in ähnlicher Form mit „eCall“ anstrebt. Im vorliegenden Fallmaterial ereigneten sich nur wenige Pkw-Kollisionen, die nicht sofort durch andere Verkehrsteilnehmer bemerkt und gemeldet wurden. Auf Grundlage der Studie zeigt sich somit ein geringes Potenzial, die Frist zwischen dem Unfallereignis und dem Absetzen des Notrufs entscheidend zu verkürzen. Allerdings könnte die Lokalisierbarkeit über georeferenzierte Daten, die solche Systeme ebenfalls bieten, unter den oben beschriebenen Umständen einen deutlich größeren Nutzen bringen. Vorausgesetzt, die Leitstelle ist in der Lage die per Funk gemeldeten Koordinaten sofort im eigenen elektronischen Kartenmaterial darzustellen, wäre der Unfallort in vielen Fällen schneller und verlässlicher zu lokalisieren als bisher. Bei geeigneter Anpassung eines Not-

rufsystems für Krafträder könnten dann auch deren Fahrer davon profitieren, da sie einer mindestens ebenso großen Gefahr ausgesetzt sind wie Pkw-Insassen unbemerkt von der Straße abzukommen und schwer zu verunglücken.

Bislang stützen sich Leitstellen aufgrund der vergleichsweise kleinen Zuständigkeitsbereiche häufig auch auf die Ortskenntnis der Disponenten. Mit einer Verringerung der Zahl von Leitstellen in Deutschland und entsprechend größeren Gebieten, die von ihnen betreut werden müssen, wird aber der Rückgriff auf detailliertes Kartenmaterial zunehmend an Bedeutung gewinnen. Wie der Workshop „Optimierung der Rettungskette“ deutlich machte, sind diese technischen und logistischen Voraussetzungen noch lange nicht bei allen deutschen Rettungsleitstellen gegeben. Wenn mit dem sogenannten Mindestdatensatz, der vom eCall-ausgestatteten Fahrzeug per Funk übermittelt werden soll, der Rettungsleitstelle zusätzlich auch Fahrzeugmodell und -baujahr mitgeteilt werden, könnten im Falle einer Einklemmung Feuerwehren bereits während der Anfahrt zur Einsatzstelle grundlegende Informationen (z. B. elektronische Rettungsdatenblätter) für die technische Rettung erhalten. Da die derzeitige Planung der Europäischen Kommission vorsieht, dass Fahrzeughersteller eCall-fähige Systeme in erstmals Typ-zugelassenen Pkw nur als optionale Ausstattung anbieten müssen, darf bezweifelt werden, dass auf diese Weise eine zügige Marktdurchdringung erfolgt.

Soweit für die Studie dokumentiert, wurden alle Unfälle von der Leitstelle außer mit den obligatorischen Rettungswagen auch mit mindestens einem Notarzt besetzt. Wo die Nachalarmierung eines Notarztes angegeben war, handelte es sich in mehreren Fällen um das Heranführen eines zusätzlichen Arztes mit dem Rettungshubschrauber. Hubschrauber wurden für fast die Hälfte der Transporte lebensbedrohlich verletzter Patienten ins Krankenhaus eingesetzt. Andernfalls hätten sich bei vielen im ländlichen Bereich Verunglückten die Transportzeiten ins Traumazentrum wahrscheinlich verlängert. Dem notarztbesetzten Hubschrauber kommt daher bei schweren Verkehrsunfällen eine bedeutende Rolle zu, wenn lebensbedrohlich Verletzte kompetent primär zu versorgen und schnell einer geeigneten Klinik zuzuführen sind.

Die Hilfsfristen wurden bei den Einsätzen zu schwersten Verkehrsunfällen fast ausnahmslos eingehalten. Es ist allerdings nicht nachvollziehbar, dass die Vorgaben und Definitionen für Hilfsfristen und deren Erfüllungsgrad nicht bundeseinheitlich geregelt sind, obwohl dies schon seit langem gefordert wird [7]. Das Niveau der grundlegenden Notfallversorgung lässt sich daher zwischen den einzelnen Bundesländern nicht ohne Weiteres vergleichen. In Grenzregionen benachbarter Bundesländer wird die gemeinsame Abstimmung der vorzuhaltenden Rettungsmittel und Rettungswachen erschwert. Ebenso ist zu bemängeln, dass nur wenige Länder auch Hilfsfristen für Notarzteeinsätze festschreiben, obwohl deren Alarmierung zu einem schwerem Trauma oder akut lebensbedrohlichen Erkrankungen eigentlich obligatorisch ist.

Im Fallmaterial der Studie überstiegen die Verweilzeiten an der Einsatzstelle, gerade bei Pkw und Kleintransportern, häufig eine halbe Stunde, so dass nur 16 % der Fahrzeuginsassen, für die eine aussagefähige Zeitdokumentation vorlag, innerhalb von 60 Minuten nach Eingang des Notrufes die Klinik erreichten. Besonders lange Rettungszeiten erklärten sich plausibel aus schwierigen Umständen für die Befreiung und die präklinische Versorgung. Diese Ergebnisse und die Einschätzung der Teilnehmer des Workshops „Optimierung der Rettungskette“, dass die Verweildauer an der Einsatzstelle die dominierende Phase für den gesamten Zeitbedarf der Rettung darstellt, verdeutlichen, warum eine klinische Versorgung schwerstverletzter Unfallopfer – zumindest wenn es sich um Kraftfahrzeugnutzer handelt – mit der Zielvorgabe der „Golden Hour of Shock“ im Durchschnitt kaum erreicht wird. Ähnliche Forderungen formulierten 2008 Fachleute der Notfallmedizin [51]: die klinische Diagnostik sollte bei lebensbedrohlich Verletzten und Schädel-Hirn-Traumatisierten spätestens 60 Minuten nach dem Schadensereignis beginnen, um nach 90 Minuten bereits mit den ersten Operationen beginnen zu können. Dabei wird von der Einhaltung einer 15-minütigen Hilfsfrist durch den Rettungsdienst und einer Transportdauer in die Klinik von 30 Minuten ausgegangen. Für die Dauer der präklinischen Therapie an der Unfallstelle verbleiben somit lediglich 15 Minuten. Dieses Zeitfenster wurde im eigenen Fallmaterial nur für einige der verunglückten Radfahrer

und Fußgänger eingehalten. Bei Pkw-Insassen, die in ihren Fahrzeugen eingeschlossen oder eingeklemmt sind, scheint dieser Wert kaum erreichbar, wenn die in den letzten Jahrzehnten in Deutschland praktizierte Strategie einer Stabilisierung der Vitalfunktionen und patientenorientierten Rettung nicht aufgegeben werden soll. Im Falle einer erforderlichen technischen Rettung werden allein die Befreiungsmaßnahmen vermutlich 15 Minuten benötigen. Eine andere Empfehlung – der Richtlinienentwurf für die technisch-medizinische Rettung [13] – sieht für die sogenannte „schnelle Rettung“ mit maximal 20 Minuten ein etwas größeres Zeitfenster vor. In Fällen mit eingeklemmten oder schwer zugänglichen Patienten müsste sich die präklinische Versorgung also auf ein Minimum von Maßnahmen an der Unfallstelle beschränken.

Während sich die 15-Minuten-Frist für Unfallmeldung und Ankunft des Rettungsmittels an der Einsatzstelle kaum nennenswert unterschreiten lässt, wird das Zeitfenster von 30 Minuten für den Patiententransport – zumindest im eigenen Material – selten voll ausgeschöpft. Auch bei Unfällen im ländlichen Raum sollte es möglich sein das nächstgelegene Traumazentrum bei Transport auf dem Luftweg in weniger als einer halben Stunde zu erreichen. Damit der Zeitgewinn durch die hohe Transportgeschwindigkeit nicht bei Eintreffen an der Klinik wieder zunichte gemacht wird, müssen die Wege zwischen dem Hubschrauberlandeplatz und dem Schockraum kurz sein. Je nach baulichen Gegebenheiten auf dem Krankenhausgelände und unter Berücksichtigung von flugsicherheitstechnischen Anforderungen an den Landeplatz können dadurch allerdings umfangreiche Umbau- oder Neubaumaßnahmen notwendig werden.

Hubschraubereinsätze erfordern auch an der Einsatzstelle besondere Vorkehrungen, insbesondere bei Dunkelheit. Die geeignete Ausleuchtung eines Landeplatzes in unbekanntem Terrain kann in der Regel nur von der Feuerwehr geleistet werden und erfordert dann neben Einsatzfahrzeugen und Mannschaft für die technische Befreiung von Verkehrsunfallopfern zusätzlich Ausstattung und Personal. Während die technische Ausstattung deutscher Feuerwehren allgemein als gut bezeichnet werden kann – insbesondere im Vergleich mit einer Reihe anderer europäischer Länder – ist es in manchen Regionen um die Personalsitu-

ation schlechter bestellt. Im ländlichen Raum, wo sich die Einsatzkräfte von Feuerwehren fast ausschließlich aus ehrenamtlichen Mitgliedern rekrutieren, sind viele Einwohner gezwungen zur Arbeit in weiter entfernte Gegenden zu pendeln. Für die örtlichen freiwilligen Feuerwehren kann dies bedeuten, dass für Einsätze während des Tages die Mindestpersonalstärke nicht sichergestellt werden kann. Auch örtliche Betriebe sind mitunter nicht gewillt, Arbeitskräfte, die zusätzlich bei der freiwilligen Feuerwehr Dienst tun, für Einsätze oder Fortbildungen freizustellen, wie es das Gesetz vorsieht. Falls eine Feuerwehr die benötigten Einsatzfahrzeuge nicht ausreichend besetzen kann, muss die Unterstützung durch die Feuerwehr eines benachbarten Ortes angefordert werden, wodurch sich die Anfahrtswege eventuell verlängern. Im Rettungsdienst stellen sich diese Probleme in geringerem Maße, weil die Einsatzbereitschaft auf Rettungswachen prinzipiell sicherzustellen ist und sich die durchführenden Organisationen stärker auf hauptamtliche Kräfte stützen müssen. Auf dem Land dürfte die Erfüllung der geforderten Hilfsfristen für den Rettungsdienst und den Notarzt im Allgemeinen aber ebenfalls eine größere Herausforderung bedeuten als in Ballungsräumen.

An der Unfallstelle besteht nach einhelliger Meinung der Teilnehmer des Workshops „Optimierung der Rettungskette“ noch das größte Potenzial, die Gesamtrettungszeit für schwerstverletzte Opfer von Verkehrsunfällen zu reduzieren. Besonders die Zusammenarbeit zwischen Feuerwehr – verantwortlich für die technische Rettung – und dem Rettungsdienst und Notarzt für die präklinische Versorgung bei Fahrzeugunfällen wird vielerorts als verbesserungswürdig beurteilt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass schwere Verkehrsunfälle mit Einklemmungen vergleichsweise seltene Ereignisse sind. Der routinierte und koordinierte Ablauf von Maßnahmen der technischen und medizinischen Rettung sollte daher in häufigen gemeinsamen Übungen geprobt werden. Die verstärkte Anwendung von Algorithmen, wie sie bei der klinischen Versorgung von lebensgefährlichen Traumata bereits verbreitet sind, kann dazu beitragen die Befreiung und Herstellung der Transportfähigkeit eines Schwerstverletzten zu beschleunigen. Die Erlangung und Verbesserung spezifischer Fertigkeiten, z. B. die Intubierung bei beengten Platzverhältnissen durch den Arzt oder das

Abstützen eines Personenwagens in Seitenlage durch die Feuerwehr, kann dagegen weiterhin getrennt erfolgen. Weil Notärzte mitunter beklagen, dass an der Unfallstelle bei modernen Fahrzeugen innere Verletzungen schwer zu identifizieren sind, weil sie immer seltener mit anderen, leichter erkennbaren, Verletzungen einhergehen, sollte in interdisziplinären Forschungsvorhaben unter Beteiligung von Medizinerinnen und Ingenieuren verstärkt versucht werden dafür Indikatoren zu entwickeln und zu validieren.

Die hochqualitative Akutversorgung von lebensbedrohlich Verletzten in Kliniken ist in deutschen Traumazentren bzw. Kliniken der Maximalversorgung allgemein gegeben. Von der flächendeckenden Bildung von zertifizierten Traumanetzwerken in der Bundesrepublik ist zu erwarten, dass auch die Abstimmung mit Krankenhäusern niedrigerer Versorgungsstufe innerhalb der Regionen weiter verbessert und die Optimierung der Prozesse im Hinblick auf eine gezielte Erstversorgung der Patienten vorangetrieben wird. Da die Inbetriebnahme der meisten Traumanetzwerke erst in den kommenden Jahren erfolgen wird, kann deren Wirksamkeit im Einzelnen derzeit noch nicht beurteilt werden. Es wird sich dann zeigen, ob bspw. Konzepte, die bedarfsweise die Durchführung erster lebenserhaltender Maßnahmen in einer kleinen Klinik und die anschließende rasche Verlegung in ein Traumazentrum vorsehen, zu einem erhöhten Aufkommen von Verlegungsflügen mit Hubschraubern bzw. Verlegungsfahrten mit Intensivtransportwagen führen wird. Da aktuell von einem unterschiedlichen Status quo der Versorgung in den Regionen auszugehen ist, werden der Bedarf und die resultierenden Maßnahmen vermutlich ebenfalls verschieden ausfallen.

Die bisher geführte Diskussion bezieht sich auf schwerstverletzte Verkehrsteilnehmer, welche nicht zuletzt wegen der häufig bestehenden Mehrfachverletzungen besondere Ansprüche an eine schnellere und bessere Versorgung stellen. Sie machen allerdings nur einen vergleichsweise kleinen Teil des Einsatzaufkommens im Rettungswesen aus. Viele Entwicklungen und Fortschritte in der Rettungskette würden aber nicht allein auf diese Patientengruppe beschränkt bleiben, sondern auch anderen Opfer schweren Traumas nach Unfällen im häuslichen, betrieblichen oder Freizeitbereich zugutekommen.

9 Zusammenfassung

Straßenverkehrsteilnehmer, die bei Unfällen lebensbedrohlich verletzt werden, sind nicht nur statistisch einem hohen Risiko ausgesetzt in der Folge zu versterben. Auch die Überlebenden haben oft lange, eventuell dauerhaft, unter Behinderungen zu leiden. Dennoch ist über die Umstände, die bei Verkehrsunfällen zu solchen Verletzungen führen, vergleichsweise wenig bekannt. Die amtliche Verkehrsunfallstatistik kennt neben den tödlich Verunglückten und den ambulant behandelten Unfallopfern nur die Kategorie „schwerverletzt“ für alle mindestens 24 Stunden in einem Krankenhaus stationär behandelten Patienten. Klinische Studien zu Verletzungsmustern und zur Behandlung von lebensgefährlich verletzten Unfallopfern schließen dagegen neben dem Straßenverkehrsunfall häufig auch andere Unfallmechanismen ein. Detailinformationen, bspw. welcher Aufprallart die Patienten ausgesetzt waren und ob diese einen Sicherheitsgurt, Sturzhelm oder andere Schutzeinrichtungen angelegt hatten, sind dabei in der Regel nicht enthalten.

Oft wird in der Akutmedizin oder im Bereich der Verkehrssicherheit der Begriff des „Schwerstverletzten“ verwendet, um Unfallopfer zu charakterisieren, die besonders schwere Verletzungen oder Verletzungsfolgen erlitten haben. Einheitliche Kriterien für diesen Terminus existieren bislang aber ebenso wenig wie eine klare Abgrenzung gegenüber der Bezeichnung „Schwerverletzter“. Dementsprechend ergaben Studien in der Vergangenheit unterschiedliche Schätzwerte für die Zahl jährlich neu entstehender Schwerstverletzungen allgemein oder als Folge ausschließlich von Straßenverkehrsunfällen.

Die vorliegende Studie versuchte mit einer weitgehend prospektiven Methode in einer geografisch und verwaltungstechnisch klar definierten Region die Zahl lebensbedrohlich oder tödlich verletzter Straßenverkehrsteilnehmer sowohl mit ihren Verletzungsbildern als auch ihren Unfallumständen vollzählig zu erfassen. Als lebensbedrohlich verletzt galten alle Patienten, für die im Krankenhaus singuläre (schweres Monotrauma) oder multiple Verletzungen (Polytrauma) mit einer Gesamtverletzungsschwere von 16 oder mehr Punkten nach

dem Injury Severity Score (ISS) dokumentiert wurden, unabhängig davon, ob sie überlebten oder innerhalb von 30 Tagen verstarben. Außerdem wurden alle Fälle erfasst, bei denen Verkehrsteilnehmer ihr Leben verloren, bevor sie eine Klinik erreichten, wenngleich dann die genauen Verletzungsbilder meist nicht bekannt werden. Die gewählte Studienregion setzte sich aus sechs benachbarten Landkreisen und zwei kreisfreien Städten in Bayern und Baden-Württemberg zusammen. Es konnte gezeigt werden, dass sie sowohl hinsichtlich des allgemeinen Straßenverkehrs als auch des schweren Unfallgeschehens gut mit den durchschnittlichen Verhältnissen in der Bundesrepublik übereinstimmt.

Die Erfassung fand vom 1. November 2007 bis 31. Dezember 2008 mit Unterstützung und unter Mitwirkung der Traumazentren, Rettungsleitstellen, Polizeibehörden und Staatsanwaltschaften sowie größeren Feuerwehren des Untersuchungsgebietes statt. Gemäß der für die Studie entwickelten Erhebungsmethode benötigte der Studienleiter von den teilnehmenden Einrichtungen nur Informationen, die von vornherein anonymisiert waren. Die Teildatensätze wurden erst beim Studienleiter über gemeinsame Merkmale wie Unfallzeit und Unfallort zusammengefügt. Neben detaillierten Verletzungsbildern und den wesentlichsten akutmedizinischen Maßnahmen konnten so auch wesentliche Merkmale des Unfallhergangs, des Unfallmechanismus sowie Fahrzeugbeschädigungen und die Verwendung beziehungsweise Auslösung von Insassenschutzsystemen beschrieben werden.

Insgesamt wurden innerhalb von vierzehn Monaten 149 in der Studienregion verunglückte Verkehrsteilnehmer mit lebensbedrohlichem Trauma in Krankenhäuser eingeliefert, von denen 22 verstarben. Weitere 76 Opfer erlagen noch am Unfallort ihren Verletzungen. Von den 131 Patienten mit einem Polytrauma oder schweren Monotrauma, die im Jahr 2008 in Akutkliniken behandelt wurden, waren 49 % Insassen von Personenwagen oder Kleintransportern. 21 % waren Benutzer motorisierter Zweiräder und 18 % waren Radfahrer. Etwa jeder zehnte Patient mit lebensgefährlichem Verletzungsbild war als Fußgänger verunglückt. 70 % der 66 Personen, die 2008 noch an der Unfallstelle ihr Leben verloren, stammten

aus Kraftfahrzeugen, 11 % waren Aufsassen von Kraftfahrzeugen und 8 % von Fahrrädern. 12 % der unmittelbar Verstorbenen waren Fußgänger.

Fast alle in Krankenhäusern behandelten Fußgänger waren mit Pkw zusammengestoßen. Ihre lebensbedrohlichen Traumata umfassten meist schwere Verletzungen an Kopf und Thorax sowie an den Beinen oder am Becken. Insbesondere beim Kopfanprall an steife Fahrzeugstrukturen wie Scheibenrahmen oder Dachpfosten fanden sich schwerste Schädel-Hirn-Traumata. In mehreren Fällen wurden Fußgänger überrollt, meist durch Lastkraftwagen, was den sofortigen Tod zur Folge hatte.

Kollisionen mit Kraftfahrzeugen waren bei der Mehrzahl der Schwerstverletzungen von Radfahrern die Ursache. Schwere Verletzungen waren vorrangig an Brust und Kopf lokalisiert. In jedem dritten Fall stürzten Radfahrer allerdings alleinbeteiligt und zogen sich dabei Schädel-Hirn-Traumata zu, oft ohne weitere ernsthafte Verletzungen in anderen Körperregionen. Bis auf wenige Ausnahmen waren alle verunglückten Radfahrer ohne Helm unterwegs gewesen.

Benutzer motorisierter Zweiräder erlitten insbesondere bei Zusammenstößen mit ab- bzw. einbiegenden Kraftfahrzeugen oder Frontalkollisionen mit dem Gegenverkehr lebensgefährliche oder tödliche Verletzungen. Alleinunfälle finden sich in dieser Gruppe in geringerer Zahl. Die Zahl der Verletzungen je Patient war in dieser Gruppe größer und die durchschnittliche Gesamtverletzungsschwere höher als bei allen anderen Verkehrsteilnehmern. Trotz Helmbenutzung kam es mehrfach beim Anprall am gegnerischen Fahrzeug oder an Strukturen im Straßenseitenraum zu schwersten Schädel-Hirn-Verletzungen.

Knapp die Hälfte der Fahrzeuginsassen, die aufgrund eines Polytraumas klinisch behandelt wurden oder ihr Leben an der Unfallstelle verloren, hatte mit ihrem Wagen einen Frontalaufprall erlitten. Mehr als jeder dritte schwerstverletzte Insasse war dagegen in einen seitlichen Aufprall verwickelt, in der Hälfte davon bei einer Kollision mit einem Baum, nachdem der Fahrer die Kon-

trolle über das Fahrzeug verloren hatte. Am häufigsten waren Fahrer schwerstverletzt. Der Anteil von Mitfahrern, die mit einem Polytrauma in eine Klinik eingeliefert oder unmittelbar getötet wurden, betrug je nach Aufprallart zwischen 22 % und 27 %. Mehr als die Hälfte der Insassen, die bei einem Fahrzeugüberschlag lebensbedrohlich verletzt oder getötet wurden, war aufgrund fehlender Gurtsicherung aus dem Fahrzeug geschleudert worden. Die Verletzungsbilder variierten in Abhängigkeit von Aufprallart und Verwendung bzw. Vorhandensein von Insassenschutzeinrichtungen wie Gurten und Airbags. Schwere Kopfverletzungen dominierten beim Seitenaufprall besonders gegen Bäume, während Schwerstverletzte nach Frontalaufprall häufig Frakturen der unteren Gliedmaßen zeigten. Thoraxtraumata, insbesondere Lungenkontusionen, waren bei allen Aufprallarten zahlreich.

Unter demografischen Gesichtspunkten war einerseits ein hoher Anteil Älterer unter den tödlich verletzten Verkehrsteilnehmern auffällig, entweder mit unmittelbarem Todeseintritt noch an der Unfallstelle oder letalem Ausgang im Laufe der klinischen Behandlung. Andererseits fiel auf, dass etwa die Hälfte der Fahrzeuginsassen, die mit einem Polytrauma oder einem schweren Monotrauma in eine Klinik kamen, Frauen waren, während unter den unmittelbar tödlich verletzten Insassen nur etwa jeder Vierte weiblichen Geschlechts war.

Im Jahr 2008 hatten in der Studienregion überlebende Unfallopfer mit lebensbedrohlichem Trauma einen Anteil von 10 % an der Zahl „Schwerstverletzter“ nach amtlicher Definition. Etwas über ein Drittel dieser Patienten konnte nach der Behandlung in der Akutklinik nach Hause entlassen werden, die übrigen wurden in Rehaeinrichtungen oder Pflegezentren überwiesen oder in ein anderes Krankenhaus verlegt. Hochgerechnet auf die Bundesrepublik wäre für 2008 von etwa 7.000 überlebenden Schwerstverletzten nach Straßenverkehrsunfällen auszugehen.

Der Ablauf der Rettungskette nach schweren Verkehrsunfällen im Untersuchungsgebiet ließ keine organisatorisch oder strukturell bedingten Verzögerungen erkennen. Allerdings konnte nur jedes dritte lebensgefährlich verletzte Verkehrsoffer innerhalb einer Stunde nach dem

Unfall in ein Traumazentrum gebracht werden, obwohl für fast die Hälfte der Transporte der Hubschrauber eingesetzt wurde. Besonders bei eingeklemmten Insassen von Pkw oder Nutzfahrzeugen können sich durch die notwendigen technischen Befreiungsmaßnahmen die Rettungszeiten deutlich verlängern. Schwierigkeiten in diesem Zusammenhang wurden vereinzelt im Zusammenhang mit jüngeren Pkw-Modellen berichtet. Auch ein Workshop, der im Rahmen des Projektes mit Vertretern verschiedener Einrichtungen im Rettungswesen aus dem gesamten Bundesgebiet durchgeführt wurde, zeigte, dass allgemein die Einsatzdauer an der Unfallstelle bis zum Abtransport des Patienten als entscheidende Phase für die gesamte Rettungszeit angesehen wird. Darüber hinaus wurde in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr in Schneidversuchen an drei identisch deformierten Pkw die Dauer technischer Befreiungsmaßnahmen mit unterschiedlichem Rettungsgerät bestimmt und verglichen.

Die Untersuchung der Unfallumstände besonders schwer verletzter Verkehrsteilnehmer zeigt Potenzial für weitere passive Sicherheitsmaßnahmen an Fahrzeugen auf. Mit Fußgängerairbags an Pkw, die den unteren Frontscheibenbereich und die A-Säulen abdecken, könnte das Risiko schwerer Kopfverletzungen bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern reduziert werden. Fahrzeuginsassen, insbesondere kleine Fahrer, sollten beim Frontalaufprall besser gegen Verletzungen der unteren Extremitäten geschützt werden. Beim Seitenaufprall sowie beim schweren Fahrzeugüberschlag sind Kopfseitenairbags nach Art von Vorhangairbags mit ausreichendem Abdeckbereich und einer frühzeitigen Aktivierung unverzichtbar, um Kopfverletzungen in ihrer Schwere mindern zu können. Die erwartete Schutzwirkung von Thorax-Seitenairbags ließ sich mit dem Fallmaterial nicht belegen. Auf dem Gebiet der Fahrerassistenzsysteme eröffnen sich Möglichkeiten für die Reduktion schwerwiegender Kollisionen zwischen einbiegenden Pkw und Motorrädern und für die sichere Abbremsung bis zum Stillstand von Personenwagen und Nutzfahrzeugen nach Kontrollverlust infolge plötzlicher Gesundheitsstörungen des Fahrers.

Bei den ungeschützten Verkehrsteilnehmer wären für mehrere der verunglückten Fahrradfahrer weniger

schwere Kopfverletzungen zu erwarten gewesen, wenn diese einen Radhelm getragen hätten. Fußgängern und Radfahrern sollte bewusst sein, dass bei schweren Nutzfahrzeugen der „tote Winkel“ für die Sicht aus diesen Fahrzeugen nicht nur seitlich nach hinten, sondern auch neben und unmittelbar vor das Fahrzeug reicht. Geeignete Detektions- und Warnsysteme, besonders in Lkw, könnten viele Unfälle mit Überrollung verhindern, da sie meist bei geringer Geschwindigkeit stattfinden.

Möglichkeiten für die Optimierung der Rettungskette von der Unfallmeldung bis zur Einlieferung in die geeignete Klinik sollten für einzelne Rettungsdienstbereiche individuell untersucht und genutzt werden, da die Verhältnisse regional erheblich variieren können. Koordinierte und Algorithmus-unterstützte Maßnahmen der präklinischen und technischen Rettung an der Unfallstelle versprechen aber allgemein das größte Potenzial, die Rettungszeit bei eingeklemmten Personen zu verkürzen.

Literatur

- [1] Bundesanstalt für Straßenwesen: „Verkehrs- und Unfalldaten – Kurzzusammenstellung der Entwicklung in Deutschland“, Bergisch Gladbach, Oktober 2010
- [2] Bauer E.: „Das Unglück mit dem Rettungsdienst“, Lenkrad, Heft 2, S. 31 – 37, 1970
- [3] Malczyk A.: „Schwerstverletzungen bei Verkehrsunfällen“, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, Nr. 722, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2010
- [4] Remick K. N. et al.: „Transforming US Army Trauma Care: An Evidence-Based Review of the Trauma Literature“, United States Army Medical Department Journal, July – September 2010, S. 4 – 21, 2010, www.cs.amedd.army.mil/dasqadownload.aspx?policyid=216, Download vom Internet, 11.4.2011
- [5] Arbeitsgruppe „Strukturfragen“ des Ausschusses „Rettungswesen“: „Bericht der Arbeitsgruppe „Strukturfragen“ des Ausschusses „Rettungswesen“ vom 21. März 1996“, 2001, www.innenministerium.bayern.de/imperia/md/content/stmi/sicherheit/rettungswesen2/publikationen/ausschussrettungswesen/strukturfragen.pdf, Download vom Internet, 12.3.2010
- [6] Kühner R. F.: „Planung, Durchführung und Finanzierung einer öffentlichen Aufgabe dargestellt am Beispiel des Rettungsdienstes“, Untersuchungen zum Rettungswesen, Bericht 25, Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, 1989
- [7] Arbeitsgruppe „Hilfsfrist“ des Ausschusses „Rettungswesen“: „Bericht der Arbeitsgruppe „Hilfsfrist“ des Ausschusses „Rettungswesen“ vom 14. August 1997“, 2001, www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/sicherheit/rettungswesen2/publikationen/ausschussrettungswesen/hilfsfrist.pdf, Download vom Internet, 28.3.2009
- [8] RUN Rettungswesen und Notfallmedizin GmbH, Konsensgruppe „Luftrettung“: „Grundsätze für die Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland, Abschlussbericht“, Marburg, 2000, www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/sicherheit/rettungswesen2/publikationen/ausschussrettungswesen/grundsätze_luftrettung_phase_i.pdf, Download vom Internet, 28.7.2008
- [9] Ausschuss „Rettungswesen“, Konsensgruppe „Luftrettung“, Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg (Hrsg.): „Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland, Abschlussbericht zu Phase II“, Werner Wolfsellner Medizin Verlag, München, 2004
- [10] Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF), „Zukunft der Leitstellen der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr“, 2004, www.agbf.de/AK/AG/Zukunft%20der%20Leitstellen%20Endfassung%20Beirat%20DST.pdf; Download vom Internet, 28.7.2008
- [11] FORPLAN, Dr. Schmiedel GmbH: tabellarische Aufstellung der Hilfsfristen in den Bundesländern, Stand 2002, www.forplan.de/download/hilfsfrist_nach_laendern2002, Download vom Internet, 3.4.2009

- [12] Bundesanstalt für Straßenwesen: Präsentation „Analysen zum Leistungsniveau im Rettungsdienst für die Jahre 2004 und 2005“, 29.7.2007, 58. Sitzung des Ausschusses „Verkehrsmedizin, Erste Hilfe und Rettungswesen“ des Deutschen Verkehrssicherheitsrats, Köln
- [13] Hüsich F.: „Entwurf vfdb-Richtlinie 06/01 zur technisch-medizinischen Rettung nach Verkehrsunfällen im Feuerwehreininsatz“, Präsentation zum Vortrag auf der 2. Fachtagung „Technische Rettung aus Pkw“, Berlin, 2009; [www.fahrzeugsicherheit-berlin.de/files/Praesentation Entwurf vfdb-Richtlinie.pdf](http://www.fahrzeugsicherheit-berlin.de/files/Praesentation%20Entwurf%20vfdb-Richtlinie.pdf), Download vom Internet, 23.11.2009
- [14] Maaz M.: „Prozessanalyse der Notfallversorgung bei Verkehrsunfällen“, Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität München, 2004
- [15] Kühne C. A. et al.: „Polytraumaversorgung in Deutschland“, *Der Unfallchirurg* 109, S. 357 – 366, 2006
- [16] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie: „Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung“, Berlin, 2006
- [17] Ruchholtz S. et al.: „Das Traumanetzwerk der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie“, *Der Unfallchirurg* 110, S. 373 – 380, 2007
- [18] Internet, Traumanetzwerk DGU, „Aktuelles“, Stand 23.11.2010, www.dgu-trauma-netzwerk.de/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=54&lang=de, 16.12.2010
- [19] Statistisches Bundesamt: „Verkehr – Verkehrsunfälle, 2008“, Fachserie 8, Reihe 7, Wiesbaden, 2009
- [20] Busch S.: „Verkehrsunfallfolgen schwerstverletzter Unfallopfer“, Heft M 25, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe „Mensch und Sicherheit“, 1994
- [21] Höhnscheid K.-J. et al.: „Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter in Folge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland – Pilotuntersuchung“, unveröffentlichter Bericht, Bundesanstalt für Straßenwesen, 2004
- [22] Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM): „Abbreviated Injury Scale (AIS) 1990 – Update 98“, Barrington, IL, 1998
- [23] Otte D., Haasper C., Krettek Ch.: „Die neue Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 – Nutzen einer standardisierten Klassifikation der Verletzungsschwere“, *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, Oktober 2006, S. 261 – 268
- [24] Mattern R. et al.: „Verletzungsfolgekosten nach Straßenverkehrsunfällen“, Schriftenreihe der Forschungsvereinigung Automobiltechnik, Heft 73, 1988
- [25] Baker S. et al.: „The Injury Severity Score: A Method for Describing Patients with Multiple Injuries and Evaluating Emergency Care“, *Journal of Trauma*, Vol. 14, No. 3, S. 187 – 196, 1974
- [26] Sektion Notfall- und Intensivmedizin, Schwerverletztenversorgung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie: „Traumaregister der DGU, Jahresbericht 2007, für den Zeitraum bis Ende 2006“, Köln, 2007

-
- [27] Stevenson M. et al.: „An overview of the injury severity score and the new injury severity score“, Injury Prevention, Vol. 7, S. 10 – 13, 2001
- [28] Greenspan L., MacLellan B. A., Greg H.: „Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: A Scoring Chart“, Journal of Trauma 25, S. 60 – 65, 1985
- [29] Teasdale G., Jennett B.: „Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale“, Lancet, S. 81 – 84, 1974
- [30] Kalbe P., Seekamp A., Tscherne H.: „Kapitel 8: Erstmaßnahmen des Notarztes“, in Tscherne H., Regel G. (Hrsg.): „Unfallchirurgie – Traumamanagement“, Springer-Verlag, Berlin, 1997
- [31] Internet, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie: „Leitlinien – Polytrauma“, www.dgu-online.de/de/leitlinien/polytrauma.jsp, 27.8.2008
- [32] Haas N. P., von Fournier C., Südkamp N. P.: „Traumazentrum 2000 - Wieviel und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000?“, Der Unfallchirurg 100, S. 852 – 858, 1997
- [33] Liener U. C. et al.: „Inzidenz schwerer Verletzungen – Ergebnisse einer populationsbezogenen Untersuchung“, Der Unfallchirurg 107, S. 483 – 490, 2004
- [34] Otte D.: „The Accident Research Unit Hannover as Example for Importance and Benefit of Existing In-Depth Investigations“, Proceedings of SAE Congress, Detroit, 1994
- [35] Internet, Genesis-Online-Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung, www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/..., Tabelle „Bevölkerung: Kreise, Geschlecht, Nationalität, Stichtag“, 24.5.2009
- [36] Internet, Landesinformationssystem (LIS) des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg, statistik.baden-wuerttemberg.de, Tabelle „Bevölkerungsstand seit 2005 (jährlich), Fortschreibungen jeweils zum 31.12. des Jahres“, 24.5.2009
- [37] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung: „Sonderauswertung von Verkehrsunfällen Nov. und Dez. 2007 und das Jahr 2008 für Landkreise Neu-Ulm, Günzburg, Dillingen a. d. Donau, Augsburg, Aichach-Friedberg und kreisfreie Stadt Augsburg nach Unfallfolgen und Art der Verkehrsbeteiligung“, 27.5.2009
- [38] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: „Sonderauswertung von Verkehrsunfällen Nov. und Dez. 2007 und das Jahr 2008 für Alb-Donau-Kreis und kreisfreie Stadt Ulm nach Unfallfolgen und Art der Verkehrsbeteiligung“, 27.5.2009
- [39] Bardenheuer M. et al.: „Epidemiologie des Schwerverletzten“, Der Unfallchirurg 103, S. 355 – 363, 2000
- [40] Statistisches Bundesamt: „Verkehr – Verkehrsunfälle, 2008“, Fachserie 8, Reihe 7, Wiesbaden, 2009

- [41] Statistisches Bundesamt: „Verkehrsunfälle – Zweiradunfälle im Straßenverkehr, 2008“, Wiesbaden, 2009
- [42] Statistisches Bundesamt: „Verkehr – Unfälle von Güterkraftfahrzeugen im Straßenverkehr, 2008“, Wiesbaden, 2010
- [43] Malczyk A. et al.: „Car Crashes with Polytrauma in Southern Germany“, Proceedings of ESV, Enhanced Safety of Vehicles, Stuttgart, 2009
- [44] Malczyk A., König T.: „Verkehrsunfälle mit Polytraumen – Erkenntnisse für Fahrzeugsicherheit und Rettungswesen“, in: VDI-Bericht 2078 „Fahrzeugsicherheit 2009“, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 2009
- [45] Lefering R.: „Abschätzung der Gesamtzahl Schwerstverletzter in Folge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland“, 2010, Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, www.bast.de/cIn_015/nn_42256/DE/Publikationen/Download-Berichte/downloads/U3-Schwerstverletzte.html?__nnn0true, Download vom Internet, 20.8.2010
- [46] Lukas Rettungsgeräte (Hrsg.): „Lukas Rettungssysteme – Lösungen für jeden Rettungseinsatz“, Katalog, Stand 12/2004, in CD-ROM „Lukas Rescue Tools 2005“, 2005
- [47] Lukas Rettungsgeräte: „Datenblatt Schneidgerät S 311“, www.lukas.com/rettung/Rettungsprodukte/Schneiderger%C3%A4te/S+311.html, Download vom Internet, 2.3.2011
- [48] Lukas Rettungsgeräte: „Datenblatt Spreizer SP 310“, www.lukas.com/rettung/Rettungsprodukte/Spreizer/SP+310.html, Download vom Internet, 2.3.2011
- [49] Otte D. et al.: „Änderung des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren“, Der Unfallchirurg 106, S. 448 – 455, 2003
- [50] United States Government Federal Register.: „Federal Motor Vehicle Safety Standards, Ejection Mitigation; Phase-In Reporting Requirements; Incorporation by Reference“, www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-01-19/pdf/2011-547.pdf, Download vom Internet, 5.5.2011
- [51] Altemeyer K.-H. et al.: „Eckpunkte – Notfallmedizinische Versorgung der Bevölkerung in Klinik und Präklinik“, Der Notarzt, Heft 24, S. 175 – 176, 2008

Dank

Das Forschungsprojekt wurde von der Kommission Kraftfahrt Schadenverhütung finanziert.

Die vorliegende Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die freundliche Genehmigung, die engagierte und geduldige Unterstützung der folgenden Institutionen und Einrichtungen und ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:

Bayerisches Staatsministerium des Innern
Innenministerium Baden-Württemberg

Staatsanwaltschaft Augsburg
Staatsanwaltschaft Memmingen
Staatsanwaltschaft Ulm

Polizeipräsidium Schwaben-Nord und Dienststellen
Polizeipräsidium Schwaben-Süd/West und Dienststellen
Polizeidirektion Ulm und Dienststellen
Autobahnpolizeireviere Mühlhausen i. Täle und Heidenheim/Brenz

Integrierte Leitstelle Augsburg
Integrierte Leitstelle Ulm
Rettungsleitstelle Krumbach

Klinikum Augsburg, Klinik für Unfall-, Hand und Wiederherstellungschirurgie
Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Unfallchirurgie, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin

Berufsfeuerwehr Augsburg
Feuerwehr Ulm
Kreisbrandinspektion Aichach-Friedberg und freiwillige Feuerwehren
Kreisbrandinspektion Augsburg und freiwillige Feuerwehren
Kreisbrandinspektion Dillingen an der Donau und freiwillige Feuerwehren
Kreisbrandinspektion Günzburg und freiwillige Feuerwehren
Kreisbrandinspektion Neu-Ulm und freiwillige Feuerwehren
Landratsamt Alb-Donau-Kreis, Brand- und Katastrophenschutz, und freiwillige Feuerwehren

Dank geht auch an die Teilnehmer des Workshops „Optimierung der Rettungskette“

F. Baumann, Integrierte Leitstelle Ulm
H. Bloching, Landratsamt Alb-Donau-Kreis, Brand- und Katastrophenschutz
J. Braun, Deutsche Rettungsflugwacht, Filderstadt
M. Ecker, Klinikum Augsburg
R. Erbe, Berliner Feuerwehr
H. Friedrich, Zentrale Leitstelle Kreis Bergstraße

H. Guhlmann, Unfallchirurg, Notarzt, Jena

F. Hüscher, Berufsfeuerwehr Wiesbaden

J. Kreissig, Berufsfeuerwehr Chemnitz

G. Matthes, Unfallkrankenhaus Berlin

M. Messerschmidt, Polizeipräsidium Münster, Direktion Verkehr

M. Praetz, ITLS Germany, Mölln

E. Schmidt, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach

P. Sefrin, Deutscher Verkehrssicherheitsrat, Ausschuss „Verkehrsmedizin, Erste Hilfe und Rettungswesen“, Bonn

R. Zinser, Oberschwabenklinik Ravensburg

und die an den Rettungsübungen beteiligten Einsatzkräfte der

Berliner Feuerwehr, Feuerwache Prenzlauer Berg, Technischer Dienst und der Serviceeinheit Aus- und Fortbildung.



Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
E-Mail: unfallforschung@gdv.de
Internet: www.udv.de