

**Ausdem
Rechtsmedizinischen Institut der Universität Hamburg
Direktor: Prof. Dr. med. Klaus Püschel**

**Einflüsse auf Verletzungsmuster und
Verletzungsschwere beim tödlich
verlaufenen Fahrradunfall
Auswertung im Sektionsgut des Hamburger Institutes
für Rechtsmedizin**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vor gelegt von

Stefan Friedrich Kanduth–Grahl

aus Berlin–Nikolassee

Hamburg 2004

AngenommenvomFachbereichMedizin
derUniversitätHamburgam:22.Juni2004

VeröffentlichtmitGenehmigungdesFachbereichs
MedizinderUniversitätHamburg

Prüfungsausschuss,dieVorsitzende:Prof.Dr.U.Lockemann

Prüfungsausschuss:2.Gutachter/in:Prof.Dr.K.Püschel

Prüfungsausschuss:3.Gutachter/in:PDDr.D.Sommerfeldt

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	5
1.1 Statistik und Epidemiologie von Zweiradunfällen	5
1.2 Fragestellung	8
2 Material und Methoden	9
2.1 Untersuchungsmaterial	9
2.2 Auswertungsmethode	9
3 Ergebnisse	11
3.1 Statistische Eckdaten	11
3.1.1 Sektionszahlen, Art der Sektionen und Auftraggeber	11
3.1.2 Unfalldatum, Jahreszeit, Wochentag	11
3.1.3 Überlebenszeit	13
3.2 Todesursachen	14
3.3 Untersuchte Einflussfaktoren	16
3.3.1 Alter und Geschlecht	16
3.3.2 Habitus	17
3.3.3 Blutalkoholgehalt	18
3.3.4 Unfallgegner, Unfallmechanismus	19
3.4 Einflussfaktoren auf das Verletzungsmuster	20
3.4.1 Verletzungsmuster aller Fälle	21
3.4.1.1 Kopf und Hals	22
3.4.1.2 Thorax	22
3.4.1.3 Wirbelsäule	22
3.4.1.4 Abdomen und Becken	22
3.4.1.5 Obere Extremität	23
3.4.1.6 Untere Extremität	23
3.4.2 Alter	24
3.4.3 Geschlecht	25
3.4.4 Habitus	26
3.4.5 Blutalkoholkonzentration	27
3.4.6 Unfallgegner	29
3.5 Einflussfaktoren auf die Verletzungsschwere	30
3.5.1 Verletzungsschwere aller Fälle	30
3.5.2 Alter	30
3.5.3 Geschlecht	31
3.5.4 Habitus	32
3.5.5 Blutalkoholkonzentration	32
3.5.6 Unfallgegner	33
4 Diskussion	35
4.1 Kritik der Untersuchungsmethode	35
4.1.1 Untersuchungsgut	35
4.1.2 Auswertungsmethode	36
4.2 Statistische Eckdaten	36
4.2.1 Sektionszahlen	37

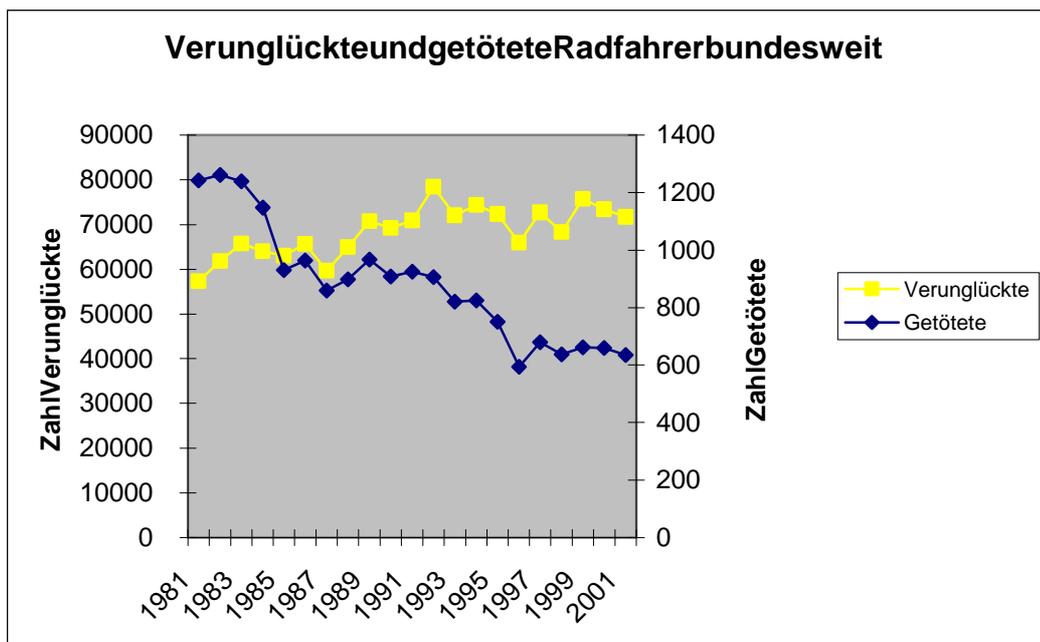
4.2.2	Unfalldatum, Jahreszeit	37
4.2.2.1	Monatsverteilung, Jahreszeit	37
4.2.2.2	Wochentagsverteilung	38
4.2.3	Überlebenszeit	38
4.3	Einflüsse auf Verletzungsmuster und Verletzungsschwere	39
4.3.1	Verletzungsmuster bei Fahrradfahrern	39
4.3.2	Alter	40
4.3.3	Geschlecht	42
4.3.4	Habitus	43
4.3.5	Blutalkoholkonzentration	43
4.3.6	Unfallgegner	44
5	Vergleich verschiedener Verletzungsscores	46
5.1	Einleitung	46
5.2	Verwendete Diagnosecodes und Scores	46
5.3	Ergebnisse	49
5.3.1	Vergleich der Systeme	49
5.3.1.1	Allgemeiner Vergleich	49
5.3.1.2	Identifikation von Schwerverletzten	50
5.3.1.3	Identifikation von Leichtverletzten	50
5.3.2	Spezielle Betrachtungen am ICISS9	50
5.3.2.1	Alter	51
5.3.3	Geschlecht	53
5.3.4	Habitus	54
5.3.5	Blutalkoholkonzentration	54
5.4	Diskussion	55
6	Zusammenfassung	57
7	Literaturverzeichnis	58
	Danksagung	63
	Lebenslauf	64

1 Einleitung

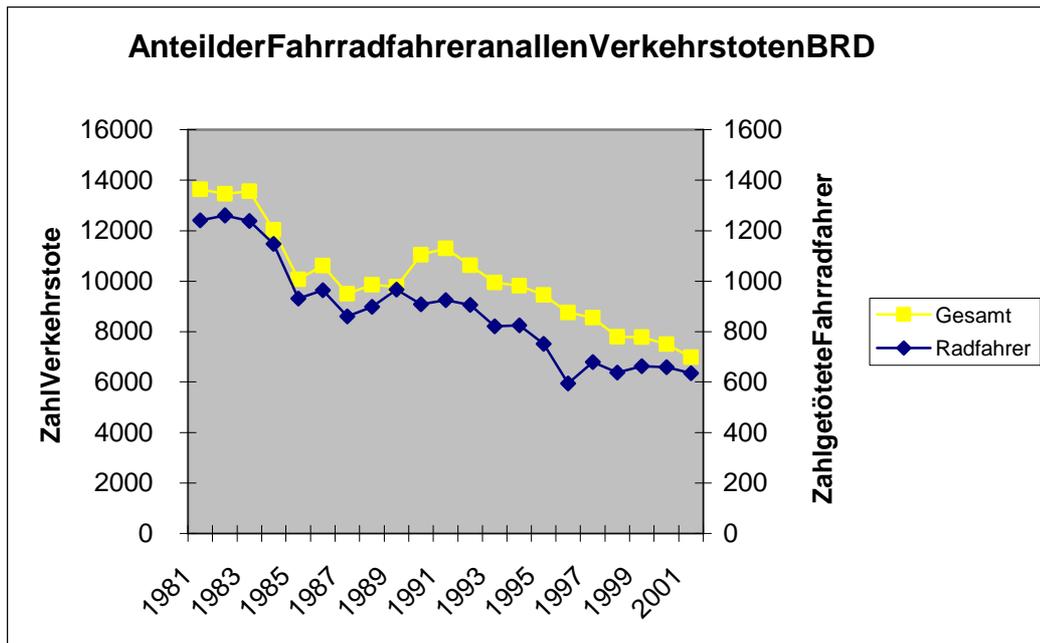
1.1 Statistik und Epidemiologie von Zweiradunfällen

Fahradunfälle sind in Deutschland häufig. Untersuchungen zur „Fahrradfreundlichkeit“ in deutschen Städten sind nicht nur in der einschlägigen Fachliteratur, sondern auch in der Tagespresse häufig zu finden. In einer jüngst erschienenen Studie des ADAC (SAUTER (2004)) wurden u.a. die Unfallhäufigkeit und Maßnahmen zur Unfallverhütung beurteilt. Nach dieser Untersuchung werden in deutschen Großstädten mit zwischen 200 000 und 650 000 Einwohnern zwischen 7 % (Erfurt) und 35 % (Münster) der Wege mit einem Fahrrad zurückgelegt. Städte mit einem hohen Anteil von Fahrradfahren am Verkehr schneiden bezüglich der Fahrradfreundlichkeit deutlich besser ab als Städte, bei denen der Anteil niedriger liegt.

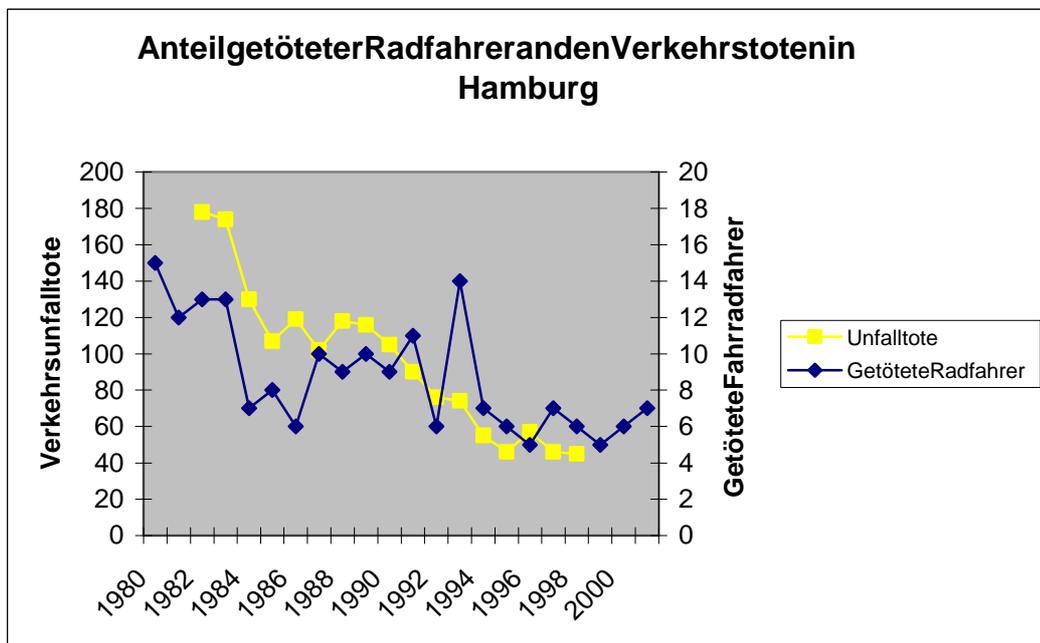
Von den insgesamt 485 293 Beteiligten bei Verkehrsunfällen mit Personenschaden 2001 waren 14% (68 999) Radfahrer [1]. Die Anzahl verunglückter und verletzter Radfahrer ist seit 1981 kontinuierlich gestiegen. Die Zahl getöteter Radfahrer ist dagegen seit 1981 kontinuierlich gesunken, im gleichen Maße wie die Zahl der Verkehrstoten überhaupt.



2001 wurden bundesweit über 600 Fahrradfahrer bei Verkehrsunfällen getötet. Der Anteil getöteter Radfahrer an den Verkehrstoten liegt konstant bei 8 bis 10%.



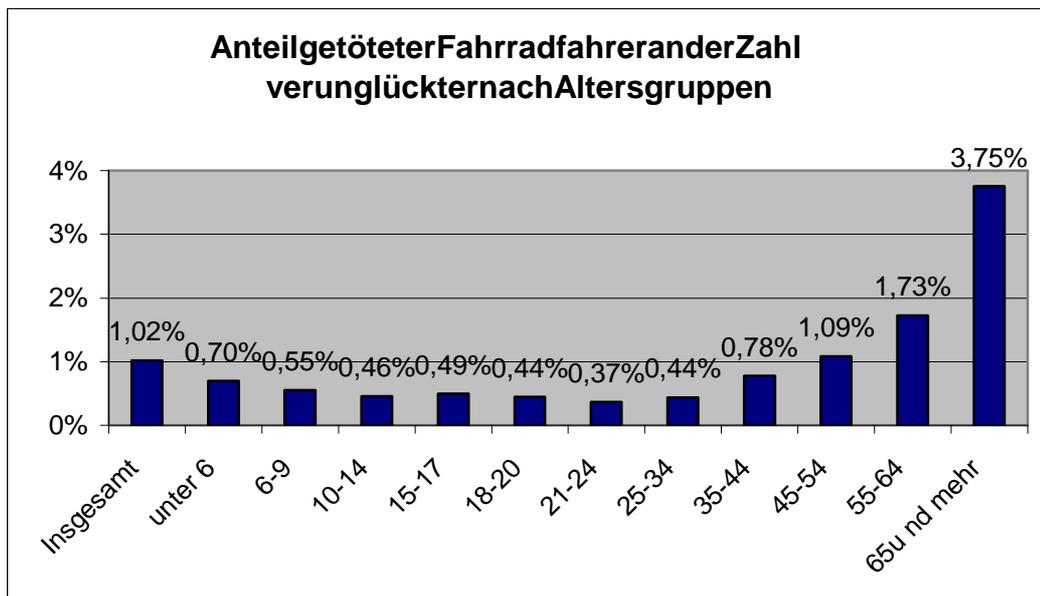
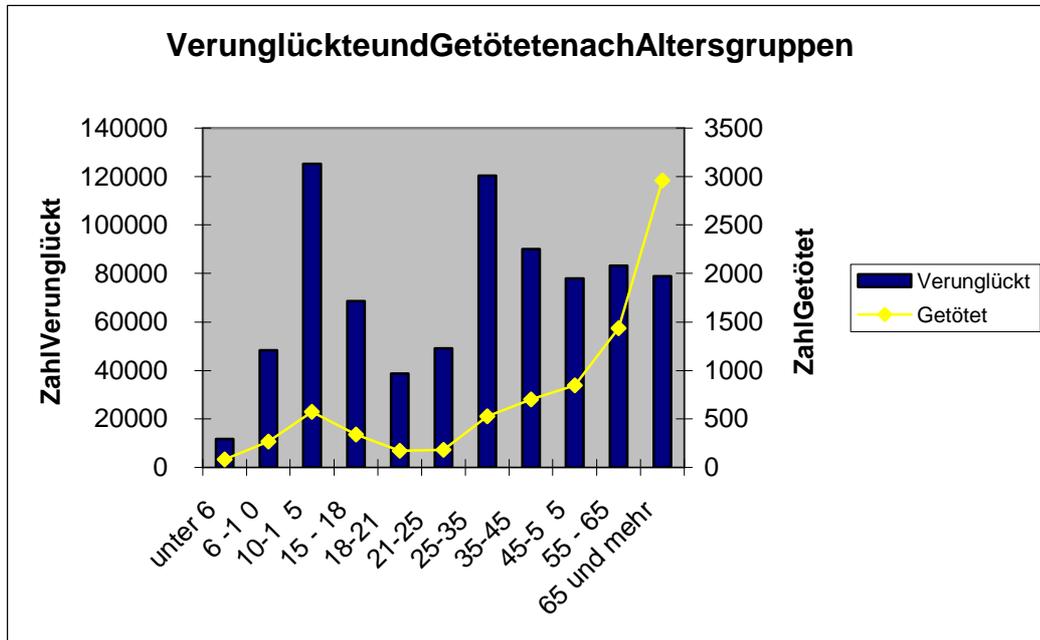
Die Verkehrsunfallstatistik der Freien und Hansestadt Hamburg zeigt ein ganz ähnliches Bild, auch hier hat die Zahl der Unfalltoten und die Zahl der getöteten Radfahrer abgenommen. Der Anteil der Radfahrerschwankt in Hamburg etwas stärker zwischen 7 und 18% um einen Mittelwert von etwa 10%.



Die Zahl der verunglückten Radfahrer weist zwei Altersgipfel bei 10 bis 15 Jahren und 25 bis 35 Jahren auf. Der durchschnittliche Anteil getöteter Radfahrer an den verunglückten liegt bei etwa 1%. Während die Altersgruppen jünger als 45 Jahre unter dem Durchschnitt liegen, steigt der Anteil getöteter Radfahrer unter den verunglückten

inden Altersgruppen ab 45 Jahren stark ansteigen und erreichen bei den 65-Jährigen ein Maximum von 3,75%.

und älteren mit



In Hamburg, wo eine statistische Altersunterscheidung nur zwischen verunglückten Radfahrern insgesamt und verunglückten Radfahrern unter 15 Jahren vorgenommen wird, zeigt sich nach einem Maximum getöteter Kinder 1987, als von 10 getöteten Radfahrern 5 dieser Altersgruppe entstammten, ein kontinuierlicher Rückgang. Zwischen 1998 und 2001 kamen laut Verkehrsunfallstatistik keine jugendlichen Radfahrerinnen in Hamburg ums Leben.

1.2 Fragestellung

Im Rahmen dieser retrospektiven Untersuchung von tödlich verletzten Fahrradfahrern im Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Hamburg sollen folgende Arbeitshypothesen überprüft werden:

1. Einflüsse und Begleitumstände wie Alter und Geschlecht oder Alkoholeinfluss und Unfallgegner wirken sich auf Verletzungsmuster und Verletzungsschwere bei Radfahrern aus.
2. Kinder weisen ein anderes Verletzungsmuster auf als Erwachsene und Senioren.
3. Ältere Radfahrer weisen ein anderes Verletzungsmuster auf und verletzen sich schwerer als jüngere, z.B. infolge schlechterer Reaktion.
4. Adipöse Unfallopfer weisen ein anderes Verletzungsmuster auf und verletzen sich schwerer als normalgewichtige, z.B. infolge schlechteren Bewegungsausmaßes und höherer Energie beim Aufprall.
5. Alkoholisierte Radfahrer weisen ein anderes Verletzungsmuster auf und verletzen sich schwerer als nüchterne, ebenfalls infolge schlechterer Reaktion.
6. Radfahrer in Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern wie PKW oder LKW verletzen sich schwerer als Radfahrer in Selbstunfällen.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsmaterial

Aus allen zwischen 1983 und 2001 im Hamburger Institut für Rechtsmedizin obduzierten Fällen, wurden mit Hilfe eines institutseigenen Dokumentations- und Datenbanksystems insgesamt 115 Fälle identifiziert, bei denen der Tod in Zusammenhang mit einem Fahrrad stand. Die Sektionsprotokolle dieser Verstorbenen wurden auf Alter, Geschlecht, Unfallzeitpunkt und –mechanismus sowie die bei der Sektion festgestellten Verletzungen und Erkrankungen und die Todesursache hin durchgesehen und in einer Datenbank erfasst. Diese Datenbank bildete die Grundlage für weitere Auswertungen.

2.2 Auswertungsmethode

Zur Bestimmung der Verletzungsschwere wurde der Injury Severity Score nach BAKER (1974) verwendet.

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) und der daraus ermittelte Injury Severity Score (ISS) sind die in der Unfallforschung wahrscheinlich weltweit am häufigsten verwendeten Systeme zur Ermittlung der Verletzungsschwere. Die AIS wurde seit 1970 von der ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF AUTOMOTIVE MEDICINE entwickelt und 1976 erstmalig publiziert. Revisionen der AIS wurden erstmalig 1980, dann 1990 und 1998 veröffentlicht. Diese Untersuchung verwendet die Revision 1990 der AIS. Es handelt sich um eine rein anatomische Bewertungsskala: Quasi jeder möglichen Verletzung wird ein Code für den Schweregrad dieser Verletzung zugeordnet:

AIS-Code	
1	Minor
2	Moderate
3	Serious
4	Severe
5	Critical
6	Maximum
9	Unknown

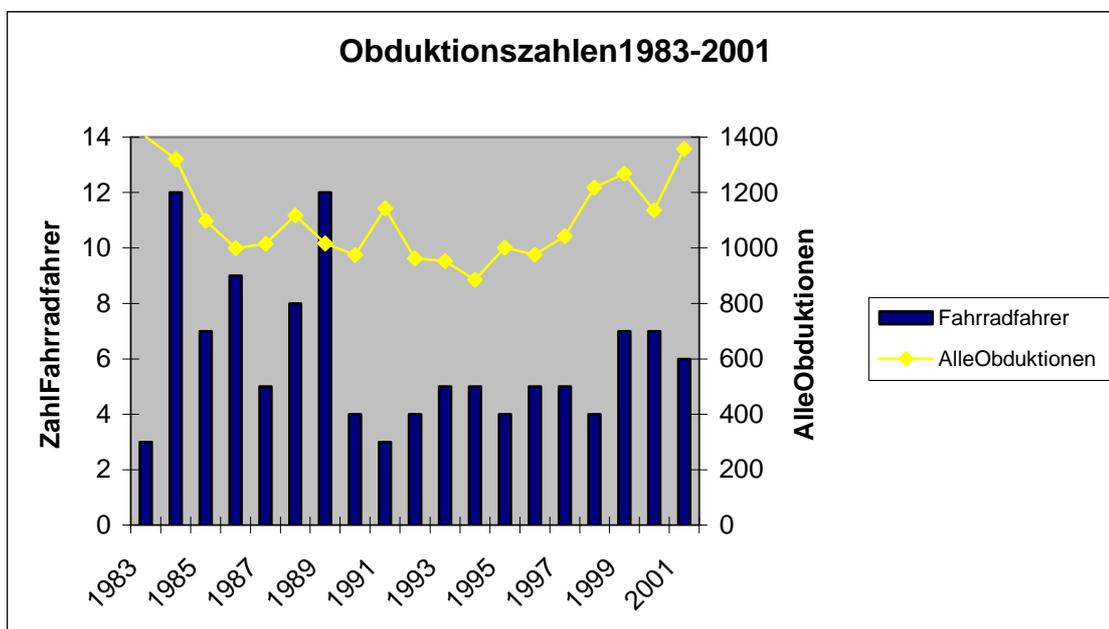
Die ermittelten Werte für die Verletzungsschwere werden aufgrund der statistischen Analyse von Baker et al. (1974) folgendermaßen zum ISS kombiniert: Die Quadrate der höchsten AIS-Werte der drei am schwersten verletzten Körperregionen (Kopf und Hals, Gesichtsschädel, knöcherner Thorax und Brustorgane, Bauch- und Beckeninhalt, Extremitäten und knöchernes Becken, Äußerlich (Haut)) werden summiert. Die Werte des ISS können zwischen 1 (nur eine, minimal verletzte Region) bis 75 (drei schwerstverletzte (AIS 5) Regionen) betragen. Wird für mindestens eine Region ein AIS-Wert von 6 erzielt, der einer tödlichen Verletzung entspricht, wird der ISS definitionsgemäß auf 75 gesetzt.

3 Ergebnisse

3.1 Statistische Eckdaten

3.1.1 Sektionszahlen, Art der Sektionen und Auftraggeber

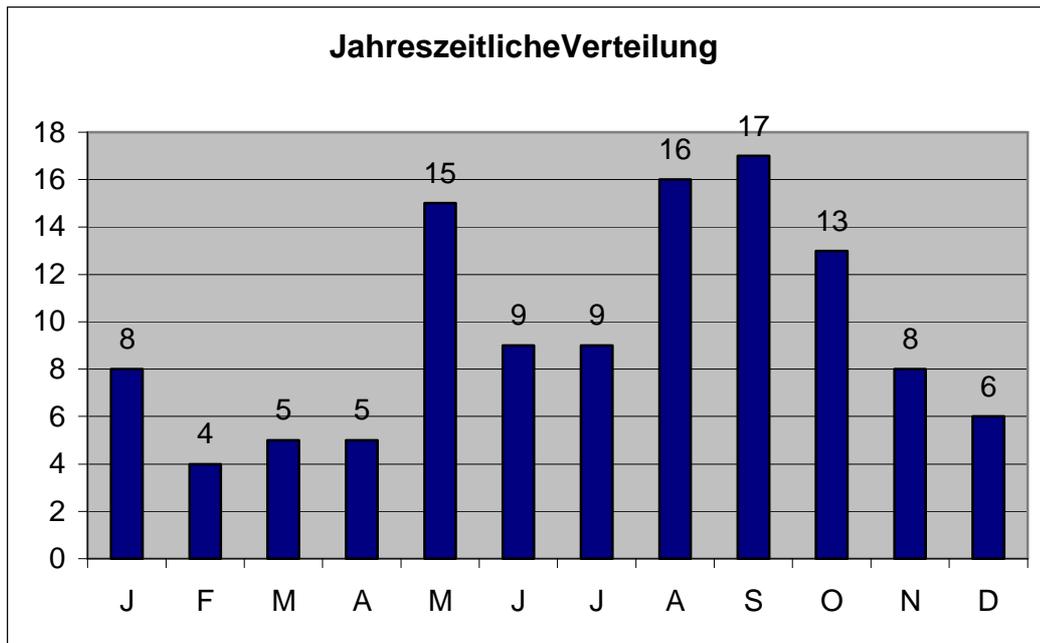
Die Anzahl obduzierter Radfahrer im untersuchten Kollektiv betrug pro Kalenderjahr zwischen 3 (1983; 1991) und 12 (1984; 1989). Lediglich in den Jahren 1984 und 1990 überstieg die Anzahl weiblicher Fälle die Anzahl der männlichen, in den übrigen Jahren waren männliche Unfallopfer meist deutlich in der Überzahl.



Bei den durchgeführten Sektionen handelte es sich ausschließlich um gerichtliche Sektionen im Auftrag der Staatsanwaltschaften.

3.1.2 Unfalldatum, Jahreszeit, Wochentag

Im Jahresverlauf verunglückten die meisten Radfahrer im Monat September (17) gefolgt vom Monat August (16) und Mai (15), die wenigsten waren in den Monaten Februar bis April verunglückt (Februar 4, März und April jeweils 5). Jahreszeitlich gesehen verunglückten die meisten Radfahrer im Herbst (38), gefolgt von Sommer (34), Frühling (25) und Winter (19).

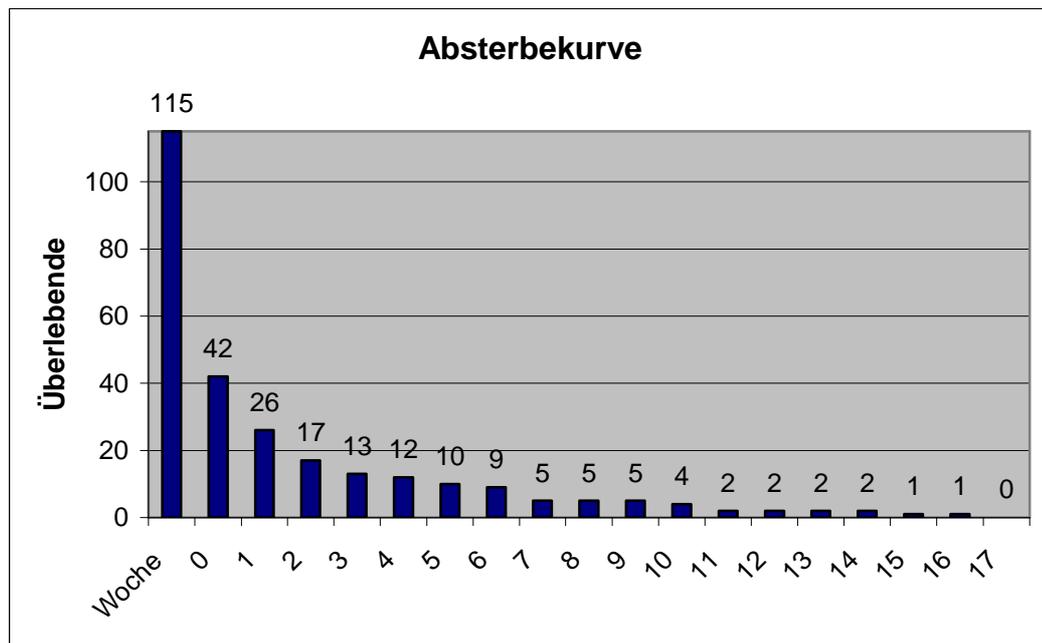


Jahreszeit	Anzahl Fälle
Frühling (März bis Mai)	25
Sommer (Juni bis August)	34
Herbst (September bis November)	38
Winter (Dezember bis Februar)	18

Über die Woche gesehen verunglückten 97 aller untersuchten Fälle an einem Wochentag zwischen Montag und Freitag, die meisten am Freitag (25), gefolgt von Donnerstag (22), Montag (18), Dienstag und Mittwoch (jeweils 16). Am Wochenende waren nur 18 der untersuchten Fälle verunfallt, dabei 11 an einem Samstag und 7 an einem Sonntag.

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
18	16	16	22	25	11	7

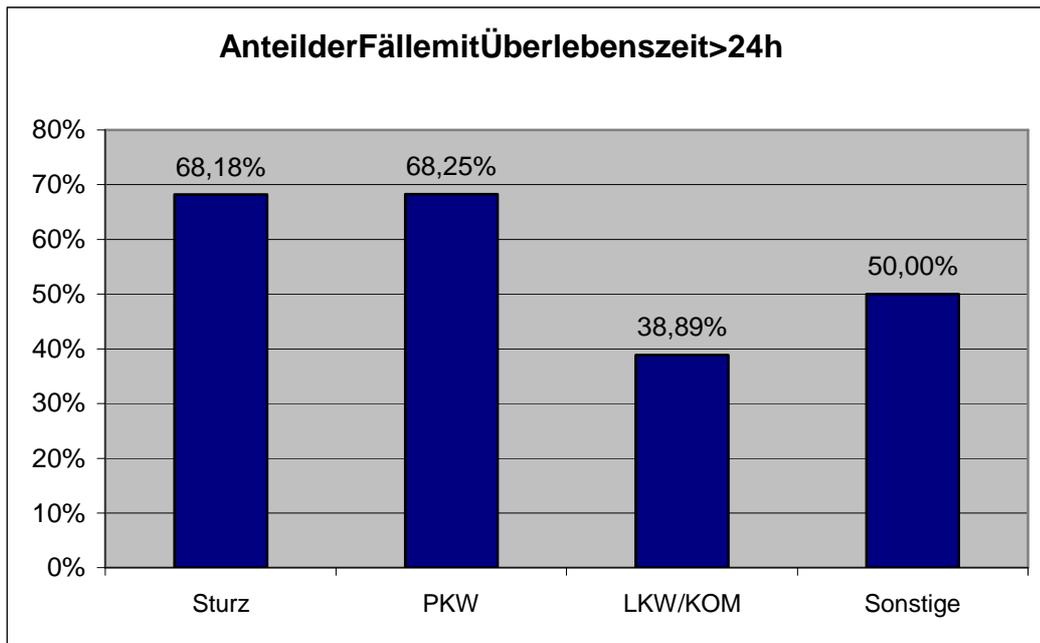
3.1.3 Überlebenszeit



Überlebenszeit	Anzahl
unmittelbartot:	29
<24Std.	14
<=7Tage	30
<=30Tage	29
>30Tage	13

Von den 115 verunfallten Radfahrern wurden 29 an der Unfallstelle tot aufgefunden bzw. verstarben unmittelbar nach dem Unfall. Weitere 14 verstarben innerhalb von 24 Stunden nach dem Unfall. Innerhalb einer Woche nach dem Unfall sind 73 Radfahrer verstorben. Die weitere Absterberate zeigt die Abbildung. Am längsten überlebte ein 63-jähriger Mann schwerstpolytraumatisiert seinen Unfall (125 Tage).

Immerhin 13 der verunfallten Radfahrer verstarben mehr als 30 Tage nach dem Unfall. Diese Unfalltoten werden in der Verkehrsunfallstatistik weiterhin nicht erfasst.



Von den Unfallopfern, die sich bei einem Sturz oder bei einer Kollision mit einem PKW verletzt haben, überlebten jeweils über 2/3 länger als 24 Stunden. Bei den Kollisionen mit LKW oder Kraftomnibus betrug dieser Anteil nur etwas mehr als 1/3.

3.2 Todesursachen

Todesursache	n	%
SHT	51	44,35%
Lungenentzündung	15	13,04%
Lungenembolie	12	10,43%
Verbluten, H-K-V, Schock	11	9,57%
Polytrauma	8	6,96%
Sept. Schock, SIRS	5	4,35%
Atemversagen		
Thoraxtrauma	2	1,74%
Fettembolie	2	1,74%
Rückenmarkszerreiung	2	1,74%
Paradoxe Hirnembolie	1	0,87%
Obere GI-Blutung	1	0,87%
Herzinfarkt	3	2,61%

Ertrinken	1	0,87%
nichtgeklärt	1	0,87%

Entsprechend dem Verletzungsmuster stehen bei den Todesursachen die Schädel-Hirn-Verletzungen an erster Stelle: bei 44,35% der Fälle bzw. 51 Mal wurde dem Schädeltrauma die unmittelbare Todesursache zugeordnet. Bei 45 Fällen wurde als Todesursache eine Hirnlähmung, bei 6 Fällen ein zentrales Herz-Kreislauf-Versagen bei schwerer Schädel-Hirn-Verletzung diagnostiziert.

In der Häufigkeit folgen die Lungenentzündung bei 15 (13,04%) und die Lungenarterien-Thrombembolie bei 12 (10,43%) Fällen. Todesursachen in Verbindung mit großem Blutverlust, in den Sektionsprotokollen synonym als Verbluten, Herz-Kreislauf-Versagen bei großem Blutverlust oder Volumenmangel seltener bezeichnet, wurden in 11 Fällen (9,57%) diagnostiziert. Achtmal wurde als Todesursache das Polytrauma, die Verletzung multipler Organsysteme, bezeichnet.

Insgesamt fünfmal wurden protrahierte Schockarten (septischer oder toxischer Schock, SIRS (Systemic Inflammatory Response Syndrome)) festgestellt.

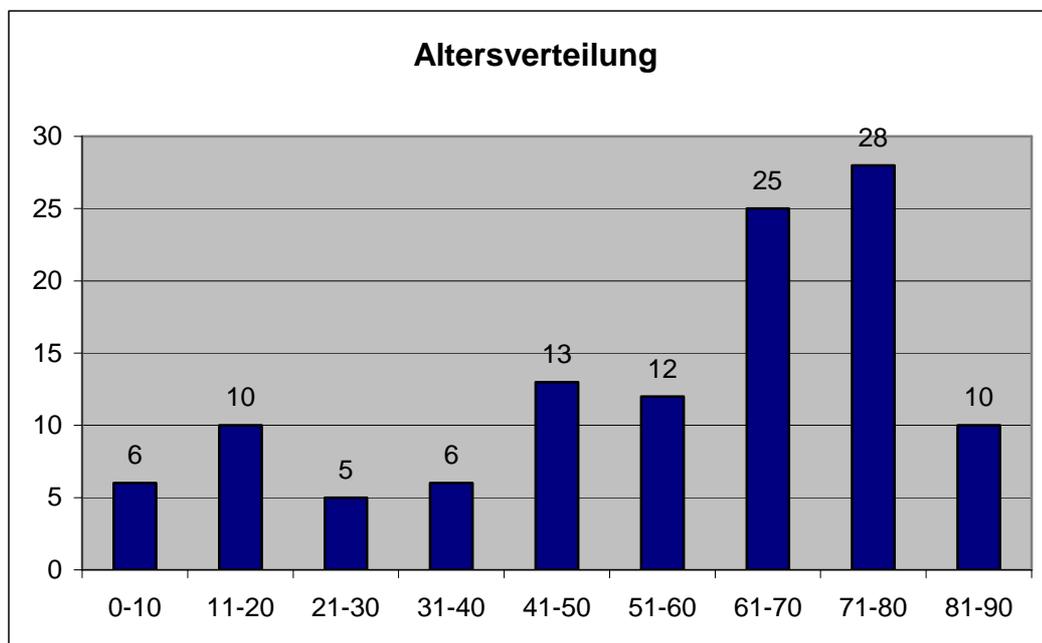
Es folgen seltenere Todesursachen: Jeweils zweimal ein unmittelbares Atemversagen bei Brustkorbniederbruch, eine Fettembolie aus Frakturen größerer Knochen sowie unmittelbarer Tod nach Rückenmarkszerreißung sowie jeweils einmal eine sogenannte paradoxe Hirnembolie und ein Verbluten aus einer oberen gastrointestinalen Blutung bei Schockgeschwür des Magens.

Bei drei Fällen wurde ein akuter Myokardinfarkt als Todesursache festgestellt. In zwei Fällen lagen keine Unfallverletzungen vor: bei einer 75-jährigen Frau wurde ein Rezidiv-Herzinfarkt als Todesursache festgestellt, bei einer 79-jährigen Frau konnte die Todesursache nicht festgestellt werden. Bei den beiden anderen Fällen handelt es sich einmal um einen Patienten mit einer pertrochantären Femurfraktur und einmal um einen am Unfallort tot aufgefundenen, der infolge Blutverlustes aus einer Humeruskopffraktur einen Herzinfarkt bei massiver Verkalkung der Herzkranzgefäße erlitten hatte.

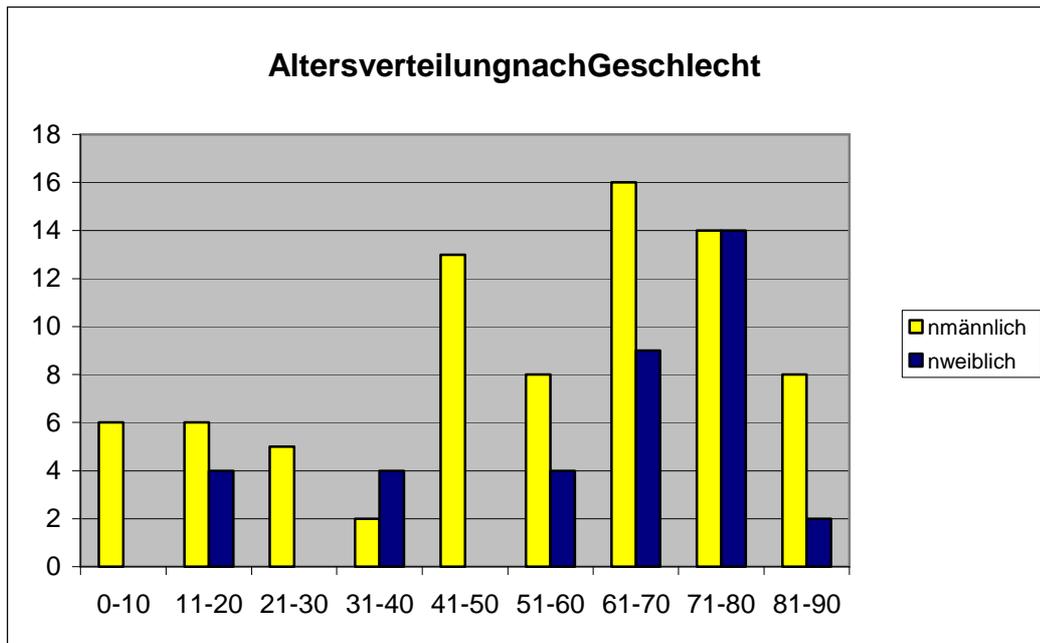
3.3 Untersuchte Einflussfaktoren

3.3.1 Alter und Geschlecht

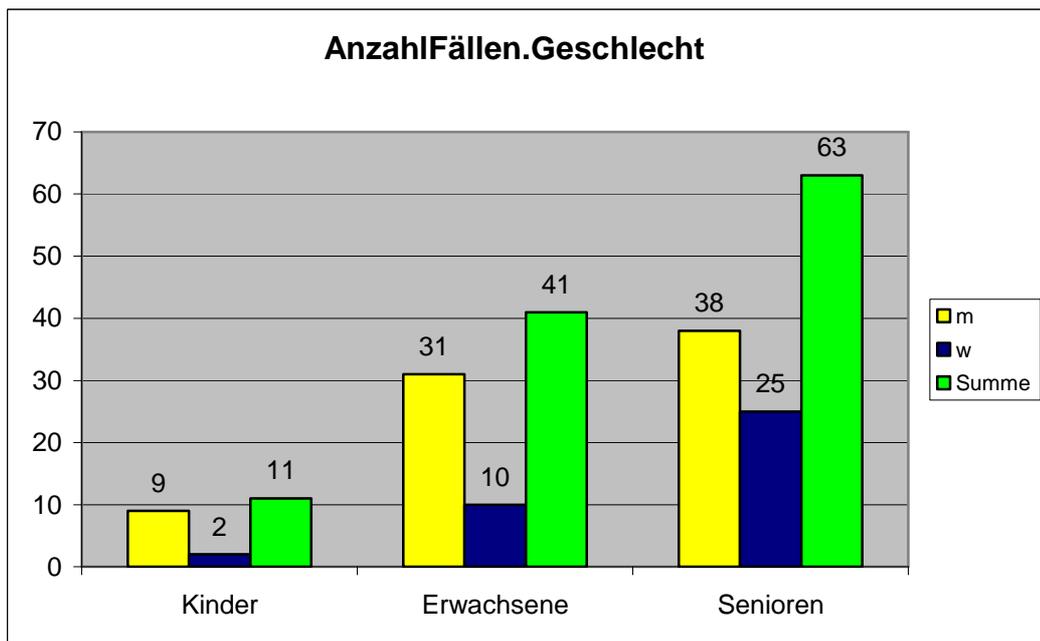
Bei den 115 Verkehrsunfallopfern handelt es sich um 78 Männer bzw. Jungen und 37 Frauen bzw. Mädchen. Somit ist das Verhältnis männlicher zu weiblichen Unfallopfern etwa 2:1 (67,8% zu 32,2%). Das Alter variiert zwischen 2 und 88 Jahren, wobei es sich bei dem getöteten 2-jährigen Jungen um ein in einem Fahrrad-Kindersitz mitfahrendes Kind handelte. Dieser Fall stellt auch den einzigen Fall eines Mitfahrers im Rahmen dieser Erhebung dar (vgl. unten). Das mittlere Alter beträgt 55,8 Jahre, der Median 63 Jahre. Die Altersgruppe von 61 bis 80 Jahre macht hierbei mit 55 Fällen beinahe die Hälfte der Gesamtzahl aus.



Wertet man das Alter der Unfallopfer geschlechtsgetrennt aus, so ergibt sich folgendes Bild: Bei den männlichen Opfern beträgt die Altersspanne 2 bis 88 Jahre, bei einem Mittelwert von 53,3 Jahren und einem Median von 59 Jahren, bei den weiblichen Opfern reicht das Alter von 11 bis 84 Jahren der Mittelwert beträgt 60,9 Jahre, der Median 69 Jahre. Der Altersgipfel liegt bei den männlichen Opfern zwischen 61 und 70, bei den weiblichen zwischen 71 und 80 Jahren.



Bezogen auf die Altersgruppen: Kinder (0 bis 14 Jahre), Erwachsene (15 bis 60 Jahre) und Senioren (älter als 60 Jahre) findet sich die folgende Altersverteilung:



Unter den untersuchten Fällen waren 11 Kinder, 9 Jungen und zwei Mädchen, 41 Erwachsene und 63 Senioren. In allen Altersgruppen waren männliche Fälle häufiger.

3.3.2 Habitus

Bei 94 der Unfallopfer lagen Informationen über Größe und Gewicht vor, so dass der Body Mass Index (Körpergewicht [kg] / (Körpergröße [m])²) als Maß der Leibesfülle berechnet werden konnte.

Gewichtsklassifikation nach Hartl (1997)	BMI	n
Untergewicht	<18,5	10
Normalgewicht	18,5-24,9	39
Prädipositas	25,0-29,9	35
Adipositas Grad 1	30,0-34,9	8
Adipositas Grad 2	35,0-39,9	2
Adipositas Grad 3	40 oder mehr	0

Als untergewichtig waren demnach 10 Unfallopfer mit einem BMI < 18,5 zu bezeichnen, als normgewichtig 39 Fälle. Immerhin 45 Radfahrer (42,3%) waren mit einem BMI > 25 übergewichtig, hiervon 35 im Grade einer Prädipositas (BMI 25,0 bis 29,9 kg/m²), 8 mit einer Adipositas I° (BMI 30,0 bis 34,9) und zwei mit einer Adipositas II° (BMI 35,0 bis 39,9). Verunfallte mit einer drittgradigen Adipositas und einem BMI von 40 oder mehr fanden sich im untersuchten Kollektiv nicht. Für die Auswertungen wurden die Unfallopfer mit erst- und zweitgradiger Adipositas in der Gruppe der Adipösen zusammengefasst.

3.3.3 Blutalkoholgehalt

In insgesamt 35 Fällen wurden Messungen des Blutalkohols vorgenommen, in 32 Fällen wurde die Blutalkoholkonzentration im Rahmen der Obduktion durchgeführt. Alle diese Unfallopfer waren an der Unfallstelle oder innerhalb 24 Stunden nach dem Unfall verstorben. In drei Fällen waren im Sektionsprotokoll Hinweise auf eine Blutalkoholuntersuchung (z.B. durch Polizei oder Staatsanwaltschaft) vermerkt.

In 20 Fällen betrug die gemessene Blutalkoholkonzentration 0,0‰. Von den übrigen 15 Verunfallten unter Alkoholeinfluss waren 12 männliche Unfallopfer zwischen 14 und 70 Jahren, der Jugendliche von 14 Jahren mit einer BAK von 1,04‰, und 3 weibliche von 39,54 bzw. 76 Jahren. Die höchsten Alkoholspiegel fanden sich bei einem 47-jährigen (2,69‰) und einem 49-jährigen Mann (2,62‰). Der höchste Alkoholspiegel bei den weiblichen Unfallopfern fand sich bei einer 39-jährigen (1,7‰), die bei den anderen Unfallopfern hatten mit 0,75‰ bei der 54-jährigen bzw. 0,14‰ bei der 76-jährigen vergleichsweise weniger Alkohol im Blut.

3.3.4 Unfallgegner, Unfallmechanismus

PKW	63
Sturz	22
LKW	18
Fahrrad	3
Bus	2
Kraftrad	2
Sturz in Wasser	1
Hund	1
Gabelstapler	1
Zug	1
unklar	1
Summe	115

In 25 Fällen war der Fahrradfahrer durch einen Sturz vom Fahrrad ohne Fremdeinwirkung verunfallt, in einem dieser Fälle lag eindeutig ein Sturz aus innerer Ursache vor. Ein Radfahrer war mit dem Rad in ein Hafenbecken gestürzt und ertrunken.

Häufigster Unfallgegner der übrigen Radfahrer waren PKW in 63 Fällen, gefolgt von LKW in 18 Fällen. Seltener Unfallgegner waren: anderes Fahrrad (3 Fälle), Omnibus (2 Fälle) und Kraftrad (2 Fälle). Einmal war ein Hund Kollisionsgegner, der einen Sturz verursachte, jeweils einmal wurde ein Radfahrer von einem Zug bzw. einem Gabelstapler überrollt. In einem Fall war die Unfallursache nicht eindeutig zu klären.

Unfälle mit Kraftfahrzeugen, Schuld beim Radfahrer

Unfallmechanismus	PKW	LKW	Bus	Summe
Kollision		3	2	5
Fehler beim Abbiegen		2		2
Vorfahrt an Kreuzung oder Einmündung		8		8
Auffahren auf die Straße		6	1	7
Überqueren der Straße		1		1
Fehlende Beleuchtung		2		2
Kreuzungsüberquerung bei "Rot"		1	1	2
Benutzung der falschen Straßenseite		4		4
Auffahren auf parkendes Fahrzeug		1		1
Summe		28	3	32

Unfälle mit Kraftfahrzeugen, Schuld beim Unfallgegner

Unfallmechanismus	PKW	LKW	Kraftrad	Summe
Kollision		3	1	4
Fehler beim Abbiegen		3	1	5
Vorfahrt an Kreuzung oder Einmündung		2		2
Überqueren der Fahrbahn		1		1
Anprallen Fahrzeug für		3		3
Summe		12	2	15

Unfälle mit Kraftfahrzeugen, Schuldfrage unklar	PKW	LKW	Bus	Kraftrad	Summe
Unfallmechanismus					
Kollision		13	4	1	18
Überquerender Fahrbahn		11	3		15
Summe		24	7	1	33

Bei insgesamt 85 Verkehrsunfällen mit einem Kraftfahrzeug als Gegner konnte aus den Sektionsprotokollen in 47 Fällen Unfallgegner und Schuldfrage ermittelt werden. Bei den 32 Unfällen, bei denen die Schuld beim Radfahrer lag, dominieren Unfälle durch Nichtbeachtung der Vorfahrt an Kreuzungen oder Einmündungen (8), gefolgt von Fehlern beim Auffahren auf die Straße, insbesondere Nichtbeachtung des nachfolgenden Verkehrs (7) und von Unfällen durch Benutzung der falschen Straßenseite (4). Weitere Fehler waren: Falsches Abbiegen (2) bzw. Überqueren der Straße (1) und Überfahren eines roten Ampelsignals (2). Einmal war ein Radfahrer auf ein regelrecht parkendes Fahrzeug aufgefahren. Zweimal kam es zu Kollisionen durch fehlende oder mangelhafte Beleuchtung des Fahrrades. In 5 Fällen war in dem Sektionsprotokoll lediglich der Umstand einer Kollision mit Schuld beim Radfahrer erwähnt, weitere Angaben zum Unfallgeschehen fehlen jedoch.

Bei den 15 Unfällen mit Schuld beim Unfallgegner liegen meist Fehler beim Abbiegen, insbesondere Übersehen des Fahrradfahrers, vor (5). Immerhin dreimal prallte ein Radfahrer gegen eine abrupt geöffnete Fahrzeugtür. Zweimal wurde die Vorfahrt des Radfahrers vom Unfallgegner nicht beachtet. Ein Radfahrer verunfallte beim regelrechten Überqueren der Fahrbahn. In den restlichen 4 Fällen liegen keine weiteren Angaben zum Unfallmechanismus vor.

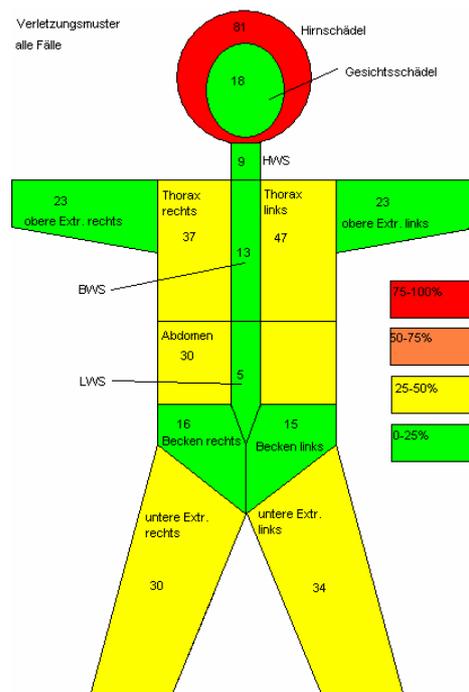
Bei den 33 Unfällen mit Beteiligung eines Kraftfahrzeuges, bei denen der Unfallverursacher nicht aus dem Sektionsprotokoll entnommen werden konnte, waren die Kollisionen in 15 Fällen beim Überqueren der Fahrbahn geschehen, 18 Mal gab es keine weiteren Informationen.

3.4 Einflussfaktoren auf das Verletzungsmuster

In 113 der untersuchten 115 Fälle wurden Unfallverletzungen festgestellt. In einem Fall war eine 75-jährige Frau nach einem Verkehrsunfall ins Krankenhaus eingeliefert und ohne Hinweise auf eine Verletzung wieder entlassen worden. Kurz darauf erfolgte die stationäre Wiederaufnahme und der Tod der Patientin. Die gerichtliche Sektion erbrachte einen eindeutig natürlichen Tod aus innerer Ursache bei Rezidiv-

Myokardinfarkt. In einem weiteren Fall war eine 79 jährige Frau ohne Fremdeinwirkung und ohne Verletzungen von einem Fahrrad gestürzt. In diesem Fall konnte die Todesursache nicht geklärt werden. Beide Fälle wurden als Fahrradunfälle ohne Verletzungen in der Auswertung belassen.

3.4.1 Verletzungsmuster aller Fälle



	n	%
Hirnschädel	93	81,58%
Gesichtsschädel	21	18,42%
HWS	10	8,77%
Thorax	65	57,02%
BWS	15	13,16%
Abdomen	34	29,82%
LWS	6	5,26%
Becken	33	28,95%
Ob.Extr.	47	41,23%
Unt.Extr.	55	48,25%

Seitenvergleich

	bds.	re	li
Thorax	33	10	22
Becken	2	16	15
Ob.Extr.	6	21	20
Unt.Extr.	19	16	20
	60	63	77

3.4.1.1 KopfundHals

Vor allem der Kopf war Unfallschädigungen ausgesetzt. Mit Abstand am meisten betroffen ist der Hirnschädel: bei 93 der untersuchten Fälle war ein mehr oder weniger starke Verletzungen dieser Region nachzuweisen, das sind 81,58 %. Der Gesichtsschädel war mit 21 der Fälle und 18,42% und die Halswirbelsäule mit 10 der Fälle und 8,77% vergleichsweise weniger oft betroffen.

3.4.1.2 Thorax

Der Thorax folgt in der Verletzungshäufigkeit unmittelbar der Hirnschädelverletzung. Der Thorax war bei insgesamt 65 der untersuchten Fälle betroffen, das sind 57,02%.

Für den Thorax wurde eine seitengetrennte Auswertung der Verletzung durchgeführt. Hierbei zeigten sich beidseitige Thoraxverletzungen in der Mehrzahl der Fälle, bei 33 der 65 Thorax-Verletzten. Isolierte Verletzungen traten häufiger links (22) als rechts (10) auf.

3.4.1.3 Wirbelsäule

Bei den Wirbelsäulenverletzungen dominieren Schäden der Brustwirbelsäule. Bei 15 Fällen (13,16%) waren solche Verletzungen nachzuweisen. Die 10 Fälle der verletzten HWS wurden oben bereits genannt. Am wenigsten häufig (im Übrigen aller Organsysteme) wurde die Lendenwirbelsäule in 6 Fällen oder 5,26% d.F. verletzt.

3.4.1.4 AbdomenundBecken

Das Abdomen steht an 5. Stelle der Verletzungshäufigkeit der Organsysteme. Verletzungen dieser Region fanden sich insgesamt 34-mal (29,82%). Das Becken folgt

auf Platz 6 mit 33 der Fälle. Auch für das Becken wurde eine separate Auswertung vorgenommen: Bei insgesamt 33 Fällen wurden beidseitige Verletzungen nur zweimal diagnostiziert. Es überwiegen isolierte rechts- oder linksseitige Verletzungen ohne Bevorzugung einer Seite (rechts: 16, links 15 Fälle).

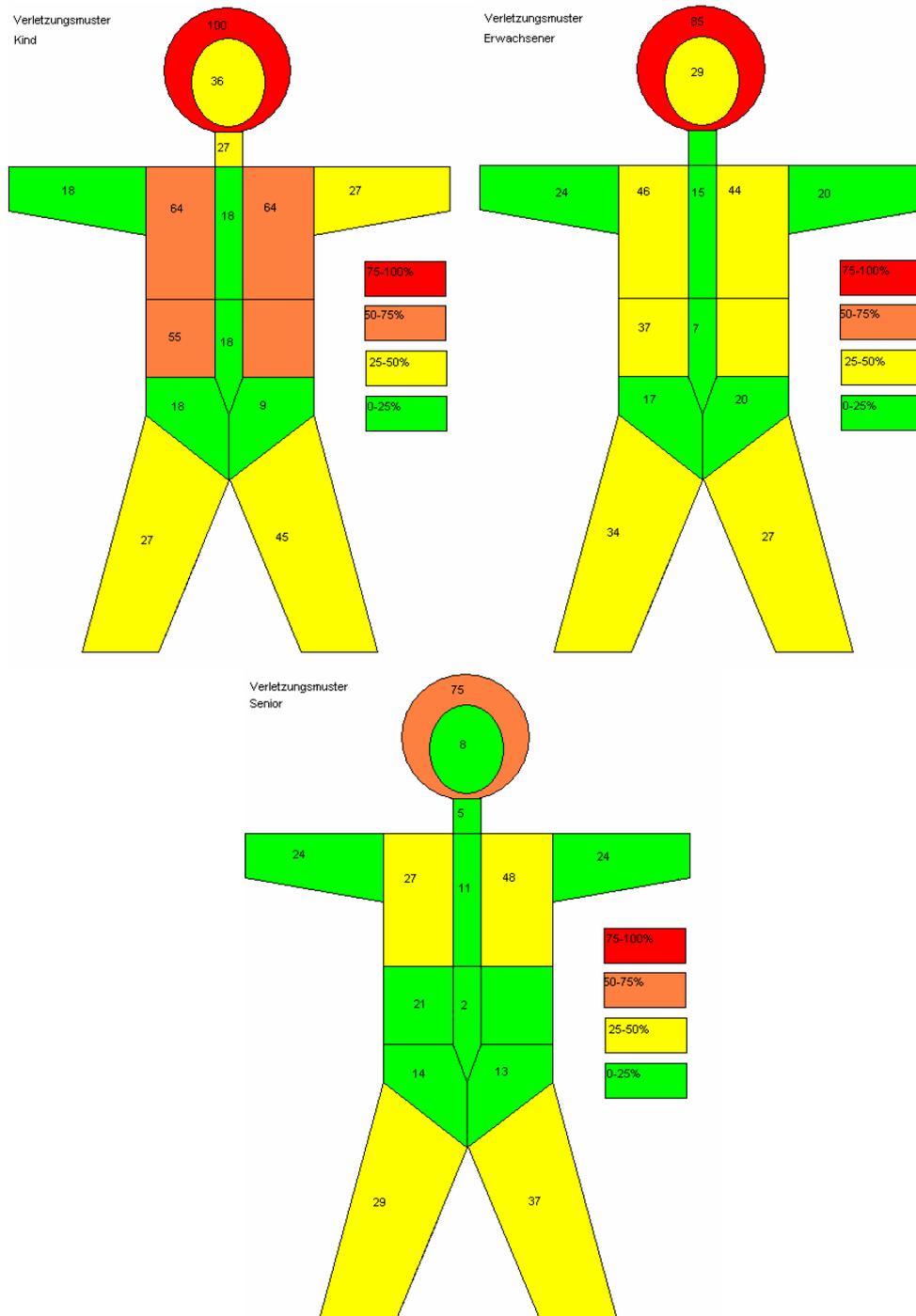
3.4.1.5 Obere Extremität

Verletzungen des Schultergürtels und der oberen Extremität fanden sich bei 47 der verunfallten Radfahrer (41,23%). Beidseitige Verletzungen waren auch bei dieser Organgruppe mit 6 Fällen in der Unterzahl, isolierte Verletzungen traten, ohne Präferenz einer Seite, 21 mal rechts und 20 mal links auf.

3.4.1.6 Untere Extremität

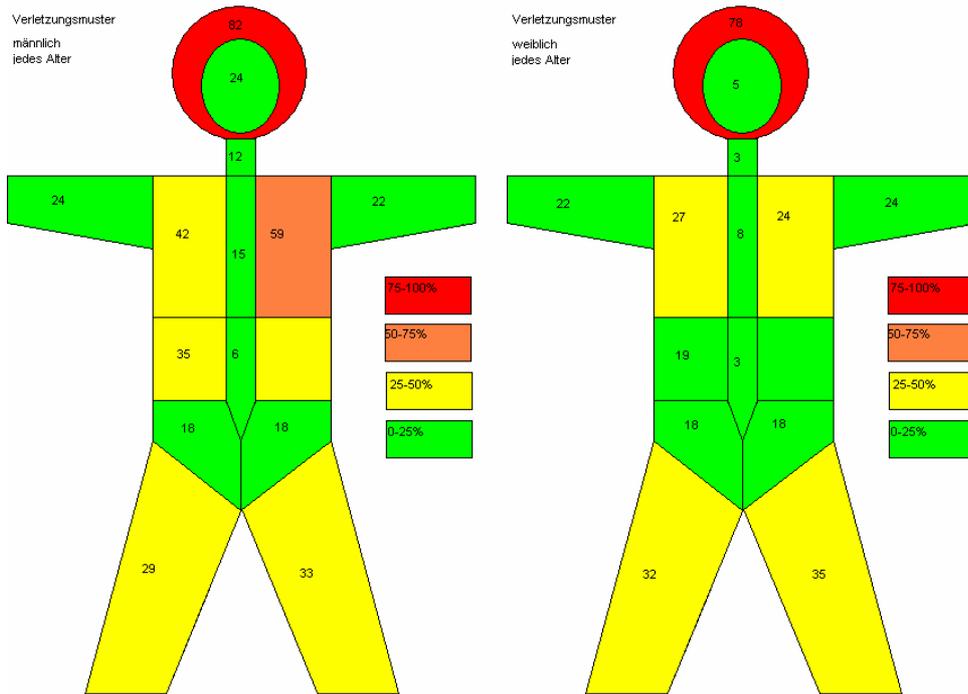
In 55 Fällen oder 48,25 % waren die unteren Extremitäten betroffen. Hierbei zeigten sich ungefähr gleich häufig beidseitige und isolierte rechts- bzw. linksseitige Verletzungen, (19 mal beidseits, 16 mal isoliert rechts und 20 mal isoliert links).

3.4.2 Alter

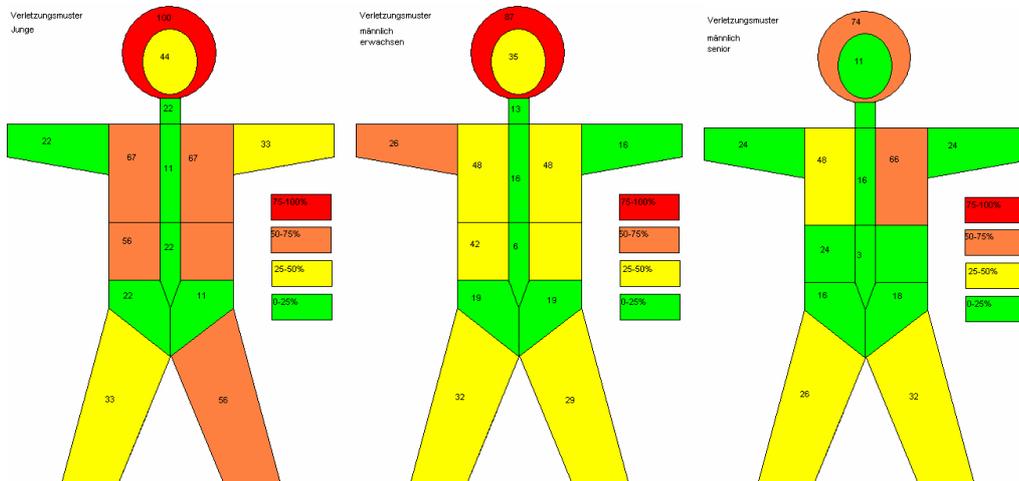


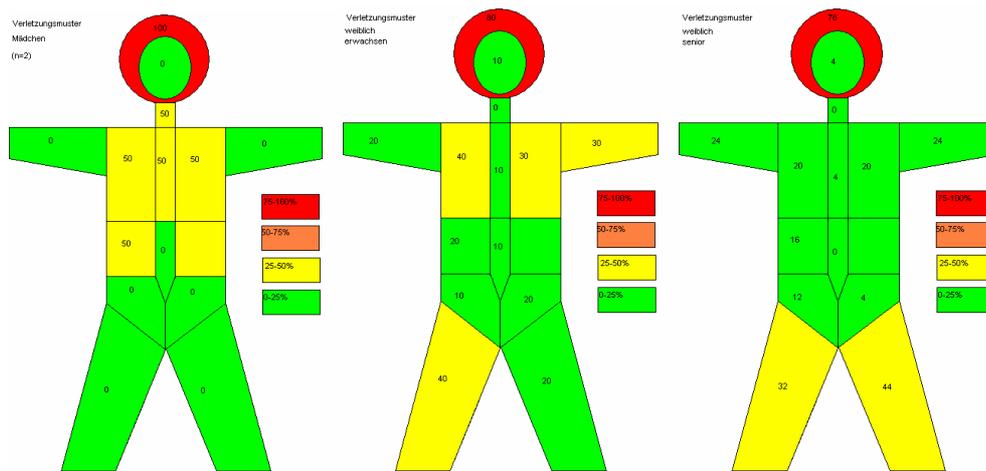
Die Abbildung zeigt anschaulich die Verletzungsmuster der verschiedenen Altersstufen. Bei allen Verunfallten ist der Hirnschädel die primäre Verletzungszone, bei älteren Radfahrern im prozentualen Vergleich etwas geringer als bei den jüngeren. Bei Kindern ist darüber hinaus der Thorax verstärkt betroffen. Im Vergleich zu den Älteren ist bei Kindern die Halswirbelsäule etwas häufiger verletzt, während bei den Senioren Gesichtsschädel- und Abdomenverletzungen etwas häufiger auftreten.

3.4.3 Geschlecht



Der Vergleich der Verletzungsmuster männlicher mit weiblichen Unfallopfern zeigt eine höhere Verletzungshäufigkeit des Abdomens und der linken Thoraxseite beim Mann. Die übrigen Regionen sind im Wesentlichen gleichhäufig verletzt.



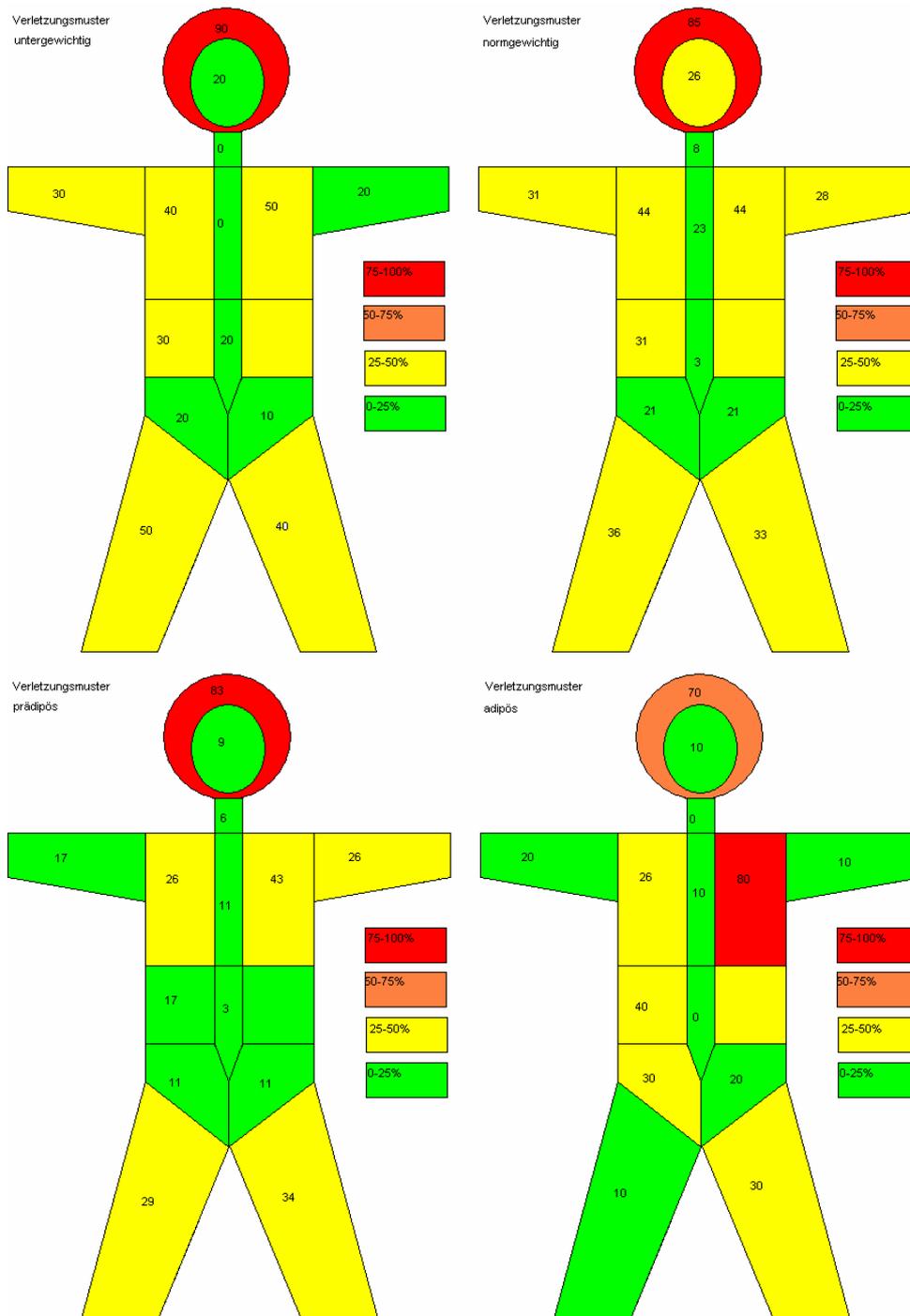


Werden die Fälle innerhalb der Altersgruppen geschlechtsgetrennt ausgewertet, so fällt bei den Jungen im Gegensatz zu den Mädchen die häufigere Verletzung des Abdomens und der unteren Extremitäten auf. Prozentual häufiger kam es zu Verletzungen der Brustwirbelsäule. Zu beachten ist bei der Darstellung der Mädchen die kleine Stichprobe von 2, die nur Werte von 0, 50 und 100 % zulässt. In der mittleren Altersgruppe kam es bei den Männern häufiger zu Verletzungen der rechten, bei den Frauen häufiger der linken oberen Extremität. Bei den Frauen war außerdem die linke untere Extremität weniger häufig betroffen. Die Verletzungshäufigkeit des Abdomens verhält sich wie im gesamten weiblichen Kollektiv.

Bei den weiblichen Senioren sind außer Hirnschädel und Extremitäten nur die unteren Extremitäten in mehr als 25% der Fälle betroffen. Bei den männlichen Senioren finden sich weitere Verletzungsschwerpunkte im Bereich des Thorax, die linke Thoraxseite ist mit 65,79% gegenüber 20% sogar deutlich häufiger betroffen. Der Hirnschädel ist bei den männlichen Senioren etwas weniger oft verletzt.

3.4.4 Habitus

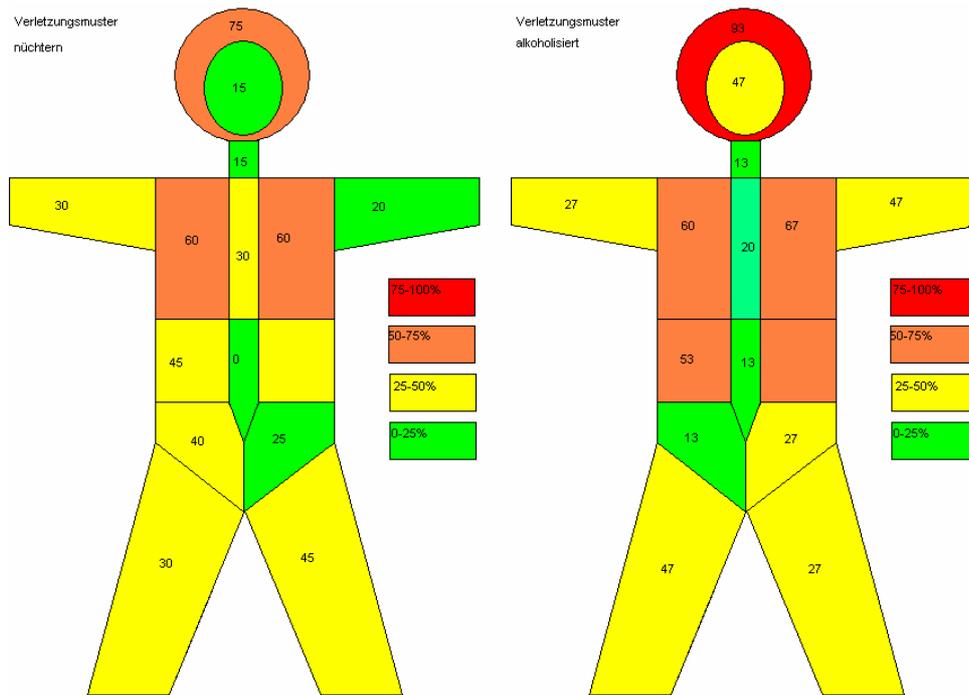
Das Verletzungsmuster in Abhängigkeit vom Body-Mass-Index zeigt die Abbildung:



Der Hirnschädel war bei den Untergewichtigen, Normgewichtigen und Prädiptösen am häufigsten betroffen. Bei den Adipösen stehen Thoraxverletzungen, besonders der linken Körperseite, im Vordergrund. Normgewichtige Radfahrer waren im Bereich des Gesichtsschädelshäufiger, prädiptöse im Bereich des Abdomens seltener verletzt.

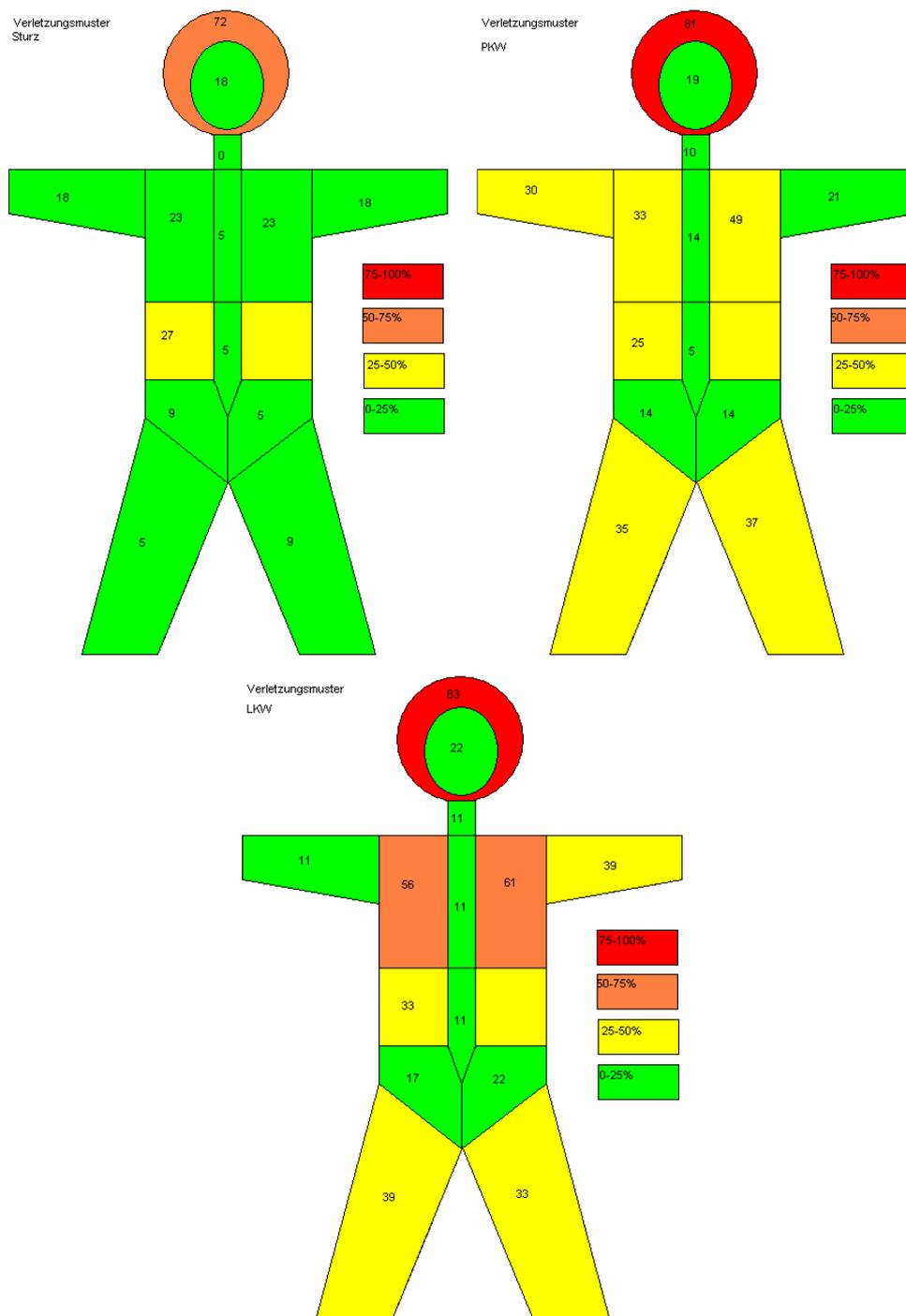
3.4.5 Blutalkoholkonzentration

Bei Auswertung des Verletzungsmusters im Hinblick auf Alkoholeinfluss ergibt sich das folgende Bild:



Es zeigt sich, dass bei alkoholisiert verunfallten Radfahrern neben einer relativen Zunahme bei den Hirnschädelverletzungen insbesondere der Gesichtschädigungen und das Abdomen häufiger verletzt waren als bei nüchtern verunglückten. Die Brustwirbelsäule war bei den nüchtern verunfallten Radfahrern häufiger betroffen. Die übrigen Körperabschnitte verhalten sich in etwa entsprechend, Unterschiede in der Körperseite ausgenommen.

3.4.6 Unfallgegner



Bei der Darstellung der Verletzungsmuster in Abhängigkeit vom Kollisionsgegner zeigen sich bei den Alleinunfällen im Wesentlichen der Hirnschädel und das Abdomen betroffen. Bei Unfällen mit PKW nehmen Schädendes Thorax und der Extremitäten zu, auch der Hirnschädel ist relativ häufiger verletzt. Bei LKW als Kollisionsgegner nimmt die Einwirkung auf den Thorax dann noch mehr deutlich zu.

3.5 EinflussfaktorenaufdieVerletzungsschwere

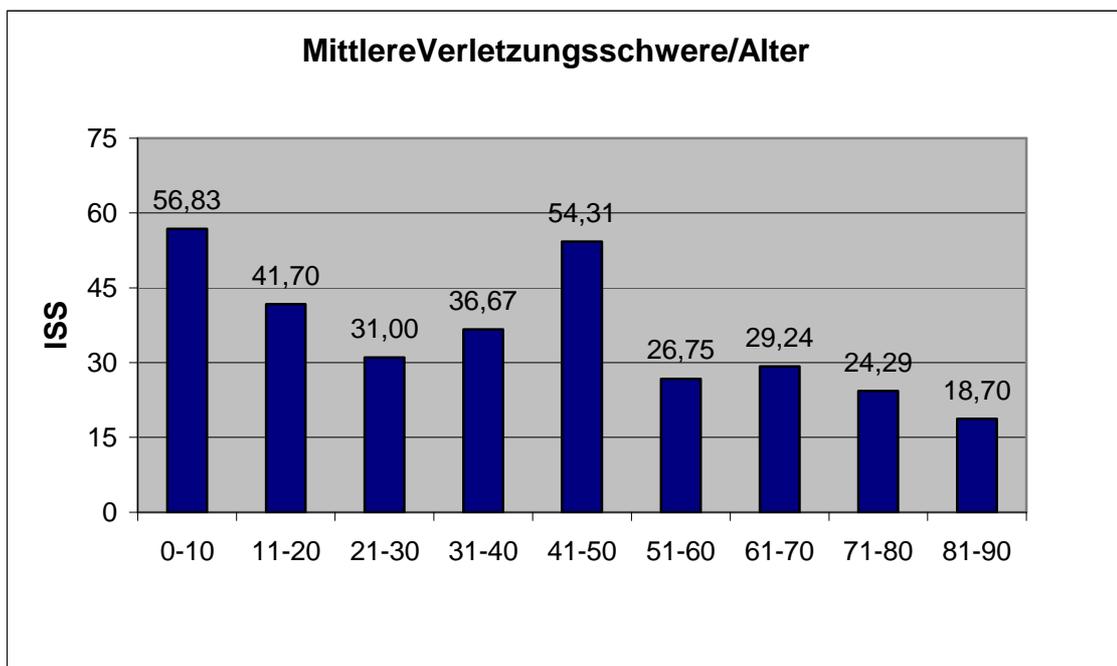
3.5.1 VerletzungsschwereallerFälle

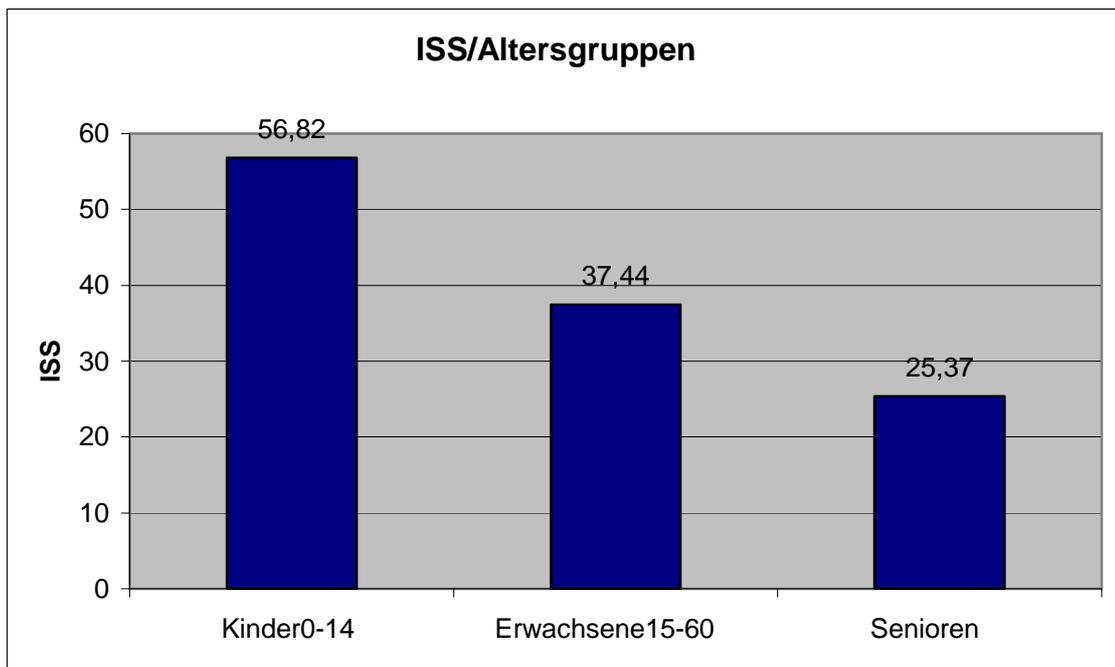
	ISS
Mittelwerte	32,68
Mediane	29,00
Maxima	75
Minima	0

Die mittlere Verletzungsschwere aller Fälle im untersuchten Kollektiv beträgt 32,7.

3.5.2 Alter

Bei der Auswertung der Verletzungsschwere findet sich die größte Verletzungsschwere bei den 0- bis 10-Jährigen mit einem mittleren ISS von 56,83. Ein zweites relatives Maximum liegt bei den 41- bis 50-Jährigen mit einem mittleren ISS von 54,31. Die Werte für die älteren Radfahrer liegen unter dem Durchschnitt von 32,68 und erreichen ihr Minimum bei den 81- bis 90-Jährigen. Ein relatives Minimum liegt auch bei den 21- bis 30-jährigen mit unterdurchschnittlichem ISS von 31,00.

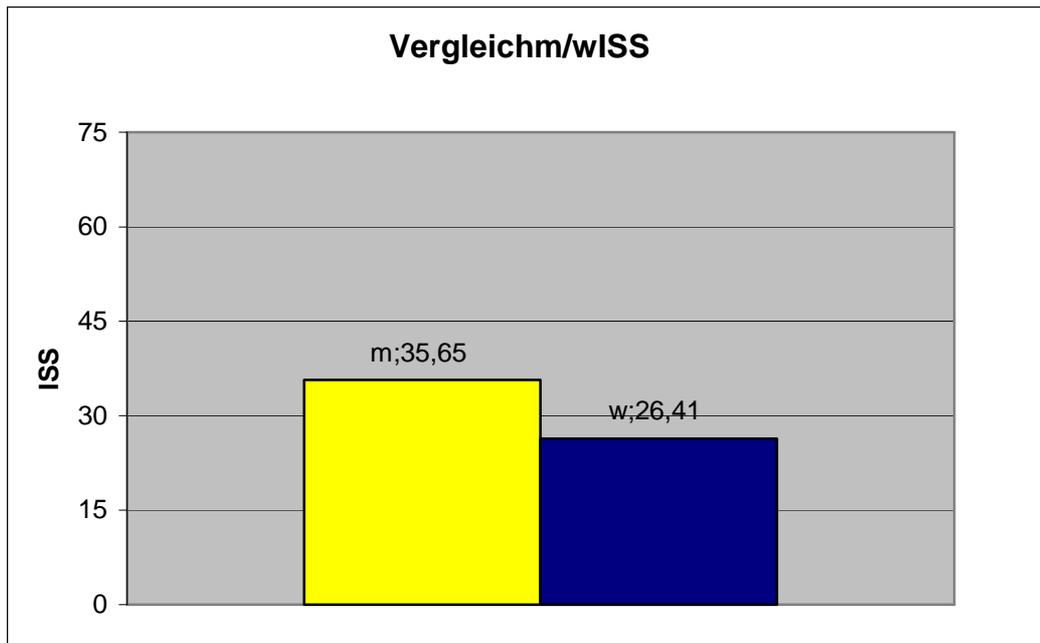




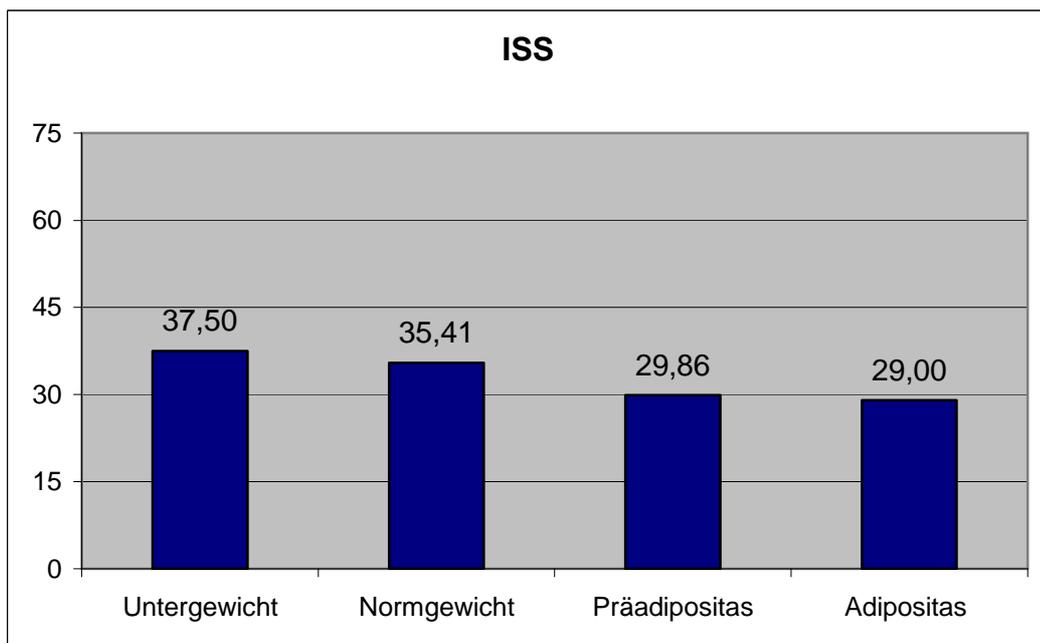
Untergliedert in die Altersgruppen, die bei der Auswertung des Verletzungsmusters bereits gruppiert wurden, zeigen sich deutliche Unterschiede: Am schwersten verletzt wurden dabei die Kinder mit einem durchschnittlichen ISS von 56,8, es folgen die Erwachsenen mit 37,4 und die Senioren mit 25,4.

3.5.3 Geschlecht

Im Vergleich der jeweiligen Verletzungsschwere im Hinblick auf Geschlechterunterschiede liegt die mittlere Verletzungsschwere bei den weiblichen Unfallopfern um 19% unterhalb, bei den männlichen Unfallopfern um 9% oberhalb des Durchschnittes (32,7).



3.5.4 Habitus

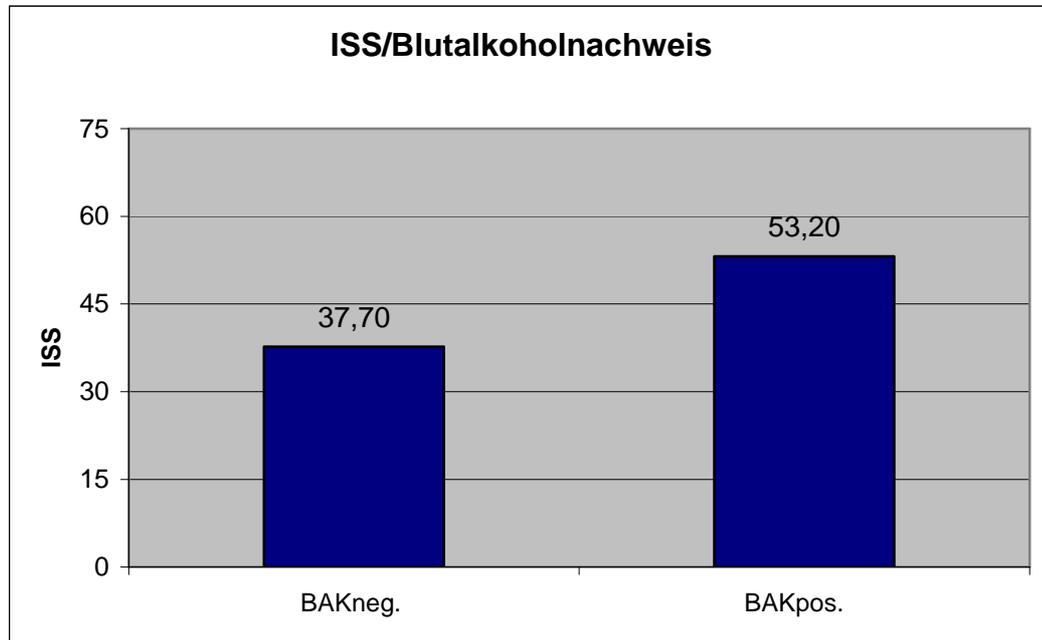


Die Auswertung der mittleren Verletzungsschwere unter Berücksichtigung des Habitus zeigt folgendes Bild: Die mittlere Verletzungsschwere nimmt von den Untergewichtigen (37,5) bis zu den Adipösen (29,0) kontinuierlich ab. Der Mittelwert der Verletzungsschwere in dieser Untergruppe liegt bei 32,9.

3.5.5 Blutalkoholkonzentration

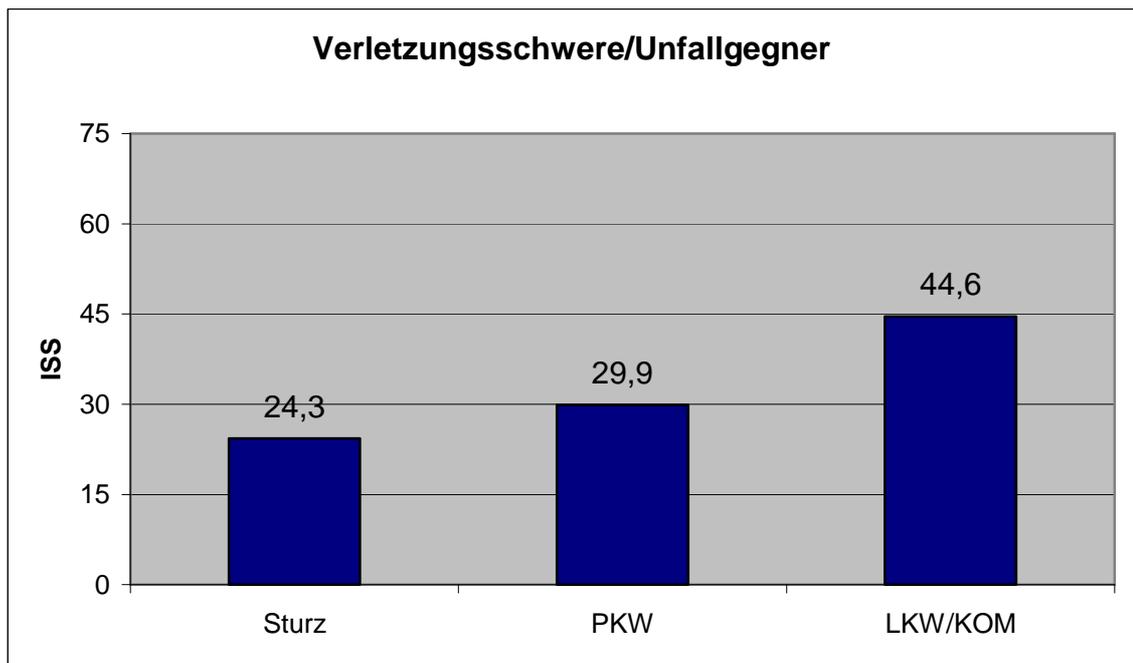
Bei den 35 Unfallopfern, bei denen aus der Obduktion oder anamnestic die genaue Blutalkoholkonzentration bekannt ist, ergeben sich deutliche Unterschiede bezüglich

der Verletzungsschwere: Bei den negativ auf Blutalkohol getesteten Unfallopfern lag der mittlere ISS bei 37,7, bei den positiv getesteten bei 53,2 (Mittelwert der Untergruppe:44,3).



3.5.6 Unfallgegner

Eingeteilt wurden die Unfallopfer in die Gruppen: Sturz, also Eigenunfall ohne Fremdeinwirkung, PKW, LKW bzw. Kraftomnibus. Sonstige Unfallmechanismen (12 Fälle, u.a. Kollision mit Zug, Hund, anderem Zweirad und ungeklärte Unfallmechanismen) wurden hiernicht betrachtet.



Die geringste mittlere Verletzungsschwere fand sich bei den Eigenunfällen mit einem durchschnittlichen ISS von 24,3. Erwartungsgemäß wurden Opfer von Kollisionen mit anderen Kraftfahrzeugen schwerer verletzt: Bei Kollisionen mit PKW betrug der mittlere ISS 29,9, bei Kollisionen mit LKW bzw. KOM 44,6.

4 Diskussion

4.1 Kritik der Untersuchungsmethode

4.1.1 Untersuchungsgut

Für die vorliegende Untersuchung wurden Fälle aus dem Sektionsgut des Hamburger Rechtsmedizinischen Institutes gewählt. Aufträge für Sektionen von Unfallopfern kommen dabei nicht nur aus dem Hamburger Stadtgebiet sondern auch aus dem weiteren Umland. Dies erbringt eine recht große Homogenität der Stichprobe, was die Unfallursachen betrifft (z.B. Unfälle mit Kollisionen auch größerer Geschwindigkeit auf Landstraßen).

Vorteile der Untersuchung von Verletzungsmustern anhand von Sektionsprotokollen sehen wir in der hohen Präzision der Entdeckung und Beschreibung von Verletzungen, auch solcher, die im Rahmen einer klinischen Untersuchung nicht entdeckt worden wären. Die Sektionsprotokolle sind außerdem aufgrund einer weitgehend standardisierten Form zügig und einheitlich auszuwerten. Mit dem institutseigenen Datenbanksystem lassen sich Fälle der interessierenden Fallgruppe (in diesem Falle Fahrradfahrer) außerdem schneller identifizieren, als dies zum Beispiel bei einer Untersuchung in einem Krankenhaus möglich wäre. Es liegen somit gute Bedingungen für eine retrospektive Untersuchung vor.

Andererseits ergeben sich Schwierigkeiten bei der Übertragung auf die Gesamtpopulation der verletzten Fahrradfahrer, da es sich um ein hochselektives Untersuchungsgut handelt. Einerseits handelt es sich um getötete Unfallopfer. Im Jahre 2001 wurden von 71 714 verunglückten Fahrradfahrern 635 getötet, das ist ein Anteil von etwa 0,9%. Für die Stadt Hamburg beträgt der Anteil getöteter Fahrradfahrer unter den Verunglückten für die Jahre 1980 bis 2001 sogar nur 0,4%. Nicht alle dieser Unfallopfer werden, selbst in Hamburg mit einer verhältnismäßig großen Obduktionsquote, obduziert, die Stichprobe wird somit nochmals verkleinert. Im Sektionsgut und damit in unserem Untersuchungsgut verbleiben somit getötete, verletzte Fahrradfahrer, bei deren Unfallaufklärung unklare Umstände bestanden, die zur Veranlassung einer Obduktion führten. Wie unten beschrieben, hat die Obduktionsfrequenz bei verletzten Fahrradfahrern in den letzten Jahren deutlich abgenommen, wobei möglicherweise auch ökonomische Gründe eine Rolle spielen.

Die untersuchte Gruppe der getöteten Fahrradfahrer wirkt sich auf die Untersuchungsergebnisse teilweise deutlich aus, so liegt die ermittelte mittlere Verletzungsschwere erwartungsgemäß deutlich über den Werten entsprechender Studien an verletzten Fahrradfahrern. Für den Vergleich von Verletzungsmustern und Verletzungsschwere nach verschiedenen Einflussfaktoren sind die ermittelten Daten jedoch durchaus hilfreich, wenn sie für die Gesamtpopulation der Fahrradfahrer auch einen Trend aufzeigen können.

4.1.2 Auswertungsmethode

Bei der Untersuchung des Verletzungsmusters wurde die Schwere der Verletzungen für die jeweiligen Körperregionen nicht berücksichtigt. Es wurde lediglich ermittelt, ob die Region beim dem einzelnen Fall betroffen war oder nicht. Leichte Weichteilverletzungen gingen somit gleichberechtigt mit schweren Organverletzungen in die Wertung ein. Dieses Verfahren wurde gewählt, da aus der Analyse des Verletzungsmusters evtl. Empfehlungen für einen Schutz der entsprechenden Körperregion abgeleitet werden sollten. Die Schwere der Verletzungen ist überdies in der Berechnung des ISS enthalten.

Der verwendete Injury Severity Score ist die in der Unfallforschung weltweit wohl am häufigsten genutzte Darstellung der Verletzungsschwere. Da es sich um einen rein anatomischen Score handelt, ist er sowohl bei klinischen Untersuchungen als auch bei Untersuchungen im Sektionsmaterial ausgezeichnet zu verwenden.

Nachteilig ist die Nichtbeachtung anderer Einflussfaktoren wie Alter oder Grunderkrankungen: So ist eine Rippenreihenfraktur bei einem 80-jährigen Patienten mit einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung natürlich kritischer zu werten als bei einem 20-Jährigen ohne weitere Erkrankungen.

Die Hinzunahme klinischer Aspekte führt aber bei Auswertungen im Sektionsgut zu weiteren Schwierigkeiten. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde versucht, andere Traumascoresysteme zur Auswertung zu verwenden. Dies wird im Kapitel 5 näher ausgeführt.

4.2 Statistische Eckdaten

GRIMM (1985) untersuchte tödliche Zweiradunfälle im Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Hamburg. In diese Untersuchung wurden motorisierte und nichtmotorisierte Zweiradfahrer zwischen 1976 und 1981 eingeschlossen.

4.2.1 Sektionszahlen

In den 6 Jahren von 1976 und 1981 wurden am Hamburger Rechtsmedizinischen Institut 83 Fahrradfahrer obduziert, das sind im Durchschnitt 13,8 Obduktionen pro Jahr. In der vorliegenden Untersuchung wurden im Zeitraum zwischen 1983 und 2001, also in 19 Jahren, 115 tödlich verunglückte Radfahrer obduziert, was nur noch etwa 6 Obduktionen pro Jahr entspricht.

4.2.2 Unfalldatum, Jahreszeit

4.2.2.1 Monatsverteilung, Jahreszeit

In der Untersuchung von G RIMM wurden die meisten Fahrradfahrer in den Monaten August bis November obduziert. Auch in dieser Untersuchung findet sich ein relatives Maximum der Fallzahlen im August und September, im Oktober und November wurden jedoch deutlich weniger Radfahrer obduziert. Jahreszeitlich gesehen lag in dieser Untersuchung der Schwerpunkt der Unfallzahlen im Herbst (September bis November). Bei G RIMM fand sich ein zweites relatives Maximum der Fahrradunfälle im Mai und Juni, auch in unserer Untersuchung ist im Mai ein relatives Maximum zu verzeichnen. Mit Ausnahme einer niedrigen Obduktionszahl in den Monaten Oktober und November hat sich in dieser Untersuchung behandelten Zeitraum kein wesentlicher Wechsel der jahreszeitlichen Verteilung vollzogen. Die Bedeutung dieser Aussage für die Grundgesamtheit der Fahrradunfälle im Raum Hamburg ist jedoch infolge des hochselektiven Untersuchungsgutes – nur verstorbene und obduzierte Fahrradunfallopfer – fraglich.

LUTZ und K REIDEL (1988) fanden in einer Untersuchung tödlicher Zweiradunfälle (inklusive Mofa und Kraftrad) für Frankfurt/Main und Südhessen eine Unfallohäufung in den Sommermonaten, sicherlich bedingt durch einen hohen Anteil motorisierter Zweiradfahrer.

ENZLER et al. (1992) untersuchten retrospektiv in den Jahren 1976, 1980 und 1984 im Raum Basel verunglückte und im Kantonsspital Basel behandelte Zweiradfahrer. Unfälle mit Fahrrad und Mofa wurden hier zusammengefasst. Die größten Unfallzahlen gab es hier in den Monaten Mai und Juni bei allerdings hohem Niveau im Spätsommer und Herbst.

4.2.2.2 Wochentagsverteilung

In der Untersuchung von GRIMM waren die meisten Radfahrer an Wochentagen, hauptsächlich am Mittwoch, verunfallt. Auch am Samstag war die Unfallhäufigkeit auf gleichem Niveau, deutlich seltener waren Fahrradunfälle am Sonntag.

In der eigenen Untersuchung sind die Fahrradfahrer ebenfalls hauptsächlich an den Wochentagen, allerdings vorwiegend freitags und donnerstags, verunglückt. Schon die Zahl der Samstags verunfallten Fahrradfahrer liegt auf deutlich niedrigerem Niveau. Auch bei dieser Untersuchung ereigneten sich die wenigsten Unfälle am Sonntag. Diese Verteilung der Unfallhäufigkeit kann zu der Annahme führen, dass weiterhin das Fahrrad vorwiegend zum Erreichen von Arbeitsplatz oder Schule verwendet wird, während man auf seinen Gebrauch am Sonntag möglichst verzichtet. Andererseits könnte das Verkehrsverhalten von Fahrradfahrern und Unfallgegnern am Wochenende weniger aggressiv sein, so dass sich weniger tödliche Unfälle ereignen. Ob die kleine Stichprobe jedoch aussagekräftig für die Grundgesamtheit ist, ist fraglich.

LUTZ und KREIDEL fanden insgesamt deutlich geringere Unterschiede bei den Unfallzahlen über die Woche, jedoch ebenfalls die geringste Häufigkeit am Sonntag. Leichte Anstiege gab es am Donnerstag und Samstag.

ENZLER et al. beobachteten die größten Unfallzahlen am Mittwoch, die niedrigsten am Dienstag. Die Zahl der Unfälle lag am Wochenende und insbesondere am Sonntag nur unwesentlich unter dem Niveau der Wochentage. Es ist anzunehmen, dass in der Untersuchungsgut von ENZLER et al. (Überlebende, Fahrrad und Mofafahrer) möglicherweise deutlich mehr sport- und freizeitorientierte Radfahrer zu finden sind, die das Fahrrad verstärkt am Wochenende nutzen.

4.2.3 Überlebenszeit

In der Untersuchung von GRIMM waren 47% der Fahrradfahrer an der Unfallstelle oder innerhalb der ersten 24 Stunden verstorben, in der eigenen Untersuchung waren es etwa 37%. Dies kann auf eine verbesserte Versorgung von Unfallverletzten, insbesondere Schädel-Hirn-Traumatisierten, am Unfallort deuten. Die Quote der innerhalb der ersten Woche verstorbenen Unfallopfer war dann allerdings nahezu gleich (GRIMM: 66%, unsere Untersuchung: 64%). 6% hatten länger als 4 Wochen ihren Unfall überlebt, in der eigenen Untersuchung waren es mit etwa 10% etwas mehr, was ebenfalls mit einer Verbesserung der notfallmäßigen und auch intensivmedizinischen Betreuung erklärt werden kann.

4.3 Einflüsse auf Verletzungsmuster und Verletzungen schwere

4.3.1 Verletzungsmuster bei Fahrradfahrern

Dass die am meisten gefährdete Stelle des Fahrradfahrers bei im Unfall der Kopf ist, ist in der gesamten zum Thema durchgesehenen Literatur unbestritten. KUNER et al. (1990) fanden in einer Untersuchung von Zweiradunfällen für das Jahr 1986 im Raum Freiburg den Kopf in 69,3 % der verunfallten Radfahrer betroffen. In der Untersuchung von GRIMM fanden sich Schädel-Hirn-Traumata und Halswirbelsäulenverletzungen in 55,4 % der verunfallten Radfahrer. Der Begriff der Kopfverletzung wurde in der vorliegenden Untersuchung weiter gefasst und beinhaltet auch Weichteilschäden. Hirn-, Gesichtsschädel und Hals wurden gesondert betrachtet. Für die Gesamtheit der Unfallopfer zeigt sich der Hirnschädel mit 82 % Verletzungshäufigkeit als eindeutige Schwachstelle des Radfahrers. Er ist auch bei allen untersuchten Untergruppen die am häufigsten verletzte Region.

Für die Vereinigten Staaten ermittelten SACKS et al. (1991) für den Zeitraum 1984 bis 1988, dass mindestens 2500 der 2985 (etwa 83 %) der durch Kopfverletzungen beim Fahrradfahren verursachten Todesfälle und mindestens 757 000 der 905 752 (ebenfalls etwa 83 %) der Kopfverletzungen durch Benutzung eines Schutzhelms hätten verhindert werden können. Auch die vorliegende Studie stützt eine dringende Empfehlung zur Benutzung eines Schutzhelms beim Fahrradfahren: Der Helm ist die am einfachsten anzuwendende, billigste und wirkungsvollste Methode, die häufigsten und schwerstwiegenden Verletzungen beim Fahrradfahren zu verhindern.

Das Verletzungsmuster im Vergleich der Untersuchung von GRIMM mit unserer differiert nicht wesentlich. Den Kopfverletzungen folgen in der Häufigkeit die Thoraxverletzungen mit 65 % (GRIMM) bzw. 57 % (unsere Untersuchung), wobei GRIMM eine seitengleiche Verletzungshäufigkeit beobachtete, während in unserer Untersuchung isolierte Verletzungen netzhaft häufiger links als rechts auftraten.

Verletzungen der Wirbelsäule traten ebenfalls ähnlich häufig auf: Am häufigsten war in beiden Untersuchungen die Brustwirbelsäule betroffen, gefolgt von der Halswirbelsäule und der LWS, die im Untersuchungsgut von GRIMM überhaupt nicht, in unserer am wenigsten aller Organsysteme verletzt wurde. Abdomen und Becken wurden in unserer Untersuchung getrennt betrachtet, beide liegen in der Verletzungshäufigkeit um 29 %. Grimm berichtet über 49,4 % Verletzungshäufigkeit im Bereich von Abdomen und Becken. Verletzungen des Schultergürtels und der oberen Extremitäten waren in unserer

Untersuchung mit etwa 41 % etwas häufiger als bei GRIMM (36 %). Eine Seitenpräferenz fand sich in keiner der beiden Untersuchungen. Die untere Extremität war bei GRIMM in 36,2% der Fälle betroffen mit einer besonderen Präferenz des linken Unterschenkels. Die von uns ermittelten Werte liegen etwas höher bei 48 % für beide Extremitäten, wobei das linke Bein mit einer Verletzungswahrscheinlichkeit von 34 % etwas häufiger betroffen war als das rechte mit einer Verletzungswahrscheinlichkeit von 30%.

Die Untersuchung von KUNER et al. kam, mit Ausnahme des gleichen Ergebnisses, was die Häufigkeit von Kopfverletzungen betrifft, zu anderen Ergebnissen: dem Kopf folgt mit 43 % Verletzungshäufigkeit die obere, dann mit 35 % die untere Extremität. Am Rumpf war der Thorax in etwa 14%, das Abdomen in 9,5% der Fälle betroffen.

In der Arbeit von ENZLER et al. findet sich nach den dominierenden Schädelverletzungen die Reihenfolge: Schulter und Arm, Gesicht, Becken und Bein, Thorax, Wirbelsäule, Abdomen.

Bei den Untersuchungen, deren Untersuchungsgut aus verletzten Fahrradfahrern besteht, findet sich als seltener Verletzungsgebiet des Rumpfes, dieses scheint bei den Untersuchungen im Sektionsmaterial überrepräsentiert zu sein. Ursache hierfür dürfte die meist große Schwere der Verletzungen in diesem Gebiet mit entsprechender Konsequenz für den Ausgang des Unfalls sein.

4.3.2 Alter

Die Altersverteilung bei den verunfallten Radfahrern hat sich im Vergleich zur Untersuchung von GRIMM nicht verändert: auch zwischen 1983 und 2001 waren die am häufigsten betroffene Altersgruppen die zwischen 61 und 70 und die zwischen 71 und 80 Jahren. In der Untersuchung von Grimm war kein Unfalltoter älter als 80 Jahre, in unserer Untersuchung waren in der Altersgruppe zwischen 80 und 90 immerhin 10 Fälle. Das Fahrrad wird offensichtlich auch in hohem Lebensalter noch genutzt wobei das Alter, in welchem das Fahrrad noch genutzt wird, mit der zunehmenden Lebenserwartung der Bevölkerung ansteigt. Diese Situation ist prinzipieller freilich, da positive Effekte auch gelegentlicher körperlicher Bewegung auf die Physis älterer Menschen die Risiken (orthopädischer, kardiovaskulärer und auch traumatischer Art) bei weitem überwiegen, wie dies in einer Übersicht von JESCHKE und ZEILBERGER (2004) jüngst dargelegt wurde. Natürlich stellt die kleine Stichprobe bei Fahrradunfällen

getöteter älterer Fahrradfahrer nicht unbedingt den Anteil der Senioren in der Gesamtheit aller Fahrradfahrer dar.

In einer schwedischen Untersuchung stellten BOSTRÖM und NILSSON (2001) maximale altersspezifische Inzidenzen von Verletzungen nach Fahrradstürzen und -kollisionen für die Altersgruppen der 10- bis 14-Jährigen und der 80- bis 84-Jährigen fest. Interessanterweise war hierbei die sturzbedingte Inzidenz der 80- bis 84-Jährigen im Vergleich zu den 10- bis 14-Jährigen deutlich geringer, während die kollisionsbedingte Inzidenz bei beiden Altersgruppen in etwa gleich hoch war. Die Fertigkeit zum Fahrradfahren lässt offenbar auch im höheren Alter nicht nach. Die altersspezifische Mortalität steigt in dieser Untersuchung ebenfalls jenseits des 60. Lebensjahres. Dies gilt besonders für männliche Fahrradfahrer, die in Kollisionen mit Motorfahrzeugen verwickelt waren.

Unsere Untersuchung zeigt beim Verletzungsmuster Abweichungen der Verletzungshäufigkeit vom Durchschnitt vor allem bei älteren Radfahrern: Hirnschädel, Gesichtsschädel und Abdomen waren seltener betroffen als bei den beiden anderen Altersgruppen. Auch die Verletzungsschwere lag bei den älteren Fahrradfahrern deutlich niedriger als bei den beiden anderen Altersgruppen. Die Hypothese, dass sich ältere Fahrradfahrer infolge schlechterer Reaktionsfähigkeit schwerer verletzen als jüngere, kann durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden. Es ist aber anzunehmen, dass ältere Fahrradfahrer trotz geringerer Verletzungsschwere häufiger infolge des Fahrradunfalles versterben, also anfälliger sind für Komplikationen, was beim auch geringfügig Verletzten, älteren Radfahrer eher eine stationäre Beobachtung rechtfertigen könnte als beim Jüngeren.

In einer österreichischen Untersuchung von 823 mit dem Fahrrad verunglückten Kindern fanden L. INHART et al. (1991) in 37% den Kopf verletzt, gefolgt von oberen und unteren Extremität. Der Rumpf war mit 0,7% verhältnismäßig selten betroffen.

In unserer Untersuchung zeigt sich neben der allgemeinen Verletzungshäufigkeit am Kopf bei Kindern gerade ein Schwerpunkt im Bereich des Rumpfes, insbesondere des Thorax, der in 54% der Fälle betroffen war. Der Grund für den deutlichen Unterschied ist im Untersuchungsgut zu sehen, das bei L. INHART et al. keine schwer- und schwerstverletzten Kinder beinhaltete.

4.3.3 Geschlecht

In der Untersuchung von GRIMM waren 20 von 83 verunglückten Fahrradfahrern Frauen, entsprechend 24 %. In der eigenen Untersuchung war ein deutlich höherer Frauenanteil von etwa einem Drittel der Fälle zu verzeichnen.

In der Untersuchung von BOSTRÖM und NILSSON in Schweden fanden sich bei 34 592 untersuchten Fällen 14 624 weibliche, entsprechend einem Anteil von 42 %. Von den bei den Unfällen getöteten 2 631 Fahrradfahrern waren jedoch nur 28 % bzw. 753 Frauen. Dieser Frauenanteil unter den getöteten Fahrradfahrern entspricht somit in etwa dem in unserer Untersuchung gefundenen Frauenanteil. SACKSETAL. geben für den Zeitraum 1984 bis 1988 in den Vereinigten Staaten eine Inzidenz für tödliche Kopfverletzungen für Frauen mit 0,7 und für Männer mit 4,3 pro Million Einwohner an. KUNER et al. fanden in ihrem Untersuchungsgut einen Frauenanteil von 37%.

Zur geschlechtsspezifischen Verletzungsschwere oder Verletzungsmuster gibt es in der durchgesehenen Literatur keine Aussage. In unserer Untersuchung fanden wir Frauen durchschnittlich um 9 Punkte des ISS weniger schwer verletzt. Ursache könnte neben einer zurückhaltenderen Fahrweise oder auch niedrigerer Geschwindigkeit auch sein, dass Frauen mit vergleichsweise geringeren Verletzungen eher versterben.

Bei der altersunabhängigen Betrachtung des Verletzungsmusters fanden sich die linke Thoraxseite und das Abdomen beim Mann häufiger verletzt. Andere Unterschiede ergaben sich nicht. Bei der Auswertung geschlechtsspezifischer Altersgruppen waren das Abdomen und der Gesichtsschädel bei den Jungen gegenüber den Mädchen häufiger betroffen. Bei diesem Vergleich musste einschränkend die kleine Anzahl der Mädchen in der Untersuchung (n=2) beachtet werden. In der mittleren Altersgruppe fanden sich ebenfalls Unterschiede im Bereich von Gesichtsschädel und Abdomen, auch hier waren die Männer in diesen Körperregionen häufiger verletzt.

DELANK et al. fanden unter 78 im Bereich des Gesichtsschädels verletzten Fahrradfahrern 56 männliche, entsprechend 71%.

Bei älteren männlichen Fahrradfahrern traten in unserer Untersuchung Verletzungen des Hirnschädels relativ seltener auf als bei weiblichen. Bei den weiblichen Unfallopfern waren neben dem allgemein hohen Verletzungsrisiko des Kopfes vorwiegend die unteren Extremitäten betroffen, Rumpf, Wirbelsäule und obere Extremitäten traten in der Verletzungshäufigkeit deutlich zurück, auch im Vergleich zur männlichen Altersgruppe.

4.3.4 Habitus

Einflüsse des Körperhabitus auf die Verletzungsschwere oder das Verletzungsmuster sind bislang in der Literatur nur selten beschrieben. In unserer Untersuchung fanden wir eine deutlich geringere mittlere Verletzungsschwere bei Übergewichtigen Personen mit einem BMI von mehr als 25 kg/m². Präadipöse mit einem BMI zwischen 25 und 30 kg/m² waren im Bereich des Abdomens seltener verletzt als alle anderen Gewichtsgruppen, Adipöse waren im Bereich der linken Thoraxseite deutlich häufiger verletzt.

Die Hypothese, dass adipöse Personen sich infolge schlechterer körperlicher Verfassung und Reaktionsgeschwindigkeit schwerer verletzen als normgewichtige, kann durch unsere Untersuchung nicht gestützt werden. Adipositas scheint vielmehr ein Schutz gegen Verletzungen zu sein. Der Thorax ist von diesem Schutz jedoch offenbar ausgenommen.

BOULANGER et al. (1992) haben in ihrer Studie 6368 Unfallopfer im Hinblick auf den Habitus untersucht, unter denen sich 70 Fahrradfahrer befanden. Sie stellen bei den adipösen Unfallopfern eine signifikant geringere mittlere Verletzungsschwere fest. Der mittlere Wert der Glasgow Coma Scale war um 0,5 Punkte höher, Hirnschäden waren seltener, genau so wie Kieferfrakturen und Leberverletzungen. Rippenfrakturen traten bei den Adipösen häufiger auf, außerdem Frakturen von Becken und unteren Extremitäten. Diese Untersuchung kommt somit zu ähnlichen Ergebnissen wie unsere. Die Autoren führen die geringere Verletzungsschwere unter anderem auf einen „intrinsic Airbag“ zurück, der den Körper vor Verletzungen schützt.

Ein weiterer Grund für die niedrigeren ISS-Werte der Adipösen in dieser Untersuchung könnte die erhöhte Anfälligkeit Übergewichtiger für posttraumatische Komplikationen sein, so dass diese Personengruppe trotz geringerer Verletzungsschwere an ihren Verletzungen verstirbt.

CHOBAN et al. (1991) fanden in ihrer Untersuchung von 184 Unfallopfern eine signifikant höhere Mortalität und Komplikationsrate von schwer-übergewichtigen Personen mit einem BMI größer als 31 kg/m². In dieser Studie war die mittlere Verletzungsschwere der Gewichtsgruppen nicht signifikant unterschiedlich.

4.3.5 Blutalkoholkonzentration

Der Anteil alkoholisierter Fahrradfahrer im Untersuchungsgut betrug in unserer Untersuchung 13 % und liegt damit in der Größenordnung vergleichbarer Studien an

verstorbenen oder überlebenden Unfallopfern (G RIMM 14 %, D ELANK et al. 12 %, KUNER et al. 12,5 %). Wir fanden bei den alkoholisierten Fahrradfahrern eine deutlich größere Verletzungsschwere mit einem mittleren ISS von 53,2 gegenüber 37,7 bei den Nichtalkoholisierten. Da der Großteil der in dieser Untergruppe untersuchten Fahrradfahrer unmittelbar am Unfallort oder innerhalb 24 Stunden nach dem Unfall verstarb (32 von 35) haben Störgrößen wie eine erhöhte Komplikationsrate oder eine höhere allgemeine Mortalität keinen so großen Einfluss wie bei den bisher diskutierten Einflussfaktoren. Eine größere Verletzungsgefahr des alkoholisierten Fahrradfahrers kann aus unserer Untersuchung also abgeleitet werden.

Auffällig war die deutlich höhere Verletzungsgefahr des Kopfes, insbesondere des Gesichtsschädels, der bei Alkoholisierten in 47 % der Fälle betroffen war gegenüber 15 % bei den Nichtalkoholisierten. Auch der Hirnschädel und das Abdomen waren bei den alkoholisierten Unfallopfern stärker betroffen.

SPAITE et al. (1995) fanden in ihrer Untersuchung von 350 verunfallten Fahrradfahrern, von denen 29 (8,3 %) positiv auf Alkohol getestet wurden, einen signifikant höheren ISS von 10,3 gegenüber einem ISS von 3,3 bei nüchternen Unfallopfern. Von den alkoholisierten Fahrradfahrern hatten 6 (20,7 %) wenigstens eine schwere anatomische Verletzung, während es bei den Nichtalkoholisierten nur 4,4 % waren. Auch dieser Unterschied war signifikant.

TULLOH und COLLOPY (1994) ermittelten in einer Untersuchung von 429 auf Blutalkohol getesteten Unfallopfern (Anteil der Alkoholisierten 13,3 %) in Victoria/Australien einen signifikant höheren medianen ISS bei Alkoholisierten und stellten durch weitere statistische Untersuchungen eine hohe positive Korrelation zwischen Blutalkoholkonzentration und Verletzungsschwere fest.

Beide Untersuchungen bestätigen somit unsere Ergebnisse.

4.3.6 Unfallgegner

Bei der Betrachtung des Einflusses des Unfallmechanismus bzw. des Kollisionsgegners wird eine größere Verletzungsschwere bei Kollisionen als bei Eigenunfällen erwartet. Bei Eigenunfällen sind sowohl die Geschwindigkeit des Fahrradfahrers als auch die Sturzhöhe limitiert, was die auf den Fahrradfahrer beim Sturz einwirkende Energie begrenzt. Bei den Unfällen mit LKW handelt es sich oft um Überrollung mit entsprechend schweren Folgen.

Unsere Untersuchung stützt diese Erwartungen: die mittlere Verletzungsschwere bei den Unfällen mit Kollisionen liegt deutlich höher als bei den Eigenunfällen. Besonders deutlich setzt sich die mittlere Verletzungsschwere mit einem durchschnittlichen ISS von 44,6 bei den Unfällen mit Beteiligung eines LKW oder Busses von den anderen Unfallarten ab.

Bei den Eigenunfällen wurde einerseits die Linie wieder der Hirnschädigung verletzt. Außerdem war das Abdomen häufiger betroffen. Grund hierfür ist wahrscheinlich die Einwirkung von Fahrradteilen, insbesondere des Fahrradlenkers, auf den Bauchraum. Die übrigen Körperregionen sind bei den Sturzunfällen unterdurchschnittlich betroffen.

Mit Größe und Gewicht des Kollisionsgegners nimmt dann die Verletzungshäufigkeit an Rumpf und Extremitäten deutlich zu. Unfallmechanismen bei Zusammenstößen mit PKW sind oft gekennzeichnet durch den Anprall des PKW gegen den Fahrradfahrer mit primären Verletzungen im Bereich der unteren Extremitäten, ggf. nachfolgendem Anprall von Kopf und Rumpf gegen Motorhaube und Windschutzscheibe und schließlich Aufprall des Körpers auf den Boden. Eine größere Verteilung der Verletzungen über den Körper ist daher ebenso anzunehmen wie eine größere Verletzungsschwere der einzelnen Körperregionen.

Bei den LKW-Zusammenstößen findet sich dann noch mal ein deutliches Ansteigen der Verletzungshäufigkeit im Bereich des Thorax. Ursache hierfür dürfte eine größere Wahrscheinlichkeit einer primären Thoraxverletzung durch den LKW infolge dessen Bauart und der verhältnismäßig hohen Position des Fahrradfahrers sein, andererseits die Beteiligung des Thorax bei Überrollung.

5 Vergleich verschiedener Verletzungsscores

5.1 Einleitung

Im Rahmen eines methodologischen Ansatzes wurden bei dieser Untersuchung verschiedene Trauma-Score-Systeme verglichen.

Unter anderem sollte untersucht werden, ob sich Bewertungssysteme, die als Grundlage die ICD-Kodierung verwenden, bei einer Untersuchung im Sektionsgut einsetzen lassen wie die Abbreviated Injury Scale bzw. der Injury Severity Score.

Einer der untersuchten Scores (ICD-9 basierter ICISS) umfasst in der Definition auch sämtliche anderen Erkrankungen des jeweilig untersuchten Patienten bzw. . Falles. Es war zu prüfen, ob sich die Grunderkrankungen des Patienten und die Verletzung sfolgen auf die Auswertungen auswirken.

5.2 Verwendete Diagnosecodes und Scores

Der als Standardmethode zur Darstellung der Verletzungsschwere verwendete ISS wurde bereits im Kapitel Material und Methoden beschrieben.

Die als Alternative untersuchten Bewertungssysteme der Verletzungsschwere beruhen auf dem „ICD-9 basierten Injury Severity Score“ (ICISS) nach OSLER et al. (1996). Bei der ICISS Methodik wird jeder Diagnose der ICD-9 aufgrund der Daten großer Traumaregister eine relative Überlebenswahrscheinlichkeit (Survival Risk Rate SRR) zugeordnet. Diese relative Überlebenswahrscheinlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Individuum eine spezielle Verletzung überlebt. Ermittelt wird die SRR nach der Formel:

$$SRR_{ICD-9\ Code} = \text{Zahl der Patienten, die mit dieser Diagnose überlebt haben} / \text{Zahl aller Patienten, die mit dieser Diagnose behandelt wurden}$$

Für einen individuellen Patienten errechnet sich der ICISS-Wert dann aus dem Produkt der SRR aller für diesen Patienten codierten Diagnosen.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit kann somit Werte zwischen 0 (maximale Verletzungsschwere, quasi keine Überlebensmöglichkeit) und 1 (geringste Verletzungsschwere mit sicherer Überlebenswahrscheinlichkeit) annehmen.

Die relativen Überlebenswahrscheinlichkeiten wurden zunächst nur für die 2 034 Unfallverletzungsdiagnosen des ICD-9cm (ICD-9 mit klinischen Modifikationen)

berechnet. Später wurden von der gleichen Arbeitsgruppe um RUTLEDGE und OSLER (1998) dann die übrigen Diagnosen der ICD-9cm einbezogen, so dass nicht nur Unfallfolgen und Grunderkrankungen mitberücksichtigt werden konnten, sondern der ICISS für die Ergebnisanalyse und eine Mortalitäts-Voraussage aller hospitalisierten Patienten verwendet werden konnte. Die bei dieser Untersuchung ermittelten relativen Überlebenswahrscheinlichkeiten wurden uns von OSLER und RUTLEDGE zur Verfügung gestellt.

Im Jahr 2000 veröffentlichten KIM et al. (2000) eine Untersuchung, die einen in Seoul, Süd Korea ermittelten auf der nunmehr gültigen ICD-10 beruhenden ICISS mit dem existierenden ICD-9-basierten verglich.

Die gleichen Autoren untersuchten die Fähigkeit dieser Methode, Traumazentren zu vergleichen und vermeidbare Todesfälle aufzudecken.

Auch für den ICD-10 basierten ICISS wurden zunächst nur relative Überlebenswahrscheinlichkeiten für die Unfallverletzungsdiagnosen der ICD-10 ermittelt. Bis zum Beginn dieser Arbeit lagen nur diese SRR vor. Die SRR wurden uns von KIM zur Verfügung gestellt; sie beruhen auf einer Auswertung von 47 750 Patienten.

Die beiden Unfallopfernerhobenen Diagnosen wurden nach dem ICD-9cm und ICD-10 codiert um mittels des beschriebenen ICD-9cm bzw. ICD-10 basierten ICISS für jeden Fall eine individuelle Überlebenswahrscheinlichkeit zu ermitteln. Die Diagnosen wurden unterteilt nach Unfallverletzungsdiagnosen, Diagnosen von Unfallfolgen und Komplikationen sowie Diagnosen von Grunderkrankungen, um bei der Ermittlung der Überlebenswahrscheinlichkeit mit dem ICD-9cm basierten Score getrennte Werte für diese Diagnosegruppen zu erhalten (im Text bezeichnet als ICISS_{9v} (Verletzungsdiagnosen), ICISS_{9f} (Verletzungsfolgen und Komplikationen) und ICISS_{9g} (Grunderkrankungen)). Der ICD-9 basierte ICISS (ICISS₉) errechnet sich als Produkt von ICISS_{9v} x ICISS_{9f} x ICISS_{9g}.

Bezeichnung	Beschreibung	Ergebnis	Wertebereich
ISS	Injury Severity Score Summe der Quadrate der AIS-Werte der drei am schwersten verletzten Körperregionen	Verletzungsschwere	0-75

ICISS9	ICD-9 basierter Injury Severity Score Produkt der diagnosebezogenen Überlebenswahrscheinlichkeiten auf der Basis der ICD-9cm. (alle Diagnosen)	Überlebenswahrscheinlichkeit	0-1
ICISS10	ICD-10 basierter Injury Severity Score Produkt der diagnosebezogenen Überlebenswahrscheinlichkeiten auf der Basis der ICD-10 (nur Verletzungsdiagnosen)	Überlebenswahrscheinlichkeit	0-1
ICISS9v	ICD-9 basierter Injury Severity Score Produkt der diagnosebezogenen Überlebenswahrscheinlichkeiten auf der Basis der ICD-9cm. (nur Verletzungsdiagnosen)	Überlebenswahrscheinlichkeit	0-1
ICISS9f	ICD-9 basierter Injury Severity Score Produkt der diagnosebezogenen Überlebenswahrscheinlichkeiten auf der Basis der ICD-9cm. (nur Verletzungsfolgen und Komplikationen)	Überlebenswahrscheinlichkeit	0-1
ICISS9g	ICD-9 basierter Injury Severity Score Produkt der diagnosebezogenen	Überlebenswahrscheinlichkeit	0-1

	Überlebenswahrscheinlichkeiten auf der Basis der ICD-9cm. (nur Grunderkrankungen)		
--	---	--	--

Der ISS ergibt Werte von 0 (geringste Verletzungsschwere) bis 75 (größte Verletzungsschwere), während die ICISS-Codes Werte für die Überlebenswahrscheinlichkeit von 0 (geringste Überlebenswahrscheinlichkeit, also größte Verletzungsschwere) und 1 (höchste Überlebenswahrscheinlichkeit bzw. geringste Verletzungsschwere) ergibt.

Zum Vergleich der Beurteilungssysteme wurde daher für die ICISS-Codes eine Sterbewahrscheinlichkeit $p_{\text{sterben}} = 1 - p_{\text{überleben}}$ gebildet und der erhaltene Wert mit 75 multipliziert. Somit ergeben sich für den umgerechneten ICISS-Code ebenfalls Werte zwischen 0 und 75, die ansteigender Verletzungsschwere entsprechen.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Vergleich der Systeme

Ein für die Systeme: ICISS 9, ICISS 9v, ICISS 10 und ISS durchgeführter Friedman-Test ergab signifikante Unterschiede der Systeme, so dass diese nicht als gleichwertig anzusehen sind.

5.3.1.1 Allgemeiner Vergleich

	ICISS9*	ICISS9v*	ICISS10*	ISS
Median	53	27	26	29
Min	0	0	0	0
Max	75	75	58	75
Standardabweichung	18,93	27,51	13,98	21,34
Spannweite	75	75	58	75
10%Quantil	27	4	4	9
25%Quantil	36	10	16	16
75%Quantil	69	67	34	42
90%Quantil	74	73	42	75

*Werteumgerechnetwieobenbeschrieben

Auffällig ist die deutlich höhere Lage des Medians beim ICISS 9, während die Mediane bei den allein auf Verletzungsdiagnosen beruhenden Scores in ähnlichen Bereichen liegen. Ursache hierfür sind die Auswirkungen der Diagnosen von Verletzungsfolgen und Komplikationen sowie der Grunderkrankungen, infolge derer die Überlebenswahrscheinlichkeit aufgrund des ICISS 9 nur niedriger oder gleich dem ICISS 9 sein kann. Analog scheint dies auch für die anderen, nur auf Verletzungsdiagnosen basierten Scores zu gelten.

5.3.1.2 Identifikation von Schwerverletzten

Hierfür wurden die 16 Fälle betrachtet, die von den jeweiligen Systemen als am schwersten verletzt bzw. mit der geringsten Überlebenswahrscheinlichkeit identifiziert wurden. Für den ISS waren dies die 16 Fälle, die mit 75 bewertet wurden. Nur ein einziger Fall fand sich hierbei, der von den 4 Systemen (ICISS 9, ICISS 9v, ICISS 10 und ISS) unter den 16 Schwerstverletzten eingereicht wird. (Sektion 845/94: 47-jähriger Mann, von PKW frontaler erfasst, an der Unfallstelle verstorben).

Gewisse Übereinstimmung gibt es bei ICISS 10 und ISS: Immerhin 9 gleiche Fälle wurden unter den 16 Schwerstverletzten eingeordnet.

5.3.1.3 Identifikation von Leichtverletzten

Hierfür wurden die 15 Fälle betrachtet, die von den Systemen als am leichtesten verletzt bzw. mit der höchsten Überlebenswahrscheinlichkeit identifiziert wurden. Die zwei unverletzten Fälle 667/92 und 473/88 wurden von allen vier Systemen schon definitionsgemäß als unverletzt erkannt und auf den Rang 1 gesetzt. Zwei weitere Fälle waren Frauen, die nach Osteosynthese bzw. Implantation einer Hüftgelenktotalprothesen nach Schenkelhalsbruch Lungenembolie erlitten haben.

11 von 15 Übereinstimmungen gab es bei den nur von Verletzungsdiagnosen abhängigen Systemen (ICISS 9v, ICISS 10 und ISS).

5.3.2 Spezielle Betrachtungen am ICISS 9

Bei der Auswertung der Verletzungsschweren nach dem ICD-9-basierten ICISS können, wie oben beschrieben, verschiedene Ansätze gemacht werden: so können allein die Verletzungsdiagnosen, aber auch die unfallbedingten Folgen und Komplikationen sowie die Grunderkrankungen miteinbezogen werden.

Zur besseren Übersicht werden die Auswertungen der Verletzungsschwere nach ICISS, bei denen 0 die größte, 1 die geringste Verletzungsschwere darstellen, in umgekehrter Reihenfolge auf der Abszisse dargestellt.

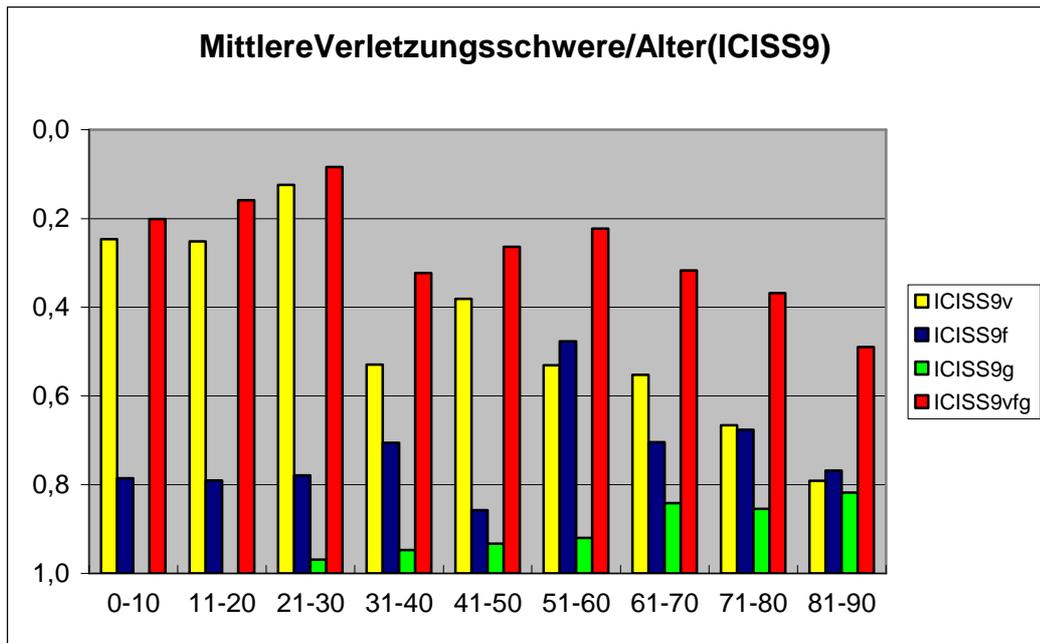
5.3.2.1 Alter

Bei Auswertung nach dem ICISS 9 v werden die niedrigsten Werte für die relative Überlebenswahrscheinlichkeit, somit die größte Verletzungsschwere für die 21 bis 30 Jahre alten Radfahrer (0,1246, -75% vom Mittelwert), die höchsten Werte, somit geringere Verletzungsschwere, für die 81- bis 90-Jährigen (0,7908, +53% vom Mittelwert) ermittelt. Ein zweites relatives Maximum der Verletzungsschwere liegt bei den 41- bis 50-Jährigen.

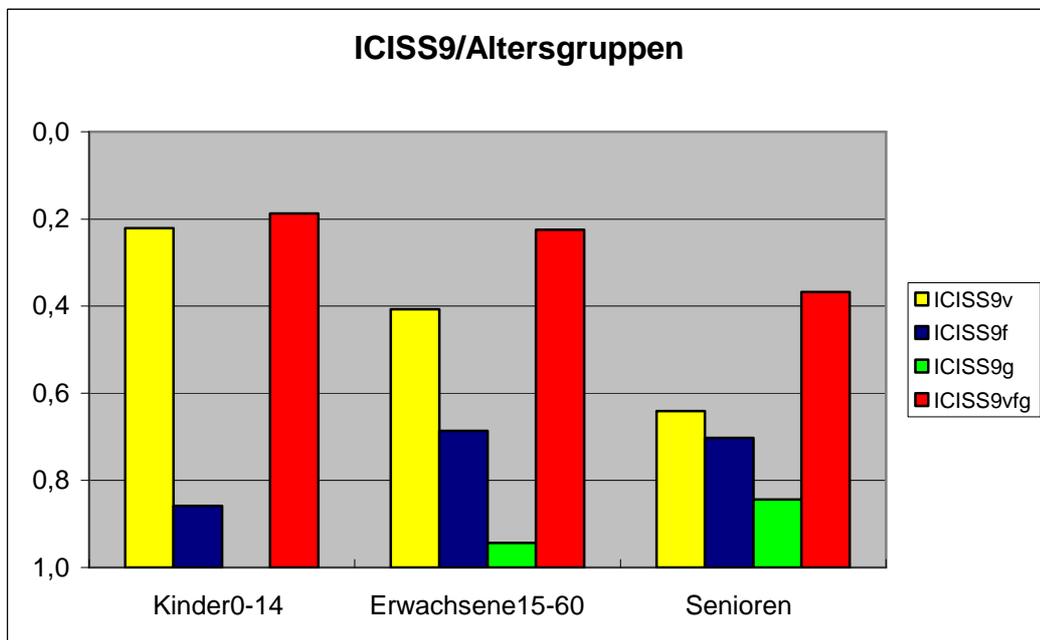
Die Betrachtung der Folgen und Komplikationen mit dem ICISS 9 f muss unter Vorbehalt erfolgen, da bei der Auswertung die Überlebenszeit, die sich natürlich auf Art, Häufigkeit und relative Überlebenswahrscheinlichkeit auswirkt, nicht berücksichtigt wurde. Durchschnittlich trug die Diagnose der Verletzungsfolgen mit einer relativen Überlebenswahrscheinlichkeit von 0,7117 zur Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Radfahrer bei. Überdurchschnittlich waren hiervon die 51- bis 60-Jährigen betroffen, bei den 71- bis 80-Jährigen wurden Werte etwa im Bereich des Durchschnittes erzielt, bei den übrigen Altersgruppen war der Einfluss der Verletzungsfolgen auf die Überlebenswahrscheinlichkeit unterdurchschnittlich.

Bei der Auswertung der bei der Obduktion festgestellten Grunderkrankungen zeigt sich ein Bild, das etwa den Erwartungen entspricht: während bei den jüngsten Altersgruppen bis 20 Jahre keine Einflüsse auf die Überlebenswahrscheinlichkeit bestanden, da keine Grunderkrankungen erfasst werden konnten, steigt der Einfluss mit steigendem Alter an und erreicht sein Maximum bei den 81- bis 90-jährigen Radfahrern.

Unter Berücksichtigung aller erfassten Diagnosen (ICISS 9) ergibt sich folgende Verteilung: die geringste Überlebenswahrscheinlichkeit erreichen die jüngsten Radfahrer, die Kurve steigt in den ersten drei Altersgruppen kontinuierlich an und erreicht bei den 21- bis 30-jährigen ihr Maximum (mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit: 0,0853). Ein zweites relatives Maximum findet sich bei den 51- bis 60-Jährigen (SRR: 0,2228). Für die drei ältesten Altersgruppen nimmt die Kombination aus Verletzungsschwere, Verletzungsfolgen und Grunderkrankungen dann ab und erreicht ihr Minimum bei den 81- bis 90-jährigen.



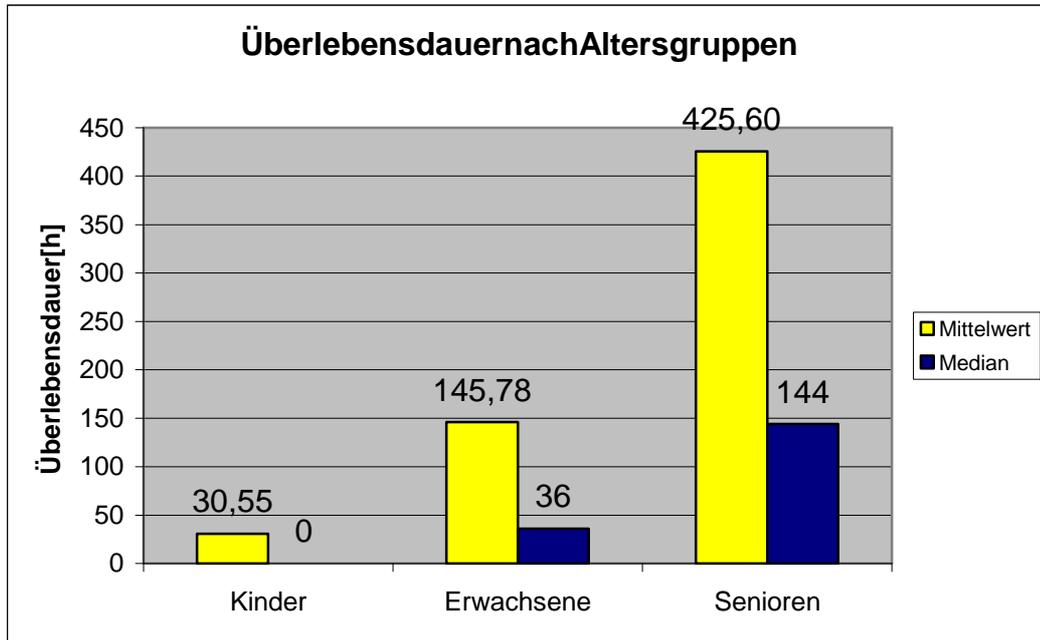
Der Alterszusammenhang der verschiedenen Auswertungsmethoden wird noch deutlicher, wenn die Fälle in größeren Altersgruppen zusammengefasst werden: Sehr deutlich ist der Abfall der Verletzungsschwere mit dem Alter und der Anstieg des Einflusses der Grunderkrankungen.



Der Einfluss von Folgeerkrankungen und Komplikationen ist am größten bei den Erwachsenen zwischen 15 und 60 Jahren, wenn auch nicht besonders deutlich.

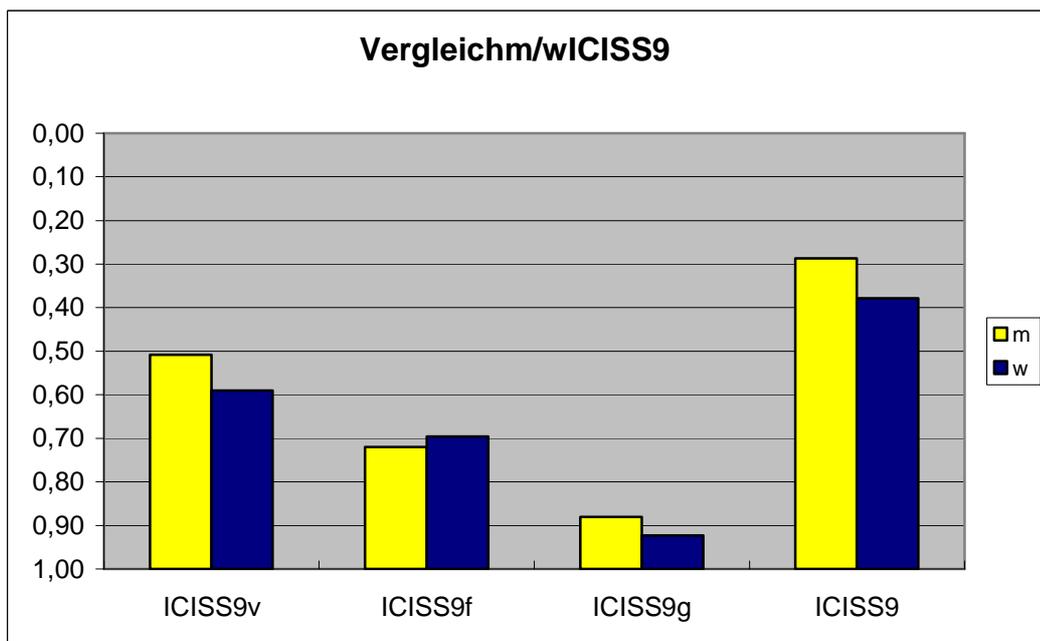
Als Ursache hierfür könnte man eine längere Überlebenszeit und damit größere Komplikationswahrscheinlichkeit annehmen. Diese Hypothese wird jedoch durch

unsere Untersuchung nicht gestützt: Die mittlere und auch die mediane Überlebensdauer ist bei den Senioren deutlich größer.

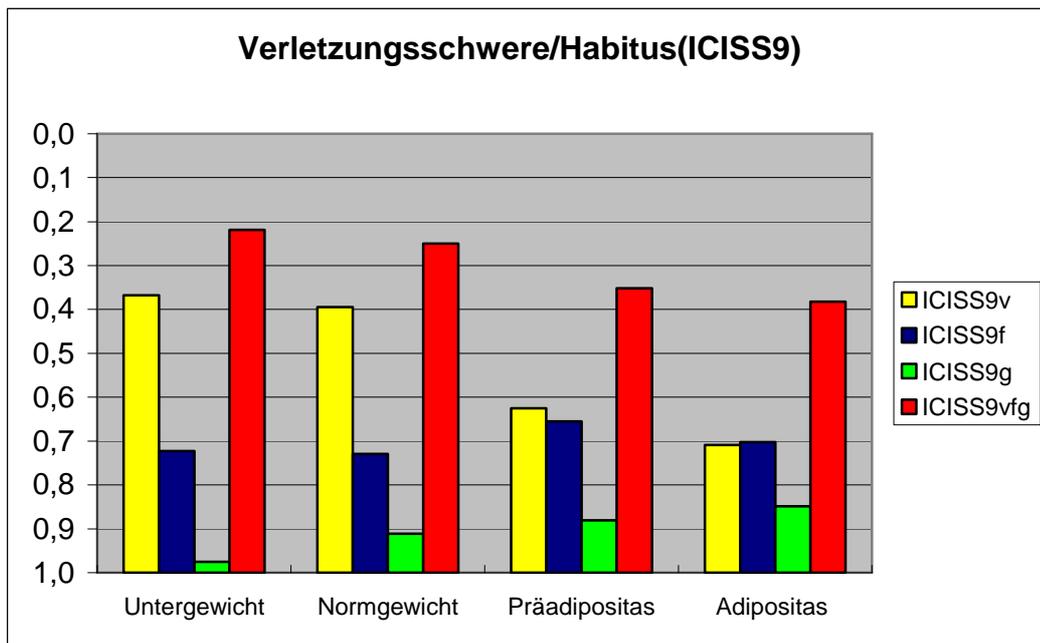


5.3.3 Geschlecht

Im Vergleich der jeweiligen Auswertungsmethoden im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede bei der Verletzungsschwere bzw. individuellen Überlebenswahrscheinlichkeit zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede.



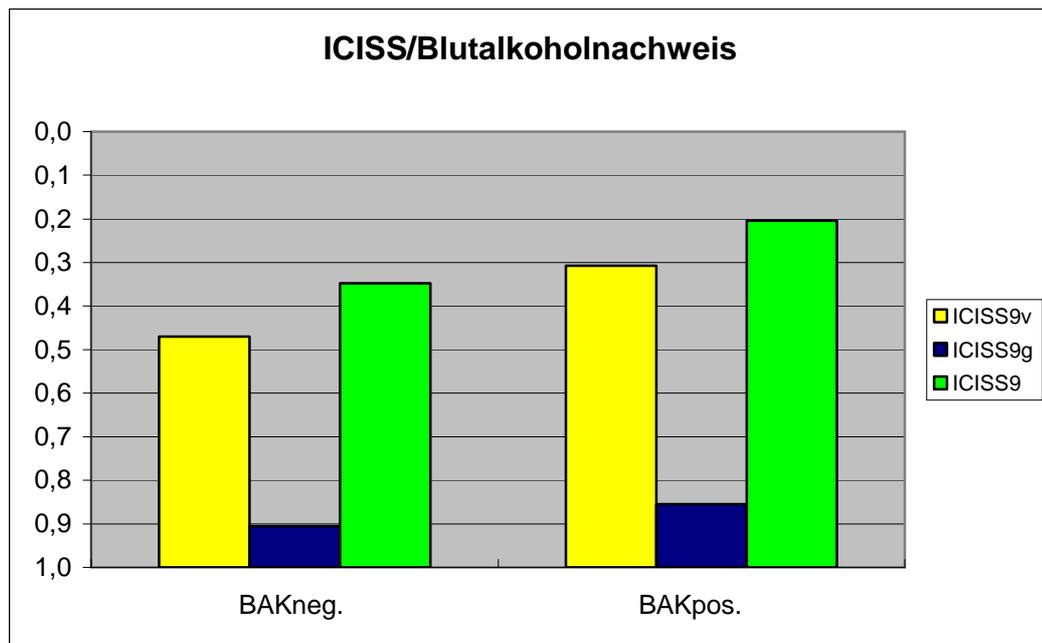
5.3.4 Habitus



Die Auswertung im Hinblick auf den Habitus zeigt einen Anstieg der mittleren relativen Überlebenswahrscheinlichkeit bei den Präadipösen und Adipösen. Dies ist in erster Linie einer deutlich geringeren Verletzungsschwere der Präadipösen und Adipösen mit verhältnismäßig hohen relativen Überlebensraten bei isolierter Auswertung der Verletzungsdiagnosen geschuldet. Der Einfluss der Grunderkrankungen steigt mit der Gewichtsklasse kontinuierlich, wirkt sich jedoch auf die Gesamt-Überlebensrate nicht allzu stark aus. Das Bild der isolierten Auswertung der Verletzungsfolgen und Komplikationen zeigt ein eher uneinheitliches Bild mit einem Maximum bei den Präadipösen, gefolgt von den Adipösen, Untergewichtigen und Normgewichtigen.

5.3.5 Blutalkoholkonzentration

Wie beim Vergleich der Untergruppe mit dem ISS findet sich eine deutlich größere Verletzungsschwere der Alkoholisierten, was sich auch auf die Überlebenswahrscheinlichkeit auswirkt. Der Einfluss der Grunderkrankungen auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ist geringer, wenn auch eine tendenziell niedrigere Überlebenswahrscheinlichkeit aufgrund von Grunderkrankungsdiagnosen bei den Alkoholisierten gefunden wurde.



5.4 Diskussion

Die ICISS-Methode wurde entwickelt, um in einem großen Patientenkollektiv schnell mithilfe der vorhandenen Daten eine Abschätzung über die Prognose des Patienten durchführen zu können. Herangezogen werden Daten aus einem großen Erkrankungs- und Verletzungsregister. Auch in den USA ist die Kodierung der Diagnosen verpflichtend. Es lag deshalb nahe, ein Bewertungssystem für Verletzungen und Erkrankungen zu entwickeln, das sich unmittelbar an der Diagnosekodierung orientiert. Für den klinischen Einsatz ist dieses System zumindest in North Carolina etabliert. Von MEREDITH et al. (2002) wurde eine bessere Fähigkeit von Vorrassagen zur Mortalität gefunden als bei acht anderen Bewertungsalgorithmen. In einer Untersuchung von HANNAN et al. (2000) wurde in einer Regressionsanalyse von fünf Traumascoresystemen bei 2 923 pädiatrischen Trauma-Patienten im Staat New York der ICISS als bester Faktor für die Voraussage der Mortalität ermittelt: 45 % der Patienten mit einer berechneten Überlebenswahrscheinlichkeit von kleiner als 0,5 starben.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollte geprüft werden, ob sich der ICISS auch für die retrospektive Auswertung zum Beispiel an einem Kollektiv von Sektionsfällen eignet. Diese Frage kann wohl verneint werden.

Die nachträgliche manuelle Kodierung von Verletzungen und Erkrankungen aufgrund des Sektionsprotokolls hat sich sowohl für die ICD-9 als auch für die ICD-10 als außerordentlich zeitaufwendig herausgestellt. Im klinischen Betrieb, in dem die

Diagnosen ohnehin aufgrund gesetzlicher Anordnung oder anderer Vorschrift enkodiert werden müssen, ist diese Situation natürlich anders.

Probleme gab es außerdem bei der Kodierung durch fehlende klinische Angaben im Sektionsprotokoll. So sind sowohl bei der ICD-9 cm, d.h. der auf klinische Gegebenheiten angepassten und weiterentwickelten ICD-9 (die eine ursprünglich lediglich auf Klassifizierung von Todesursachen zugeschnittene Klassifikation ist) als auch bei der ICD-10 Schädel-Hirn-Verletzungen eigentlich nur mit ausreichenden klinischen Angaben, was z.B. die Dauer einer Bewusstlosigkeit angeht, korrekt zu kodieren. Teilweise impliziert die Diagnose bereits den fatalen Ausgang (z.B. „Ausgedehnte Kontusion des Großhirnes ohne Restitution“). Solche Diagnosedefinitionen sind für ein Kollektiv von Sektionsfällen, bei denen es sicher nicht zu einer Restitution gekommen ist sondern definitiv zum tödlichen Ausgang, natürlich wenig brauchbar.

Für diese Untersuchung musste auf Daten für die Diagnosebezogene Überlebenswahrscheinlichkeit aus den Vereinigten Staaten (ICISS 9) bzw. aus Südkorea (ICISS 10) zurückgegriffen werden, da ähnliche Daten in Deutschland bislang nicht zur Verfügung stehen. Auch wenn es sich bei beiden Staaten um gleichermaßen hoch entwickelte Gesellschaften wie Deutschland handelt, kann nicht mit letzter Sicherheit davon ausgegangen werden, dass in Deutschland gleiche Werte für die Diagnosebezogenen Überlebenswahrscheinlichkeiten ermittelt worden wären. Schon durch ein anderes Rettungssystem könnten sich drastische Unterschiede ergeben.

Vorteile eines Einstufungssystems unter Berücksichtigung aller Diagnosen des Patienten ist natürlich die Einbeziehung von der Verletzungsschwere unabhängiger Faktoren wie Grunderkrankungen, ohne dass hierfür weitere klinische Daten vorliegen müssen, wie es bei Klassifikationen wie TRISS oder dem Deutschen Trauma Register der Fall ist.

In dieser Untersuchung hat sich die Klassifikation nach ISS letztlich durchgesetzt. Vorteile sind die Orientierung an streng anatomischen Verletzungssdiagnosen, die eine Anwendbarkeit sowohl bei Patientenkollektiven als auch im Sektionsmaterial ermöglicht und eine schnelle und effektive Kodierung und Bewertung von Diagnosen.

Mit der Verwendung des ISS ist außerdem ein Vergleich mit internationalen Studien möglich, da sich der ISS wohl auch aus den oben genannten Gründen in der Unfallforschung durchgesetzt hat.

6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob sich Einflüsse wie das Alter, das Geschlecht, der Körperhabitus, Alkoholeinfluss und Unfallgegner auf Verletzungsschwere und Verletzungsmuster bei tödlich verunglückten Fahrradfahrern auswirken.

Zu diesem Zweck wurden aus dem Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Hamburg 115 Sektionsprotokolle von Fällen aus den Jahren 1983 bis 2001 ausgewertet, bei denen der Tod im Zusammenhang mit der Benutzung eines Fahrrades stand.

Von den 115 Todesfällen waren 113 auf einen Unfall mit dem Fahrrad zurückzuführen, bei 2 Fällen konnten keine Verletzungen nachgewiesen werden. Unter den Unfallopfern waren 11 Kinder, 41 Erwachsene bis 60 und 63 Senioren über 60 Jahre, das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Fällen betrug 2:1. Übergewichtig mit einem BMI von $> 25 \text{ kg/m}^2$ waren 45 der Fälle, davon 10 adipös mit einem BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$. Bei 35 Fällen wurden Blutalkoholmessungen vorgenommen, in 15 Fällen mit positivem Ergebnis.

Kinder wurden deutlich schwerer verletzt als Erwachsene und Senioren. Im Vergleich der Geschlechter ergab sich kein wesentlicher Unterschied. Übergewichtige wurden weniger stark verletzt als normal- oder untergewichtige. Alkoholisierte Fahrradfahrer erlitten schwerere Verletzungen als nüchterne. Zusammenstöße mit LKW und PKW führten zu schwereren Verletzungen als Stürze ohne Kollisionen.

Der Kopf ist unter allen Fällen die häufigste Verletzungslokalisation, insbesondere der Hirnschädel. Am wenigsten häufig ist die Lendenwirbelsäule betroffen. Kinder wurden überdurchschnittlich häufig am Thorax, Senioren seltener an Gesichtsschädel und Abdomen verletzt. Männer wurden häufiger als Frauen an der linken Thoraxseite, Frauen seltener als Männer am Abdomen verletzt. Präadipöse mit einem BMI zwischen 25 und 30 kg/m^2 wurden seltener am Abdomen, Adipöse häufiger an der linken Thoraxseite verletzt als die übrigen Gewichtsgruppen. Alkoholisierte Fahrradfahrer wurden häufiger am Gesichtsschädel und am Abdomen verletzt als nüchterne. Während bei Unfällen ohne Fremdeinwirkung alle Körperregionen außer dem Kopf unterdurchschnittlich häufig verletzt wurden, steigt mit Größe und Gewicht des Kollisionsgegners die Häufigkeit der Einwirkung auf den Rumpf, insbesondere auf den Thorax, sowie die unteren Extremitäten.

7 Literaturverzeichnis

Baker,S.P.,O'Neil

TheInjury-Severity-Score:AnUpdate

JTrauma(1976)16:882-885

Baker,S.P.,O'Neil,B.,Haddon,W.,Long,W.B.

TheISS:amethodfordescribingpatientswithmultipleinjuriesandevaluating
emergencycare

JTrauma(1974)14:187-196

Boström,L.,Nilsson,B.

AReviewofSeriousInjuriesandDeathsfromBicycleAccidentsinSweden
from1987to1994

JTrauma(2001)50:900-907

Boulanger,B.R.,Milzman,D.,Mitchell,K.,Rodriguez,A.

BodyHabitusAsaPredictorofInjuryPatternAfterBluntTrauma

JTrauma(1992)33:228-232

Choban,P.S.,Weireter,L.J.,Maynes,C.

ObesityandIncreasedMortalityinBluntTrauma

JTrauma(1991)31:1253-1257

CommitteeonInjuryScaling

TheAbbreviatedInjuryScale,Rev.1990

AmericanAssociationforAutomotiveMedicine(AAAM),1990

Delank,K.-W.,Meldau,P.,Stoll,W.

DieTraumatologiedesGesichtsschädelsbeiFahrradunfällen

Laryngo-Rhino-Otol.(1995)74:428-431

Enzler,M.,Harder,F.

UnfällemitZweiradfahrzeugen:VerletzungsmusterundKosteninAbhängigkeit
vomFahrzeugtyp

Z.Unfallchir.Vers.Med.(1991)84:112-119

Enzler,M.,Schibli,M.,Stöhr,S.,Harder,F.

UnfällemitZweiradfahrzeugen,Verletzungsmuster,Kosten,Möglichkeiten der
Prävention

Akt.Traumatol.(1992)22:89-95

Grimm,D.

VerkehrsmedizinischeAnalysetödlicherZweiradunfälleimSektionsma terialdes
InstitutesfürRechtsmedizinderUniversitätHamburg,Untersuchungszeit raum
1976–1981

DissertationUniversitätHamburg1985

Guggenmoos-Holzmann,I.,Wernecke,K.

MedizinischeStatistik

Blackwell-Wissenschafts-Verlag,Berlin,Wien1996

HannanEL,SzypulskiFarrellL,MeakerPS,CooperA

PredictingInpatientMortalityforPediatricTraumaPatientsWithBl untInjuries:
ABetterAlternative

JPedSurg(2000)35:155-159

HartlG.

Obesityepidemicputsatriskfromrelateddisease

Genf:WHO1997

JeschkeD,ZeilbergerK

AlternundkörperlicheAktivität

DtschArztebl(2004)101:A789-798

- Kim Y., Jung K. Y.
Utility of ICISS: Detecting Preventable Deaths and Comparing the Performance of Emergency Medical Centers
Persönliche Mitteilung (per E-mail)
- Kim Y., Jung K. Y., Kim C., Kim Y., Shin Y.
Validation of the International Classification of Diseases 10th Edition–based Injury Severity Score (ICISS)
J Trauma (2000) 48:280-285
- Kuner, E. H., Gabelmann, M., Schlickewei, W.
Zweiradunfälle–Ursachen und Folgen. Eine Bilanz des Kalenderjahres 1986
Unfallchirurgie (1990) 16:25-34
- Linhart, W. E., Purtscher, A. K., Sauer, H.
Fahrradunfälle bei Kindern
Pädiatrie und Pädologie (1991) 26:61–64
- Lutz, F. U. und Kreidel, H. St.
Tödliche Zweiradunfälle–Ursachen, Verschulden
Z Rechtsmed (1988) 101:1-8
- Meredith, J. W., Evans, G., Kilgo P. D., MacKenzie E., Osler, T., McGwin G., Cohn, S., Esposito, T., Gennarelli, T., Hawkins, M., Lucas, C., Mock, C., Rotondo, M., Rue, L.
A Comparison of the Abilities of Nine Scoring Algorithms in Predicting Mortality
J Trauma (2002) 53:621-629

Osler, T., Rutledge R., Deis J., Bedrick, E.
ICISS: An International Classification of Disease-9 Based Injury Severity Score
J Trauma (1996) 41:380-387

Rutledge R., Osler, T., Kromhout-Schiro, S.
Illness severity adjustment for outcomes analysis: Validation of the ICISS
methodology in all 821,455 patients hospitalized in North Carolina in 1996
Surgery (1998) 124:187-194

Sacks, J. J., Holmgren, P., Smith, S. M., Sosin, D. M.
Bicycle-Associated Head Injuries and Deaths in the United States From 1984
Through 1988, How Many Are Preventable?
JAMA (1991) 266:3016-3018

Sauter, R
Radfahren in Großstädten
ADAC motorwelt (2004) 4:50-54

Spaite, D. W., Criss, E. A., Weist D. J., Valenzuela, T. D., Judkins, D., Meislin
H. W.
A Prospective Investigation of the Impact of Alcohol Consumption on Helmet
Use, Injury Severity, Medical Resource Utilization, and Health Care Cost
in
Bicycle Related Trauma
J Trauma (1995) 38:287-290

Statistisches Bundesamt
Allgemeine und Methodische Erläuterungen zur Straßenverkehrsunfallstatistik
Fachserie 8, Reihe 7, 2001

Statistisches Bundesamt
Straßenverkehrsunfallstatistik
Fachserie 8, Reihe 7, 2002

Statistisches Landesamt der Freien und Hansestadt Hamburg:
Verkehrsunfallbericht 1981-2001

Tulloh, B. R., Collopy, B. T.

Positive correlation between blood alcohol level and ISS in road trauma
Injury (1994) 25:539–543

US Department of Health and Human Services

International Classification of Diseases, 9th revision, Clinical Modification (ICD-
9-CM), 4th ed

Washington D. C. (1991), DHHSPublication No. (PHS)80-1260

World Health Organization

International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
1989 Revision

Geneva (1992)

Danksagung

Besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. med. Klaus Püschel für die Betreuung bei der Auswahl sowie die Vergabe des Dissertationsthemas.

Frau Prof. Dr. med. Ute Lockemann danke ich für die stets motivierende Betreuung der Arbeit und die äußerst zügige Bearbeitung des Manuskriptes.

Lebenslauf

Stefan Friedrich Kanduth-Grahlgeb. Kanduth

23. Dezember 1967	Geboren in Berlin Nikolasse als Sohn der Heidemarie Kanduth, Kaufmännische Angestellte und des Adolf Kanduth, Tischlermeister
1978–Mai 1987	Schulbildung am Städtischen Gymnasium Kreuzgasse, Köln, Allgemeine Hochschulreife (Note: 2,0)
Juli 1987–September 1988	Wehrdienst beim Sanitätsbataillon 6, Itzehoe
Oktober 1988–Februar 1990	Biologiestudium an der Universität Tübingen
April 1990–November 1996	Medizinstudium an der Universität Tübingen
Oktober 1995–September 1996	Praktisches Jahr mit Tertialen an der Orthopädischen Universitätsklinik Basel (Felix-Platter-Spital, Kantonsspital Basel-Stadt), im Kreiskrankenhaus Albstadt-Ebingen (Innere Medizin) und im Kantonalen Spital, Rorschach, Schweiz
November 1996	Ärztliche Prüfung, Universität Tübingen, Note: gut
Ärztliche Tätigkeit:	
Dezember 1996	Kantonales Spital Rorschach, Klinik für Chirurgie Chefarzt Dr. med. Jürg Teuscher
Januar–September 1997	Praxis Dres. Müller und Koch, Ärzte für Allgemeinmedizin, Biberach/Baden
Oktober 1997–August 1998	Kantonales Spital Rorschach, Klinik für Chirurgie Chefarzt Dr. med. Jürg Teuscher, seit 1. 1. 1998 Chefarzt Dr. med. Andreas Olah
Juni 1998	Approbation
September 1998–Mai 2000	Johanniter-Krankenhaus Geesthacht, Chirurgische Abteilung, Chefarzt Dr. med. Karl-Heinz Schoppmeier
Juli 2000–September 2000	Klinik Ahrensburg, Chefarzt Dr. med. Klaus Frenzel
Seit Oktober 2000	Paracelsus-Klinik Henstedt-Ulzburg, Chirurgische Abteilung, Chefarzt Dr. med. Kraft Götz
Juni 2000	Beginn der Dissertation

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht in einem Fachver- treter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Stefan Kanduth-Grahl