

**Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und  
Wiederherstellungschirurgie (Chirurgische Klinik II)**

**der Universität Würzburg**

**Direktor: Professor Dr. med. Rainer H. Meffert**

**Altersbezogene Analyse von polytraumatisierten Motorradfahrern anhand eines  
deutschen, überregionalen Traumazentrums und des TraumaRegister DGU®**

**Inaugural - Dissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

**Adrian Tobias Kühn**

**aus Reutlingen**

**Würzburg, Mai 2019**

**Referent:** Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert

**Korreferent:** Prof. Dr. med. Christian Wunder

**Dekan:** Prof. Dr. med. Matthias Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:** 15.06.2020

**Der Promovend ist Arzt**

## Widmung

Diese Arbeit widme ich meiner Familie.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Verkehrsunfallstatistik des statistischen Bundesamtes und des TraumaRegister DGU®</b>	<b>1</b>
1.1.1 Unfallstatistik 2016 gemäß des statistischen Bundesamtes	1
1.1.2 Unfallstatistik des TraumaRegister DGU® (Jahresbericht 2017)	2
<b>1.2 Kraftradunfälle in Deutschland</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Todesursachenstatistik in Deutschland 2015</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Der Schwerverletzte und das Polytrauma</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Behandlungsalgorithmus von Schwerverletzten nach der S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten – Behandlung</b>	<b>6</b>
<b>1.6 Fragestellung und Arbeitshypothese</b>	<b>6</b>
<b>2 MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Studiendesign</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Datenerhebung</b>	<b>8</b>
2.2.1 Das TraumaRegister DGU® (TR-DGU)	9
2.2.2 Erhobene Variablen	11
2.2.3 Ein- und Ausschlusskriterien TraumaRegister DGU®	12
2.2.3.1 Einschlusskriterien	12
2.2.3.2 Ausschlusskriterien	13
2.2.4 Ein- und Ausschlusskriterien Würzburg	13
2.2.4.1 Einschlusskriterien	13
2.2.4.2 Ausschlusskriterien	14
<b>2.3 Verwendete Scores und Methoden</b>	<b>14</b>
2.3.1 ASA-Klassifikation	14
2.3.2 Glasgow Coma Scale (GCS)	15
2.3.3 RISC II Score (RISC II)	16
2.3.4 Injury Severity Score (ISS)	18
<b>2.4 Statistik</b>	<b>20</b>
<b>3 ERGEBNISSE</b>	<b>21</b>

<b>3.1</b>	<b>Daten des Universitätsklinikums Würzburg (2013 – 2015)</b>	<b>21</b>
3.1.1	Präklinik (Erstbefund, Therapie)	21
3.1.2	Schockraum und OP-Phase (Maßnahmen, Interventionen, Therapie)	22
3.1.3	Intensivstation (Aufnahmebefund, Verlauf)	22
3.1.4	Abschluss (Outcome, Prognosefaktoren, initiale Verletzungsschwere)	23
<b>3.2</b>	<b>Daten des TraumaRegister DGU® (TR-DGU; 2002-2015)</b>	<b>24</b>
3.2.1	Primär versorgte Motorradfahrer	24
<b>3.3</b>	<b>Verletzungsmuster</b>	<b>25</b>
3.3.1	Verletzungsmuster des Würzburger Patientenkollektivs	25
3.3.1.1	Obere versus untere Extremität	27
3.3.1.2	Relevante Verletzungen des Thorax (AIS $\geq 3$ )	28
3.3.2	Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®	29
3.3.2.1	Kopf, Extremitäten, Abdomen AIS $\geq 3$	29
3.3.2.2	Arme & Beine (ohne Becken) AIS $\geq 2$	30
3.3.2.3	Wirbelsäule & Becken AIS $\geq 2$	30
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Aktueller Stand der Literatur</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Methodische Stärken und Schwächen der Studie</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse der Würzburger Patienten</b>	<b>32</b>
4.3.1	Traumaspezifische Parameter	32
<b>4.4</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse des TraumaRegister DGU® (TR-DGU)</b>	<b>35</b>
4.4.1	Traumaspezifische Parameter	35
<b>4.5</b>	<b>Diskussion des Verletzungsmusters</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>68</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AIS	Abbreviated-Injury-Scale
ASA	American Society of Anesthesiologists
AUC	Akademie der Unfallchirurgie GmbH
BWS	Brustwirbelsäule
BWK	Brustwirbelkörper
ca.	circa
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
EK	Erythrozytenkonzentrat
etc.	et cetera
exkl.	exklusive
GCS	Glasgow Coma Scale
h	Stunde
ID	Identifikationsnummer
inkl.	inklusive
ISS	Injury Severity Score
LWK	Lendenwirbelkörper
MAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale
NIS	Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der DGU
OP	Operation
RISC II	Revised Injury Severity Classification, Version II
SD	Standardabweichung
SMR	Standardized Mortality Ratio
Tab.	Tabelle
TNW	TraumaNetzwerk DGU®
TR-DGU	TraumaRegister DGU®
vgl.	Vergleiche

♂  
♀

Männlich

Weiblich

# 1 Einleitung

Motorradfahren erfreut sich in unserer Gesellschaft einer großen und zunehmenden Beliebtheit. Es handelt sich dabei allerdings um ein sehr gefährliches Fortbewegungsmittel. Im klinischen Alltag werden vermehrt „ältere“ Patienten beobachtet, die mit dem Motorrad verunfallen (Schmucker et al. 2008, Kühn et al. 2009, Brown et al. 2010, Jackson & Mello 2013) und somit die behandelnden Ärzte vor Schwierigkeiten stellen, da häufig der Gesundheitszustand nicht dem der Gruppe der 20 – Jährigen entspricht (Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007, University of Rochester Medical Center 2010). Diese Arbeit soll dazu dienen, polytraumatisierte Motorradfahrer anhand eines deutschen, überregionalen Traumazentrums und des TraumaRegister DGU® altersbezogen zu analysieren.

## 1.1 Verkehrsunfallstatistik des statistischen Bundesamtes und des TraumaRegister DGU®

### 1.1.1 Unfallstatistik 2016 gemäß des statistischen Bundesamtes

Im Jahr 2016 ereigneten sich auf deutschen Straßen insgesamt circa 2,6 Millionen polizeilich registrierte Straßenverkehrsunfälle. Dies bedeutet einen kontinuierlichen Anstieg der Anzahl an Straßenverkehrsunfällen seit 2011. Diese 2,6 Millionen Unfälle setzten sich aus circa 2,3 Millionen Sachschadenunfällen (kontinuierlicher Anstieg seit 2011) und 308.145 Unfällen mit Personenschäden zusammen (kontinuierlicher Anstieg seit 2013).

Eine Dominanz des PKW im deutschen Straßenverkehr spiegelt sich in den Unfallzahlen wider: Insgesamt ereigneten sich 2016 308.145 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschäden. Bei diesen gab es insgesamt 595.948 Beteiligte. Circa 64% der Beteiligten an Unfällen mit Personenschäden waren PKW-Fahrer. Bei schwerwiegenden Unfällen mit Sachschäden betrug ihr Anteil 86,1%. 7,4% der Beteiligten an Unfällen mit Personenschäden im Jahr 2016 waren Kraftradfahrer.

Bei den Beteiligten an Unfällen mit Getöteten waren über die Hälfte (54%) Autofahrer, während 11% Kraftradfahrer darstellten. Insgesamt kamen bei Verkehrsunfällen im Jahr 2016 3.206 Personen ums Leben.



47,8% der Verkehrstoten und 56% der Verletzten waren 2016 Insassen eines PKW. Demgegenüber waren 18,8% aller Getöteten und 11% aller Verletzten von Verkehrsunfällen Benutzer von Krafträdern.

Anhand dieser Zahlen offenbart sich eine deutliche Diskrepanz zwischen Verletzten- und Getötetenanteil bei Kraftradfahrern. Dies gibt Anhalt dafür, dass das Mortalitätsrisiko bei Kraftradunfällen wesentlich größer ist als bei PKW-Unfällen (hier ist der Anteil an Verletzten höher als an Getöteten) (Statistisches Bundesamt 2017).

### 1.1.2 Unfallstatistik des TraumaRegister DGU® (Jahresbericht 2017)

Laut des Jahresberichts 2017 des TraumaRegister DGU® waren im Jahr 2016 fast die Hälfte (48,2%) aller im TR-DGU dokumentierten Unfallursachen Verkehrsunfälle. Von allen im TR-DGU erfassten Patienten verunglückten 2016 20,9% in einem Auto, während 12,0% der Patienten auf einem Motorrad verunfallten.

Von den 2016 erfassten Schockraumpatienten des Universitätsklinikums Würzburg waren 58% Opfer von Verkehrsunfällen. Von allen Schockraumpatienten verunglückten 29,3% in einem PKW, ein Anteil von 16,7% aller Patienten waren verunfallte Motorradfahrer.

Betrachtet man die Zahlen der letzten zehn Jahre (2007-2016) des TraumaRegister DGU®, waren die Hälfte (50%) aller dokumentierten Unfallverletzten Opfer von Verkehrsunfällen. Hierbei verunfallte ein Anteil von 21,9% aller registrierten Patienten in einem Auto, 12,6% verunglückten als Motorradfahrer (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017).

## 1.2 Kraftradunfälle in Deutschland

Gemäß Zahlen des Kraftfahrtbundesamtes gab es in Deutschland Anfang 2017 einen Bestand von etwa 4,3 Millionen Krafträdern (Motorräder, Motoroller, Mofas, etc.) (+2,0% gegenüber 2016), bei circa 45,8 Millionen PKW (+1,6% gegenüber 2016) (Kraftfahrtbundesamt 2017).

Trotz zahlreicher Maßnahmen zur Prävention von Zweiradunfällen und der stetig verbesserten Verkehrs- und Fahrzeugsicherheitstechnologie, nimmt der verunfallte Motorradfahrer noch immer eine herausragende Stellung in der Unfallstatistik ein

(Schmucker et al. 2008, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung 2015).

Von insgesamt rund 400.000 Verletzten bei Straßenverkehrsunfällen im Jahr 2016 verunglückten ca. 11% (rund 44.000 Verletzte) auf einem Motorrad. Von insgesamt 3.206 Todesopfern waren 604 Motorradfahrer (ca. 19%). (Statistisches Bundesamt 2017)

Um das Risiko eines Verkehrsmittels vergleichbar machen zu können, bedient man sich am besten des bestandsbezogenen Risikos.

Als Krafträder mit Versicherungskennzeichen werden im Rahmen der Erfassung des statistischen Bundesamtes Fahrzeuge mit einem Hubraum von nicht mehr als 50 cm<sup>3</sup> und einer Höchstgeschwindigkeit bis 50 km/h bezeichnet (Kleinkrafträder, Mofas, E-Bikes sowie drei- und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge). Alle zweirädrigen sowie drei- und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge, die einen Hubraum von 50 cm<sup>3</sup> und eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h übersteigen, werden im Rahmen der Erfassung des statistischen Bundesamtes als Krafträder mit amtlichen Kennzeichen bezeichnet (Motorrad/-roller, etc.).

Gemessen an ihrem Bestand verunglückten im Jahr 2016 je 100.000 zugelassener Krafträder mit Versicherungskennzeichen und Krafträder mit amtlichem Kennzeichen 1.428 Benutzer. Im Vergleich dazu wurden je 100.000 zugelassener Kraftfahrzeuge insgesamt nur 503 Verunglückte gezählt.

Verglichen mit der Gesamtheit aller zugelassener Kraftfahrzeuge in Deutschland ergab sich im Jahr 2016 also ein circa drei mal höheres bestandsbezogenes Unfallrisiko für Kraftradfahrer.

Darüber hinaus wurden 2016 bei Straßenverkehrsunfällen je 100.000 Fahrzeuge 16 Benutzer von Krafträdern mit amtlichen Kennzeichen und Krafträdern mit Versicherungskennzeichen tödlich verletzt, während je 100.000 zugelassener Fahrzeuge nur 3 PKW-Insassen tödlich verunglückten.

Das bestandsbezogene Risiko auf einem Kraftrad tödlich zu verunglücken war im Jahr 2016 also mehr als fünf Mal höher als in einem PKW (Statistisches Bundesamt 2017).

Anhand dieser Zahlen lässt sich nachvollziehen, was allgemein vermutet wird: Das Kraftradfahren birgt größere Risiken als Autofahren. Zum einen ist allgemein das Verletzungsrisiko auf motorisierten Zweirädern größer als im Auto, zum anderen sind die Unfallfolgen für Motorradfahrer im Vergleich zu PKW-Insassen schwerwiegender

(Schmucker et al. 2008, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung 2015, Statistisches Bundesamt 2017).

Die Analyse der Altersstruktur der Verunglückten auf Krafträdern zeigt, dass junge Motorradfahrer besonders gefährdet sind. So waren über ein Drittel (33,9%) der verunglückten und über ein Fünftel (22,7%) der getöteten Motorradbenutzer im Jahr 2016 im Alter von 15 bis 24 Jahren. Je 100.000 zugelassener Krafträder mit amtlichen Kennzeichen gab es in dieser Altersgruppe 89 Todesopfer. Das war 2016 mit Abstand die höchste Anzahl an bestandsbezogenen Todesopfern aller Altersklassen. Die Altersgruppe mit dem am Bestand gemessenen zweithöchsten Todesrisiko war die Gruppe der 25-34-jährigen. Hier lag die Anzahl von Getöteten je 100.000 Krafträder mit amtlichen Kennzeichen bei 20 Todesopfern.

Ferner ist zu erwähnen, dass im Jahr 2016 8,5 % der Verunglückten und 42,6 % der tödlich verletzten Benutzer von Kleinkrafträdern (Krafträder mit Versicherungszeichen) 65 Jahre oder älter waren. Ältere Personen verunglücken demnach seltener, wenn sie allerdings in einen Unfall verwickelt sind, ist die Prognose schlechter (Statistisches Bundesamt 2017).

### 1.3 Todesursachenstatistik in Deutschland 2015

Im Jahr 2015 verstarben in Deutschland insgesamt 925.200 Personen (+6,5% gegenüber 2014). Hierbei war die häufigste Todesursache eine Erkrankung des Kreislaufsystems, deren Anteil an den gesamten Todesursachen bei 38,5% lag.

Bei etwas über einem Viertel aller Verstorbenen (25,3%) wurde eine maligne Neoplasie als Todesursache festgestellt. Krankheiten des Atmungssystems waren für 7,4% der Todesfälle verantwortlich, während Krankheiten des Verdauungssystems 4,3% aller Todesursachen ausmachten.

Psychische und Verhaltensstörungen zeigten sich für 4,8% der Todesfälle verantwortlich, wohingegen Unfälle, Suizid und vorsätzliche Handlungen in 3,9% (36.496 Verstorbene) der Fälle die Ursache für einen Todesfall darstellten.

In der Altersgruppe der unter 40 – Jährigen sind Unfälle nach wie vor die häufigste Todesursache.

Weiterhin sind sie von großer volkswirtschaftlicher Relevanz und ziehen für

Überlebende oft sehr beeinträchtigende und lang anhaltende Konsequenzen nach sich (Kaske et al. 2014, Lefering et al. 2014).

2015 war in der Todesursachenstatistik für Deutschland der häusliche Unfall mit 9.816 Fällen die am häufigsten vorkommende tödliche Unfallart. Der Verkehrsunfall war mit 3.573 Fällen die Unfallart, die am zweithäufigsten zum Tode geführt hat.

585 Personen sind bei einem Arbeits- und Spiel-, beziehungsweise Schulunfall ums Leben gekommen. 10.604 verstorbene Unfallopfer fielen in die Kategorie der „sonstigen Unfälle“, denen keine klare Unfallkategorie zugeordnet werden kann.

Interessant festzustellen ist, dass bei jüngeren Personen der Verkehrsunfall die häufigste klar definierte, tödliche Unfallursache darstellt. Erst ab 55 Jahren löst der häusliche Unfall den Verkehrsunfall ab und ist dann am häufigsten für einen tödlichen Unfall verantwortlich („sonstige Unfälle“ ausgenommen) (Statistisches Bundesamt 2017).

#### 1.4 Der Schwerverletzte und das Polytrauma

Um das Ausmaß und den wahren Charakter des Problems der schweren Verletzungen gänzlich zu verstehen und aussagekräftige Vergleichsstudien anstellen zu können, ist eine allgemeine und einheitliche Definition erforderlich (Directorate-General for Mobility and Transport 2013, Aarts et al. 2016). Als „serious injury“ wurde deshalb von der Europäischen Kommission eine Verletzung definiert, deren maximaler Schweregrad AIS 3 (MAIS 3+) oder mehr beträgt. Ein Schwerverletzter muss nach dieser neuen Definition mindestens eine Verletzung haben, die auf dem „Maximum Abbreviated Injury Score“ mit einem Wert von 3 oder mehr klassifiziert wird (Aarts et al. 2016, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017). Diese Definition soll künftig in die Berichterstattung zu Verkehrsunfällen mit aufgenommen werden, um schwere Verletzungen international vergleichbar zu machen und das Risiko falscher Berichterstattung zu minimieren (Directorate-General for Mobility and Transport 2015). Der Begriff des Polytraumas wurde zum ersten Mal in den frühen 70er Jahren des 20. Jahrhunderts literarisch erfasst (Butcher & Balogh 2014). Bisher besteht allerdings kein einheitlicher Konsens zu einer universell anwendbaren und international akzeptierten Definition des Polytraumas.

In einer 2009 veröffentlichten Studie von Butcher und Balogh zeigte sich, dass die bisher verfügbaren Definitionen des Begriffs Polytrauma in acht verschiedene Gruppen

bezüglich der Kernaussage der jeweiligen Definition unterteilt werden können (Butcher & Balogh 2009).

In dieser Untersuchung wurden jene Patienten als Polytrauma eingestuft, die einen Injury Severity Score (ISS) von 16 und mehr aufwiesen (siehe 2.3.4).

### 1.5 Behandlungsalgorithmus von Schwerverletzten nach der S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten – Behandlung

Die Behandlung des Schwerverletzten ist typischerweise eine interdisziplinär zu bewältigende Aufgabe (Wurmb et al. 2010, Riediger et al. 2012, Frink et al. 2017). Sie stellt sich als sehr komplex dar, aufgrund der Unvorhersehbarkeit der Verletzungszahl sowie der Heterogenität des Patientenguts, gekoppelt mit dem plötzlichen Auftreten der Unfallsituation (Hußmann et al. 2012). Aus diesem Grund wurde 2011 die S3 – Leitlinie zur Versorgung von polytraumatisierten beziehungsweise schwerverletzten Patienten implementiert, die im Jahr 2016 noch einmal überarbeitet wurde (Bouillon et al. 2013, Hilbert-Carius et al. 2017). Sie enthält Empfehlungen über drei übergeordnete Themenbereiche: Präklinik, Schockraum-Behandlung und erste Operations(OP)-Phase (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2016).

Patienten in den Kliniken des TraumaNetzwerk DGU® werden im Einklang mit dieser Leitlinie und dem Weißbuch der Schwerverletztenversorgung behandelt (Akademie der Unfallchirurgie GmbH 2017).

An der Universitätsklinik Würzburg wird in Ergänzung das 2005 von Wurmb et al. vorgestellte Konzept zur Schwerverletztenversorgung verfolgt (Wurmb et al. 2005).

### 1.6 Fragestellung und Arbeitshypothese

Bekannt ist, dass vor allem junge Menschen häufig als Motorradfahrer verunfallen. Zu den Unfalldeterminanten des jungen Motorradfahrers gehören am ehesten Unerfahrenheit sowie risikobereites Fahrverhalten (Stutts et al. 2004, Lin & Kraus 2009, Stephens et al. 2017). Neu und im klinischen Alltag evident ist, dass vermehrt „ältere“ Menschen mit dem Motorrad verunfallen (siehe Abb. 1). Bei dieser Gruppe besteht das Risiko für eine höhere Verletzungsschwere aufgrund vorbestehender gesundheitlicher Beeinträchtigungen (Lin & Kraus 2009, Brown et al. 2010, Talving et al. 2010, Jackson & Mello 2013).

Es lässt sich also vermuten, dass sowohl junges als auch hohes Alter als Unfalldeterminante ein Risikofaktor bezüglich schweren Motorradunfällen darstellt, jeweils zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Unfallgeschehens.

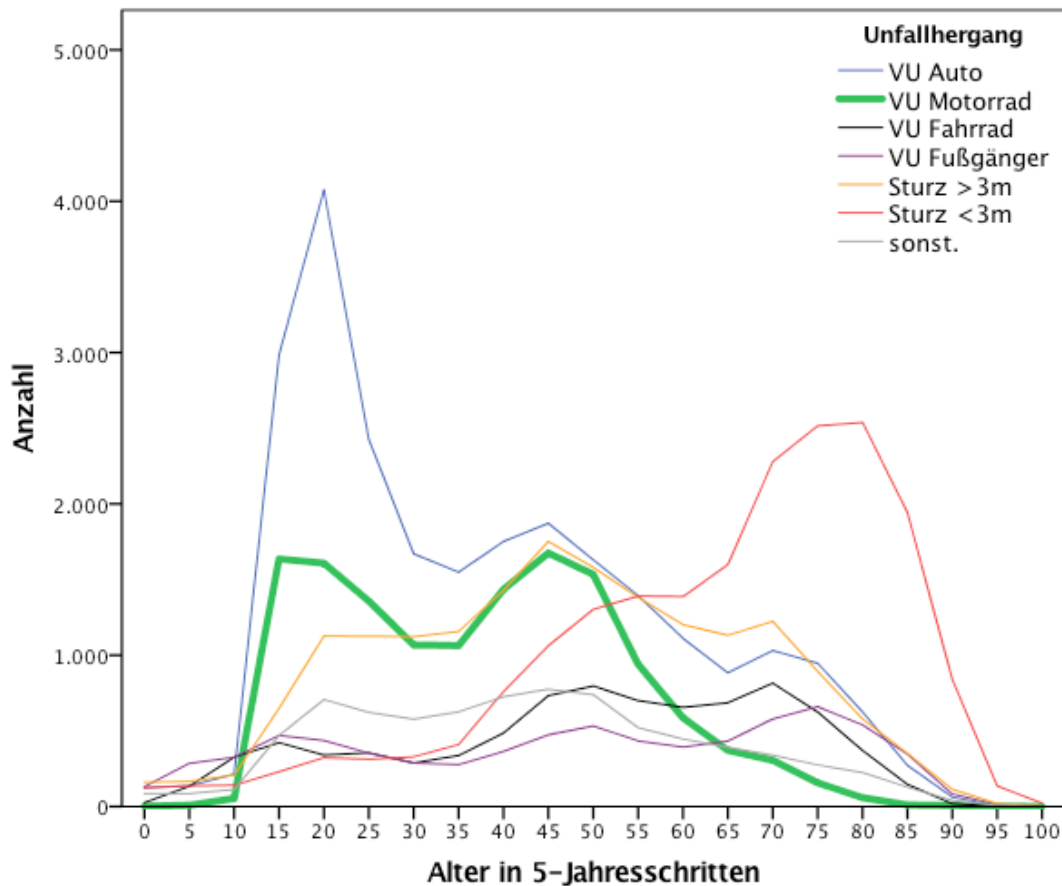


Abb. 1: Unfallursachen im TraumaRegister DGU® 2002-2015, nach Alter in 5-Jahresschritten.

Betrachtet man die Altersstrukturen der dokumentierten Unfallursachen des TraumaRegister DGU® zwischen 2002 und 2015, fallen bei den Motorradfahrern zwei Altersgipfel bei der Anzahl der Unfallopfer auf (grüne Linie, Abb. 1). Der erste liegt zwischen 15 und 20 Jahren, der zweite zwischen 45 und 50 Jahren.

Aus diesem Grund haben wir einen Vergleich zwischen jüngeren und älteren Motorradfahrern durchgeführt, um nachvollziehen zu können, in welchen Bereichen der Versorgung die größten Unterschiede und Gemeinsamkeiten vorliegen.

Die von uns aufgestellte Arbeitshypothese lautet: „Jüngere schwerverletzte Motorradfahrer haben aufgrund ihres biologischen Alters, mit mutmaßlich weniger

Vorerkrankungen, ein günstigeres Risikoprofil bezüglich bestimmter, traumaspezifischer Parameter als ältere schwerverletzte Motorradfahrer.“ Darüber hinaus haben wir das Verletzungsmuster der verschiedenen Altersgruppen analysiert.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine multizentrische, retrospektive Querschnittsstudie prospektiv-konsekutiv eingegebener Daten, in der Unterschiede zwischen definierten Patientenkollektiven herausgearbeitet werden sollen.

Studienzentrum war die Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsklinik Würzburg.

Das Universitätsklinikum Würzburg ist seit 2008 als überregionales Traumazentrum und seit 2011 als Teil des Traumanetzwerks Nordbayern-Würzburg im TraumaNetzwerk DGU® (TNW) zertifiziert.

Für die Arbeit wurden die Daten von allen Patienten (n= 70) erhoben, die zwischen dem 01.01.2013 und dem 31.12.2015 als verunglückte Motorradfahrer über den Schockraum des Universitätsklinikums Würzburg aufgenommen und anschließend auf der Intensivstation weiterbehandelt wurden.

Weiterhin wurde auf die Daten des TraumaRegister DGU® (TR-DGU) zurückgegriffen, um die Versorgung polytraumatisierter Motorradfahrer im Universitätsklinikum Würzburg mit der deutschlandweiten Versorgung zu vergleichen.

Hierzu wurden die Daten aller Patienten (n= 13 850) analysiert, die zwischen dem 01.01.2002 und dem 31.12.2015 als verunglückte Motorradfahrer mit einem MAIS 3+ im TraumaRegister DGU® (TR-DGU) erfasst wurden.

### 2.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung der Würzburger Patienten erfolgte retrospektiv über das Patientendokumentationsprogramm SAP nach den Schockraumprotokollen der Universitätsklinik Würzburg.

Die Therapie- und Verlaufsdaten von der Intensivstation wurden dem

Patientendokumentationsprogramm COPRA entnommen.

Die Schockraumprotokolle der Universitätsklinik Würzburg orientieren sich an den Standardbögen zur Datenerhebung des TraumaRegister DGU® (Version 03/2009, siehe Anhang).

### 2.2.1 Das TraumaRegister DGU® (TR-DGU)

Das TraumaRegister DGU® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) wurde im Jahr 1993 gegründet. Diese multizentrische Datenbank stellt einen Zusammenschluss unfallchirurgischer Schwerpunktkliniken dar, zur pseudonymisierten und standardisierten Dokumentation von Schwerverletzten.

Ziel ist die Verbesserung der flächendeckenden Versorgungsqualität von Unfallopfern.

Um dieses Ziel zu erreichen wurde im Jahr 2008 zusätzlich das Projekt TraumaNetzwerk DGU® (TNW) initiiert (Akademie der Unfallchirurgie GmbH 2017, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017).

Im Rahmen dieses Projekts kann eine Klinik in einem regionalen Netzwerk entweder als lokales (Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung), regionales (Krankenhaus der Schwerpunktversorgung) oder überregionales Traumazentrum (Krankenhaus der Maximalversorgung oder zwei Krankenhäuser der Schwerpunktversorgung) zertifiziert werden (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2012).

Im Zuge des Zertifizierungsprozesses werden neben allgemeinen qualitätssichernden Maßnahmen auch spezielle, auf die interdisziplinäre Versorgung von Schwerverletzten ausgerichtete prozessuale und strukturelle Merkmale überprüft.

Zur Sicherung des Qualitätsstandards werden die Netzwerke und Kliniken alle drei Jahre auditiert, wobei auch die Teilnahme am TraumaRegister DGU® und die Datenqualität überprüft werden.

Durch die Schaffung dieser Netzwerke zwischen kompetenten Einrichtungen zur interdisziplinären Versorgung von Schwerverletzten soll die flächendeckende Versorgungsqualität von Unfallopfern durch verbesserte Kommunikation, abgestimmte Versorgungsstandards und qualitätsgestützte Kooperation verbessert werden.

Weiterhin sollen sowohl durch das TraumaRegister DGU® als auch durch das TraumaNetzwerk DGU® Behandlungsleitlinien in der Versorgung von Schwerverletzten entwickelt sowie ein Verbundsystem zur Fort- und Weiterbildung geschaffen werden



(Siebert & Ruchholtz 2007).

Die Daten des TraumaRegister DGU® werden prospektiv-konsekutiv in vier aufeinanderfolgenden Phasen erhoben: A) Präklinik, B) Schockraum und anschließende OP-Phase, C) Intensivstation und D) Entlassung. Mit der Dokumentation werden detaillierte Informationen bezüglich des Unfallgeschehens, des präklinischen und klinischen Managements, des intensivmedizinischen Verlaufs sowie des Status des Patienten bei Entlassung erhoben. Weiterhin werden wichtige Laborbefunde sowie Transfusionsdaten dokumentiert. Einschlusskriterium für die Erfassung eines Patienten ist die Aufnahme in ein Krankenhaus über den Schockraum mit anschließender Verlegung auf eine Intensiv- oder Intermediate-Care-Station, oder die Ankunft in der Klinik mit Vitalzeichen, Aufnahme über den Schockraum und Versterben vor Aufnahme auf die Intensivstation.

Die AUC (Akademie für Unfallchirurgie GmbH), die der DGU angegliedert ist, stellt die Infrastruktur für Dokumentation, Datenanalyse und Datenmanagement bereit.

Die wissenschaftliche Leitung des TraumaRegister DGU® obliegt der Sektion Notfall-, Intensiv- und Schwerverletztenversorgung der DGU (Sektion NIS). Die teilnehmenden Kliniken speisen ihre Daten pseudonymisiert online in eine zentrale Datenbank ein.

Wenn man auf klinikfremde Daten des TraumaRegister DGU® zugreifen möchte, muss man einen Antrag auf Auswertung stellen, der dann nach einem Peer-Review-Verfahren der Sektion NIS auf klinische Relevanz, Machbarkeit, Methodik und Politik geprüft wird.

Nur bei positiv bewertetem Antrag besteht die Möglichkeit, die Daten des TraumaRegister DGU® für seine Arbeit zu nutzen. Die vorliegende Arbeit steht in Übereinstimmung mit der Publikationsrichtlinie des TraumaRegister DGU® und ist registriert unter der TR-DGU Projekt-ID 2015-053.

Die teilnehmenden Kliniken im TR-DGU sind zu 90% in Deutschland lokalisiert, jedoch steigt die Anzahl teilnehmender ausländischer Kliniken stetig (zur Zeit Kliniken aus Österreich, Belgien, China, Finnland, Luxemburg, Slowenien, Schweiz, Niederlande und den Vereinigten Arabische Emiraten).

Im Jahr 2016 wurden circa 33.000 Fälle aus über 600 Kliniken in die Datenbank eingepflegt (Akademie der Unfallchirurgie GmbH 2017).

Die Beteiligung am TraumaRegister DGU® ist freiwillig, lediglich für die dem

TraumaNetzwerk DGU® zugehörigen Kliniken ist die Eingabe von Basisdatensätzen zur Qualitätssicherung verpflichtend (Lefering et al. 2014).

### 2.2.2 Erhobene Variablen

Die Daten, sowohl in den Erfassungsbögen des TraumaRegister DGU® (siehe Anhang) als auch in den Schockraumprotokollen der Universitätsklinik Würzburg, werden prospektiv in vier aufeinanderfolgenden Phasen erhoben: A) Präklinische Phase, B) Schockraum und anschließende OP-Phase, C) Intensivstation und D) Entlassung.

Die in dieser Arbeit erhobenen Polytrauma-Parameter erfassen in Zeitpunkt A: Geschlecht und Geburtsdatum des Patienten, Unfalldatum, Rettungszeit (Zeit von der Bergung am Unfallort bis zur Ankunft im Schockraum des versorgenden Traumazentrums in Minuten), ASA-Klassifikation des Verunglückten, GCS-Wert des Patienten am Unfallort, präklinische Intubation sowie ob präklinisch eine Thoraxdrainage gelegt wurde.

Zu Zeitpunkt B (Schockraum und OP-Phase) wurden folgende Parameter analysiert: Katecholaminbedarf, EK-Gabe bis zur Aufnahme auf die Intensivstation, ob eine Massentransfusion ( $\geq 10$  EK's) erfolgte sowie ob im Schockraum oder im OP Thoraxdrainagen angebracht wurden (entweder zusätzlich zu den präklinisch Gelegten oder Erstanlage).

Die aus der dritten Phase (C: Intensiv) für diese Arbeit erhobenen Parameter umfassen: Die Beatmungsdauer auf der Intensivstation in Stunden, die Dauer des Intensivstation-Aufenthalts in Tagen, EK-Gabe in den ersten 48 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation sowie ob die Patienten im Rahmen ihres Intensivstation-Aufenthaltes Katecholamine zur Stabilisierung des Kreislaufs erhalten haben.

Aus der letzten Versorgungsphase (D: Abschluss) wurden folgende Parameter untersucht: Die Gesamtaufenthaltsdauer (inklusive des Intensivstations-Aufenthaltes) im Krankenhaus in Tagen, der errechnete RISC II Score für den jeweiligen Patienten, die innerklinische Mortalität sowie die Verletzungsschwere des Verunfallten anhand des Injury Severity Scores.

Sonstige erhobene Parameter umfassen: Frühsterblichkeit (innerhalb von 24 Stunden nach Klinikaufnahme), Unfallzeitpunkt (werktags / wochenends), Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt (hell / dunkel), Mortalitätsanalyse nach standardisierter Mortalitätsrate

(SMR).

### 2.2.3 Ein- und Ausschlusskriterien TraumaRegister DGU®

#### 2.2.3.1 Einschlusskriterien

Das in dieser Arbeit analysierte Patientengut des TraumaRegister DGU® (TR-DGU) bezieht sich ausschließlich auf Unfälle, die sich in der Bundesrepublik Deutschland ereigneten. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die zwischen dem 01.01.2002 und dem 31.12.2015 aufgrund eines Unfalls im TraumaRegister DGU® (TR-DGU) erfasst wurden.

Es wurden deshalb erst Unfallzahlen ab 2002 berücksichtigt, da in diesem Jahr die Online-Datenerfassung im TraumaRegister DGU® (TR-DGU) eingeführt wurde, durch die es erst möglich wurde, separate Angaben für Motorradfahrer zu machen. In den Jahren zuvor gab es nur eine Kategorie „Zweiradfahrer“, die verunfallte Motorrad- und Fahrradfahrer zusammen erfasste. Zu den Motorradfahrern werden im TR-DGU alle Patienten gezählt, die auf einem motorisierten Zweirad (Mofa, Motoroller, Motorrad) verunglückt sind, unerheblich ob als Führer des Fahrzeugs oder als Mitfahrer (Sozius).

Eingeschlossen wurden alle Patienten, die mit vorhandenen Vitalparametern über den Schockraum eines im TR-DGU partizipierenden Klinikums aufgenommen wurden und anschließend auf einer Intensivstation oder Intermediate-Care-Station überwachungspflichtig waren.

Es wurden auch jene Patienten eingeschlossen, die entweder vor der Aufnahme auf die Intensivstation, also noch im Schockraum, oder während des anschließenden Krankenhausaufenthaltes verstorben sind.

Die eingeschlossenen Patienten mussten eine Verletzungsschwere von AIS  $\geq 3$  (Maximum Abbreviated Injury Scale 3+) erfüllen. Weiterhin musste auf dem Erhebungsbogen eine klare Angabe zum Unfallhergang gemacht worden sein, um die jeweiligen Patienten den verschiedenen Unfallursachen zuordnen zu können.

Als Altersbegrenzung wurde ein Alter von mindestens 10 Jahre bis maximal 85 Jahre festgelegt.

### 2.2.3.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden alle auf einem Motorrad verunglückten Patienten, die zum Unfallzeitpunkt jünger als 10 Jahre oder älter als 85 Jahre alt waren.

Außerdem wurden diejenigen Patienten ausgeschlossen, die präklinisch verstorben sind oder die im Anschluss an die Versorgung im Schockraum auf eine Normalstation verlegt wurden. Gemäß dieser Ein- und Ausschlusskriterien ergab sich eine Anzahl von insgesamt (alle Unfallhergänge) 93 208 Patienten, von denen 13 850 Patienten auf einem Motorrad verunglückten.

Die verunglückten Motorradfahrer aus dem TraumaRegister DGU® (TR-DGU) wurden nach Einschluss in die Studie in vier Altersgruppen aufgeteilt: 10 – 24 Jahre, 25 – 44 Jahre, 45 – 64 Jahre, 65 – 84 Jahre.

### 2.2.4 Ein- und Ausschlusskriterien Würzburg

#### 2.2.4.1 Einschlusskriterien

In die Datenauswertung eingeschlossen wurden alle Patienten, die als verunglückte Motorradfahrer zwischen dem 01.01.2013 und dem 31.12.2015 mit vorhandenen Vitalparametern über den Schockraum der Universitätsklinik Würzburg aufgenommen wurden und anschließend auf einer Intensivstation oder Intermediate Care-Station weiterbehandelt wurden. Auch bei den Würzburger Patienten wurden jene Patienten eingeschlossen, die entweder vor der Aufnahme auf die Intensivstation, oder während des folgenden Krankenhausaufenthaltes verstorben sind.

In die Analyse der Würzburger Daten gingen auch die Patienten ein, die aus einem anderen Krankenhaus zuverlegt wurden.

Anhand dieser Einschlusskriterien ergab sich eine Anzahl von 70 Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden.

Für den Einschluss in die Auswertung spielten weder die Verletzungsschwere noch das Alter oder das Geschlecht der Patienten eine Rolle.

Nach Studieneinschluss wurden die Patienten in zwei Kollektive aufgeteilt. Zum einen gab es ein Kollektiv mit allen Patienten, die zum Unfallzeitpunkt älter als 45 Jahre alt

waren (n= 30), zum anderen ein Kollektiv, das alle Patienten umfasste, die zum Unfallzeitpunkt jünger als 45 Jahre waren (n= 40). Die Einteilung erfolgte anhand des errechneten Altersmedian (42 Jahre), um homogenere Gruppengrößen für die statistische Auswertung zu erhalten. Patienten, die zum Zeitpunkt des Unfalls genau 45 Jahre alt waren, wurden dem Kollektiv der über 45-Jährigen zugeordnet.

#### 2.2.4.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden sowohl alle Patienten, die präklinisch verstorben sind, als auch Patienten, die nicht über den Schockraum stationär aufgenommen wurden.

Weiterhin wurden jene Patienten ausgeschlossen, die nach erfolgter Schockraumversorgung nicht mehr überwachungspflichtig waren und auf eine periphere Normalstation verlegt wurden.

### 2.3 Verwendete Scores und Methoden

#### 2.3.1 ASA-Klassifikation

Die ASA – Klassifikation (ASA Classification of Physical Status) ist eine aus der Anästhesie und Notfallmedizin stammende Risikoklassifikation der American Society of Anesthesiologists (American Society of Anesthesiologists 2014). Sie wurde 1941 entwickelt und 1963 in modifizierter Form von der American Society of Anesthesiologists übernommen, um den Gesamtzustand eines Patienten zu beschreiben, ohne Rücksicht auf das Alter oder den geplanten chirurgischen Eingriff zu nehmen. Die Einteilung umfasst fünf Klassen, die den körperlichen Zustand des Patienten beschreiben:

- ASA I: gesunder, normaler Patient
- ASA II: Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
- ASA III: Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung und Leistungseinschränkung
- ASA IV: Patient mit lebensbedrohlicher Allgemeinerkrankung
- ASA V: moribunder Patient, Tod innerhalb von 24 Stunden mit oder ohne Operation zu erwarten

Das primäre Ziel der ASA – Klassifikation war, Patientenkollektive durch die Beschreibung des präoperativen Status vergleichbar zu machen. Sie war demnach primär nicht als Risikoscore entwickelt worden. Jedoch wurden durch viele prospektive und retrospektive Untersuchungen eindeutige Zusammenhänge sowohl mit den postoperativen Komplikationen als auch der perioperativen Letalität gezeigt. So konnte gezeigt werden, dass mit einem zunehmenden ASA – Status die Mortalitätsrate ansteigt. Aufgrund seiner Einfachheit und Vergleichbarkeit hat sich die ASA – Klassifikation weltweit durchgesetzt (Junger et al. 2002).

Im Rahmen der Schwerverletztenerfassung des TraumaRegister DGU® wird die ASA – Klassifikation ebenfalls erhoben. Sie ist auf dem Erhebungsbogen des TR - DGU unter „Zeitpunkt S: Stammdaten“ zu finden.

Mit Hilfe der ASA – Klassifikation soll hierbei der prätraumatische Allgemeinzustand des Patienten erhoben werden, wobei ASA V unberücksichtigt bleibt (siehe Erhebungsbogen des TraumaRegister DGU® im Anhang).

### 2.3.2 Glasgow Coma Scale (GCS)

Entwickelt 1974 stellt die Glasgow Coma Scale seit über 40 Jahren eine praktische Methode zur Erfassung und Bewertung von Bewusstseinsstörungen dar, dem klinischen Kennzeichen für eine akute Schädigung des Gehirns.

Zur Berechnung des Scores werden Punktwerte in drei Kategorien erhoben: Augenöffnen, verbale Kommunikation und beste motorische Reaktion. Je schlechter die Antwort auf einen Stimulus in der jeweiligen Kategorie, desto weniger Punkte werden vergeben. Die maximal zu erzielende Punktzahl ist 15 (volles Bewusstsein), die minimale Punktzahl beträgt 3 (tiefes Koma). Werte zwischen 13 und 15 werden als leichte Verletzungen eingestuft, Werte zwischen 9 und 12 gelten als moderate Verletzungen, Werte zwischen 3 und 8 werden als schwere Schädigungen betrachtet.

Die Punkte werden wie folgt vergeben (Teasdale et al. 2014):

Punkte	Augen öffnen	Verbale Kommunikation	Beste motorische Reaktion
6	x	x	befolgt Aufforderungen
5	x	orientiert	gezielte Schmerzabwehr
4	Spontan	desorientiert	normale Beugeabwehr (Zurückziehen) auf Schmerzreiz
3	auf Aufforderung	unzusammenhängende Worte	abnormale Beugeabwehr auf Schmerzreiz
2	auf Schmerzreiz	unverständliche Laute	Strecksynergismen auf Schmerzreiz
1	keine Reaktion	keine verbale Reaktion	keine Reaktion auf Schmerzreiz

Tab. 1: Punktevergabe gemäß Glasgow Coma Scale (GCS)

### 2.3.3 RISC II Score (RISC II)

Im Jahr 2003 wurde die Revised Injury Severity Classification als neues Modell zur Risikostratifizierung bei Schwerverletzten eingeführt. Anhand dieses neu entwickelten Scores, der mit Daten aus den Jahren 1993 bis 2000 entwickelt wurde, sollte die Prognostizierung und Adaptierung von Mortalitätsraten bei schwerverletzten Traumapatienten verbessert werden. Zur Berechnung des Scores werden zehn verschiedene Variablen benutzt (Lefering 2009).

In den letzten Jahren wurden allerdings einige Limitierungen des RISC – Scores auffällig. In nur 25% der Fälle stand ein kompletter Datensatz zur Berechnung der Mortalitätsprognose zur Verfügung. Da sich die Imputation fehlender Variablen im RISC – Score sehr komplex und schwierig gestaltet, fiel der Prozentsatz der Patienten mit einer verfügbaren RISC – Prognose in den letzten Jahren wiederholt unter die angestrebte Marke von 90%. Darüber hinaus war die beobachtete Mortalitätsrate seit 2006 um zwei Prozentpunkte niedriger als die Vorhergesagte.

Aus diesen Gründen sah sich das TraumaRegister DGU® dazu bewogen den RISC – Score zu überarbeiten, mit dem Ziel einen genaueren, aktuelleren und einfacher anzuwendenden Score zur Abschätzung der Mortalitätsrate zu kreieren.

In dem neuen Modell, der Revised Injury Severity Classification Version II, werden 13

Variablen analysiert (wobei die drei Merkmale des Verletzungsmusters als eine Variable gezählt werden). Die wichtigste Neuerung der RISC II ist der Umgang mit fehlenden Variablen. Die originale RISC schloss Patienten aus, wenn mehr als die Hälfte der Informationen fehlte, oder wenn bestimmte fehlende Werte nicht ersetzt werden konnten. Bei der neuen RISC II werden fehlende Variablen als eine eigene Kategorie behandelt, speziell als Referenzkategorie in logistischen Regressionsanalysen. Diese Kategorie erhält per Definition einen Koeffizienten von null, was die Prognose nicht ändert. Somit ändert ein fehlender Wert im neuen RISC – II Score die Prognose nicht. Ist der Wert allerdings vorhanden, beeinflusst er die Prognose, sowohl im positiven (bei Normalwerten) als auch im negativen (bei pathologischen Werten) Sinne. Einzig Alter und Verletzungsschwere (abgeleitet aus der Abbreviated Injury Scale) werden als grundlegende Informationen für die Berechnung der RISC II benötigt. Fehlen diese Informationen scheint keine angemessene Aussage über die Prognose des Patienten möglich.

Als neue Variablen tauchen in der RISC II das Geschlecht, der Unfallmechanismus, Vorerkrankungen (ASA-Klassifikation vor dem Unfall), die Lichtreaktion der Pupille und die Pupillenweite auf.

Der neue RISC II – Score ist somit einfacher anzuwenden (es sind keine aufwändigen Ersetzungsregeln mehr notwendig), aktueller (die Prognose bezieht sich auf Daten aus den Jahren 2010 und 2011) und besser. Darüber hinaus kann er aufgrund des neuen Umgangs mit fehlenden Variablen für fast alle Patienten berechnet werden (Lefering et al. 2014).



Variable	Wert	Koeffizient	Variable	Wert	Koeffizient
Konstante		+ 3,7	<b>Geschlecht</b>	weiblich	+ 0,2
<b>Schwerste Verletzung</b>	AIS 3	- 0,5		männl. / ???	0
	AIS 4	- 1,2	<b>ASA vor dem Unfall</b>	1-2	+ 0,4
	AIS 5	- 1,7		3 / ???	0
	AIS 6	- 2,9		4	- 1,2
<b>2. Schwerste Verletzung</b>	AIS 0-2	+ 0,2	<b>Mechanismus</b>	stumpf / ???	0
	AIS 3	0		penetrierend	- 0,7
	AIS 4	- 0,6	<b>GCS Motor</b>	normal	+ 0,4
	AIS 5	- 1,4		gezielt / ???	0
<b>Kopfverletzung</b>	AIS 0-2	0		ungezielt	- 0,3
	AIS 3/4	- 0,1		keine	- 0,7
	AIS 5/6	- 0,7	<b>Blutdruck bei Aufnahme</b>	< 90	- 0,6
<b>Alter</b>	1-5	+ 1,1		90-110 / ???	0
	6-10	+ 0,6		111-150	+ 0,3
	11-54	0		> 150	0
	55-59	- 0,5	<b>Reanimation</b>	nein / ???	0
	60-64	- 0,8		ja	- 1,6
	65-69	- 0,9	<b>Gerinnung: INR</b>	< 1,2	+ 0,6
	70-74	- 1,2		1,2 - 1,4	+ 0,2
75-79	- 1,9		1,4 - 2,4 / ???	0	
<b>Lichtreaktion</b>	80-84	- 2,4		> 2,4	- 0,4
	85+	- 2,7	<b>Blut: Hb-Wert</b>	≥ 12,0	+ 0,4
	normal	+ 0,2		7,0-11,9 / ???	0
	verzögert / ???	0		< 7,0	- 0,5
<b>Pupillenweite</b>	keine	- 0,9	<b>Azidose: Base Deficit</b>	< 6	+ 0,3
	normal	+ 0,4		6-9 / ???	0
	anisokor / ???	0		9-15	- 0,4
	beide weit	- 0,5		15+	- 1,5

Abb. 2: Punktevergabe zur Berechnung des RISC II Scores. Quelle: Jahresbericht 2014 TraumaRegister DGU®, www.traumaregister-dgu.de

### 2.3.4 Injury Severity Score (ISS)

Der Injury Severity Score ist ein Instrument zur Objektivierung der Gesamtverletzungsschwere von Mehrfachverletzten. Für die Berechnung des Scores wird auf die Werte der Abbreviated Injury Scale (AIS) zurückgegriffen. Die AIS ist ein anatomisch basiertes Scoring System, das 1971 entwickelt wurde, um Verletzungen numerisch skaliert einteilen und vergleichen zu können.

Hierbei wird der Körper in neun verschiedene anatomische Regionen eingeteilt:

- Kopf (ohne Gesicht und Gesichtsschädel)
- Gesichtsschädel und Gesicht (einschließlich Augen und Ohren)
- Hals (ohne Wirbelsäule)
- Brustkorb
- Bauchraum
- Wirbelsäule
- Arme (einschließlich Schultern)

- Beine (einschließlich Hüfte und Beckenknochen)
- Äußere und andere Verletzungen

Jede Verletzung wird mit einem AIS – Code von 1 (leichte Verletzung) bis 6 (schwerste Verletzung, möglicherweise tödlich) versehen.

Der ISS ist eine anatomisch basierte Skala, die Werte zwischen 1 und 75 annehmen kann. Die neun Körperregionen des AIS werden beim ISS zu sechs Regionen gruppiert:

- Kopf und Hals (knöcherne Verletzungen des Schädels (ohne Gesichtsschädel) und der Halswirbelsäule, Verletzungen des Groß- und Kleinhirns sowie des Halsmarkes)
- Gesichtsverletzungen (Mund, Nase, Augen, Ohren, Gesichtsschädel)
- Brustkorb und Brustwirbelsäule
- Bauch und Beckenorgane (Verletzungen im Bauchraum, im großen und kleinen Becken, sowie an der Lendenwirbelsäule)
- Extremitäten und Beckenring (Verletzungen inklusive Überdehnung, Fraktur, Luxation und Amputation der Extremitäten, einschließlich Verletzungen des Beckens)
- Äußere und andere Verletzungen (Schürfwunden, Einschnitte, Prellungen, Verbrennungen, Unterkühlung, Verletzungen durch Strom)

Zur Berechnung des Scores wird dann die Summe der Quadrate der maximalen AIS – Werte für die drei am schwersten verletzten Körperregionen gebildet (schematische Berechnung:  $ISS = (AIS\ 1)^2 + (AIS\ 2)^2 + (AIS\ 3)^2$ ). Wenn der AIS – Code einer Körperregion sechs beträgt, wird der ISS – Code automatisch auf den Maximalwert von 75 gesetzt. Wenn eine Verletzung nicht klassifiziert werden kann, erhält sie einen AIS – Code von neun, was dazu führt, dass der ISS für den betreffenden Patienten nicht berechnet werden kann (Baker et al. 1974, Ebrahimi et al. 2015).

## 2.4 Statistik

Die statistischen Analysen wurden mit dem Programm SPSS® Statistics Version 23 (IBM Inc., Armonk, NY, U.S.A) und Microsoft® Excel® für Mac durchgeführt.

Auch die Entwicklung und Gestaltung der graphischen Darstellungen erfolgte mit diesen Programmen.

Die Testung auf statistische Signifikanz erfolgte nur bei den Würzburger Daten.

Bei vorliegender Normalverteilung wurde der t-Test zur Testung auf statistische Signifikanz verwendet, waren die Daten nicht normalverteilt erfolgte die Testung auf statistische Signifikanz mit dem Mann-Whitney-U-Test.

Zur Untersuchung des statistischen Zusammenhangs zweier Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test beziehungsweise der exakte Test nach Fisher (wenn in einer Zelle der Kreuztabelle weniger als fünf Fälle vertreten waren) verwendet.

Als Signifikanzniveau wurde  $p < 0,05$  definiert. P-Werte kleiner als 0,05 gelten somit als statistisch signifikant, p-Werte größer als 0,05 als statistisch nicht signifikant. P-Werte kleiner 0,01 ( $p < 0,01$ ) werden als statistisch hoch signifikant gewertet.

Die Auswertung der Daten des TraumaRegister DGU® erfolgte primär deskriptiv, und es wurde nicht auf statistische Signifikanz untersucht, da sich mit zunehmenden Fallzahlen immer kleinere Unterschiede nachweisen lassen und zudem der Vergleich mehrerer Subgruppen zu einer unerwünschten Vervielfachung der Testprozeduren führen würde. Bei den vorliegenden Auswertungen sind die Fallzahlen sehr groß, bei Analysen mit allen eingeschlossenen Patienten belaufen sie sich auf bis zu 13 850 Fälle. Dies bedeutet, dass selbst sehr kleine Unterschiede formal statistisch signifikant werden würden, obwohl sie in ihrer Größenordnung klinisch nicht mehr relevant sind. Umgekehrt bedeutet das aber auch, dass Unterschiede, die wir als "klinisch relevant" empfinden, auch alle formal statistisch signifikant sind.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Daten des Universitätsklinikums Würzburg (2013 – 2015)

##### 3.1.1 Präklinik (Erstbefund, Therapie)

Variable	Gruppen	Ergebnisse (%)	Mittelwert	Median	p-Wert
Geschlecht	< 45 J.	97,5% ♂	/	/	0,73
	≥ 45 J.	93,3% ♂			
Alter (Jahre)	< 45 J.	/	25,8 ± 9,6	22,5	/
	≥ 45 J.		56 ± 7,0	55	
Rettungszeit (Minuten)	< 45 J.	/	67,5 ± 20,8	70	0,25
	≥ 45 J.		76,1 ± 35,3	82	
Antikoagulation	< 45 J.	0%	/	/	0,07
	≥ 45 J.	10%	/	/	
Transport in die Klinik	< 45 J.	75,8% Luft / 24,2% Boden	/	/	0,61
	≥ 45 J.	75% Luft / 25% Boden			
ASA- Klassifikation	< 45 J.	97,4% ASA I / 2,6% ASA II	/	/	< 0,01
	≥ 45 J.	52% ASA I / 44% ASA II / 4% ASA III			
GCS-Wert (Punkte)	< 45 J.	/	11,7 ± 4,6	14	0,32
	≥ 45 J.		12,6 ± 4,0	15	
Intubation	< 45 J.	77,5%	/	/	0,8
	≥ 45 J.	80%			
Thoraxdrainage	< 45 J.	15%	/	/	0,85
	≥ 45 J.	16,7%			

Tab. 2: Ergebnisse Präklinik Universitätsklinikum Würzburg, < 45 J. vs. ≥ 45 J., Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

### 3.1.2 Schockraum und OP-Phase (Maßnahmen, Interventionen, Therapie)

Variable	Gruppen	Ergebnisse (%)	Minimum = Maximum	p-Wert
Katecholamine	< 45 J.	30,8%	/	< 0,01
	≥ 45 J.	65,5%		
EK-Gabe	< 45 J.	25,6%	2 – 48	0,12
	≥ 45 J.	56,7%	1 – 16	
Massentransfusion (≥ 10 EK's)	< 45 J.	50%	/	0,17
	≥ 45 J.	15,4%		
Thoraxdrainage	< 45 J.	10%	/	0,19
	≥ 45 J.	23,3%		

Tab. 3: Ergebnisse Schockraum und OP-Phase Universitätsklinikum Würzburg, < 45 J. vs. ≥ 45 J., Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

### 3.1.3 Intensivstation (Aufnahmebefund, Verlauf)

Variable	Gruppen	Ergebnisse (%)	Mittelwert	Median	p-Wert
Beatmungsdauer exkl. Verstorbener Patienten (Stunden)	< 45 J.	/	84,8 ± 228,3	31,1	0,02
	≥ 45 J.		197,9 ± 201,1	169	
Liegedauer exkl. Verstorbener Patienten (Tage)	< 45 J.	/	8,2 ± 9,3	5	< 0,01
	≥ 45 J.		14,6 ± 10,8	10	
EK-Gabe in den ersten 48 Stunden nach Aufnahme	< 45 J.	23,1%	/	/	0,04
	≥ 45 J.	46,7%			

Variable	Gruppen	Ergebnisse (%)	Mittelwert	Median	p-Wert
Katecholaminpflichtigkeit	< 45 J.	53,8%	/	/	< 0,01
	≥ 45 J.	90%			

Tab. 4: Ergebnisse Intensivstation Universitätsklinikum Würzburg, < 45 J. vs. ≥ 45 J., Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

### 3.1.4 Abschluss (Outcome, Prognosefaktoren, initiale Verletzungsschwere)

Variable	Gruppen	Ergebnisse (%)	Mittelwert	Median	p-Wert
Dauer Krankenhausaufenthalt exkl. Verstorbener Patienten (Tage)	< 45 J.	/	18,8 ± 12,3	15,5	< 0,01
	≥ 45 J.		31,6 ± 19,8	26	
RISC II Score (%)	< 45 J.	/	89,2 ± 22,2	98,8	0,18
	≥ 45 J.		93 ± 6,6	94,8	
Mortalität	< 45 J.	10%	/	/	0,38
	≥ 45 J.	3,3%			
Injury Severity Score (Punkte)	< 45 J.	/	26 ± 16,1	22	0,82
	≥ 45 J.		25,7 ± 12,7	23,5	

Tab. 5: Ergebnisse Entlassung Universitätsklinikum Würzburg, < 45 J. vs. ≥ 45 J., Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

## 3.2 Daten des TraumaRegister DGU® (TR-DGU; 2002-2015)

### 3.2.1 Primär versorgte Motorradfahrer

Variable	Insgesamt	10 – 24 Jahre	25 – 44 Jahre	45 – 64 Jahre	65 – 84 Jahre	Legende
Geschlecht	90,4%	90,5%	90,4%	89,4%	96,2%	Männlich
	9,6%	9,5%	9,6%	10,6%	3,8%	Weiblich
ISS	23 ± 12,8	23,2 ± 13,4	23,6 ± 13,2	22,3 ± 12	22,8 ± 12,1	Punkte
ASA- Klassifikation	95,5%	100%	98,8%	93,6%	74%	ASA < 3
	4,5 %	0%	1,2%	6,4%	26%	ASA > 3
Katecholamin- pflichtigkeit	23,5%	23%	25,1%	21,1%	27,3%	
GCS präklinisch	18,9%	23,7%	20,4%	14,9%	14,4%	GCS < 8
Präklinische Intubation	39,8%	45,5%	44,4%	33,1%	28,8%	
Unfallzeitpunkt	61%	63,9%	57%	60,7%	74,6%	Werktags
	39%	36,1%	43%	39,3%	25,4%	Wochenende
Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt	74,4%	64,4%	73,3%	79,6%	88,5%	Hell
	25,6%	35,6%	26,7%	20,4%	11,5%	Dunkel
Frühsterblichkeit	5,2%	6,5%	5,3%	4%	6%	Innerhalb 24h nach Klinikaufnahme
Mortalität	8,5%	9,2%	8,1%	7,2%	15,8%	Observed mortality
RISC II Score	9%	9,9%	9%	7,5%	13,9%	Expected mortality

Variable	Insgesamt	10 – 24 Jahre	25 – 44 Jahre	45 – 64 Jahre	65 – 84 Jahre	Legende
Mortalitätsanalyse nach SMR	0,95	0,93	0,90	0,96	1,14	
Intubationsdauer Überlebende	4,5 ± 9	3,7 ± 7,2	4,7 ± 9,2	4,6 ± 9,9	4,8 ± 9,1	Tage
Intubationsdauer Verstorbene	4,7 ± 11,4	2,8 ± 7,9	3,4 ± 6,5	5,4 ± 13,8	10,3 ± 18,5	Tage
Liegedauer Intensivstation Überlebende	8,9 ± 11,5	8 ± 10,1	9,1 ± 11,3	9,2 ± 12,3	9,7 ± 11,8	Tage
Liegedauer Intensivstation Verstorbene	5,2 ± 12,5	3,1 ± 9,6	3,7 ± 7,1	6 ± 15,4	11,9 ± 18,8	Tage
Liegedauer Krankenhaus gesamt Überlebende	26,1 ± 23,5	22,9 ± 19,6	27,5 ± 25,5	26,9 ± 24,2	25,2 ± 18,6	Tage
Liegedauer Krankenhaus gesamt Verstorbene	7 ± 15,7	4,2 ± 11,5	5,4 ± 13,1	8,3 ± 18,5	13,9 ± 19,8	Tage

Tab. 6: Ergebnisse nach Daten des TraumaRegister DGU® von 2002-2015, n= 12 181

### 3.3 Verletzungsmuster

#### 3.3.1 Verletzungsmuster des Würzburger Patientenkollektivs

Diagnose	≤ 45 Jahre	≥ 45 Jahre	p – Wert
Skapula	5%	20%	0,07
Klavikula	12,5%	20%	0,39
Oberarm	2,5%	16,7%	0,08
Unterarm	22,5%	20%	0,72
Oberschenkel	40%	33,3%	0,21
Patella	5%	6,7%	> 0,999
Unterschenkel	25%	40%	0,33
Malleolus	7,5%	10%	> 0,999
Wirbelsäule gesamt	32,5%	43,3%	0,35
Halswirbelsäule	12,5%	10%	> 0,999
Brustwirbelsäule	15%	23,3%	0,38
Lendenwirbelsäule	12,5%	16,7%	0,62
Becken	27,5%	36,7%	0,41
Hand	15%	23,3%	0,38
Fuß	7,5%	13,3%	0,45



Diagnose	≤ 45 Jahre	≥ 45 Jahre	p – Wert
Schädelhirntrauma	40%	30%	0,34
Mittelgesicht	35%	20%	0,17
Schädelbasis	32,5%	16,7%	0,13
Thorax knöchern	20%	56,7%	< 0,01
Besondere mediastinale Verletzungen	15%	6,7%	0,45
Milzverletzung	15%	13,3%	> 0,999
Leberverletzung	10%	10%	> 0,999
Nierenverletzung	15%	6,7%	0,45
Periprothetische Fraktur	0%	3,33%	0,43

Tab. 7: Verletzungsmuster Universitätsklinikum Würzburg < 45 Jahre vs. ≥ 45 Jahre, Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

Bezüglich des Verletzungsmusters ergab sich zwischen den beiden Patientenkollektiven einzig bei Verletzungen des knöchernen Thorax (AIS 1-5) ein signifikanter Unterschied. Es zeigte sich eine signifikant ( $p < 0,01$ ) höhere Prävalenz an solchen Verletzungen im Kollektiv der älteren Motorradfahrer.

Die häufigsten Verletzungen der jüngeren Motorradfahrer waren das Schädel-Hirn-Trauma (von uns definiert als Schädel-Hirn-Trauma mit computertomographisch nachgewiesener intrakranieller Blutung,  $AIS \geq 2$ ) und die Oberschenkelfraktur. Diese Verletzungen lagen bei jeweils 40% der unter 45 – Jährigen Motorradfahrer vor.

Im älteren Patientenkollektiv war die häufigste Diagnose eine Verletzung des knöchernen Thorax. Das Vorliegen einer solchen Verletzung konnte bei über der Hälfte (56,7 %) der über 45 – Jährigen Motorradfahrer nachgewiesen werden.

Auffällig war, dass beim jüngeren Patientenkollektiv häufiger eine Verletzung des Gesichtsschädels (Schädelbasisfraktur, Fraktur des Mittelgesichts) vorlag. Weiterhin wiesen die jüngeren Motorradfahrer häufiger Verletzungen auf, die von uns als besondere mediastinale Verletzungen klassifiziert wurden. Diese Verletzungen umfassen intrathorakale Gefäßverletzungen, Lungen- und Herzkontusionen, Perikardtamponaden, Hämatothoraces sowie große mediastinale Hämatome. Aufgrund der kleinen Fallzahlen konnten die klinisch zu beobachtenden Unterschiede bezüglich dieser Diagnosen jedoch nicht als signifikant nachgewiesen werden.

Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen lagen bei den älteren Motorradfahrern häufiger vor, gehörten jedoch in beiden Patientenkollektiven zu den häufigsten Verletzungen.

In beiden Kollektiven betrafen Verletzungen der Wirbelsäule vorrangig die Brustwirbelsäule. Bezüglich Verletzungen des knöchernen Beckens waren bei den unter 45 – Jährigen Motorradfahrern Typ B Verletzungen am häufigsten (17,5%). Im Kollektiv der über 45 – Jährigen Motorradfahrer lag hingegen am häufigsten eine Typ C Verletzung vor (16,7%).

### 3.3.1.1 Obere versus untere Extremität

Diagnose	< 45 Jahre	≥ 45 Jahre	p-Wert
Obere Extremität	37,5%	63,3%	0,03
Untere Extremität exkl. Becken	52,2%	46,7%	0,63
Untere Extremität inkl. Becken	60%	60%	> 0,999

Tab. 8: Verletzungen der oberen Extremität versus der unteren Extremität < 45 Jahre vs. ≥ 45 Jahre, Universitätsklinikum Würzburg (2013-2015), Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ,  $n = 70$

Als obere Extremität fassten wir die AO-Klassifikationen der Skapula, der Klavikula, des Oberarms, des Unterarms und der Hand zusammen. Die untere Extremität setzt sich aus den Diagnosen des Oberschenkels, der Patella, des Unterschenkels, des Knöchels und des Fußes zusammen. Sie wurde einmal inklusive und einmal exklusive der Verletzungen des knöchernen Beckens beschrieben.

Im Kollektiv der unter 45 – Jährigen waren Verletzungen der unteren Extremität von allen Verletzungen am häufigsten.

Bei den über 45 – Jährigen Motorradfahrern lag die Verletzungsrate der oberen Extremität signifikant ( $p = 0,03$ ) höher als im jüngeren Patientenkollektiv.

Im Unterschied zur Gruppe der jüngeren Motorradfahrer war bei älteren Motorradfahrern die obere Extremität von allen Körperregionen am häufigsten von einer Verletzung betroffen.

### 3.3.1.2 Relevante Verletzungen des Thorax (AIS $\geq 3$ )

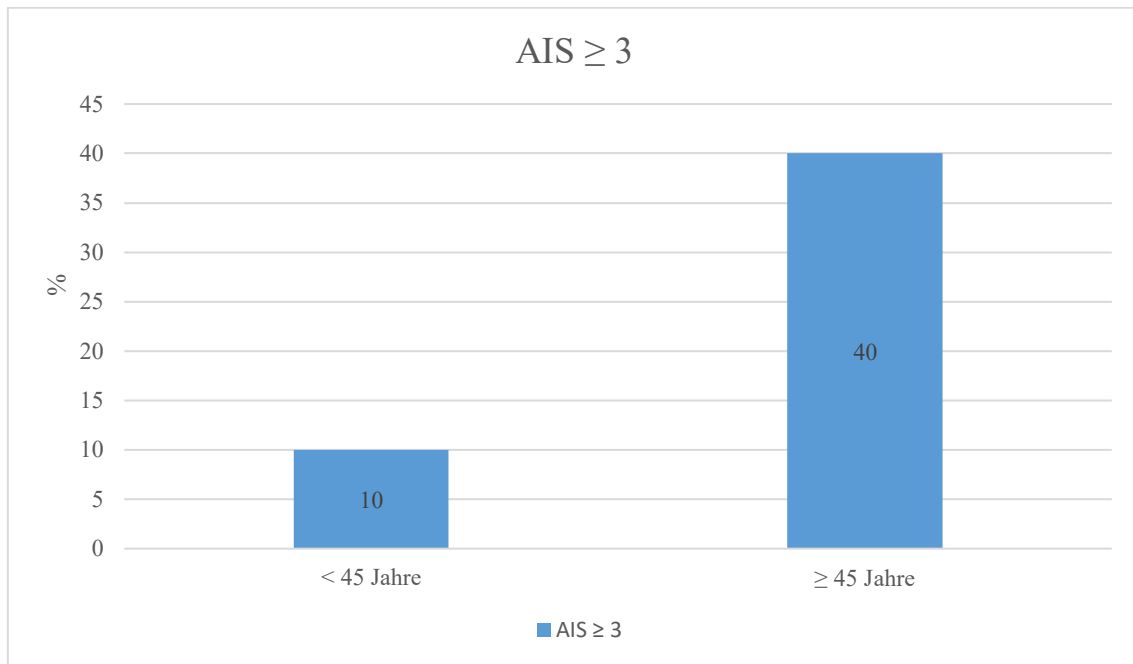


Abb.3: Prozentualer Anteil der Patienten mit relevanten Verletzungen des Thorax (AIS  $\geq 3$ ), < 45 Jahre ( $n = 4$ ) versus  $\geq 45$  Jahre ( $n = 12$ ), Universitätsklinikum Würzburg (2013-2015)

Insgesamt erlitten 25 (35,7%) der 70 eingeschlossenen Motorradfahrer eine Verletzung des knöchernen Thorax (AIS 1-5). In dem jüngeren Patientenkollektiv (< 45 Jahre) betrug der Anteil an Patienten mit einer Verletzung des knöchernen Thorax 20% (8/40). Von diesen erlitten vier (50%) eine schwere Thoraxverletzung (AIS  $\geq 3$ ).

Bei den älteren Unfallopfern ( $\geq 45$  Jahre) war der Anteil an knöchernen Thoraxverletzungen signifikant ( $p < 0,01$ ) höher, er betrug 56,7% (17/30).

Zwölf (70,6%) dieser Patienten erlitten eine schwere Verletzung des knöchernen Thorax (AIS  $\geq 3$ ).

Abbildung 3 zeigt den prozentualen Anteil aller erfassten Motorradfahrer der jeweiligen Altersgruppe, die sich eine schwere knöcherner Thoraxverletzung (AIS  $\geq 3$ ) zugezogen haben. Das ältere Patientenkollektiv war signifikant ( $p < 0,01$ ) häufiger von einer solchen Verletzung betroffen (< 45 Jahre: 10% versus  $\geq 45$  Jahre: 40%).

### 3.3.2 Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®

#### 3.3.2.1 Kopf, Extremitäten, Abdomen AIS $\geq 3$

Diagnose	Insgesamt	10 – 24 Jahre	25 – 44 Jahre	45 – 64 Jahre	65 – 84 Jahre
Kopf	28,4 %	33,7 %	27,9 %	24,0 %	33,9 %
Thorax	59,2 %	48,0 %	59,2 %	65,7 %	65,5 %
Extremitäten	47,7 %	52,2 %	50,5 %	43,1 %	38,6 %
Abdomen	17,8 %	21,5 %	18,6 %	15,6 %	12,3 %

Tab. 9: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Kopf, Extremitäten, Abdomen AIS  $\geq 3$ , n = 13 850

Relevante Verletzungen des Kopfes wurden in der Altersgruppe der jüngsten (10 – 24 Jahre) und ältesten (65 – 84 Jahre) Motorradfahrer am häufigsten dokumentiert. In diesen beiden Altersgruppen erlitt etwas mehr als 1/3 der erfassten Patienten eine relevante Verletzung des Kopfes. Mit Ausnahme des geriatrischen Kollektivs (65-84 Jahre) nahm der Anteil an Kopfverletzungen mit steigendem Alter ab.

Über die Hälfte (59,2%) aller verunfallten Motorradfahrer des TR-DGU präsentierten eine relevante Verletzung des Thorax. In allen Altersgruppen außer der jüngsten (10 – 24 Jahre) war der Thorax die Körperregion, in der am häufigsten eine schwere Verletzung vorlag. Analog zum Würzburger Patientenkollektiv nahm die Prävalenz der schweren Thoraxverletzung mit steigendem Alter zu.

Bei knapp der Hälfte (47,7%) aller Patienten lag eine schwere Verletzung der Extremitäten vor. Hier zeigte sich eine deutliche und kontinuierliche Abnahme der Prävalenz mit steigendem Lebensalter.

Gleiches konnte bei den relevanten abdominalen Verletzungen beobachtet werden. Auch hier zeigte sich eine kontinuierlich abnehmende Häufigkeit mit zunehmendem Lebensalter.

### 3.3.2.2 Arme & Beine (ohne Becken) AIS $\geq 2$

Diagnose	Insgesamt	10 – 24 Jahre	25 – 44 Jahre	45 – 64 Jahre	65 – 84 Jahre
Arme	49,9 %	44,6 %	51,6 %	53,1 %	43,5 %
Beine	48,3 %	53,1 %	49,9 %	44,6 %	41,6 %

Tab. 10: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Arme & Beine (ohne Becken) AIS  $\geq 2$ , n = 13 850

Im Vergleich der oberen zur unteren Extremität (ohne Becken) zeigte sich, dass die obere Extremität minimal häufiger von einer schweren Verletzung betroffen war. Insgesamt wies etwa jeder zweite Patient eine relevante Verletzung der Arme (49,9%) beziehungsweise der Beine (48,3%) auf.

Bezüglich schwerer Verletzungen der Arme ließ sich ein zunehmender Anteil mit steigendem Alter nachweisen. Nach dem Maximum in der Altersgruppe der 45 – 64 – Jährigen war im geriatrischen Kollektiv jedoch wieder ein Rückgang zu dokumentieren. Im Vergleich hierzu zeigte sich bei der Prävalenz der schweren Beinverletzung eine kontinuierliche Abnahme mit zunehmendem Patientenalter.

### 3.3.2.3 Wirbelsäule & Becken AIS $\geq 2$

Diagnose	Ingesamt	10 – 24 Jahre	25 – 44 Jahre	45 – 64 Jahre	65 – 84 Jahre
Wirbelsäule	31,6 %	28,8 %	35,0 %	31,2 %	25,6 %
Becken	19,8 %	17,6 %	20,3 %	20,8 %	20,2 %

Tab. 11: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Wirbelsäule & Becken AIS  $\geq 2$ , n = 13 850

Fast jeder dritte (31,6%) von uns eingeschlossene Motorradfahrer wies eine schwere Verletzung der Wirbelsäule auf. Während die 25 – 44-Jährigen Unfallopfer am häufigsten eine solche Verletzung erlitten, war das älteste Patientenkollektiv (65 – 84 Jahre) am seltensten davon betroffen.

Ungefähr jeder fünfte eingeschlossene Patient des TraumaRegister DGU® wies eine schwerwiegende Verletzung des Beckens auf. Das Kollektiv der 10 – 24-Jährigen zeigte hierbei die geringste Prävalenz (17,6%).

## 4 Diskussion

### 4.1 Aktueller Stand der Literatur

In einer orientierenden Literaturrecherche mit PubMed finden sich unter den Stichwörtern Motorradfahrer, Verletzungsschwere und Alter nur wenig aktuelle Publikationen, die ältere und jüngere Motorradfahrer hinsichtlich möglicher Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Versorgung nach einem schweren Verkehrsunfall auf deutschen Straßen vergleichen. Die gefundenen Studien beziehen sich häufig auf lokoregionale Fragestellungen und sind zum Großteil im nicht-europäischen Ausland durchgeführt worden.

Überprüft man die Publikationsliste des TraumaRegister DGU®, fällt auf, dass bisher noch keine Daten zu schwerverletzten und im Register dokumentierten Motorradfahrern publiziert wurden.

### 4.2 Methodische Stärken und Schwächen der Studie

Die vorliegende Studie ist eine multizentrische, retrospektive Querschnittsstudie, in der Unterschiede zwischen definierten Patientenkollektiven herausgearbeitet werden sollen. Die Datenerhebung mittels des TraumaRegister DGU® bietet eine einzigartige Möglichkeit, die Versorgungsrealität schwerverletzter Unfallopfer in Deutschland abzubilden. Durch das Register ergibt sich die Gelegenheit, schnell an repräsentative Informationen über verschiedene Unfallentitäten und Patientenkollektive zu kommen und diese dadurch objektiv vergleichbar zu machen. Durch sehr große Fallzahlen sind allgemeingültige Aussagen möglich, die eine wertvolle Basis für die wissenschaftliche Versorgungsforschung darstellen (Lefering et al. 2014). Ein Register und die aus ihm abgeleiteten wissenschaftlichen Schlussfolgerungen können jedoch nur so gut sein, wie die in ihm enthaltenen Daten. Bei über 600 partizipierenden Kliniken und circa 33.000 dokumentierten Fällen (Akademie der Unfallchirurgie GmbH 2017) ist ein Nachtragen fehlender Parameter im Nachhinein mit großem Aufwand verbunden, weshalb man auf eine lückenlose Dokumentation durch das behandelnde Traumazentrum angewiesen ist. Basierend auf zehn verschiedenen Merkmalen konnte im Jahr 2016 eine durchschnittliche Datenvollständigkeit von 92,2% erreicht werden (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017).

Zum Zeitpunkt unserer Analyse erfolgte außerdem keine Dokumentation, ob die verunfallten Motorradfahrer beispielsweise einen Helm trugen, ob sie dauerhaft Medikamente eingenommen haben (zum Beispiel blutverdünnende Medikamente), beziehungsweise mit welcher Geschwindigkeit sie verunglückt sind. Es sind somit keine Aussagen über die Umstände des Unfalls möglich.

Außerdem wurden jene Patienten nicht eingeschlossen, die am Unfallort, während des Transports zur Klinik oder im Schockraum verstarben.

Um den Behandlungsverlauf einzelner Patienten dezidiert nachvollziehen zu können griffen wir auf die Daten des Universitätsklinikums Würzburg, einem zertifizierten überregionalen Traumazentrum im Traumanetzwerk Nordbayern-Würzburg, zurück. Eventuell fehlende Parameter können hier nachträglich ermittelt und einzelne Behandlungsschritte genau nachvollzogen werden. Allerdings stehen insgesamt weniger Patienten zur Verfügung, weshalb eine repräsentative und allgemeingültige Aussage über die deutschlandweite Versorgungsrealität nur eingeschränkt abgeleitet werden kann.

### 4.3 Diskussion der Ergebnisse der Würzburger Patienten

#### 4.3.1 Traumaspezifische Parameter

Bei der Analyse der Geschlechterverteilung der Würzburger Patientenkollektive zeigte sich, was in vielen anderen Studien und Quellen bereits deutlich wurde: Motorradfahren ist eine Männerdomäne (Dischinger et al. 2006, Schmucker et al. 2008, Kühn et al. 2009, Eroğlu et al. 2013, Jackson & Mello 2013, Statistisches Bundesamt 2017). In beiden Altersgruppen unseres Patientenkollektivs waren die verunfallten Motorradfahrer hauptsächlich männlichen Geschlechts. Bei den unter 45-Jährigen waren 97,5% (39 / 40 Patienten) der Unfallopfer männlich, bei den über 45-Jährigen 93,3% (28 / 30 Patienten).

Das durchschnittliche Alter zum Unfallzeitpunkt lag bei  $39 \pm 17$  Jahren (Median: 42,0 Jahre), 10 Jahre unter dem Altersdurchschnitt (49 Jahre) aller im TraumaRegister DGU® erfassten Patienten von 2007 – 2016 (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017).

Das jüngere Patientenkollektiv war im Durchschnitt  $26 \pm 10$  Jahre alt (Median: 22,5

Jahre), bei den älteren Motorradfahrern lag der Altersdurchschnitt bei  $56 \pm 7$  Jahren (Median: 55 Jahre). Zwischen den analysierten Altersgruppen lagen im Mittel also circa 30 Jahre Altersunterschied.

Mehrere Autoren bestätigten bereits, was von uns in der Arbeitshypothese dieser Studie formuliert wurde: Hohes Alter geht mit mehr chronischen Begleiterkrankungen und somit einem prätraumatisch eingeschränkten Gesundheitszustand einher (Wardle 1999, Ahmad et al. 2007). Es konnte gezeigt werden, dass dies Auswirkungen auf die Länge des Behandlungsverlaufs (stationäre Verweildauer) und die posttraumatische Morbidität und Mortalität hat (Milzman et al. 1992, Brown et al. 2010, Lefering et al. 2014, Hassani-Mahmooei et al. 2016).

Von den insgesamt 70 erfassten Würzburger Patienten wurden präklinisch 63 (90%) von den Rettungskräften nach der ASA-Physical Status Klassifikation (American Society of Anesthesiologists 2014) klassifiziert, um den prätraumatischen Gesundheitszustand des Patienten einzuschätzen. Analog zur Literatur konnte hier ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich prätraumatischer Komorbiditäten der beiden Altersgruppen nachgewiesen werden. In unserer Studie ging höheres Alter ( $\geq 45$  Jahre) somit, konkordant zur wissenschaftlichen Datenlage (Aufmkolk et al. 1997, Wardle 1999, Matthes et al. 2005, Skaga et al. 2007), signifikant häufiger mit einem prätraumatisch schlechteren Gesundheitszustand und damit einem höheren ASA-Schweregrad einher. Skaga et al. konnten zeigen, dass der Wert der ASA-Klassifikation, als Indikator der prätraumatischen Morbidität, einen signifikanten Prädiktor der posttraumatischen Mortalität darstellt, unabhängig von Alter und Verletzungsschwere nach ISS. Je höher die ASA-Klassifikation, desto größer war das Risiko, den Folgen des initialen Traumas zu erliegen (Skaga et al. 2007).

Gemäß Aufmkolk et al. waren die chronischen, vorbestehenden Erkrankungen älterer Unfallverletzter vor allem kardialer und kardiopulmonaler Genese (Aufmkolk et al. 1997). Entsprechend dieser Beobachtungen konnte gezeigt werden, dass die älteren Unfallopfer des Würzburger Patientenkollektivs prätraumatisch häufiger Medikamente zur Blutverdünnung einnahmen. Aufgrund der kleinen Fallzahlen konnte der klinisch zu beobachtende Unterschied jedoch nicht als statistisch signifikant nachgewiesen werden. Eine höhere Inzidenz an kardiopulmonalen Vorerkrankungen kann als Erklärungsansatz dafür verwendet werden, dass höheres Alter ( $\geq 45$  Jahre) im Würzburger



Patientenkollektiv mit einem posttraumatisch signifikant höheren Katecholaminbedarf zur Aufrechterhaltung eines suffizienten Kreislaufs einhergeht. Dies galt sowohl für die ersten Rettungsphasen (Präklinik, Schockraum und erste OP-Phase) als auch für die Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation.

Mehrere Autoren beschrieben die schlechteren posttraumatischen Kompensationsmechanismen älterer Unfallopfer. Steigendes Alter geht mit einer signifikant höheren Komplikationsrate einher, was die Versorgung des alternden Unfallopfers zu einer besonderen Herausforderung für das Personal und die Ressourcen des behandelnden Traumazentrums macht (Aufmkolk et al. 1997, Obertacke & Nast-Kolb 2000, Matthes et al. 2005, Brown et al. 2010).

Bei der Analyse des Würzburger Patientenkollektivs ließ sich dies, übereinstimmend mit der Literatur, ebenfalls nachweisen. In unserer Untersuchung ging höheres Alter mit einer signifikant ( $p < 0,01$ ) längeren Überwachungspflichtigkeit auf der Intensivstation einher (+ 6,4 Tage im Vergleich zum jüngeren Patientenkollektiv). Darüber hinaus wurde das ältere Patientenkollektiv signifikant ( $p = 0,02$ ) länger invasiv beatmet (+ 113,1 Stunden).

Gleiche Verhältnismäßigkeiten konnten bezüglich der Dauer des gesamten Krankenhausaufenthaltes der beiden Patientenkollektive herausgearbeitet werden. Auch hier ergaben sich erhebliche klinische und statistisch signifikante ( $p < 0,01$ ) Unterschiede. Im Mittel lagen ältere Patienten 13 Tage länger in der Klinik.

Sehr interessant zu beobachten war, dass sich diese signifikanten Unterschiede in der Versorgung der beiden Patientengruppen ergaben, obwohl sie eine ähnliche anatomische Verletzungsschwere nach ISS präsentierten ( $< 45$  Jahre:  $26 \pm 16,1$  Punkte,  $\geq 45$  Jahre:  $25,7 \pm 12,7$  Punkte). Dies steht im Kontrast zur wissenschaftlichen Datenlage. Mehrere Autoren beschreiben, dass ältere Opfer eines Motorradunfalls charakteristischer Weise schwerere Verletzungen präsentieren als ihr jüngeres Pendant (Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007, Talving et al. 2010). Dies wird vor allem auf eine verminderte körperliche Widerstandsfähigkeit durch physiologische Alterungsprozesse, einhergehend mit einer größeren Anzahl an relevanten Komorbiditäten, zurückgeführt (Brown et al. 2010, University of Rochester Medical Center 2010, Jackson & Mello 2013).

Nach der Auswertung der Würzburger Datensätze zeigt sich die aufgestellte

Arbeitshypothese also als bestätigt. Es konnte nachgewiesen werden, dass ältere Patienten trotz ähnlicher anatomischer Verletzungsschwere einer längeren und aufwendigeren medizinischen Versorgung bedurften.

#### 4.4 Diskussion der Ergebnisse des TraumaRegister DGU® (TR-DGU)

##### 4.4.1 Traumaspezifische Parameter

Analog zum Würzburger Patientenkollektiv und der wissenschaftlichen Datenlage (Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007, Schmucker et al. 2008, Talving et al. 2010, Moskal et al. 2012, Eroğlu et al. 2013, Statistisches Bundesamt 2017, Stephens et al. 2017) waren auch die eingeschlossenen Patienten des TraumaRegister DGU® in allen Altersklassen überwiegend männlichen Geschlechts (> 90%).

Der Altersdurchschnitt der erfassten Motorradfahrer des TR-DGU lag sehr nah am Altersdurchschnitt des Würzburger Patientenkollektivs und betrug  $39,4 \pm 15,9$  Jahre (Median: 40 Jahre), 9,6 Jahre unter dem Altersdurchschnitt (49 Jahre) aller im TraumaRegister DGU® erfassten Patienten von 2007 – 2016 (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2017). Bezogen auf die Altersstruktur ergaben sich bei der Analyse der Anzahl der Unfallopfer zwei Altersgipfel: Der erste lag zwischen 15 und 20 Jahren, der zweite zwischen 45 und 50 Jahren (grüne Linie, Abb. 1).

Hinsichtlich der Analyse des prätraumatischen Gesundheitszustandes der Unfallopfer erfolgte die Dichotomisierung der ASA-Klassifikation in  $ASA \geq 3$  vs.  $ASA < 3$ . Als Cut-off wurde deshalb ein ASA-Grad von drei gewählt, da Skaga et al. nachweisen konnten, dass ein prätraumatischer ASA-Schweregrad von 3-4, verglichen mit einem gesunden Menschen ohne relevante Begleiterkrankungen (ASA 1), mit einem mehr als doppelt so hohen Mortalitätsrisiko einhergeht (Skaga et al. 2007).

Dieser Zusammenhang kann mit den Ergebnissen der Katecholaminpflichtigkeit der Patienten des TraumaRegister DGU® korreliert werden. Hier zeigte sich, dass das älteste Patientenkollektiv (65-84 Jahre), das den größten Anteil an Patienten mit mindestens schwerer Allgemeinerkrankung ( $ASA \geq 3$ , 26%) (Saklad 1941) präsentierte, am häufigsten Katecholamine zur Kreislaufunterstützung benötigte (27,3%).

Dies spricht erneut für die, von mehreren Autoren publizierten, schlechteren posttraumatischen Kompensationsmechanismen des älteren Unfallverletzten (Milzman

et al. 1992, Aufmkolk et al. 1997, Obertacke & Nast-Kolb 2000, Camilloni et al. 2008, Brown et al. 2010, Hassani-Mahmooei et al. 2016).

Ferner untersuchten wir die eingeschlossenen Patienten hinsichtlich der Beurteilung des neurologischen Status (nach GCS (Teasdale et al. 2014)) am Unfallort. Hierbei ergab sich, dass je jünger die Patienten waren, desto häufiger lag ein GCS-Wert von unter acht Punkten vor. Ein Punktwert von acht oder weniger auf der Glasgow Coma Scale ist definitionsgemäß gleichbedeutend mit einem schweren Schädelhirntrauma (Teasdale et al. 2014) und stellt eine Indikation zur endotrachealen Schutzintubation dar, zur Sicherung der Atemwege und Gewährleistung einer suffizienten Beatmung (Riediger et al. 2012, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2016). Dies konnte im Rahmen unserer Auswertungen bestätigt werden. Entsprechend der GCS-Analyse stieg die Rate der präklinischen Intubation mit jüngerem Patientenalter.

Gemäß Talving et al. stellt ein  $GCS \leq 8$  bei Opfern eines Motorradunfalls einen unabhängigen Prädiktor einer erhöhten posttraumatischen Mortalität dar (Talving et al. 2010). Damit übereinstimmend konnte gezeigt werden, dass das schwere Schädel-Hirn-Trauma die führende Todesursache im Rahmen eines Motorradunfalls darstellt (Ankarath et al. 2002, Schmucker et al. 2008, Lin & Kraus 2009).

Für die Gründe des häufigeren Auftretens eines schweren Schädelhirntraumas bei jüngeren Motorradfahrern finden sich in der Literatur mehrere Anhaltspunkte.

Verschiedene Autoren konnten veranschaulichen, dass die Rate an Helmträgern bei älteren Motorradfahrern signifikant höher ist als bei jüngeren Motorradfahrern (Stutts et al. 2004, Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007). Auch in einer Studie von Stephens et al. trugen ältere Unfallopfer häufiger angemessene Schutzkleidung als ihr jüngeres Pendant (Stephens et al. 2017).

Dass Motorradhelme einen protektiven Effekt in Bezug auf schwere Kopfverletzungen haben, ist mittlerweile unbestritten (Lin et al. 2003, Hundley et al. 2004, Coben et al. 2007, Schmucker et al. 2008, Lin & Kraus 2009).

Gemäß Stutts et al. verunglücken jüngere Motorradfahrer aufgrund einer schnelleren, aggressiveren und rücksichtsloseren Fahrweise häufiger mit höheren Geschwindigkeiten (Stutts et al. 2004). Auch die kürzlich publizierte Studie von Stephens et al. stützt dies. So konnte nachgewiesen werden, dass ältere Motorradfahrer sich risikoärmer verhalten und seltener Geschwindigkeitsdelikte verüben (Stephens et al. 2017). Lin und Kraus

verweisen darauf, dass Unerfahrenheit, unangepasste Fahrgeschwindigkeit und Risikobereitschaft wesentliche Faktoren für ein erhöhtes Risiko tödlicher Motorradunfälle darstellen (Lin & Kraus 2009).

Die Frage, weshalb gerade jüngere Motorradfahrer ein solches Verhalten an den Tag legen, kann ebenfalls nachvollzogen werden. Sowohl Motorradfahrer im Allgemeinen als auch speziell junge Männer als Führer von Kraftfahrzeugen zeigen höhere Werte auf der „Sensation Seeking Scale“ nach Zuckerman, einem standardisierten psychodiagnostischen Fragebogen zur Bestimmung des individuellen Risikoverhaltens (Zuckerman 1984, Whissell & Bigelow 2003, Schmucker et al. 2008).

Junge männliche Motorradfahrer scheinen dementsprechend besonders von der Ausprägung dieses Persönlichkeitsmerkmals betroffen zu sein.

Auch die Ergebnisse hinsichtlich der Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt stützen diese Annahme. Hier konnte erhoben werden, dass jüngere Motorradfahrer deutlich häufiger bei dunklen Lichtverhältnissen verunfallen. Dies wurde auch von anderen Autoren beschrieben (Stutts et al. 2004). Ältere Motorradfahrer scheinen also erfahrener zu sein, gehen weniger unnötige Risiken ein und neigen seltener dazu, ihre fahrerischen Fähigkeiten in Bezug auf die aktuellen Gegebenheiten zu überschätzen (Whissell & Bigelow 2003, Lin & Kraus 2009, Moskal et al. 2012).

Analog zu Angaben in der Literatur und konkordant zu der von uns formulierten Arbeitshypothese präsentierte das älteste Patientenkollektiv (65-84 Jahre) des TR-DGU die höchste innerklinische Mortalitätsrate (observed mortality, 15,8%) (Dischinger et al. 2007, Brown et al. 2010, Talving et al. 2010, University of Rochester Medical Center 2010, Jackson & Mello 2013).

Auch die errechnete Mortalitätsprognose (expected mortality), der RISC II Score, war beim ältesten Patientenkollektiv am höchsten (13,9%). Da für die Berechnung der Prognose nach RISC II allerdings das Alter als grundlegende Variable benötigt wird (Lefering et al. 2014), sind diese altersadaptierten Mortalitätsprognosen untereinander nur bedingt vergleichbar. Interessant ist allerdings der Vergleich der standardisierten Mortalitätsratio (SMR), einer Berechnung, um die Mortalität in einer Studienkohorte mit derjenigen in der Allgemeinbevölkerung zu vergleichen. Hierzu wird die beobachtete Mortalität (observed mortality) durch die zu erwartende Mortalität (expected mortality) dividiert (Ressing et al. 2010).

Im Patientengut des TR-DGU fällt hierbei auf, dass einzig das älteste Patientenkollektiv (65-84 Jahre), bei klinisch vergleichbarer Verletzungsschwere, eine größere beobachtete als erwartete Mortalität vorzuweisen hat, was in einem SMR-Quotienten von  $> 1$  resultiert (1,14). Somit hat die Kohorte der ältesten Opfer eines Motorradunfalls ein im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung erhöhtes Sterblichkeitsrisiko. Dadurch stellt der Motorradunfall als Unfallursache, im Vergleich zu anderen Unfällen in dieser Altersgruppe, einen ungünstigen Faktor für das Überleben dar.

Sehr interessant ist darüber hinaus die Analyse der unterschiedlichen Liege- und Beatmungsdauern der verstorbenen Unfallopfer des TR-DGU. Hier zeigt sich, dass jüngere Patienten deutlich früher den Folgen des Traumas erliegen. So nimmt in der Kohorte der verstorbenen Unfallopfer mit sinkendem Alter sowohl die Intubationsdauer als auch die Liegedauer auf der Intensivstation und die Dauer des gesamten Krankenhausaufenthalts ab.

Während ältere Unfallopfer tödliche Komplikationen also erst im späteren Verlauf des Krankenhausaufenthalts zu entwickeln scheinen, erliegen jüngere Patienten mutmaßlich eher den Komplikationen des direkten Unfalltraumas (aufgrund schwerwiegender Verletzungen, akuten Blutungskomplikationen, etc.). Dies kann in Einklang mit der beobachteten Verletzungsschwere nach ISS gebracht werden. Hier zeigte sich im Patientengut des TR-DGU eine etwas mildere Verletzungsschwere mit steigendem Patientenalter.

Diese Beobachtungen werden auch von anderen Autoren gemacht. Dischinger et al. konnten zeigen, dass jüngere Patienten signifikant häufiger noch am Unfallort versterben. Sie brachten dies mit einer höheren Inzidenz an schweren mediastinalen Verletzungen (kardial, Gefäß- und Lungenverletzungen) in Verbindung, die in massiven Blutungskomplikationen oder akutem Pumpversagen am Unfallort resultieren (Dischinger et al. 2007). Für solch schwere mediastinale Verletzungen ist bei einem jungen Menschen typischer Weise eine sehr hohe Energie von Nöten (Siegel et al. 2004).

Solch hohe Energien werden besonders bei Unfällen mit hohen Geschwindigkeiten generiert. Wie bereits erwähnt, konnten mehrere Autoren nachweisen, dass jüngere Motorradfahrer häufiger mit hohen Geschwindigkeiten verunglücken (Stutts et al. 2004, Stephens et al. 2017). Diese Hochrasanztraumen dominieren die Statistik der tödlich

Verunglückten und müssen als „Killer“ unter den Motorradunfällen angesehen werden (Schmucker et al. 2008).

Ältere Unfallopfer hingegen haben größere Chancen, das Krankenhaus lebend zu erreichen (Dischinger et al. 2007). Jedoch steigt mit zunehmendem Alter das Risiko, an posttraumatischen Komplikationen (Sepsis, Pneumonie, etc.) zu versterben. Dies wird auf die bereits berichtete höhere Inzidenz an prätraumatischen Begleiterkrankungen zurückgeführt (Aufmkolk et al. 1997, Perdue et al. 1998, Obertacke & Nast-Kolb 2000, Matthes et al. 2005, Brown et al. 2010, Talving et al. 2010).

Insgesamt waren die eingeschlossenen Motorradfahrer des TraumaRegister DGU® etwas weniger schwer verletzt als das Würzburger Patientengut.

Different zur Auswertung der Würzburger Patienten und anders als in der Literatur beschrieben ergab sich jedoch eine tendenziell abnehmende Verletzungsschwere mit steigendem Alter. Mehrere Autoren beschrieben eine gravierendere Verletzungsschwere des älteren Unfallopfers, zurückzuführen auf eine geringere Widerstandsfähigkeit aufgrund physiologischer Altersveränderungen (Stutts et al. 2004, Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007, Brown et al. 2010, Talving et al. 2010, Jackson & Mello 2013).

#### 4.5 Diskussion des Verletzungsmusters

Im Rahmen der Analyse des Verletzungsmusters, sowohl der Würzburger Patienten als auch der Patienten des TraumaRegister DGU®, konnten die Ergebnisse verschiedener anderer Studien bestätigt werden. Das Opfer eines Motorradunfalls ist ein sehr komplexer Traumapatient (Leijdesdorff et al. 2012). Gleichzeitig vorliegende Verletzungen multipler anatomischer Körperregionen bedingen ein heterogenes und schwer zu antizipierendes Verletzungsmuster, dessen Schwere akut lebensbedrohlich sein kann (Bachulis et al. 1988, Rogers et al. 1991, Wick et al. 1998, Ankarath et al. 2002, Kraus et al. 2002, Lin & Kraus 2009).

Bei den 70 eingeschlossenen Unfallopfern des Universitätsklinikums Würzburg wurden insgesamt 309 Verletzungen diagnostiziert. Somit lagen durchschnittlich 4,4 Verletzungen pro verunglücktem Motorradfahrer vor.

In einer vergleichbaren Studie von Wick et al. wird die durchschnittliche Anzahl von Verletzungen auf 2,8 pro verunglücktem Motorradfahrer beziffert (Wick et al. 1998).

Forman et al. geben die durchschnittliche Anzahl von Verletzungen mit 1,9 Verletzungen pro Unfallopfer an (Forman et al. 2012).

Es ist bekannt, dass sich im Rahmen von Unfällen sowohl das Verletzungsmuster selbst als auch seine Bedeutung für Morbidität und Mortalität zwischen älteren und jüngeren Unfallopfern unterscheidet. Verglichen mit jüngeren Patienten mit denselben Verletzungen ist es für ältere Patienten wahrscheinlicher diesen entweder zu erliegen oder dauerhaft pflegebedürftig zu werden (Switzer & Gammon 2012).

In einer 2017 veröffentlichten Studie konnten Brockamp et al. nachweisen, dass jüngere Motorradfahrer posttraumatisch insgesamt ein komplexeres Verletzungsmuster mit höheren AIS-Werten für Becken, Kopf, Abdomen, Extremitäten sowie einem niedrigeren Wert auf der Glasgow Coma Scale präsentieren als ältere Opfer eines Motorradunfalls (Brockamp et al. 2017).

Bei Schwerverletzten wird die Mortalität hauptsächlich von der Schwere der Kopfverletzungen beeinflusst. Patienten mit Kopfverletzungen zeigen eine bis zu dreifach gesteigerte Mortalitätsrate, verglichen mit Patienten ohne Kopfverletzungen (Lefering et al. 2008).

Auch im Rahmen eines Motorradunfalls gilt die schwere Kopfverletzung als führende Ursache für ein fatales Outcome (Ankarath et al. 2002, Kraus et al. 2002, Schmucker et al. 2008, Leijdesdorff et al. 2012).

Im Patientenkollektiv des Universitätsklinikums Würzburg fielen jüngere Motorradfahrer häufiger mit Verletzungen des Kopf- und Gesichtsschädels auf. Die Patienten des TR-DGU zeigten zunächst eine abnehmende Prävalenz schwerer Kopfverletzungen mit steigendem Lebensalter, bevor das geriatrische Patientenkollektiv (65-84 Jahre) wieder einen erheblichen Anstieg aufwies.

Dies steht zumindest teilweise im Kontrast zu den Angaben in der Literatur, die älteren Motorradfahrern eine größere Wahrscheinlichkeit zuschreiben, im Rahmen eines Unfalls schwere Kopfverletzungen zu erleiden (Talving et al. 2010, Jackson & Mello 2013).

Dischinger et al. konnten zeigen, dass ein Kopftrauma für ältere Motorradfahrer folgenreicher ist und eine solche Verletzung bei ihnen mit einem bis zu doppelt so hohen Mortalitätsrisiko einhergeht (Dischinger et al. 2006).

Der protektive Effekt eines Helms in Bezug auf Kopfverletzungen ist unbestritten (LaTorre et al. 2002, Lin et al. 2003, Hundley et al. 2004, Coben et al. 2007, Liu et al. 2008, Schmucker et al. 2008). Ein gar nicht oder nicht korrekt getragener Helm ist mit einem deutlich größeren Risiko für schwere Kopf- und Gesichtsverletzungen sowie besonders schweren Gesichtsfrakturen assoziiert (Bachulis et al. 1988, Kraus & Peek 1995, Gopalakrishna et al. 1998, Sauter et al. 2005, Fitzharris et al. 2009, Forman et al. 2012). Dies kann als Erklärungsansatz für die hohe Prävalenz an Kopf- und Gesichtsverletzungen unter jungen Motorradfahrern in den von uns untersuchten Patientenkollektiven des Universitätsklinikums Würzburg und des TraumaRegister DGU® dienen. Wie bereits erwähnt konnten mehrere Autoren nachweisen, dass die Rate an Helmträgern unter älteren Motorradfahrern signifikant höher ist als bei ihrem jüngeren Pendant (Stutts et al. 2004, Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007).

Für Verletzungen des Gesichtsschädels stellt die stumpfe Gewalteinwirkung, insbesondere durch Motorradunfälle, die häufigste Ursache dar (Esmer et al. 2016). Gesichtsverletzungen sind häufig assoziiert mit traumatischen Verletzungen des Gehirns (Alvi et al. 2003, Kraus et al. 2003, Follmar et al. 2007). Von allen Verletzungen, die in funktionellen Einbußen resultieren, wird solchen traumatischen Gehirnverletzungen der größte durchschnittliche Funktionsverlust mit bleibenden Behinderungen vorhergesagt (Forman et al. 2012).

Gesichtsverletzungen können darüber hinaus auch zu ästhetischen Problemen durch bleibende Entstellungen führen, die enorme psychische Belastungen nach sich ziehen, insbesondere für junge Menschen (Hosemann et al. 2005).

Der Thorax war die einzige Körperregion, bei der es im Würzburger Patientenkollektiv signifikante Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Motorradfahrern bezüglich der Verletzungshäufigkeit gab. Sowohl knöcherne Thoraxverletzungen allgemein als auch schwere ( $\text{AIS} \geq 3$ ) Verletzungen des knöchernen Thorax waren bei älteren Motorradfahrern signifikant häufiger. Im Patientenkollektiv des TR-DGU waren Thoraxverletzungen von allen schweren Verletzungen ( $\text{AIS} \geq 3$ ) am häufigsten. Analog zum Patientenkollektiv des Universitätsklinikums Würzburg zeigte sich mit steigendem Lebensalter eine zunehmende Prävalenz an schweren Verletzungen des Thorax.



Dies stimmt mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen überein. Auch hier werden schwere Thoraxverletzungen signifikant häufiger bei älteren Opfern von Motorradunfällen beobachtet (Dischinger et al. 2006, Dischinger et al. 2007, Brown et al. 2010, Talving et al. 2010, Bambach & Mitchell 2014, Brockamp et al. 2017). Diese Assoziation zwischen größerem Risiko für thorakale Verletzungen und höherem Lebensalter ist ein bekanntes altersphysiologisches Phänomen. Im Laufe des Alters beeinflusst eine zunehmende vertikale Ausrichtung der Rippen in Bezug zur thorakalen Wirbelsäule die biomechanische Reaktion des Thorax. So resultiert ein in anterior-posteriorer Richtung applizierter Belastungsvektor in einer verstärkten Deformierung der Rippe und bedingt, in Kombination mit einer zunehmenden Verknöcherung der sternalen Rippenansätze und einer reduzierten Knochendichte, die erhöhte Gefahr einer Rippenfraktur (Kent et al. 2005, Weaver et al. 2014).

Als häufigster Verletzungsmechanismus für ein stumpfes Thoraxtrauma gilt der Verkehrsunfall (Galan et al. 1992, Adams et al. 2010, Huber et al. 2014, Schulz-Drost et al. 2016, Horst et al. 2017).

Durch verbesserte Helm-Technologien und gesteigerte Raten an Helmträgern (Ankarath et al. 2002, Schmucker et al. 2008) kam es im Laufe der Zeit zu einer Verminderung der Anzahl an schweren Kopfverletzungen, weshalb der Thorax oftmals die Körperregion darstellt, die im Rahmen eines Motorradunfalls am häufigsten von einer schweren Verletzung (AIS  $\geq$  3) betroffen ist (Bambach & Mitchell 2014). Dies entspricht den Ergebnissen unserer Auswertung der Patienten des TraumaRegister DGU®.

Im Kontext eines Motorradunfalls zeichnen sich Mehrfachverletzungen unter Beteiligung der Thoraxregion durch eine sehr hohe Verletzungsschwere aus (Schmucker et al. 2008). Leijdesdorff et al. identifizierten die Thoraxverletzung, nach Kopfverletzungen, als zweithäufigste schwere Verletzung unter allen verstorbenen Opfern von Motorradunfällen (Leijdesdorff et al. 2012).

Verletzungen des knöchernen Thorax haben darüber hinaus einen nicht zu unterschätzenden Effekt auf andere, zum Teil lebensbedrohliche Verletzungen.

So konnten Kraus et al. zeigen, dass die potenziell lebensbedrohlichen Verletzungen des Thorax und des Abdomens sehr viel häufiger sind, wenn Rippenfrakturen vorliegen (Kraus et al. 2002). Ferner haben Patienten mit schweren Thoraxverletzungen ein erhöhtes Mortalitätsrisiko aufgrund der größeren Wahrscheinlichkeit pulmonale und

infektiöse Komplikationen wie Pneumonien, Atemversagen und Sepsis zu entwickeln (Rubenfeld et al. 2005, Dischinger et al. 2007, Dewar et al. 2013, Bayer et al. 2017, Horst et al. 2017). Dies ist insbesondere für ältere Unfallverletzte von Bedeutung, die nach stumpfem Thoraxtrauma gemäß Huber et al. besonders gefährdet sind (Huber et al. 2014). Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die bereits thematisierten schlechteren posttraumatischen Kompensationsmechanismen in höherem Alter zurückzuführen (Aufmkolk et al. 1997, Obertacke & Nast-Kolb 2000, Camilloni et al. 2008, Brown et al. 2010, Hassani-Mahmooei et al. 2016).

Schwere Thoraxverletzungen ereignen sich im Rahmen eines Motorradunfalls am häufigsten bei Unfällen ohne Kollision, Kollisionen mit fixen Objekten (wie zum Beispiel Bäumen, Säulen, etc.) und Kollisionen mit Straßenrandbegrenzungen (Dischinger et al. 2006, Daniello & Gabler 2012, Bambach & Mitchell 2014).

Präventive Maßnahmen, wie zum Beispiel spezielle Protektoren zur Vorbeugung von schweren thorakalen Verletzungen bei verunglückten Motorradfahrern, wurden bereits erforscht (Manzardo et al. 2009, Thollon et al. 2010), konnten sich bislang jedoch nicht für den kommerziellen Straßengebrauch durchsetzen (Bambach & Mitchell 2014).

Die zukünftige Verbesserung solcher Schutzmaßnahmen und die Förderung der kommerziellen Nutzung auf den Straßen wäre jedoch besonders für ältere Motorradfahrer wünschenswert.

Im Rahmen von thorakalen Verletzungen kann es bei einem Motorradunfall auch zu Verletzungen von mediastinalen Organen wie dem Herzen, der Lunge oder intrathorakalen Gefäßen wie der Aorta kommen. Solche Verletzungen gelten als sehr gefährlich und sind mit einer hohen Sterblichkeit assoziiert (Pretre & Chilcott 1997, Pape et al. 2000, Ankarath et al. 2002, Talving et al. 2010, Huber et al. 2014).

Im Kontext der Auswertung der Würzburger Patienten fiel auf, dass die jüngeren Motorradfahrer tendenziell häufiger von solchen Verletzungen betroffen waren.

Dies ist mit den Ergebnissen anderer Studien übereinstimmend (Dischinger et al. 2007). Ein Erklärungsansatz für das häufigere Vorkommen dieser Art von Verletzung bei jüngeren Motorradfahrern ist, dass sie häufiger mit hohen Geschwindigkeiten verunglücken (Stutts et al. 2004, Stephens et al. 2017).

Diese Hochrasanztraumen führen zu der Einwirkung hoher Werte kinetischer Energie auf den Körper, die für die Entstehung dieser lebensbedrohlichen mediastinalen

Verletzungen erforderlich sind (Siegel et al. 2004).

Bezüglich der Verletzung intraabdomineller Organe ergaben sich im Würzburger Patientenkollektiv keine relevanten Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen. Bei den verunglückten Motorradfahrern des TR-DGU zeigte sich hingegen eine abnehmende Prävalenz an abdominellen Verletzungen mit zunehmendem Patientenalter. Intraabdominelle Verletzungen sind insbesondere bei Motorradunfällen mit fatalem Outcome häufig (Sarkar et al. 1995, Wick et al. 1998, Wyatt et al. 1999, Ankarath et al. 2002, Dischinger et al. 2006). Fast alle Todesursachen einer intraabdominellen Verletzung sind Folge eines Blutungsereignisses (Ankarath et al. 2002). Dischinger et al. publizierten darüber hinaus, dass abdominelles Trauma bei älteren verunglückten Motorradfahrern mit einem doppelt so hohen Mortalitätsrisiko einhergeht (Dischinger et al. 2006).

Studien über verunglückte Motorradfahrer identifizieren Extremitätenverletzungen typischer Weise als die am häufigsten erlittenen Verletzungen (Kraus et al. 2002, LaTorre et al. 2002, Coben et al. 2004, Dischinger et al. 2006, Bambach & Mitchell 2014). Insbesondere die untere Extremität stellt sich als besonders vulnerabel dar und wird in mehreren Studien als jene Körperregion beschrieben, die im Rahmen eines Motorradunfalls am häufigsten verletzt wird (Braddock et al. 1992, Peek et al. 1994, Wick et al. 1998, Wladis et al. 2002, Dischinger et al. 2006, Schmucker et al. 2008, Forman et al. 2012, Bambach & Mitchell 2014). Dies ist konkordant zu den Ergebnissen unserer Auswertungen. In beiden Altersgruppen des Würzburger Patientenkollektivs waren Extremitätenverletzungen von allen diagnostizierten Verletzungen am häufigsten. Bei verunglückten Motorradfahrern unter 45 Jahren war die Verletzung der unteren Extremität (inklusive Beckenverletzungen) am häufigsten, während bei den verunglückten Motorradfahrern über 45 Jahre Verletzungen der oberen Extremität dominierten. Im Patientenkollektiv des TraumaRegister DGU® zeigte sich eine abnehmende Prävalenz an Extremitätenverletzungen mit zunehmendem Alter. Während Verletzungen der Beine (ohne Becken) ebenfalls eine abnehmende Häufigkeit in höherem Lebensalter zeigten, kam es bei Verletzungen der Arme zunächst zu einer Zunahme mit steigendem Lebensalter, bevor im geriatrischen Patientenkollektiv (65 – 84 Jahre) eine erneute Abnahme auffiel.

Im Kontext eines Motorradunfalls ereignen sich Verletzungen der unteren Extremität am häufigsten bei Kollisionen mit anderen Kraftfahrzeugen. Die üblichen Verletzungsmechanismen beinhalten das Einklemmen der Gliedmaßen zwischen dem Motorrad und dem anderen Unfallfahrzeug, der direkte Anprall des anderen Fahrzeugs auf das Bein des Motorradfahrers, oder der direkte Aufprall der Extremität auf Karosserieteile des Motorrads, wie zum Beispiel dem Lenker (Peek et al. 1994, Bambach & Mitchell 2014). Es gilt als bekannt, dass Extremitätenverletzungen eine aufwendige medizinische Versorgung (multiple Operationen, lange Liegezeiten auf der Intensivstation und im Krankenhaus insgesamt, etc.) benötigen und einen erheblichen Einfluss auf das funktionelle Outcome und die Lebensqualität nach dem Trauma haben (Peek et al. 1994, Wick et al. 1998, Holbrook et al. 1999, Stalp et al. 2002, Dischinger et al. 2004, Forman et al. 2012, Banerjee et al. 2013). Forman et al. publizierten, dass bei circa 80% der Unfallopfer mit Verletzungen der unteren Extremität ein Jahr nach Entlassung aus dem Krankenhaus bleibende funktionelle Beeinträchtigungen zu erwarten sind (Forman et al. 2012). Gemäß Dischinger et al. haben insbesondere Sprunggelenks- und Fußverletzungen langfristig die belastendsten Effekte auf die Lebensqualität nach Trauma. Patienten mit solchen Verletzungen haben eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, aufgrund der ursprünglichen Verletzung erneut stationär behandelt werden zu müssen. Darüber hinaus wurde auch in dieser Studie belegt, dass Patienten mit Verletzungen der unteren Extremität bis zu einem Jahr nach Trauma von erheblichen funktionellen Beeinträchtigungen wie zum Beispiel Gehproblemen berichten, die die Rückkehr an den Arbeitsplatz sowie die Ausführung von Alltags- und Freizeitaktivitäten erheblich behindern. Die sich daraus ergebende verstärkte Abhängigkeit in Zusammenspiel mit einem verringerten Einkommen führen häufig zu einer Verschlimmerung der Unfallfolgen und können zu Symptomen einer Depression oder posttraumatischen Belastungsstörung führen (Dischinger et al. 2004).

Extremitätenverletzungen werden häufig zu Gunsten lebensbedrohlicher Verletzungen marginalisiert. Jedoch sollte ihnen im Rahmen der Unfallforschung mehr Beachtung geschenkt werden und medizinisches Personal, betroffene Familien und Unfallopfer selbst sollten sich den Auswirkungen dieser scheinbar „kleinen“ und vergleichsweise bedeutungslosen Verletzungen auf die posttraumatischen Lebensbedingungen bewusst sein (Dischinger et al. 2004, Forman et al. 2012).

Verletzungen des knöchernen Beckens gehörten in beiden Altersgruppen des Würzburger Patientenkollektivs zu den häufigsten diagnostizierten Verletzungen. Insgesamt waren sie bei verunglückten Motorradfahrern über 45 Jahren tendenziell etwas häufiger. Während im jüngeren Kollektiv der Motorradfahrer Typ B – Verletzungen am häufigsten waren, lagen bei den älteren Motorradfahrern Typ C – Verletzungen häufiger vor. Im Kollektiv der Patienten des TR-DGU zeigte sich, dass das jüngste Patientenkollektiv am seltensten von schweren Beckenverletzungen betroffen war, während in den anderen Altersgruppen konstant circa jeder fünfte Motorradfahrer eine solche Verletzung präsentierte.

Mehrere Autoren konnten belegen, dass bei älteren Patienten aufgrund der häufig reduzierten Knochenqualität (durch beispielsweise Osteoporose, rheumatoide Arthritis, andere Knochenstoffwechselerkrankungen oder chronische Medikamenteneinnahme) bereits niedrigerenergetische Traumata ausreichen, um eine Beckenfraktur zu verursachen (Culemann et al. 2010, Fuchs et al. 2011, Stuby et al. 2014, Ketterl 2016).

Bei älteren Patienten zeigen sich die ligamentären Strukturen des Sakroiliakalgelenks häufig bereits knöchern durchbaut, was zu einem Elastizitätsverlust im Bereich des hinteren Beckenrings führt. Kommt es nun im Rahmen eines Hochrasanztraumas zu einer entsprechenden Kraftereinwirkung auf das knöcherne Becken des älteren Menschen, kann die direkte Kraftübertragung über die Iliosakralgelenke in das Os sacrum, in Zusammenhang mit der geschwächten Knochenstruktur, zu Sakrumfrakturen führen, die eine komplexe transiliakale Instabilität im Bereich des hinteren Beckenrings im Sinne einer Typ C-Verletzung bedingen (Culemann et al. 2010, Fuchs et al. 2011, Ketterl 2016).

Im Rahmen eines Motorradunfalls gelten Beckenfrakturen als unabhängiger Prädiktor für eine erhöhte Sterblichkeit (Talving et al. 2010). Gemäß Kälicke et al. sind instabile Beckenfrakturen meist Folge eines Traumas mit hohen energetischen Kräften wie zum Beispiel einem Verkehrsunfall. Bei solchen Hochrasanztraumen sind typische lokale Begleitverletzungen an Blase und Urethra, Gefäßen, Nerven, Darm und Weichteilen zu erwarten. Es muss solange mit vital bedrohlichen Begleitverletzungen gerechnet werden, bis diese ausgeschlossen sind. Folgen solcher Verletzungen können zu einer hämodynamischen und respiratorischen Destabilisierung führen, die binnen Minuten in einer Dekompensation des Patienten resultieren kann (Kälicke et al. 2000).

Die Morbidität nach einer Beckenfraktur wird entscheidend vom Ausmaß der dorsalen Läsion beeinflusst (Dujardin et al. 1998), die in direkter Relation zu unmittelbar lebensbedrohlichen Komplikationen und späteren funktionellen Defiziten aufgrund von Beinlängendifferenzen, Beckenasymmetrien, Schmerzen und neurologischen Ausfällen steht (Reilly et al. 1996). Ein zunehmender Stabilitätsverlust des knöchernen Beckens bedingt eine zunehmende Funktionseinbuße, da insbesondere die Integrität des sakroiliakalen Ringsegments von entscheidender Bedeutung für die Kraftübertragung zwischen der Wirbelsäule und der unteren Extremität ist (Kälicke et al. 2000).

Instabile Beckenringfrakturen Typ C sind häufiger mit komplexen Organläsionen im Becken assoziiert (Burkhardt et al. 2015). Komplexe Beckentraumen bedingen höhere Mortalitätsraten und sind häufiger assoziiert mit Multiorganversagen, längeren Beatmungszeiten und längeren Aufenthalten auf der Intensivstation (Burkhardt et al. 2015). Dechert et al. konnten darüber hinaus belegen, dass ein Beckentrauma beim älteren Menschen (65 Jahre und älter) eine längere stationäre Verweildauer und ein höheres Mortalitätsrisiko als bei jüngeren Patienten bedingt (Dechert et al. 2009).

Im Würzburger Patientenkollektiv kamen Verletzungen der Wirbelsäule tendenziell häufiger bei älteren verunglückten Motorradfahrern vor. Üblicherweise ereignen sich traumabedingte Wirbelkörperfrakturen gehäuft im thorakolumbalen Übergang, hier insbesondere im Bereich von LWK 1 und 2 (Knop et al. 1999, Leucht et al. 2009, Jacobs et al. 2018).

Dies wird auf bestimmte anatomische Besonderheiten der menschlichen Wirbelsäule zurückgeführt. Zum einen kommt es auf Höhe von BWK 11 und 12 zum Übergang einer rigiden thorakalen Kyphose in eine mobilere lumbale Lordose. Zum anderen enden die kaudalen Rippen frei und bieten somit keinen ventralen Halt über das Sternum. Darüber hinaus schützen die Facettengelenke der thorakalen Wirbelsäule, durch eine andere anatomische Konfiguration als die lumbalen Facettengelenke, vor Translationsbewegungen, indem sie die Flexion und Extension limitieren (el-Khoury & Whitten 1993, Heinzelmann & Wanner 2008).

Es ist bekannt, dass bei niedrigenergetischen Traumata gehäuft lumbale Wirbelkörperfrakturen auftreten, während eine steigende Unfallkinematik eine erhöhte Verletzungsgefahr der thorakalen Wirbelsäule bedingt (Robertson et al. 2002, Jacobs et

al. 2018).

Dies kann gut mit den Untersuchungsergebnissen des Würzburger Patientenkollektivs korreliert werden. Hier zeigte sich, dass die Brustwirbelsäule in beiden Alterskollektiven von allen Wirbelsäulenabschnitten am häufigsten von einer Verletzung betroffen war. Dies stimmt mit den Ergebnissen anderer Studien über verunglückte Motorradfahrer, überwiegend Opfer von Hochrasanztraumata mit hoher Unfallkinematik, überein (Wick et al. 1998, Ankarath et al. 2002, Robertson et al. 2002, Schmucker et al. 2008).

Es wird vermutet, dass diese BWS-Verletzungen aus einer Hyperflexion der Wirbelsäule resultieren, nach katapultartigem Abgang des Motorradfahrers über den Lenker bei frontalen Kollisionen mit anderen Objekten. Die axiale Kraft des folgenden Aufpralls konzentriert sich auf den Punkt der maximalen Flexion der Wirbelsäule und bedingt in der Folge Verletzungen vorwiegend im Bereich der mittleren BWS (BWK 4 – 7) (Drysdale et al. 1975, Shrosbree 1978, Kupferschmid et al. 1989, Jacobs et al. 2018).

Unter den eingeschlossenen Motorradfahrern des TR-DGU ereigneten sich schwere Verletzungen der Wirbelsäule am häufigsten in der Patientengruppe der 25 – 44 – Jährigen. Konträr dazu publizierten Talving et al. Ergebnisse, die ältere Opfer von Motorradunfällen signifikant häufiger mit Frakturen der Wirbelsäule angeben (Talving et al. 2010).

Schwere Verletzungen der Wirbelsäule ereignen sich fast ausschließlich durch stumpfes Trauma, weshalb Verkehrsunfälle die mit Abstand häufigste Unfallursache darstellen. Häufig liegen sie nicht als Einzelverletzung vor, sondern stehen in Zusammenhang mit weiteren schweren Verletzungen (Schinkel et al. 2007). Bei tödlichen Motorradunfällen liegen schwere Verletzungen der Halswirbelsäule häufiger vor als Verletzungen anderer Wirbelsäulenabschnitte, aufgrund der häufigeren Assoziation dieser Verletzungen mit schweren Schädelhirntraumen (Ankarath et al. 2002, Schinkel et al. 2007).

Frakturen der Brustwirbelsäule gehen hingegen am häufigsten mit neurologischen Ausfällen einher (Ankarath et al. 2002, Schinkel et al. 2007).

Häufig entziehen sich instabile Wirbelverletzungen der klinischen Verdachtsdiagnose des Notarztes, weshalb jeder polytraumatisierte Patient so lange als potenzieller Wirbelsäulenverletzter zu behandeln ist, bis das Gegenteil bewiesen wurde (Schinkel et

al. 2007).

Die Limitationen der Analyse innerklinisch erhobener Daten bezüglich des Verletzungsmusters eines Unfallopfers liegen auf der Hand. Bekanntermaßen wird ein großer Anteil an tödlich verletzten Motorradfahrern nicht im Krankenhaus aufgenommen, sondern erliegt seinen Verletzungen noch am Unfallort (Dischinger et al. 2006, Forman et al. 2012, Leijdesdorff et al. 2012). Unsere Analyse des Verletzungsmusters beschränkt sich jedoch auf Patienten, die das Krankenhaus mit vorhandenen Vitalparametern erreichen. Die Daten beschreiben also die Verteilung von Verletzungen, die potenziell zu überleben sind. Sie können nicht genutzt werden, um Rückschlüsse über das absolute Verletzungsrisiko eines Motorradunfalls zu ziehen. Dies wurde bereits in vergleichbaren Studien über verunglückte Motorradfahrer thematisiert (Forman et al. 2012, Leijdesdorff et al. 2012).

## 5 Zusammenfassung

Das Motorradfahren erfreut sich in der heutigen Gesellschaft nach wie vor einer großen Beliebtheit. Es ist jedoch unbestritten, dass es sich um ein sehr gefährliches Fortbewegungsmittel handelt. Motorradfahrer haben ein deutlich größeres Risiko von schweren Verletzungen betroffen zu sein oder tödlich zu verunglücken als andere Benutzer von Kraftfahrzeugen. Von insgesamt rund 400.000 Verletzten bei Straßenverkehrsunfällen im Jahr 2016 verunglückten ca. 11% (rund 44.000 Verletzte) auf einem Motorrad. Von insgesamt 3.206 Todesopfern waren 604 Motorradfahrer (ca. 19%). Insbesondere die Analyse des bestandsbezogenen Risikos zeigt, was allgemein vermutet wird: Das Kraffradfahren birgt größere Risiken als das Autofahren.

Je 100.000 Fahrzeuge wurden 2016 bei Straßenverkehrsunfällen 16 Benutzer von Kraffrädern mit amtlichen Kennzeichen und Kraffrädern mit Versicherungskennzeichen tödlich verletzt, während je 100.000 zugelassener Fahrzeuge nur 3 PKW-Insassen tödlich verunglückten.

Das bestandsbezogene Risiko auf einem Kraffrad tödlich zu verunglücken war im Jahr 2016 also mehr als fünf Mal höher als in einem PKW.

Unfälle mit einem motorisierten Zweirad sind häufig assoziiert mit Verletzungen multipler anatomischer Regionen und machen das Opfer eines solchen Unfalls zu einem komplexen Traumapatienten, der einer adäquaten Einschätzung und eines



entsprechenden Managements bedarf. Im klinischen Alltag fällt auf, dass vermehrt „ältere“ Patienten mit dem Motorrad verunfallen und das behandelnde medizinische Personal vor Schwierigkeiten stellen, da aufgrund einer größeren Anzahl an Komorbiditäten der Gesundheitszustand nicht dem jüngerer Menschen entspricht. Analog hierzu zeigten sich bei der Auswertung der verunglückten Motorradfahrer des TraumaRegister DGU® zwei Altersgipfel (15 – 20 Jahre und 45 – 50 Jahre, vgl. Abb. 1). Die vorliegende altersbezogene Analyse von polytraumatisierten Motorradfahrern anhand eines deutschen, überregionalen Traumazentrums und des TraumaRegister DGU® wurde durchgeführt, um die besonderen Herausforderungen in der Versorgung jüngerer und älterer schwerverletzter Motorradfahrer herauszuarbeiten und ihr Verletzungsmuster zu analysieren.

Im Rahmen der Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Versorgung älterer schwerverletzter Motorradunfallopfer eine besondere Herausforderung darstellt. Trotz nahezu gleicher anatomischer Verletzungsschwere nach ISS konnten wir belegen, dass höheres Alter im Rahmen eines Motorradunfalls, aufgrund eines ungünstigeren biologischen Risikoprofils durch prätraumatisch mehr chronische Begleiterkrankungen, mit einer erhöhten Morbidität, Mortalität und einer deutlich aufwendigeren medizinischen Versorgung einhergeht. Im Patientengut des TR-DGU fiel vor allem auf, dass die Kohorte der > 65-jährigen Opfer eines Motorradunfalls ein im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung erhöhtes Sterblichkeitsrisiko hat. Des Weiteren konnte herausgearbeitet werden, dass ältere Unfallopfer erst im Verlauf des Krankenhausaufenthalts tödliche Komplikationen zu entwickeln scheinen, während jüngere Patienten den Komplikationen des direkten Unfalltraumas früher erliegen.

Es zeigte sich, dass im Rahmen eines Motorradunfalls mit einem breit gefächerten Verletzungsmuster zu rechnen ist. So wurden bei den 70 eingeschlossenen Unfallopfern insgesamt 309 Verletzungen diagnostiziert, was einem Durchschnitt von 4,4 Verletzungen pro verunglücktem Motorradfahrer entspricht. Als besonders anfällig für Verletzungen erwiesen sich die Extremitäten und der Thorax. Insbesondere die oftmals lebensbedrohlichen schweren Thoraxverletzungen betrafen in beiden Patientenkollektiven signifikant häufiger ältere Opfer von Motorradunfällen. Kopfverletzungen hingegen, am häufigsten für den tödlichen Ausgang eines Motorradunfalls verantwortlich, betrafen in beiden Kollektiven tendenziell häufiger

jüngere Patienten.

Es sollten in Zukunft weiterhin präventive Maßnahmen erforscht werden, um dem nachweislich erhöhten Risiko eines Motorradunfalls adäquat begegnen zu können. Gegenstand zukünftiger Forschung kann es außerdem sein, das Thoraxtrauma und sekundär eintretende Komplikationen im Rahmen eines Motorradunfalls zu verringern. Dies ist insbesondere für ältere Motorradfahrer über 65 Jahre von grundlegender Bedeutung.

## 6 Literaturverzeichnis

**Aarts, L. T., J. J. F. Commandeur, R. Welsh, S. Niesen, M. Lerner, P. Thomas, N. Bos and R. J. Davidse** (2016). Study on Serious Road Traffic Injuries in the EU. D.-G. f. M. a. Transport.

**Adams, P. F., M. E. Martinez and J. L. Vickerie** (2010). "Summary health statistics for the U.S. population: National Health Interview Survey, 2009." *Vital Health Stat* 10(248): 1-115.

**Ahmad, R., R. A. Cherry, I. Lendel, D. T. Mauger, S. L. Service, L. J. Texter and R. A. Gabbay** (2007). "Increased hospital morbidity among trauma patients with diabetes mellitus compared with age- and injury severity score-matched control subjects." *Arch Surg* 142(7): 613-618.

**Akademie der Unfallchirurgie GmbH.** (2017). "Das TraumaRegister DGU®", [http://www.traumaregister-dgu.de/de/startseite\\_tr.html](http://www.traumaregister-dgu.de/de/startseite_tr.html), zuletzt geprüft am 07.04.2019.

**Akademie der Unfallchirurgie GmbH.** (2017). "TraumaNetzwerk DGU®", [http://www.traumanetzwerk-dgu.de/de/ueber\\_uns.html](http://www.traumanetzwerk-dgu.de/de/ueber_uns.html), zuletzt geprüft am 07.04.2019.

**Alvi, A., T. Doherty and G. Lewen** (2003). "Facial fractures and concomitant injuries in trauma patients." *Laryngoscope* 113(1): 102-106.

**American Society of Anesthesiologists.** (2014). "ASA Physical Status Classification System", [http://www.asahq.org/resources/clinical-information/asa-physical-status-classification-system?\\_ga=2.228983445.866082328.1513695736-914352154.1513695736](http://www.asahq.org/resources/clinical-information/asa-physical-status-classification-system?_ga=2.228983445.866082328.1513695736-914352154.1513695736), zuletzt geprüft am 07.04.2019.

**Ankarath, S., P. V. Giannoudis, I. Barlow, M. C. Bellamy, S. J. Matthews and R. M. Smith** (2002). "Injury patterns associated with mortality following motorcycle crashes." *Injury* 33(6): 473-477.

**Aufmkolk, M., M. Majetschak, G. Voggenreiter, U. Obertacke and K.-P. Schmit-Neuerburg** (1997). "Verlauf und Prognose schwerer Unfallverletzungen im Alter." *Der Unfallchirurg* 100(6): 477-482.

**Bachulis, B. L., W. Sangster, G. W. Gorrell and W. B. Long** (1988). "Patterns of injury in helmeted and nonhelmeted motorcyclists." *Am J Surg* **155**(5): 708-711.

**Baker, S. P., B. O'Neill, W. Haddon, Jr. and W. B. Long** (1974). "The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care." *J Trauma* **14**(3): 187-196.

**Bambach, M. R. and R. J. Mitchell** (2014). "The rising burden of serious thoracic trauma sustained by motorcyclists in road traffic crashes." *Accident Analysis & Prevention* **62**: 248-258.

**Banerjee, M., B. Bouillon, S. Shafizadeh, T. Paffrath, R. Lefering and A. Wafaisade** (2013). "Epidemiology of extremity injuries in multiple trauma patients." *Injury* **44**(8): 1015-1021.

**Bayer, J., R. Lefering, S. Reinhardt, J. Kuhle, J. Zwingmann, N. P. Sudkamp and T. Hammer** (2017). "Thoracic trauma severity contributes to differences in intensive care therapy and mortality of severely injured patients: analysis based on the TraumaRegister DGU(R)." *World J Emerg Surg* **12**: 43.

**bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung** (2015). SINUS-Report 2015: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2014. Bern. ISSN 1664-3496 (Print), ISSN 1664-5758 (PDF). Online verfügbar unter [www.bestellen.bfu.ch](http://www.bestellen.bfu.ch), Art.-Nr. 2.269, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

**Bouillon, B., C. Probst, M. Maegele, A. Wafaisade, P. Helm, M. Mutschler, T. Brockamp, S. Shafizadeh and T. Paffrath** (2013). "Schockraummanagement Polytrauma." *Der Chirurg* **84**(9): 745-752.

**Braddock, M., R. Schwartz, G. Lapidus, L. Banco and L. Jacobs** (1992). "A population-based study of motorcycle injury and costs." *Ann Emerg Med* **21**(3): 273-278.

**Brockamp, T., U. Schmucker, R. Lefering, M. Mutschler, A. Driessen, C. Probst, B. Bouillon and P. Koenen** (2017). "Comparison of transportation related injury mechanisms and outcome of young road users and adult road users, a retrospective

analysis on 24,373 patients derived from the TraumaRegister DGU®." *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **25**(1): 57.

**Brown, J. B., P. E. Bankey, J. T. Gorczyca, J. D. Cheng, N. A. Stassen and M. L. Gestring** (2010). "The aging road warrior: national trend toward older riders impacts outcome after motorcycle injury." *Am Surg* **76**(3): 279-286.

**Burkhardt, M., U. Nienaber, J. Krause, A. Pizanis, P. Moersdorf, U. Culemann, E. Aghayev, T. Paffrath, T. Pohlemann and J. H. Holstein** (2015). "Das komplexe Beckentrauma." *Der Unfallchirurg* **118**(11): 957-962.

**Butcher, N. and Z. J. Balogh** (2009). "The definition of polytrauma: the need for international consensus." *Injury* **40 Suppl 4**: S12-22.

**Butcher, N. E. and Z. J. Balogh** (2014). "Update on the definition of polytrauma." *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* **40**(2): 107-111.

**Camilloni, L., S. Farchi, P. Giorgi Rossi, F. Chini and P. Borgia** (2008). "Mortality in elderly injured patients: the role of comorbidities." *Int J Inj Contr Saf Promot* **15**(1): 25-31.

**Coben, J. H., C. A. Steiner and T. R. Miller** (2007). "Characteristics of motorcycle-related hospitalizations: comparing states with different helmet laws." *Accid Anal Prev* **39**(1): 190-196.

**Coben, J. H., C. A. Steiner and P. Owens** (2004). "Motorcycle-related hospitalizations in the United States, 2001." *Am J Prev Med* **27**(5): 355-362.

**Culemann, U., A. Scola, G. Tosounidis, T. Pohlemann and F. Gebhard** (2010). "Versorgungskonzept der Beckenringverletzung des alten Patienten." *Der Unfallchirurg* **113**(4): 258-271.

**Daniello, A. and H. Gabler** (2012). "Characteristics of Injuries in Motorcycle-to-Barrier Collisions in Maryland." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* **2281**: 92-98.

**Dechert, T. A., T. M. Duane, B. P. Frykberg, M. B. Aboutanos, A. K. Malhotra and R. R. Ivatury** (2009). "Elderly patients with pelvic fracture: interventions and outcomes." *Am Surg* **75**(4): 291-295.

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)** (2012). Weißbuch Schwerverletztenversorgung. Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung sowie Förderung von Qualität und Sicherheit in der Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. **2., erweiterte Auflage**, Stand Mai 2012. Berlin. online verfügbar unter: [https://www.dgu-online.de/fileadmin/published\\_content/5.Qualitaet\\_und\\_Sicherheit/PDF/20\\_07\\_2012\\_Weissbuch\\_Schwerverletztenversorgung\\_Auflage2.pdf](https://www.dgu-online.de/fileadmin/published_content/5.Qualitaet_und_Sicherheit/PDF/20_07_2012_Weissbuch_Schwerverletztenversorgung_Auflage2.pdf), zuletzt geprüft am 08.04.2019.

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)** (2016). S3 - Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. *AWMF Register-Nr. 012/019*. Berlin. Online verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012-019.html>, zuletzt geprüft am 08.04.2019.

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)** (2017). TraumaRegister DGU® Jahresbericht 2017 für den Zeitraum bis Ende 2016 für das Universitätsklinikum Würzburg, D-97080-A, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Sektion Intensiv- & Notfallmedizin, Schwerverletztenversorgung (NIS), AUC - Akademie der Unfallchirurgie GmbH.

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)** (2017). "TraumaNetzwerk DGU®" <http://www.dgu-online.de/qualitaet-sicherheit/schwerverletzte/traumanetzwerk-dgur.html>, zuletzt geprüft am 09.04.2019.

**Dewar, D. C., S. M. Tarrant, K. L. King and Z. J. Balogh** (2013). "Changes in the epidemiology and prediction of multiple-organ failure after injury." *J Trauma Acute Care Surg* **74**(3): 774-779.

**Directorate-General for Mobility and Transport, The European Commission** (2013). "Towards a Strategy on Serious Road Traffic Injuries – Frequently asked questions." Memo 13/232. Brüssel. Online verfügbar unter:

[http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-232\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-232_en.htm), zuletzt geprüft am 08.04.2019.

**Directorate-General for Mobility and Transport, The European Commission**

(2015). "Reducing serious road traffic injuries - a big challenge ahead." *Road Safety Newsletter No. 21*. Brüssel. Online verfügbar unter:

[https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/news/nl21\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/news/nl21_en.pdf),  
zuletzt geprüft am 08.04.2019.

**Dischinger, P. C., K. M. Read, J. A. Kufera, T. J. Kerns, C. A. Burch, N. Jawed, S. M. Ho and A. R. Burgess** (2004). "Consequences and Costs of Lower Extremity Injuries." *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine* **48**: 339-353.

**Dischinger, P. C., G. E. Ryb, S. M. Ho and E. R. Braver** (2006). "Injury Patterns and Severity Among Hospitalized Motorcyclists: A Comparison of Younger and Older Riders." *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine* **50**: 237-249.

**Dischinger, P. C., G. E. Ryb, S. M. Ho and C. A. Burch** (2007). "The Association Between Age, Injury, and Survival to Hospital Among a Cohort of Injured Motorcyclists." *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine* **51**: 97-110.

**Drysdale, W. F., J. F. Kraus, C. E. Franti and R. S. Riggins** (1975). "Injury patterns in motorcycle collisions." *J Trauma* **15**(2): 99-115.

**Dujardin, F. H., M. Hossenbaccus, F. Duparc, N. Biga and J. M. Thomine** (1998). "Long-term functional prognosis of posterior injuries in high-energy pelvic disruption." *J Orthop Trauma* **12**(3): 145-150; discussion 150-141.

**Ebrahimi, M., H. Pirazghandi and R. Reihani** (2015). "How is the injury severity scored? a brief review of scoring systems." *Rev. Clin Med.* **2**(3): 125-128.

**el-Khoury, G. Y. and C. G. Whitten** (1993). "Trauma to the upper thoracic spine: anatomy, biomechanics, and unique imaging features." *AJR Am J Roentgenol* **160**(1): 95-102.

**Eroğlu, S. E., S. N. Toprak, E. Akoğlu, Ö. E. Onur, A. Denizbaşı, Ç. Özpolat and H. Akoğlu** (2013). "Details of motorcycle accidents and their impact on healthcare costs." *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* **19**(5): 423-428.

**Esmer, E., K. S. Delank, H. Siekmann, M. Schulz and P. Derst** (2016). "Gesichtsverletzungen bei Polytrauma – Mit welchen Verletzungen ist zu rechnen?" *Notfall + Rettungsmedizin* **19**(2): 92-98.

**Fitzharris, M., R. Dandona, G. A. Kumar and L. Dandona** (2009). "Crash characteristics and patterns of injury among hospitalized motorised two-wheeled vehicle users in urban India." *BMC Public Health* **9**: 11.

**Follmar, K. E., M. Debruijn, A. Baccarani, A. D. Bruno, S. Mukundan, D. Erdmann and J. R. Marcus** (2007). "Concomitant injuries in patients with panfacial fractures." *J Trauma* **63**(4): 831-835.

**Forman, J. L., F. J. Lopez-Valdes, K. Pollack, R. Heredero-Ordoyo, A. Molinero, A. Mansilla, B. Fildes and M. Segui-Gomez** (2012). "Injuries among powered two-wheeler users in eight European countries: A descriptive analysis of hospital discharge data." *Accident Analysis & Prevention* **49**: 229-236.

**Frink, M., P. Lechler, F. Debus and S. Ruchholtz** (2017). "Multiple Trauma and Emergency Room Management." *Dtsch Arztebl Int* **114**(29-30): 497-503.

**Fuchs, T., U. Rottbeck, V. Hofbauer, M. Raschke and R. Stange** (2011). "Beckenringfrakturen im Alter." *Der Unfallchirurg* **114**(8): 663.

**Galan, G., J. C. Penalver, F. Paris, J. M. Caffarena, Jr., E. Blasco, J. M. Borro, A. Garcia-Zarza, J. Padilla, J. Pastor and V. Tarrazona** (1992). "Blunt chest injuries in 1696 patients." *Eur J Cardiothorac Surg* **6**(6): 284-287.



**Gopalakrishna, G., C. Peek-Asa and J. F. Kraus** (1998). "Epidemiologic features of facial injuries among motorcyclists." *Ann Emerg Med* **32**(4): 425-430.

**Hassani-Mahmooei, B., J. Berecki-Gisolf, Y. Hahn and R. J. McClure** (2016). "The effect of pre-existing health conditions on the cost of recovery from road traffic injury: insights from data linkage of medicare and compensable injury claims in Victoria, Australia." *BMC Health Services Research* **16**(1): 162.

**Heinzelmann, M. and G. A. Wanner** (2008). Thoracolumbar Spinal Injuries. *Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment*. N. Boos and M. Aebi. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 883-924.

**Hilbert-Carius, P., T. Wurmb, H. Lier, M. Fischer, M. Helm, C. Lott, B. W. Böttiger and M. Bernhard** (2017). "Versorgung von Schwerverletzten." *Der Anaesthesist* **66**(3): 195-206.

**Holbrook, T. L., J. P. Anderson, W. J. Sieber, D. Browner and D. B. Hoyt** (1999). "Outcome after major trauma: 12-month and 18-month follow-up results from the Trauma Recovery Project." *J Trauma* **46**(5): 765-771; discussion 771-763.

**Horst, K., H. Andruszkow, C. D. Weber, M. Pishnamaz, C. Herren, Q. Zhi, M. Knoke, R. Lefering, F. Hildebrand and H. C. Pape** (2017). "Thoracic trauma now and then: A 10 year experience from 16,773 severely injured patients." *PLoS One* **12**(10): e0186712.

**Hosemann, W., H. W. Schroeder, W. Kaduk, D. Augst and J. Friedrich** (2005). "[Interdisciplinary management of severe midfacial trauma]." *Hno* **53**(5): 479-498; quiz 499.

**Huber, S., P. Biberthaler, P. Delhey, H. Trentzsch, H. Winter, M. van Griensven, R. Lefering and S. Huber-Wagner** (2014). "Predictors of poor outcomes after significant chest trauma in multiply injured patients: a retrospective analysis from the German Trauma Registry (Trauma Register DGU®)." *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **22**: 52-52.

**Hundley, J. C., P. D. Kilgo, P. R. Miller, M. C. Chang, R. A. Hensberry, J. W. Meredith and J. J. Hoth** (2004). "Non-helmeted motorcyclists: a burden to society? A study using the National Trauma Data Bank." *J Trauma* **57**(5): 944-949.

**Hußmann, B., C. Waydhas and S. Lendemans** (2012). "Schockraummanagement beim Schwer- und Schwerstverletzten." *Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin* **107**(3): 217-229.

**Jackson, T. L. and M. J. Mello** (2013). "Injury patterns and severity among motorcyclists treated in US emergency departments, 2001-2008: a comparison of younger and older riders." *Inj Prev* **19**(5): 297-302.

**Jacobs, C., T. Hartwig, P. P. Rößler, D. Meila, I. Nikiforov, M. M. Plöger, C. Burger and S. Scheidt** (2018). "Einfluss des Unfallmechanismus auf die Wirbelkörperfraktur." *Der Unfallchirurg* **121**(9): 739-746.

**Junger, A., J. Engel, L. Quinzio, A. Banzhaf, A. Jost and G. Hempelmann** (2002). "Risikoindizes, Scoring-Systeme und prognostische Modelle in der Anästhesie und Intensivmedizin. Teil I: Anästhesie." *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **37**(09): 520-527.

**Källicke, T., T. Ambacher, G. Muhr and S. Arens** (2000). "Diagnostik und Klassifikation von Beckenfrakturen." *Trauma und Berufskrankheit* **2**(1): 11-18.

**Kaske, S., R. Lefering, H. Trentzsch, A. Driessen, B. Bouillon, M. Maegele and C. Probst** (2014). "Quality of life two years after severe trauma: A single centre evaluation." *Injury* **45**, Supplement 3: S100-S105.

**Kent, R., S. H. Lee, K. Darvish, S. Wang, C. S. Poster, A. W. Lange, C. Brede, D. Lange and F. Matsuoka** (2005). "Structural and material changes in the aging thorax and their role in crash protection for older occupants." *Stapp Car Crash J* **49**: 231-249.

**Ketterl, R.** (2016). "Beckenringinstabilitäten." *Trauma und Berufskrankheit* **18**(2): 165-172.

**Knop, C., M. Blauth, V. Buhren, P. M. Hax, L. Kinzl, W. Mutschler, A. Pommer, C. Ulrich, S. Wagner, A. Weckbach, A. Wentzensen and O. Worsdorfer** (1999). "[Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition. 1: Epidemiology]." *Unfallchirurg* **102**(12): 924-935.

**Kraftfahrtbundesamt.** (2017). "Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2017." [https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2017/Fahrzeugbestand/pm6\\_fz\\_best\\_and\\_pm\\_komplett\\_korr.html?nn=1558882](https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2017/Fahrzeugbestand/pm6_fz_best_and_pm_komplett_korr.html?nn=1558882), zuletzt geprüft am 05.04.2019.

**Kraus, J. F. and C. Peek** (1995). "The impact of two related prevention strategies on head injury reduction among nonfatally injured motorcycle riders, California, 1991-1993." *J Neurotrauma* **12**(5): 873-881.

**Kraus, J. F., C. Peek-Asa and H. G. Cryer** (2002). "Incidence, severity, and patterns of intrathoracic and intra-abdominal injuries in motorcycle crashes." *J Trauma* **52**(3): 548-553.

**Kraus, J. F., T. M. Rice, C. Peek-Asa and D. L. McArthur** (2003). "Facial trauma and the risk of intracranial injury in motorcycle riders." *Ann Emerg Med* **41**(1): 18-26.

**Kühn, M., M. Unger and M. Körner** (2009). "Analyse des Motorradunfallgeschehens in Deutschland." *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* **55**(2): 80-84.

**Kupferschmid, J. P., M. L. Weaver, J. J. Raves and D. L. Diamond** (1989). "Thoracic spine injuries in victims of motorcycle accidents." *J Trauma* **29**(5): 593-596.

**LaTorre, G., G. Bertazzoni, D. Zotta, E. van Beeck and G. Ricciardi** (2002). "Epidemiology of accidents among users of two-wheeled motor vehicles. A surveillance study in two Italian cities." *Eur J Public Health* **12**(2): 99-103.

**Lefering, R.** (2009). "Development and validation of the revised injury severity classification score for severely injured patients." *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* **35**(5): 437-447.

**Lefering, R., S. Huber-Wagner, U. Nienaber, M. Maegele and B. Bouillon** (2014). "Update of the trauma risk adjustment model of the TraumaRegister DGU: the Revised Injury Severity Classification, version II." *Crit Care* **18**(5): 476.

**Lefering, R., T. Paffrath, R. Linker, B. Bouillon and E. A. Neugebauer** (2008). "Head injury and outcome--what influence do concomitant injuries have?" *J Trauma* **65**(5): 1036-1043; discussion 1043-1034.

**Lefering, R., T. Paffrath and U. Nienaber** (2014). "The TraumaRegister DGU® as data source for monitoring severe injuries." *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* **57**(6): 660-665.

**Leijdesdorff, H. A., B. Siegerink, C. F. Sier, M. C. Reurings and I. B. Schipper** (2012). "Injury pattern, injury severity, and mortality in 33,495 hospital-admitted victims of motorized two-wheeled vehicle crashes in The Netherlands." *J Trauma Acute Care Surg* **72**(5): 1363-1368.

**Leucht, P., K. Fischer, G. Muhr and E. J. Mueller** (2009). "Epidemiology of traumatic spine fractures." *Injury* **40**(2): 166-172.

**Lin, M.-R. and J. F. Kraus** (2009). "A review of risk factors and patterns of motorcycle injuries." *Accident Analysis & Prevention* **41**(4): 710-722.

**Lin, M. R., S. H. Chang, W. Huang, H. F. Hwang and L. Pai** (2003). "Factors associated with severity of motorcycle injuries among young adult riders." *Ann Emerg Med* **41**(6): 783-791.

**Liu, B. C., R. Ivers, R. Norton, S. Boufous, S. Blows and S. K. Lo** (2008). "Helmets for preventing injury in motorcycle riders." *Cochrane Database Syst Rev*(1): Cd004333.

**Manzardo, D., M. Pierini, A. Delhaye, D. G. Ruiz, S. Bidal and S. Peldschus** (2009). "Development of a thorax protector for motorcyclists." *21st International Conference on Enhanced Safety of Vehicles*, Paper: 09-0465.

**Matthes, G., J. Seifert, S. Bogatzki, K. Steinhage, A. Ekkernkamp and D. Stengel** (2005). "Age and prognosis of polytrauma patients." *Der Unfallchirurg* **108**(4): 288-292.

**Milzman, D. P., B. R. Boulanger, A. Rodriguez, C. A. Soderstrom, K. A. Mitchell and C. M. Magnant** (1992). "Pre-existing disease in trauma patients: a predictor of fate independent of age and injury severity score." *JTrauma* **32**(2): 236-243; discussion 243-234.

**Moskal, A., J.-L. Martin and B. Laumon** (2012). "Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders." *Accident Analysis & Prevention* **49**(Supplement C): 5-11.

**Obertacke, U. and D. Nast-Kolb** (2000). "Besonderheiten des Unfalls, der Verletzung und der chirurgischen Versorgung im höheren Lebensalter." *Der Unfallchirurg* **103**(3): 227-239.

**Pape, H. C., D. Remmers, J. Rice, M. Ebisch, C. Krettek and H. Tscherne** (2000). "Appraisal of early evaluation of blunt chest trauma: development of a standardized scoring system for initial clinical decision making." *JTrauma* **49**(3): 496-504.

**Peek, C., E. R. Braver, H. Shen and J. F. Kraus** (1994). "Lower extremity injuries from motorcycle crashes: a common cause of preventable injury." *JTrauma* **37**(3): 358-364.

**Perdue, P. W., D. D. Watts, C. R. Kaufmann and A. L. Trask** (1998). "Differences in mortality between elderly and younger adult trauma patients: geriatric status increases risk of delayed death." *JTrauma* **45**(4): 805-810.

**Pretre, R. and M. Chilcott** (1997). "Blunt trauma to the heart and great vessels." *N Engl J Med* **336**(9): 626-632.

**Reilly, M. C., D. M. Zinar and J. M. Matta** (1996). "Neurologic injuries in pelvic ring fractures." *Clin Orthop Relat Res*(329): 28-36.

**Ressing, M., M. Blettner and S. J. Klug** (2010). "Data analysis of epidemiological studies: part 11 of a series on evaluation of scientific publications." *Dtsch Arztebl Int* **107**(11): 187-192.

**Riediger, R., S. A. Topp, S. Flohé and W. T. Knoefel** (2012). "Polytraumaversorgung im Schockraum und OP." *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* **6**(03): 195-208.

**Robertson, A., P. V. Giannoudis, T. Branfoot, I. Barlow, S. J. Matthews and R. M. Smith** (2002). "Spinal injuries in motorcycle crashes: patterns and outcomes." *J Trauma* **53**(1): 5-8.

**Rogers, C. D., G. Pagliarello, B. A. McLellan and W. R. Nelson** (1991). "Mechanism of injury influences the pattern of injuries sustained by patients involved in vehicular trauma." *Can J Surg* **34**(3): 283-286.

**Rubinfeld, G. D., E. Caldwell, E. Peabody, J. Weaver, D. P. Martin, M. Neff, E. J. Stern and L. D. Hudson** (2005). "Incidence and outcomes of acute lung injury." *N Engl J Med* **353**(16): 1685-1693.

**Saklad, M.** (1941). "Grading of patients for surgical procedures." *Anesthesiology* **2**: 281-284.

**Sarkar, S., C. Peek and J. F. Kraus** (1995). "Fatal injuries in motorcycle riders according to helmet use." *J Trauma* **38**(2): 242-245.

**Sauter, C., S. Zhu, S. Allen, S. Hargarten and P. M. Layde** (2005). "Increased risk of death or disability in unhelmeted Wisconsin motorcyclists." *Wmj* **104**(2): 39-44.

**Schinkel, C., T. M. Frangen, A. Kmetec, H.-J. Andress and G. Muhr** (2007). "Wirbelsäulenfrakturen bei Mehrfachverletzten." *Der Unfallchirurg* **110**(11): 946-952.

**Schmucker, U., M. Frank, J. Seifert, P. Hinz, A. Ekkernkamp and G. Matthes** (2008). "Two wheels – too dangerous?" *Der Unfallchirurg* **111**(12): 968-976.

**Schulz-Drost, S., P. Oppel, S. Grupp, S. Krinner, A. Langenbach, R. Lefering and A. Mauerer** (2016). "Knöcherner Verletzung der Brustwand beim Polytrauma." *Der Unfallchirurg* **119**(12): 1023-1030.

**Shrosbree, R. D.** (1978). "Spinal cord injuries as a result of motorcycle accidents." *Paraplegia* **16**(1): 102-112.

**Siebert, H. R. and S. Ruchholtz** (2007). "The German Trauma Surgery Society's TraumaNetzwerkD project." *Trauma und Berufskrankheit* **9**(4): 265-270.

**Siegel, J. H., J. A. Smith and S. Q. Siddiqi** (2004). "Change in velocity and energy dissipation on impact in motor vehicle crashes as a function of the direction of crash: key factors in the production of thoracic aortic injuries, their pattern of associated injuries and patient survival. A Crash Injury Research Engineering Network (CIREN) study." *JTrauma* **57**(4): 760-777; discussion 777-768.

**Skaga, N. O., T. Eken, S. Sovik, J. M. Jones and P. A. Steen** (2007). "Pre-injury ASA physical status classification is an independent predictor of mortality after trauma." *JTrauma* **63**(5): 972-978.

**Stalp, M., C. Koch, S. Ruchholtz, G. Regel, M. Panzica, C. Krettek and H. C. Pape** (2002). "Standardized outcome evaluation after blunt multiple injuries by scoring systems: a clinical follow-up investigation 2 years after injury." *JTrauma* **52**(6): 1160-1168.

**Statistisches Bundesamt (Destatis)** (2017). Todesursachen in Deutschland 2015. *Gesundheit, Fachserie 12 Reihe 4*, Artikelnummer 2120400157004. Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Publikationen/Downloads-Todesursachen/todesursachen-2120400157004.html>, zuletzt geprüft am 08.04.2019.

**Statistisches Bundesamt (Destatis)** (2017): Kraftrad- und Fahrradunfälle im Straßenverkehr 2016, *Verkehrsunfälle*, Artikelnummer 5462408167004. Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfae>

*lle/UnfaelleZweirad5462408167004.pdf?\_\_blob=publicationFile*, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

**Statistisches Bundesamt (Destatis)** (2017): Verkehrsunfälle 2016, Verkehr, Fachserie 8 Reihe 7, Artikelnummer 2080700167004. Wiesbaden. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700167004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700167004.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 20.03.2019.

**Stephens, A. N., J. Brown, L. de Rome, M. R. J. Baldock, R. Fernandes and M. Fitzharris** (2017). "The relationship between Motorcycle Rider Behaviour Questionnaire scores and crashes for riders in Australia." Accident Analysis & Prevention **102**(Supplement C): 202-212.

**Stuby, F. M., A. Schäffler, T. Haas, B. König, U. Stöckle and T. Freude** (2014). "Insuffizienzfrakturen des Beckenrings." Trauma und Berufskrankheit **16**(2): 92-100.

**Stutts, J., R. Foss and C. Svoboda** (2004). "Characteristics of Older Motorcyclist Crashes." Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine **48**: 197-211.

**Switzer, J. A. and S. R. Gammon** (2012). "High-energy skeletal trauma in the elderly." J Bone Joint Surg Am **94**(23): 2195-2204.

**Talving, P., P. G. Teixeira, G. Barmparas, J. Dubose, C. Preston, K. Inaba and D. Demetriades** (2010). "Motorcycle-related injuries: effect of age on type and severity of injuries and mortality." JTrauma **68**(2): 441-446.

**Teasdale, G., A. Maas, F. Lecky, G. Manley, N. Stocchetti and G. Murray** (2014). "The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time." The Lancet Neurology **13**(8): 844-854.

**Thollon, L., Y. Godio, S. Bidal and C. Brunet** (2010). "Evaluation of a new security system to reduce thoracic injuries in case of motorcycle accidents." International Journal of Crashworthiness **15**(2): 191-199.



- University of Rochester Medical Center.** (2010). "Aging motorcyclists hit the road, but at greater risk of injury, death, study finds." *ScienceDaily*®  
[https://www.sciencedaily.com/releases/2010/04/100405102116.htm?utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=ScienceDaily\\_TMD\\_1&utm\\_source=TMD](https://www.sciencedaily.com/releases/2010/04/100405102116.htm?utm_medium=cpc&utm_campaign=ScienceDaily_TMD_1&utm_source=TMD), zuletzt geprüft am 08.04.2019.
- Wardle, T. D.** (1999). "Co-morbid factors in trauma patients." *Br Med Bull* **55**(4): 744-756.
- Weaver, A. A., S. L. Schoell and J. D. Stitzel** (2014). "Morphometric analysis of variation in the ribs with age and sex." *J Anat* **225**(2): 246-261.
- Whissell, R. W. and B. J. Bigelow** (2003). "The speeding attitude scale and the role of sensation seeking in profiling young drivers at risk." *Risk Anal* **23**(4): 811-820.
- Wick, M., E. J. Müller, A. Ekkernkamp and G. Muhr** (1998). "The motorcyclist: Easy rider or easy victim? An analysis of motorcycle accidents in Germany." *The American Journal of Emergency Medicine* **16**(3): 320-323.
- Wladis, A., L. Bostrom and B. Nilsson** (2002). "Injuries in 8927 patients admitted after motor-cycle crashes in Sweden 1987-1994 inclusive." *Eur J Surg* **168**(3): 187-192.
- Wurmb, T., P. Frühwald, J. Brederlau, B. Steinhübel, M. Frommer, H. Kuhnigk, M. Kredel, J. Knüpffer, W. Hopfner, J. Maroske, R. Moll, R. Wagner, A. Thiede, G. Schindler and N. Roewer** (2005). "Der Würzburger Schockraumalgorithmus." *Der Anaesthesist* **54**(8): 763-772.
- Wurmb, T., T. Müller, H. Jansen, S. Ruchholtz, N. Roewer and C. A. Kühne** (2010). "Schockraummanagement – Übergang von der Präklinik zur Klinik." *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* **45**(06): 390-398.
- Wyatt, J. P., J. O'Donnell, D. Beard and A. Busuttil** (1999). "Injury analyses of fatal motorcycle collisions in south-east Scotland." *Forensic Sci Int* **104**(2-3): 127-132.
- Zuckerman, M.** (1984). "Experience and desire: A new format for Sensation Seeking Scales." *Journal of behavioral assessment* **6**(2): 101-114.

## 7 Abbildungsverzeichnis

<u>Abbildung</u>	<u>Seite</u>
Abbildung 1: Unfallursachen im TraumaRegister DGU® 2002-2015, nach Alter in 5-Jahresschritten	7
Abbildung 2: Punktevergabe zur Berechnung des RISC II Scores, Quelle: Jahresbericht 2014 TraumaRegister DGU®, <a href="http://www.traumaregister-dgu.de">www.traumaregister-dgu.de</a>	18
Abbildung 3: Prozentualer Anteil der Patienten mit relevanten Verletzungen des Thorax (AIS $\geq$ 3), < 45 Jahre versus $\geq$ 45 Jahre, Universitätsklinikum Würzburg (2013-2015)	28

## 8 Tabellenverzeichnis

<u>Tabelle</u>	<u>Seite</u>
Tabelle 1: Punktevergabe gemäß Glasgow Coma Scale (GCS)	16
Tabelle 2: Ergebnisse Präklinik Universitätsklinikum Würzburg	21
Tabelle 3: Ergebnisse Schockraum und OP-Phase Universitätsklinikum Würzburg	22
Tabelle 4: Ergebnisse Intensivstation Universitätsklinikum Würzburg	22-23
Tabelle 5: Ergebnisse Entlassung Universitätsklinikum Würzburg	23
Tabelle 6: Ergebnisse nach Daten des TraumaRegister DGU® von 2002-2015	24-25
Tabelle 7: Verletzungsmuster Universitätsklinikum Würzburg	25-26

Tabelle 8: Verletzungen der oberen Extremität versus der unteren Extremität, Universitätsklinikum Würzburg (2013-2015)	27
Tabelle 9: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Kopf, Extremitäten, Abdomen AIS $\geq 3$	29
Tabelle 10: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Arme & Beine (ohne Becken) AIS $\geq 2$	30
Tabelle 11: Verletzungsmuster gemäß TraumaRegister DGU®, Wirbelsäule & Becken AIS $\geq 2$	30

## 9 Anhang



<b>S: Stammdaten</b> (Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)	Index ____ - ____ - ____ - 20 ____ - ____ <small>Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID</small>
<b>Patient:</b> Geburtsdatum ____ . ____ . ____ M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/>	
<b>Unfall-Anamnese:</b> Unfalldatum ____ . ____ . 20 ____ Unfallzeit ____ : ____ Uhr	
<b>Ursache:</b> Unfall <input type="checkbox"/> V. a. Gewalteinwirkung <input type="checkbox"/> V. a. Suizid <input type="checkbox"/>  <b>Trauma:</b> stumpf <input type="checkbox"/> penetrierend <input type="checkbox"/>  <b>ASA</b> vor Unfall gesund 1 <input type="checkbox"/> leichte Einschränkungen 2 <input type="checkbox"/> schwere system. Einschr. 3 <input type="checkbox"/> lebensbedr. Allgemeinerkr. 4 <input type="checkbox"/>	<b>Unfallart:</b> <u>Verkehr:</u> PKW / LKW-Insasse <input type="checkbox"/> Motorradfahrer <input type="checkbox"/> Fahrradfahrer <input type="checkbox"/> Fußgänger <input type="checkbox"/> andere (Zug, Schiff,...) <input type="checkbox"/> <u>Sturz:</u> über 3 m Höhe <input type="checkbox"/> unter 3 m Höhe <input type="checkbox"/> <u>Sonstige:</u> Schlag (Gegenstand, Ast...) <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Stich <input type="checkbox"/> Anderer _____ <input type="checkbox"/>

<b>Zeitpunkt A: Präklinik</b> (Erstbefund, Therapie)	<b>Alarmzeit</b> ____ : ____ Uhr <b>Eintreffen des Notarztes</b> ____ : ____ Uhr <b>Abfahrt vom Unfallort</b> ____ : ____ Uhr  <b>Transportmittel</b> bodengebunden mit NA <input type="checkbox"/> RTH <input type="checkbox"/> bodengebunden ohne NA <input type="checkbox"/> selbst / privat <input type="checkbox"/>																																																		
<b>Vitalzeichen</b>	<b>Verletzungen</b> (Verdachtsdiagnosen Notarzt)																																																		
RR systolisch ____ mm Hg Puls ____ /min Atemfrequenz ____ /min Sauerstoffsättigung (Sp O <sub>2</sub> ) ____ %	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>keine</th> <th>leicht</th> <th>mittel</th> <th>schwer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Schädel-Hirn</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Gesicht</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Thorax</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Abdomen</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Wirbelsäule</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Becken</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Obere Extremitäten</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Untere Extremitäten</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Weichteile</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>		keine	leicht	mittel	schwer	Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	keine	leicht	mittel	schwer																																															
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
<b>Glasgow Coma Scale</b>	<b>Therapie</b> bis zur Klinikaufnahme																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Augenöffnen</th> <th>Verbale Antwort</th> <th>Motorische Antwort</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>④ spontan</td> <td>⑤ orientiert</td> <td>⑥ Aufforderung</td> </tr> <tr> <td>③ Aufforderung</td> <td>④ verwirrt</td> <td>⑤ gezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>② Schmerz</td> <td>③ inadäquat</td> <td>④ ungezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>① keine</td> <td>② unverständlich</td> <td>③ Beugekrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>① keine</td> <td>② Streckkrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>① keine</td> </tr> </tbody> </table> <p>Summe: ____ + ____ + ____ = GCS ____</p>	Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort	④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung	③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)	② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)	① keine	② unverständlich	③ Beugekrämpfe		① keine	② Streckkrämpfe			① keine	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Kristalloide</td> <td>_____ ml</td> <td>Intubation</td> <td>nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Kolloide</td> <td>_____ ml</td> <td>Analgesiedierung</td> <td>nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>hyperonkotische / hyperosmolare Lösungen</td> <td>_____ ml</td> <td>Herzmassage</td> <td>nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Katecholamine</td> <td>nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Thoraxdrainage</td> <td>nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Kristalloide	_____ ml	Intubation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	Kolloide	_____ ml	Analgesiedierung	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	hyperonkotische / hyperosmolare Lösungen	_____ ml	Herzmassage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			Katecholamine	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			Thoraxdrainage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>									
Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort																																																	
④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung																																																	
③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)																																																	
② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)																																																	
① keine	② unverständlich	③ Beugekrämpfe																																																	
	① keine	② Streckkrämpfe																																																	
		① keine																																																	
Kristalloide	_____ ml	Intubation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																																																
Kolloide	_____ ml	Analgesiedierung	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																																																
hyperonkotische / hyperosmolare Lösungen	_____ ml	Herzmassage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																																																
		Katecholamine	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																																																
		Thoraxdrainage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pupillengröße</th> <th colspan="2">Lichtreaktion</th> </tr> <tr> <th>rechts</th> <th>links</th> <th>rechts</th> <th>links</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>eng <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>prompt <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>mittel <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>träge <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>weit <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>keine <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Pupillengröße		Lichtreaktion		rechts	links	rechts	links	eng <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
Pupillengröße		Lichtreaktion																																																	
rechts	links	rechts	links																																																
eng <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
mittel <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
weit <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
<b>NACA-Index</b> (I-VII): <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> VI <input type="checkbox"/> VII																																																			



<b>Zeitpunkt B: Notaufnahme</b> (Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)		Index ____ - ____ - ____ - 20 ____ - ____ - ____ <small>Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID</small>																						
<b>Eintreffen</b> Datum ____ . ____ . 20 ____ Uhrzeit ____ : ____ Uhr																								
<b>Optionale klinikinterne Zusatz-ID:</b> _____																								
<b>Zuverlegung</b> aus anderem KH: nein <input type="checkbox"/> <b>→ Zeitpunkt A</b> ja <input type="checkbox"/> <b>→ Zeitpunkt B</b>																								
Wenn ja: Welches KH? _____ <b>KH-Code:</b> _____																								
<b>Vitalparameter + Atmung</b>		<b>Diagnostik</b> bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station																						
RR systolisch _____ mm Hg Puls _____ /min Atemfrequenz (spontan) _____ /min Sauerstoffsättigung (Sp O <sub>2</sub> ) _____ % Bereits bei Ankunft intubiert? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> - wenn ja FiO <sub>2</sub> _____ PaO <sub>2</sub> _____ mm Hg		durchgeführt Uhrzeit Sono-Abdomen. nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr Röntgen Thorax nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr Röntgen Becken nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr Röntgen Wirbelsäule nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr CCT nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr CT-Ganzkörper nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr Rotem / Rotec nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ : ____ Uhr																						
<b>Glasgow Coma Scale</b>		<b>Labor</b> bei Aufnahme																						
<table border="0" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;">Augenöffnen</td> <td style="width:33%;">Verbale Antwort</td> <td style="width:33%;">Motorische Antwort</td> </tr> <tr> <td>④ spontan</td> <td>⑤ orientiert</td> <td>⑥ Aufforderung</td> </tr> <tr> <td>③ Aufforderung</td> <td>④ verwirrt</td> <td>⑤ gezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>② Schmerz</td> <td>③ inadäquat</td> <td>④ ungezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>① keine</td> <td>② unverständlich.</td> <td>③ Beugekrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>① keine</td> <td>② Streckkrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>① keine</td> </tr> </table> <p>Summe: ____ + ____ + ____ = <b>GCS</b> ____</p>		Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort	④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung	③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)	② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)	① keine	② unverständlich.	③ Beugekrämpfe		① keine	② Streckkrämpfe			① keine	Hb _____ g/dl INR ____ Thrombozyten _____ /µl BE [+/-] [ ] ____ mmol/l TPZ (Quick) _____ % Laktat _____ mmol/l PTT _____ sec Temperatur ____ °C	
Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort																						
④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung																						
③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)																						
② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)																						
① keine	② unverständlich.	③ Beugekrämpfe																						
	① keine	② Streckkrämpfe																						
		① keine																						
<b>Pupillengröße</b>		<b>Erster operativer Notfalleingriff:</b>																						
<table border="0" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;"><b>rechts</b></td> <td style="width:50%;"><b>links</b></td> </tr> <tr> <td>eng <input type="checkbox"/></td> <td>eng <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>mittel <input type="checkbox"/></td> <td>mittel <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>weit <input type="checkbox"/></td> <td>weit <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		<b>rechts</b>	<b>links</b>	eng <input type="checkbox"/>	eng <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Craniotomie (dekompresive Craniotomie) <input type="checkbox"/> Thorakotomie (ohne Thoraxdrainage/Mini-Thorakotomie) <input type="checkbox"/> Laparotomie <input type="checkbox"/> Revaskularisation <input type="checkbox"/> Embolisation <input type="checkbox"/> Stabilisierung Becken <input type="checkbox"/> Stabilisierung Extremität														
<b>rechts</b>	<b>links</b>																							
eng <input type="checkbox"/>	eng <input type="checkbox"/>																							
mittel <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>																							
weit <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>																							
<b>Lichtreaktion</b>		<b>Beginn der OP:</b>																						
<table border="0" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;"><b>rechts</b></td> <td style="width:50%;"><b>links</b></td> </tr> <tr> <td>prompt <input type="checkbox"/></td> <td>prompt <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>träge <input type="checkbox"/></td> <td>träge <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>keine <input type="checkbox"/></td> <td>keine <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		<b>rechts</b>	<b>links</b>	prompt <input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>	Schnitt: ____ : ____ Uhr														
<b>rechts</b>	<b>links</b>																							
prompt <input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>																							
träge <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>																							
keine <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>																							
<b>Weiterversorgung</b>		<b>Therapie</b> bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station																						
SR-Diagnostik regulär beendet? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> - wenn ja: Weiterverlegung: Früh-OP <input type="checkbox"/> Intensiv <input type="checkbox"/> andere(s) <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____ : ____ Uhr - wenn nein: Abbruch wegen: Not-OP <input type="checkbox"/> sonstiges <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____ : ____ Uhr Komplettierung der Diagnostik vor ICU? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Kristalloide _____ ml Kolloide _____ ml Hyperonk. / Hyperosmol. Lösung _____ ml Blut _____ EKs FFP / Frischplasma _____ Einheiten Thrombozyten _____ Einheiten Intubation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Herzmassage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Katecholamine nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Thoraxdrainage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Embolisation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Akute externe Frakturstabilisierung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> <i>(außerhalb des OP)</i>																						
<b>Hämostase – Therapie</b>																								
rFVIIa nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Fibrinogen nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																						
PPSB nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		andere hämost. Medikamente nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																						
Antifibrinolytika nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																								



<b>Zeitpunkt C: Intensivstation</b> (Aufnahmebefund, Verlauf)		Index ____ - ____ - ____ - 20 ____ - ____ <small>Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID</small>	
<b>Eintreffen</b> Datum ____ . ____ . 20 ____		Uhrzeit ____ : ____ Uhr	
<b>SAPS II – Score</b> (1. Tag) ____ Punkte		<b>Labor</b> bei Aufnahme	
<b>Organversagen</b> (SOFA-Score > 2)		Hb ____ g/dl INR ____	
1. Atmung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Thrombozyten ____ /µl BE [+/-] [ ] ____ mmol/l	
2. Koagulation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		TPZ (Quick) ____ % Laktat ____ mmol/l	
3. Leber nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		PTT ____ sec Temperatur ____ °C	
4. Herz-Kreislauf nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		<b>Therapie</b>	
5. ZNS nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		FFP ____ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme	
6. Niere nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		EK ____ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme	
<b>MOV</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Nierenersatzverfahren nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
<b>Sepsis</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		<b>Hämostase – Therapie</b>	
<b>Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie</b>		rFVIIa nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
Intensivtage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ Tage		PPSB nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
Dauer mech. Beatmung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ Tage		Antifibrinolytika nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
		Fibrinogen nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
		andere hämost. Medikamente nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
<b>Zeitpunkt D: Abschluss (1)</b> (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)			
Datum ____ . ____ . 20 ____			
<input type="checkbox"/> verstorben Uhrzeit ____ : ____ Uhr			
<input type="checkbox"/> überlebt		<b>Entlassung/Verlegung</b>	
		nach Hause <input type="checkbox"/>	
		Reha-Klinik <input type="checkbox"/>	
		Krankenhaus <input type="checkbox"/> Welches KH : _____	
		sonstiges <input type="checkbox"/>	
		<b>Glasgow Outcome Scale</b>	
		gut erholt 5 <input type="checkbox"/>	
		mäßig behindert 4 <input type="checkbox"/>	
		schwer behindert 3 <input type="checkbox"/>	
		nicht ansprechbar 2 <input type="checkbox"/>	
<b>(Nur für Deutschland)</b>		<b>Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse</b>	
DRG-Nr.: _____		<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Herzinfarkt	
Aufwandpunkte Intensivmedizin: _____		<input type="checkbox"/> Lungenembolie	
		<input type="checkbox"/> Tiefe Beinvenenthrombose	
		<input type="checkbox"/> Apoplex	
		<input type="checkbox"/> Andere thromboembolische Ereignisse	
		Bestand Thromboseprophylaxe: nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	



<b>Zeitpunkt D: Abschluss (2)</b> (Diagnosen, Operationen, Therapieschema)	Index    _ _ - _ _ _ - _ - 20 _ _ - _ _ _ _ _ <small style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>Land</span> <span>PLZ</span> <span>Buchstabe</span> <span>Jahr</span> <span>Patienten-ID</span> </small>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ _ _ _ . _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> _____ 1. _____    OPS 301    Datum    _____ . 20 ____ 2. _____    _____    _____ . 20 ____ <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
---	---



Zeitpunkt D: Abschluss (3) (Diagnosen, Operationen, Therapieschema)	Index    _ _ - _ - _ - 20 _ - _ - _ - <small>Land      PLZ      Buchstabe      Jahr      Patienten-ID</small>
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	
<b>Verletzung:</b> _____      Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>AIS:</b> _____      offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> OPS 301      Datum 1. _____      - - - - -      . . . . 20 2. _____      - - - - -      . . . . 20 <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____	



## Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Meffert für die Ermöglichung meiner Promotionsarbeit in seiner Abteilung sowie für die Bereitschaft, mich als mein Doktorvater zu betreuen. Vielen herzlichen Dank.

Für die hervorragende, freundschaftliche und fachlich kompetente Betreuung möchte ich Herrn Dr. med. Lars Eden danken. Durch die exzellente und unkomplizierte Zusammenarbeit war ich zu keiner Zeit auf mich alleine gestellt, sondern konnte jederzeit auf seinen fachkundigen Rat zählen. Vielen Dank!

Ich danke den Mitgliedern der AUC und der Sektion NIS für die Bereitstellung der Daten des TraumaRegister DGU® und die Genehmigung, diese auswerten zu dürfen.

Herrn Prof. Dr. Lefering danke ich sehr herzlich für seine Hilfe bei der Auswertung der Daten des TraumaRegister DGU®. Seine Expertise im Umgang mit Daten des Registers erleichterte die Analyse erheblich.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Rücker vom Institut für klinische Epidemiologie und Biometrie der Universität Würzburg für die beratende Hilfestellung bei der statistischen Analyse der erfassten Daten des Würzburger Patientenkollektivs.

Großer Dank gebührt meinen Eltern, deren fortwährende Unterstützung für mich von unschätzbarem Wert ist. Auch meinen Schwestern und Isabel möchte ich für ihr Verständnis und die mir entgegengebrachte Geduld danken.