

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Tödliche Höhenstürze im Land Berlin von 1988-2004
–Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Stefanie Last

aus Perleberg

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. M. Tsokos
 2. Prof. Dr. med. C. Meißner
 3. Prof. Dr. med. St. Seidl

Datum der Promotion: 23.06.2013

Meiner Oma Ruth in liebevoller Erinnerung gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7
2 Fragestellung	11
3 Material und Methoden	13
3.1 Untersuchungsmaterial.....	13
3.2 Ausschlußkriterien	13
3.3 Erhobene Daten	14
3.4 Auswertung	16
3.5 Statistische Berechnungen.....	17
3.6 Exemplarische Darstellung von Fallbeispielen aus dem Untersuchungskollektiv mit zunehmender Sturzhöhe (3., 6., 9., 16.,23. OG)	17
4 Ergebnisse	21
4.1 Häufigkeit der Todesursache „Sturz aus der Höhe“ in Berlin (01.01.1994 – 31.12.2004)	21
4.2 Alter	21
4.3 Geschlecht	22
4.4 Körpergewicht	22
4.5 Körpergröße	22
4.6 Body Mass Index (BMI)	22
4.7 Blut- /Urinalkoholgehalt mit Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt	22
4.8 Weitere chemisch-toxikologische Befunde	23
4.9 Sturzbezogene Daten.....	25
4.9.1 Todesumstand (Unfall / Suizid / Homizid).....	25
4.9.2 Sturzhöhe	29
4.9.3 Aufschlagtyp	30
4.9.4 Anatomische Lokalisation des primären Aufschlages.....	31
4.9.5 Aufschlaguntergrund	32
4.9.6 Körperlage zum Zeitpunkt des Auffindens der Person	32
4.9.7 Überlebenszeit / Zeitintervall zwischen Sturzereignis bzw. Auffinden und Todesfeststellung	32
4.9.7.1 Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	33
4.9.8 Reanimationsversuche	34
4.9.8.1 Sturzhöhe und Reanimation	34
4.10 Zum Tod führende Hauptverletzung (Todesursache)	35
4.11 Verletzungsmuster Schädel.....	38
4.11.1 Lokalisation des Kopfaufschlages	38
4.11.2 Schädeldachfrakturen.....	39
4.11.3 Schädelbasisfrakturen	41
4.11.4 Gesichtsschädelfrakturen	42
4.11.5 Hirnverletzungen	44
4.11.6 Unterkieferfrakturen.....	46

4.12 Verletzungsmuster Hals (exklusive Halswirbelsäule)	47
4.12.1 Verletzungen der Halsmuskeln.....	47
4.12.2 Verletzungen der großen Halsgefäße.....	48
4.12.3 Frakturen an Kehlkopfskelett / Zungenbein	50
4.13 Verletzungsmuster Wirbelsäule und Rumpfskelett	52
4.13.1 Rippenfrakturen	54
4.13.1.1 Rippenfrakturen und Reanimation	55
4.13.2 Sternumfrakturen.....	58
4.13.2.1 Sternumfrakturen und Reanimation	59
4.13.3 Verletzungen der Wirbelsäule	61
4.13.3.1 Verletzungen der Halswirbelsäule (HWS)	62
4.13.3.2 Verletzungen der Brustwirbelsäule (BWS)	65
4.13.3.3 Verletzungen der Lendenwirbelsäule (LWS)	66
4.13.4 Beckenringfrakturen	67
4.13.4.1 Verletzungen der Iliosakralgelenke.....	68
4.14 Verletzungsmuster Brust- und Bauchorgane.....	69
4.14.1 Verletzungen von Thoraxorganen	69
4.14.2 Verletzungen von Bauchorganen	70
4.14.3 Verletzungen der Lungen	73
4.14.3.1 Lungenverletzungen und Frakturen an Rippen und Sternum	74
4.14.4 Verletzungen des Herzens	76
4.14.5 Verletzungen der Aorta.....	77
4.14.5.1 Lokalisation der Aortenverletzung	79
4.14.6 Verletzungen des Zwerchfells	80
4.14.7 Verletzungen der Leber	81
4.14.8 Verletzungen der Milz.....	82
4.14.9 Verletzungen der Nieren.....	84
4.15 Verletzungsmuster Extremitätenskelett	85
4.15.1 Oberarmfrakturen	86
4.15.2 Unterarmfrakturen	87
4.15.3 Frakturen des Handskelettes.....	88
4.15.4 Oberschenkelfrakturen	89
4.15.5 Unterschenkelfrakturen	90
4.15.6 Verletzungen des Fußskelettes	91
4.16 Petechiale Stauungsblutungen und deren Lokalisation	93
5 Diskussion	94
5.1 Sturzhöhe	97
5.2 Verletzungsmuster.....	99
5.2.1 Kopfverletzungen.....	99
5.2.2 Unterkieferfrakturen.....	100
5.2.3 Halsverletzungen.....	101
5.2.4 Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen	101
5.2.5 Rippenfrakturen	103
5.2.6 Sternumfrakturen.....	104
5.2.7 Verletzungen der Wirbelsäule	104
5.2.8 Beckenfrakturen	105
5.2.9 Lungenverletzungen	106
5.2.10 Herzverletzungen	107

5.2.11 Aortenverletzungen	107
5.2.12 Verletzungen des Zwerchfells	109
5.2.13 Leberverletzungen.....	109
5.2.14 Milzverletzungen.....	110
5.2.15 Nierenverletzungen	110
5.2.16 Extremitätenverletzungen.....	110
5.2.17 Petechiale Blutungen.....	111
5.3 Schlussfolgerung.....	112
5.4 Diskussion der Methodik	113
6 Zusammenfassung.....	115
7 Literaturverzeichnis	116
8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	123
8.1 Tabellenverzeichnis.....	123
8.2 Abbildungsverzeichnis.....	124
9 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen in alphabetischer Reihenfolge	126
10 Curriculum vitae	127
11 Danksagung.....	129
12 Erklärung.....	130
13 Anhang.....	131
13.1 Variablenverschlüsselung für die Datenbank	131

1 Einleitung

Der tödliche Sturz aus der Höhe stellt ein häufiges Ereignis in Großstädten dar und repräsentiert eine Form des stumpfen Trauma [62]; als stumpfes Trauma werden Verletzungen bezeichnet, welche durch breitflächige Gewalteinwirkung auf den menschlichen Körper hervorgerufen werden [19]. Laut Einzelnachweis der Todesursachen 2006 – 2010 des statistischen Bundesamtes starben in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) zwischen dem 01.01.2006 und 31.12.2010 5277 Personen durch einen Sturz aus der Höhe, dies entspricht 0,15% aller Todesursachen in der BRD in diesem Zeitraum [13]. Laut Berliner Todesursachenstatistik starben in Berlin zwischen dem 01.01.1994 und dem 31.12.2004 insgesamt 2.033 Personen durch einen Sturz aus der Höhe [78]. Dies entspricht circa 185 Sektionsfällen pro Jahr in Berlin. Im Obduktionsgut eines großstädtischen rechtsmedizinischen Institutes sind tödliche Stürze aus der Höhe also keine Seltenheit. Bockholdt et al. berichten von ähnlichen Werten in Berlin (170 Fälle pro Jahr in einem 11-Jahres-Zeitraum), die sich als Stürze aus Fenstern, von Dächern, Balkonen, Türmen oder Baugerüsten ereignen [9]. Bezüglich der Umstände handelt es sich meistens um Suizide und Unglücksfälle [44,72,73,79]. Tötungsdelikte sind selten, allerdings wurde auch hierüber vereinzelt berichtet [44,73].

Bei Todesfällen durch Sturz aus der Höhe wird in der überwiegenden Zahl der Fälle eine Obduktion durch Staatsanwaltschaft oder Gericht angeordnet. Insgesamt sind jedoch die nach § 87 Strafprozessordnung (StPO) gerichtlich angeordneten Obduktionen in Deutschland mit etwa 2 % aller Todesfälle relativ gering (ca. 850.000 Todesfälle / Jahr in Deutschland). Insbesondere in den neuen Bundesländern ist ein deutlicher Rückgang der Obduktionszahlen zu erkennen. Doberentz et al. berichten über eine Abnahme der Obduktionsfrequenz von 20-30% in der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) auf 5% aller Todesfälle seit der Wiedervereinigung 1990 [23]. Dies liegt offenbar nicht zuletzt an einer fälschlich als „natürlich“ attestierten Todesart durch den leichenschauenden Arzt, da eine gerichtliche Obduktion gemäß § 87 IV Strafprozessordnung (StPO) nur auf Anordnung eines Richters oder Staatsanwaltes erfolgen kann, wenn die Todesart mit „nicht-natürlich“ bzw. „ungewiss“ bescheinigt wurde und entsprechend kriminalpolizeiliche Ermittlungen stattgefunden haben. Eine „natürliche“ Todesart liegt vor, wenn der / die Verstorbene an einer konkret zu bezeichnenden, inneren Erkrankung gelitten hat und diese zum Tod geführt hat,

wobei die Umstände des Auffindens des Leichnams mit der angenommenen Todesursache kompatibel sein müssen. Im Gegensatz dazu müssen bei der Bescheinigung einer „nicht-natürlichen“ Todesart konkrete Anhaltspunkte für eine Verursachung des Todes bzw. todesursächlicher Verletzungen / Befunde von außen (Unfall, Tod durch eigene oder fremde Hand) vorliegen [67]. Bei einer „ungewissen“ Todesart lässt sich durch eine äußere Leichenschau alleine nicht klären, ob eine natürliche oder eine nicht-natürliche Todesart vorliegt. Im Falle eines tödlichen Sturzes aus der Höhe ist entsprechend regelhaft eine nicht-natürliche Todesart zu bescheinigen. Die Haupttodesursache nach Sturz aus der Höhe ist in der überwiegenden Zahl der Fälle das sog. „Polytrauma“. Als „Polytrauma“ werden Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsysteme bezeichnet, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer Verletzungen vital bedrohlich ist. Der „Injury Severity Score“ (ISS) beträgt mindestens 16 Punkte, wobei Werte zwischen 0 und 75 vergeben werden können. Der ISS ist eine anatomische Verletzungsgradtabelle zur klinischen Einordnung der Verletzungsschwere [4]. Bewertungsgrundlage ist die jeweilige Überlebenswahrscheinlichkeit bei den Einzelverletzungen gemäß der vereinfachten Verletzungsskala „Abbreviated Injury Scale“ (AIS). Die Prognose nach Polytrauma ist von dem Verletzungsmuster abhängig. Bei einer Gesamtlethalität von ca. 15-30 % steigt die Letalität deutlich an, wenn ein Schädel-Hirn-Trauma, ein Abdominal- oder ein Thoraxtrauma Teil des Verletzungsmusters sind [37].

Die häufigsten Polytrauma-Ursachen sind laut TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) mit 57,5 % Verkehrsunfälle. An zweiter Stelle stehen bereits Stürze mit insgesamt 27,5 %, wobei die Stürze aus einer Höhe > 3 m im Jahr 2008 15,2% ausmachten [22]. Entsprechend finden sich nach Stürzen aus der Höhe regelhaft kombinierte Skelett-, Weichteil-, Organ- und Gefäßverletzungen, die teils auf direkte, teils auf indirekte stumpfe Gewalteinwirkungen zurückzuführen sind.

Die Verdachtsdiagnose „Polytrauma“ kann bereits beim Vorliegen bestimmter Unfallmechanismen und Umgebungsumstände gestellt werden, beispielsweise einem Sturzgeschehen > 3 m [39]. Jedoch ist das (not-)ärztliche Erkennen eines stattgehabten Sturzes aus der Höhe teils anspruchsvoll, da äußere Befunde diskret sein können [72]. Beispielhaft sei hier ein Todesfall angeführt, bei dem trotz eines Sturz > 1000 m (Fallschirmspringer) die Körperdecke weitgehend unversehrt blieb [27]. Problematisch erscheint generell, dass bei direkter stumpfer Gewalteinwirkung Diskrepanzen zwischen

äußerlicher Unversehrtheit und schwersten inneren Verletzungen stets wieder zu beobachten sind, insbesondere im Säuglings- und Kleinkindalter [3,25,33]. Auch im Erwachsenenalter sind sog. „Impact“-Traumen (Aufprall-Verletzungen) ohne äußeres Korrelat forensisch bedeutsam; eine Körperregion, die nach stumpfer Traumatisierung häufig äußere Befunde vermissen lässt, ist der Bauchbereich. Die unterschiedlich ausgeprägte und stark verform- und imprimierbare Bauchdecke zeigt bei der Obduktion oft erst nach sorgfältigem Lamellieren der Subkutis entsprechende Einblutungen, selbst wenn es aus Leber- und/oder Gekröserupturen zum inneren Verbluten gekommen ist und die stumpfe Gewalteinwirkung frontal erfolgte [36]. Ausschlaggebend für das Auftreten oder Ausbleiben manifester Hautveränderungen kann auch die Interposition von Textilien sein [34].

Aufgrund der vielfachen, teilweise aber äußerlich nur eingeschränkt erkennbaren Verletzungen und Verletzungskombinationen nach einem Sturz aus der Höhe ist eine Einordnung eines solchen Todesfalles also gelegentlich anhand der äußeren Leichenschaubefunde allein nicht möglich, sondern erfordert vielmehr die Berücksichtigung sämtlicher Begleitumstände (z. B. Spurenlage am Fundort bzw. soziale, medizinische und psychiatrische Vorgeschichte [6,85]). Daher stellen Todesfälle infolge eines Sturzes aus der Höhe gutachterlich besondere Anforderungen an Ermittlungsbehörden, leichenschauende Ärzte und nicht zuletzt auch an klinisch tätige Ärzte, wenn das Sturzgeschehen zumindest eine gewisse Zeit überlebt wurde und medizinische Behandlungen erfolgten. Ferner stellt sich aus kriminalistischer Sicht die Frage, ob ein tödlicher Sturz aus der Höhe das Resultat eines Unfallereignisses, eines Suizides oder eines Homizides ist.

Durch die gerichtliche Obduktion eines nach Sturz aus der Höhe verstorbenen Menschen wird zunächst im Sinne des Ausschlusses einer Fremdschuld zu klären sein, ob dieser zum Sturzzeitpunkt noch lebte oder die Leiche, beispielsweise zur Vertuschung eines vorausgegangenen Tötungsdeliktes, nachträglich aus der Höhe gestürzt wurde. Hierzu können neben der Spurenlage am Leichenfundort und dem Fehlen von Abwehrverletzungen die sog. „Vitalitätszeichen“ am Leichnam dienen, z. B. subendokardiale Blutungen nach hämorrhagischem Schock, Lungen- und Hirnödemen, Blutaspilation oder ein Haut- und Weichteilemphysem bei Vorliegen eines sturzbedingten (Spannungs-)Pneumothorax. Für die autoptische Differentialdiagnose zwischen Suizid, Unfall oder Homizid ist auch das Verletzungsmuster von Bedeutung. Die Herausforderung bei der gerichtlichen Obduktion besteht in der Abgrenzung von

Befunden, welche sich dem Sturzgeschehen nicht zuordnen lassen und als Hinweise auf Fremdeinwirkung zum Sturzzeitpunkt interpretiert werden können [12,35,61]. Jede Verletzung von nicht-exponierten Körperstellen (z. B. Innenseiten der Oberarme, Halsregion) kann einen solchen Verdacht begründen [40,56,59,72]. Allerdings können durch fremde Hand verursachte Verletzungen auch durch Aufschlagverletzungen maskiert sein [9].

Sowohl Berghaus als auch Ruchholtz berichten darüber, dass sich bei Stürzen das Verletzungsmuster zwischen akzidentiellen und suizidalen Ereignissen unterscheidet. Bei ersteren ist häufiger die Kopfregion und bei letzteren Beine und Becken betroffen [6,63].

Der hauptsächlich bestimmende Faktor für die Verletzungsschwere ist allerdings die Aufschlaggeschwindigkeit $V_{\text{Aufschlag}}$, welche sich aus $v=\sqrt{2gs}$ (v = Geschwindigkeit, g = Erdanziehungskraft, s = Weg, Tab. 1) ergibt [84]. Für jedes Obergeschoß (OG) kann eine Fallhöhe von 3 m angenommen werden [2,6].

Sturzhöhe [m]	$V_{\text{Aufschlag}}$ [m/s]	$V_{\text{Aufschlag}}$ [km/h]
3. OG , 9 m	13,28 m/s	47,84 km/h
6. OG, 18 m	18,79 m/s	67,65 km/h
9. OG, 27 m	23,01 m/s	82,86 km/h

Tab. 1: Aufschlaggeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Eine weitere Determinante der Verletzungsschwere ist die Art des Untergrundes, auf welchem der Aufprall erfolgt; so berichteten Kurtz et al. 1978 über vier Überlebende, die aus einer Höhe von 50 m von der Brooklyn Bridge (New York / USA) ins Wasser sprangen. Ein Sprung aus gleicher Höhe auf solidem Untergrund wäre sicher tödlich gewesen [41].

Wir untersuchten in einer retrospektiven Obduktionsstudie das Verletzungsmuster tödlicher Stürze aus der Höhe in Abhängigkeit von der jeweiligen Sturzhöhe.

2 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Verletzungsmuster tödlicher Stürze aus der Höhe in Abhängigkeit von der jeweiligen Sturzhöhe unter folgenden Gesichtspunkten:

1. Wie häufig ist das Vorkommen von tödlichen Stürzen aus der Höhe im Land Berlin zwischen dem 01.01.1994 und dem 31.12.2004?
2. Welche Ergebnisse ergeben sich hinsichtlich folgender allgemeiner Daten:
 - Lebensalter (Kommt es in einem bestimmten Lebensalter häufiger zu tödlichen Stürzen aus der Höhe?)
 - Geschlecht?
 - Körpergewicht?
 - Körpergröße?
 - Body Mass Index (BMI)?
 - Blut- / Urinalkoholgehalt mit Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt, ggf. weitere chemisch-toxikologische Befunde?
3. Welche Ergebnisse ergeben sich hinsichtlich folgender sturzbezogener Daten:
 - Todesumstände (Unfall / Suizid / Homizid)?
 - Sturzhöhe?
 - Aufschlagtyp (einfacher / komplexer Aufschlag, z. B. Zwischenaufschlag auf einen Balkonvorsprung)?
 - anatomischer Lokalisation des primären Aufschlages?
 - Aufschlaguntergrund (Steinboden, Grünfläche)?
 - Körperlage zum Zeitpunkt des Auffindens der Person
 - Überlebenszeit = Zeitintervall zwischen Ereignis bzw. Auffinden und Todesfeststellung?
 - Reanimationsversuche?
4. Wie verteilen sich im untersuchten Kollektiv die festgestellten Todesursachen (zum Tode führende Hauptverletzung)?
5. Wie häufig sind die folgenden Verletzungsmuster / Befunde und wie verteilen sie sich auf unterschiedliche Sturzhöhen?

Verletzungsmuster Schädel:

- Lokalisation des Kopfaufschlages
- Schädeldachfrakturen
- Schädelbasisfrakturen
- Gesichtsschädelfrakturen
- Hirnverletzungen
- Unterkieferfrakturen

Verletzungsmuster Hals:

- Verletzungen der Halsmuskeln
- Verletzungen der Halsgefäße
- Frakturen an Kehlkopfskelett / Zungenbein

Verletzungsmuster Wirbelsäule und Rumpfskelett:

- Rippen- und Sternumfrakturen
- Halswirbelsäulen(HWS)frakturen
- Brustwirbelsäulen(BWS)frakturen
- Lendenwirbelsäulen(LWS)frakturen
- Beckenringfrakturen

Verletzungsmuster Brust- und Bauchorgane:

- Verletzungen der Lungen
- Verletzungen des Herzens
- Verletzungen der Aorta
- Verletzungen des Zwerchfells
- Verletzungen der Leber
- Verletzungen der Milz
- Verletzungen der Nieren

Verletzungsmuster Extremitätenskelett:

- Oberarmfrakturen
- Unterarmfrakturen
- Frakturen des Handskelettes
- Oberschenkelfrakturen
- Unterschenkelfrakturen
- Frakturen des Fußskelettes

Petechiale Stauungsblutungen und deren Lokalisation

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsmaterial

Zwischen dem 01.01.1988 und dem 31.12.2004 wurden von allen gerichtlich obduzierten Höhenstürzen im Land Berlin 326 tödliche Stürze aus der Höhe analysiert. In der vorliegenden retrospektiven Obduktionsstudie konnten entsprechend der Datenlage nur diese Todesfälle berücksichtigt werden, da in weiteren 17 Fällen die unten genannten Ausschlußkriterien erfüllt waren. Alle gerichtlich angeordneten Obduktionen wurden in beiden universitären Berliner Instituten für Rechtsmedizin (Freie Universität [FU] und Humboldt-Universität [HU], welche 2007 zum Institut für Rechtsmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin fusionierten) durchgeführt.

3.2 Ausschlußkriterien

- Todesfälle durch Stürze aus der Höhe ohne die Anordnung einer gerichtlichen Obduktion wurden aus der Studie exkludiert.
- Kinder < 12 Lebensjahren wurden nicht in die Auswertung aufgenommen. Die Art der Verletzungen von Kindern beim Sturz aus großer Höhe unterscheidet sich erheblich von denen Erwachsener, da Kinder einerseits aufgrund eines höheren Fett- und Knorpelanteils bei gleichzeitig geringerer Muskelmasse die auf den Körper übertragene Sturzenergie anders umwandeln [54] und andererseits aufgrund des höheren Kopfgewichtes für primäre Kopfaufschläge nach Sturz aus der Höhe prädisponiert sind, da sich der Körper während des Falles zum Körperschwerpunkt (in diesem Fall dem Kopf) ausrichtet [43].
- Tödliche Treppenstürze wurden ebenfalls nicht in die Auswertung aufgenommen, da aufgrund des komplexen Sturzgeschehens, z. B. durch Aufschläge auf Treppenstufen, ein anderes Verletzungsmuster als nach Sturz aus großer Höhe zu erwarten ist.
- Auch wurden Flugzeugabstürze, Klippenstürze sowie Abstürze beim Fallschirmspringen nicht berücksichtigt, da hier die genaue Sturzhöhe nur sehr schwer oder ungenau zu ermitteln ist und eine statistische Auswertung für Stürze aus besonders großer Höhe aufgrund der geringen Fallzahl nur sehr eingeschränkt möglich ist.

3.3 Erhobene Daten

Für jeden Fall wurden die nachfolgenden Variablen ermittelt und ausgewertet:

Allgemeine Daten:

1. Alter
2. Geschlecht
3. Körpergewicht
4. Körpergröße
5. Body Mass Index (BMI)
6. Blut- / Urinalkoholgehalt mit Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt, ggf. weitere chemisch-toxikologische Befunde

Sturzbezogene Daten:

- Todesumstand (Unfall / Suizid / Homizid)
- Sturzhöhe
- Aufschlagtyp (einfacher / komplexer Aufschlag, z B. Zwischenaufschlag auf einen Balkonvorsprung)
- Anatomische Lokalisation des primären Aufschlages
- Aufschlaguntergrund (Steinboden, Grünfläche)
- Körperlage zum Zeitpunkt des Auffindens der Person
- Überlebenszeit bzw. Zeitintervall zwischen Ereignis bzw. Auffinden und Todesfeststellung
- Reanimationsversuche

Todesursache:

- zum Tode führende Hauptverletzung

Verletzungsmuster Schädel:

- Lokalisation des Kopfaufschlages
- Schädeldachfrakturen
- Schädelbasisfrakturen
- Gesichtsschädelfrakturen
- Hirnverletzungen
- Unterkieferfrakturen

Verletzungsmuster Hals (exklusive Halswirbelsäule)

- Verletzungen der Halsmuskeln
- Verletzungen der Halsgefäße

- Frakturen an Kehlkopfskelett / Zungenbein

Verletzungsmuster Rumpfskelett:

- Rippenfrakturen
- Sternumfrakturen
- Halswirbelsäulen(HWS)frakturen
- Brustwirbelsäulen(BWS)frakturen
- Lendenwirbelsäulen(LWS)frakturen
- Beckenringfrakturen

Verletzungsmuster Brust- und Bauchorgane:

- Verletzungen der Lungen
- Verletzungen des Herzens
- Verletzungen der Aorta
- Verletzungen des Zwerchfells
- Verletzungen der Leber
- Verletzungen der Milz
- Verletzungen der Nieren

Verletzungsmuster Extremitätenskelett:

- Oberarmfrakturen
- Unterarmfrakturen
- Frakturen des Handskelettes
- Oberschenkelfrakturen
- Unterschenkelfrakturen
- Frakturen des Fußskelettes

Petechiale Stauungsblutungen und deren Lokalisation

Unter Berücksichtigung der Intensität wurden die Verletzungen in 4 Schweregrade eingeteilt:

- „nicht verletzt“ = keine traumatischen Schäden abgrenzbar
- „leicht verletzt“ = Kapsleinrisse, ggf. mit oberflächlichen Parenchymanrissen

- „schwer verletzt“ = Kapselrisse und tiefe Parenchymzerreißenngen
- „schwerst verletzt“ = Kapselzerreißenngen, grobe Parenchymzerreißenngen, grobe Zerstörung des Organs

3.4 Auswertung

Auf Grundlage der archivierten staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsakten und der darin enthaltenen Obduktionsprotokolle der genannten Jahrgänge, welche über ein Archiv zugänglich waren, erfolgte die retrospektive Auswertung anhand eines standardisierten Erfassungsbogens (Anhang 13.1). Die erhobenen Daten wurden mit dem Datenverarbeitungsprogramm SPSS-17-0 elektronisch in einer Datenbank erfasst und ausgewertet (SPSS-17-0, International Business Machines Corporation [IBM], Armonk, New York / USA und MS-Excel 12.0, Microsoft Corporation, Redmond / USA).

Die staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsakten enthielten Informationen über Vorgeschichte, Todesumstände, Auffindesituation sowie die Obduktionsprotokolle und chemisch-toxikologischen Gutachten zum jeweiligen Obduktionsfall – in jedem Todesfall war eine Blutprobe aus der Vena (V.) femoralis während der Obduktion asserviert und toxikologisch hinsichtlich der Blutalkoholkonzentration (BAK) untersucht worden. ("Promille BAK" = Gramm Alkohol / Liter Blut - 0,5 Promille BAK = 0,5 Gramm Alkohol / Liter Blut [29]). Dies erfolgte mittels Verwendung der Gaschromatographie und enzymatischer Bestimmung der Alkohol-Dehydrogenase-Aktivität. Dagegen steht die Urinalkoholkonzentration (UAK) in keinem konstanten Verhältnis zur BAK. In der Aufnahmephase ist sie niedriger als im Blut, in der Abbauphase ist der Urinalkohol höher als der Blutalkoholspiegel. Ein sicherer Rückschluss von der UAK auf das jeweilige Niveau des BAK ist daher nicht ganz eindeutig möglich [28]. Auch ein toxikologisches Drogenscreening war in allen Fällen durchgeführt worden, in denen entweder ein vorausgegangener Drogenabusus bekannt war, eine psychiatrische Krankengeschichte bestand oder aber nicht sicher ausgeschlossen werden konnte, sowie in Fällen, in denen keine Angaben in Bezug auf die soziale oder medizinische Vorgeschichte eingeholt werden konnten.

3.5 Statistische Berechnungen

Für die statistische Auswertung wurden die retrospektiv erhobenen Daten in die Statistiksoftware SPSS (Version 17.0) übertragen. Für alle Variablen erfolgte die Ermittlung von Häufigkeit (n) und Anteil (%). Die Datenauswertung erfolgte deskriptiv. Als Verfahren der deskriptiven Statistik wurden der Mittelwert, der Median und die Standardabweichung verwendet. Mithilfe von Kreuztabellen wurde eine tabellarische Darstellung einer Häufigkeitsverteilung zweier Variablen dargestellt. Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson wurde zur statistischen Beurteilung der Kreuztabellen verwendet.

Als Signifikanzniveau wurde für alle Testverfahren eine absolute Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% ($p < 0,05$) festgelegt. Als relative Signifikanz wurde ein Wert von $p < 0,1$ betrachtet.

Für eine Reihe von Daten wurden die Ergebnisse in Abbildungen dargestellt. Dazu wurden die grafischen Routinen von SPSS verwendet. Zur übersichtlicheren Darstellung der Kreuztabellen fanden gestapelte Balkendiagramme Anwendung.

3.6 Exemplarische Darstellung von Fallbeispielen aus dem Untersuchungskollektiv mit zunehmender Sturzhöhe (3., 6., 9., 16., 23. OG)

Fall 1: Sturz aus 3. OG \approx 9 m Sturzhöhe / 57jährige Frau, Körpergewicht 71 kg / $V_{\text{Aufschlag}}$: 47 km/h

Sachverhalt:

Nachbarn hörten leise Hilfe-Rufe und bemerkten, dass Rauch aus der Wohnung der Betroffenen drang. Während die Nachbarn eine Löschdecke sowie einen Eimer Wasser zur Hilfe holten, sei die Betroffene brennend aus dem Fenster des Treppenhauses zwischen den Etagen 3 und 4 gesprungen. Als sie brennend vor dem Haus vorgefunden wurde, wurden die Flammen am Körper mit einer Decke gelöscht. Hierbei ließen sich schwere Kopfverletzungen feststellen und es wurde von weiteren Maßnahmen abgesehen. Der Notarzt konnte nur noch den Tod feststellen. Die Betroffene habe an diesem Tag „Ausgang“ gehabt, da sie sich ansonsten in stationär-psychiatrischer Betreuung aufgrund starker Depressionen befand. In dem verkohlten Bett in der Brandwohnung wurde eine Flasche mit Feuerzeugbenzin gefunden.

Obduktionsbefunde:

Offenes Schädelhirntrauma (SHT) mit Zerquetschung von Hirngewebe im Frontallappen, Frakturen der Maxilla, Verbrennungen 1. und 2. Grades der linken Körperhälfte sowie des rechten inneren Unterschenkels, Scapulafraktur links, rechtsbetonte Rippenserienbrüche mit Lungenanspießungsverletzungen, Fraktur des 5. Lendenwirbelkörper (LWK5).

Todesursache: Offenes Schädelhirntrauma.

Fall 2: Sturz aus 6.OG \approx 18 m Fallhöhe / 62jähriger Mann, Körpergewicht: 60 kg /
 $V_{\text{Aufschlag}}$: 67,65 km/h

Sachverhalt:

Der Betroffene wurde auf öffentlichem Straßenland leblos am Boden liegend vorgefunden. Offenbar war er suizidal aus dem 6.OG eines Altenheimes gestürzt und primär auf einem parkenden PKW aufgeschlagen, bevor er auf dem Gehweg zu liegen kam.

Obduktionsbefunde:

Offenes Schädelhirntrauma mit Zertrümmerung des Hirn- und Gesichtsschädels und Austritt von Hirnmasse. Mehrere Wirbelsäulenbrüche, Brüche von sämtlichen Rippen, Sternum, rechtem Os ilium, linkem Os pubis, beiden Humeri, linkem Unterarmskelett, beiden Unterschenkeln sowie rechtem Femur, Abbrüche sämtlicher Processi spinosi, Fraktur und Umblutung des Cartilago cricoidea links sowie des Cartilago thyroidea rechts. Zerreißung des Herzens, des Perikards, der rechten Lunge, Querriss der Aorta, oberflächliche Risse von Leber und Milz, Zerreißung von Magenwand und Dünndarmwurzel.

Todesursache: Polytrauma.

Fall 3: Sturz aus 9. OG \approx 27 m Fallhöhe / 33 jähriger Mann, Körpergewicht: 85 kg /
 $V_{\text{Aufschlag}}$: 82,86 km/h

Sachverhalt:

Der Betroffene habe mit seiner Familie und Freunden in seiner Wohnung im 9. OG gefeiert und soll sich mit seiner Ehefrau um das letzte Glas Whisky gestritten haben. Dabei habe er seiner Ehefrau angedroht, aus dem Fenster zu springen und sich auf das Fensterbrett gesetzt. Während die Ehefrau die Feuerwehr verständigte, habe sich der Betroffene bereits außerhalb der Wohnung am Fensterbrett festgeklammert. Der

Versuch, ihn wieder in die Wohnung zurückzuziehen misslang. Der Betroffene sei zunächst auf ein Vordach und danach vor den Hauseingang gestürzt.

Obduktionsbefunde:

Schädeldachfraktur mit Berstungsbruchlinie rechts parietal bis in die rechte mittlere Schädelgrube ziehend, Contusio cerebri links, Hirnödem, Rippenserienfrakturen links, Beckenfraktur. Lungenhilusriß links, Hämatothorax, Leberruptur, retroperitoneale Einblutung.

Todesursache: Polytrauma.

Fall 4: Sturz aus 16. OG \approx 48m Fallhöhe / 29jähriger Mann, Körpergewicht: 84 kg / $V_{\text{Aufschlag}}$: 110, 47 km/h

Sachverhalt:

Zeugen hatten ein dumpfes Aufprallgeräusch vernommen, eine leblose Person vor einem Studentenwohnheim liegend vorgefunden und die Polizei alarmiert. Die männliche Person habe zusätzlich zu ihrer normalen Kleidung noch Handschuhe getragen, Augen und Ohren seien mit einem Tuch umwickelt gewesen. Die Wohnungstür des Betroffenen habe offen gestanden, da er diese am Abend zuvor eingetreten hatte, weil er seinen Schlüssel verloren hatte. Die Wohnung habe sich in einem chaotischen Zustand befunden. Wände und Schreibblöcke seien mit Blutspuren behaftet gewesen. Ein Fenster habe offen gestanden.

Obduktionsbefunde:

Femurfraktur beidseits (bds.), links mit knöcherner Durchspießungsverletzung, Beckenringtrümmerfraktur, Rippenserienbrüche bds., Ulnafraktur rechts, Mittelhandfraktur bds., Fraktur beider Zungenbeinhörner und des linken Schildknorpeloberhornes. Zerreißungen von Herz, Lunge, Leber, Niere und Milz, Zerreißung des Hirnstammes.

Todesursache: Polytrauma.

Fall 5: Sturz aus 23. OG \approx 69 m Fallhöhe / 45 jährige Frau, Körpergewicht 66 kg / $V_{\text{Aufschlag}}$: 132, 46 km/h

Sachverhalt:

Eine Nachbarin habe die Polizei alarmiert, nachdem sie eine weibliche leblose Person auf dem Boden vor dem Hinterausgang ihres Wohnhauses vorgefunden habe. Die

Nachbarin gab an, zuvor ein dumpfes Geräusch vernommen zu haben. Auf einem Balkon im 23. OG wurden 2 leere Weinflaschen gefunden.

Obduktionsbefunde:

Fraktur von Becken, rechtem Femur, rechter Tibia, rechter Fibula, linkem Humerus, linkem und rechtem Radius, linker Ulna, Os hyoideum, Rippenserienfrakturen bds., offenes SHT mit Austritt von Hirnmasse, Zertrümmerung von Schädelbasis, Schädeldach und Gesichtsschädel, Durchspießungsverletzungen beider Lungen durch Rippenbruchenden, Perikardruptur, rechtsbetonte Ruptur des Diaphragmas, Zerreißen / Quetschungen von Leber, Milz, Nieren und Harnblase, Abriss der Aorta am thorakoabdominellen Übergang, mehrere klaffende Muskel- und Weichteilverletzungen mit Taschenbildungen.

Todesursache: Polytrauma.

4 Ergebnisse

4.1 Häufigkeit der Todesursache „Sturz aus der Höhe“ in Berlin (01.01.1994 – 31.12.2004)

Insgesamt starben im Zeitraum 01.01.1994 - 31.12.2004 in Berlin 2.033 Personen durch einen Sturz aus der Höhe. Dies entspricht 0,5% aller Verstorbenen im Land Berlin während dieser Zeit. Somit starben in diesem Zeitraum durchschnittlich 1 von 200 Personen / Jahr im Land Berlin nach einem tödlichen Höhensturz (Tab. 2). Für die Zeit vor dem 01.01.1994 waren keine Daten zur Sturzhäufigkeit im Land Berlin verfügbar, so dass nur exemplarisch der Zeitraum 01.01.1994 – 31.12.2004 dargestellt wird.

Jahr	Verstorbene insgesamt	davon tödliche Stürze aus der Höhe	%
1994	40738	149	0,37
1995	39245	157	0,40
1996	38099	172	0,45
1997	36447	145	0,40
1998	35224	190	0,53
1999	34996	254	0,72
2000	33335	228	0,68
2001	32826	144	0,43
2002	33492	204	0,60
2003	33146	202	0,60
2004	31792	188	0,59
insgesamt	389340	2033	Ø 0,5

Tab. 2: Häufigkeit der Todesursache „Sturz aus der Höhe“ zwischen 1994-2004

4.2 Alter

Der Median des Alters lag bei 40 Lebensjahren (Minimum 12. Lebensjahr, Maximum 97. Lebensjahr). Das mediane Alter der Männer lag bei 38 Jahren ($\pm 17,5$ SD), das mediane Alter der Frauen bei 44,5 Jahren ($\pm 20,5$ SD).

4.3 Geschlecht

Das in der vorliegenden Arbeit untersuchte Gesamtkollektiv (n = 326) bestand aus 206 Männern und 120 Frauen.

4.4 Körpergewicht

Das mediane Körpergewicht betrug 70 kg ($\pm 19,4$ SD).

4.5 Körpergröße

Die mediane Körpergröße betrug 170 cm ($\pm 24,9$ SD).

4.6 Body Mass Index (BMI)

Der Median des BMI lag bei 24,2 (Normalgewicht).

4.7 Blut- /Urinalkoholgehalt mit Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt

In 233 von 326 Fällen (71,5%) waren die Personen zum Todeszeitpunkt nicht alkoholisiert. Wurde jedoch vor dem Sturzereignis Alkohol konsumiert, dann handelte es sich am häufigsten (15%) um Fälle mit starkem Alkoholisierungsgrad, dies entspricht Blutalkoholwerten $> 1,5$ ‰ (49 von 93 Personen, Tab. 3).

Alkoholisierungsgrad	Häufigkeit	Prozent
keine Alkoholisierung	233	71,5
leicht (0,1‰ – 0,5‰)	27	8,3
mittel (0,6‰ – 1,4‰)	17	5,2
stark ($> 1,5$ ‰)	49	15,0
Total	326	100,0

Tab. 3: Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt

Nachfolgend ist die Blutalkoholkonzentration (BAK) in Abhängigkeit vom Todesumstand dargestellt. Erkennbar ist, dass es in stark alkoholisiertem Zustand ($> 1,5 \text{ ‰}$) häufig zu privaten Unfällen kam (32,35%, 11 von 34 Fällen). In knapp der Hälfte der privaten Unfälle hatten die Personen vor dem Sturz Alkohol konsumiert (47,05%, 16 von 34 Fällen). Bei Arbeitsunfällen hingegen konnte in 80,7% (21 von 26 Fällen) vorausgegangener Alkoholkonsum nicht nachgewiesen werden (Abb. 1).

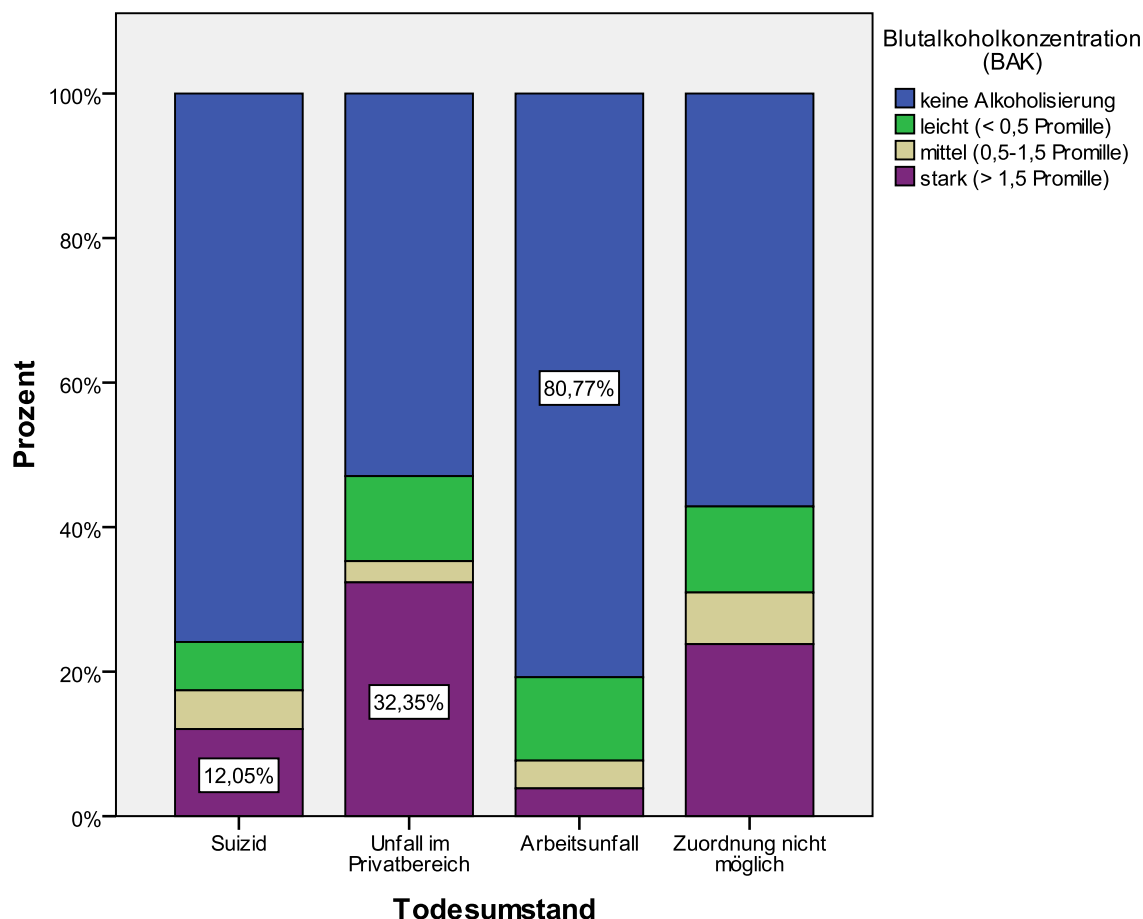


Abb. 1: Abhängigkeit des Todesumstandes vom Alkoholierungsgrad

4.8 Weitere chemisch-toxikologische Befunde

In 196 Fällen (60%) konnte keine vorherige Medikamenten-/ Drogeneinnahme nachgewiesen werden. Wenn eine Medikamenteneinnahme nachweisbar war, handelte es sich in 16,3% (53 Fälle) um Psychopharmaka. In 2,8% (9 Fälle) war ein illegaler Drogenmissbrauch dem Sturz unmittelbar vorausgegangen, in 7 Fällen konnte eine zurückliegende illegale Drogeneinnahme nachgewiesen worden. In 61 Fällen (18,7%)

gab es hierzu keine Angaben. Bei den 9 Fällen von bekanntem Drogenmissbrauch handelte es sich stets um Männer, von denen 7 Suizide begangen. Bei den nachgewiesenen Drogen handelte es sich stets um Marihuana. Ein Sturz unter Drogeneinfluss wurde als Unfall klassifiziert, in einem weiteren Fall von Drogenmissbrauch war abschließend nicht zu klären, ob es sich um einen Unglücksfall oder einen Suizid handelte. Abb. 2 verdeutlicht dies geschlechtsspezifisch. Dabei wird deutlich, dass Frauen eher unter dem Einfluss von Psychopharmaka als Männer standen, während ausschließlich bei Männern ein vorausgegangener Drogenkonsum nachgewiesen werden konnte, als sich der tödliche Sturz aus der Höhe ereignete.

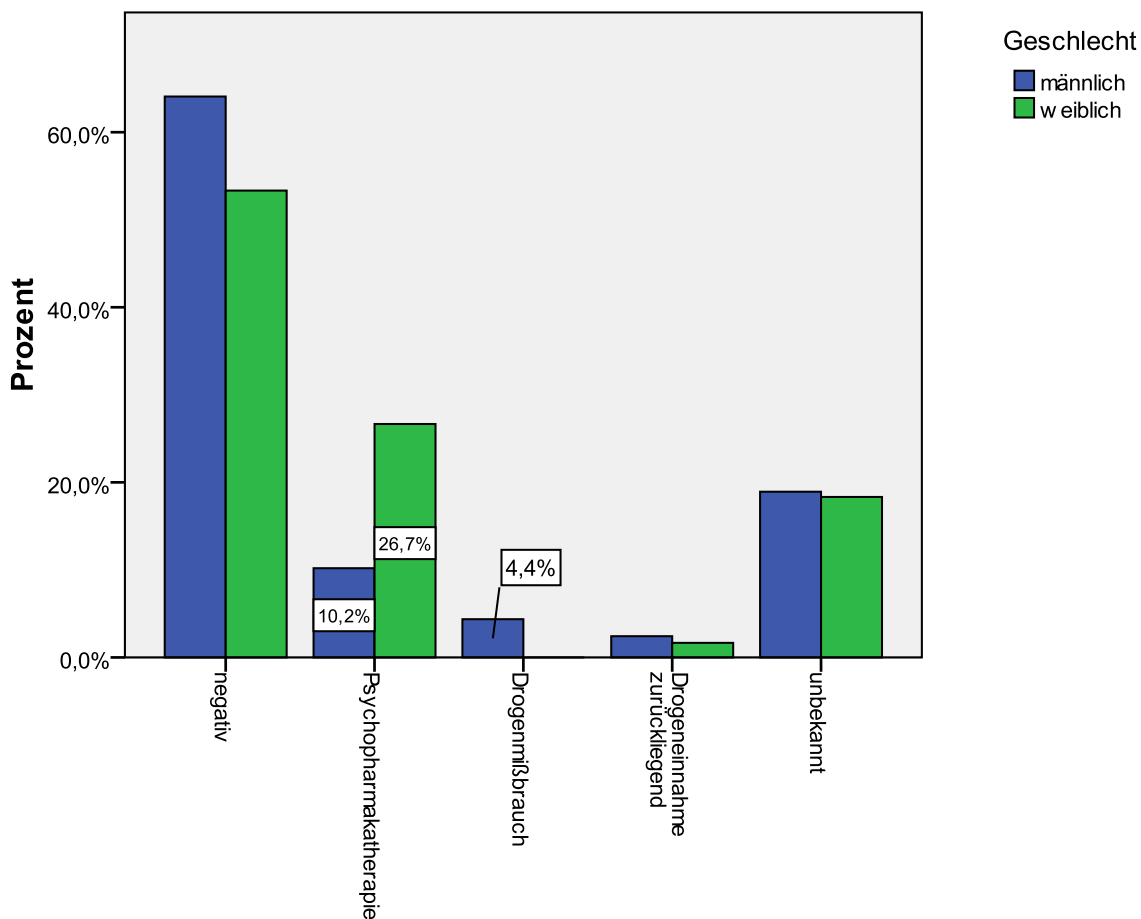


Abb. 2: Medikamenten-/ Drogeneinnahme in Abhängigkeit vom Geschlecht

4.9 Sturzbezogene Daten

4.9.1 Todesumstand (Unfall / Suizid / Homizid)

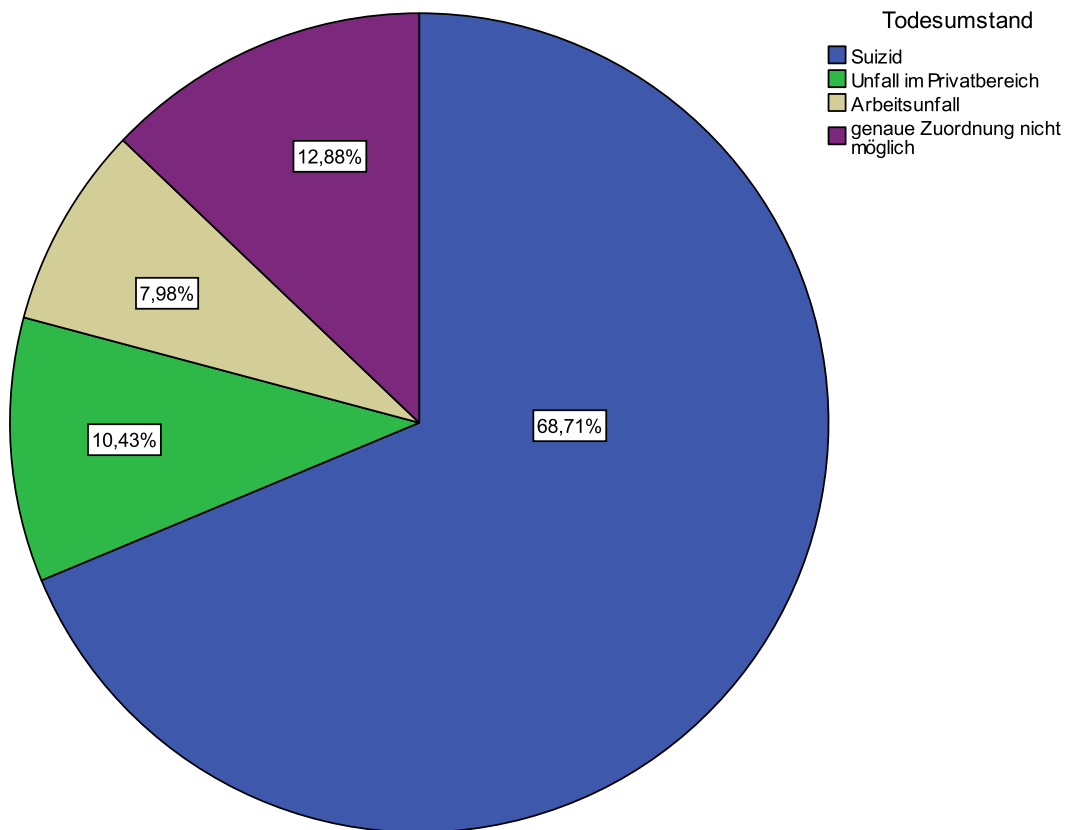


Abb. 3: Todesumstand

Wie aus Abb. 3 (Abb. 3) ersichtlich ist, handelt es sich in mehr als $\frac{2}{3}$ der Todesfälle (68,7%, n = 224) um Suizide, deutlich seltener um Unfälle im Privatbereich (10,4%, n=34) oder am Arbeitsplatz (8%, n=26). In 12,9% der Fälle (n=42) war retrospektiv eine Differenzierung zwischen Unfall und Suizid nicht möglich.

Die Abhängigkeit des Todesumstandes in Bezug auf das Geschlecht gibt Abb. 4 wieder.

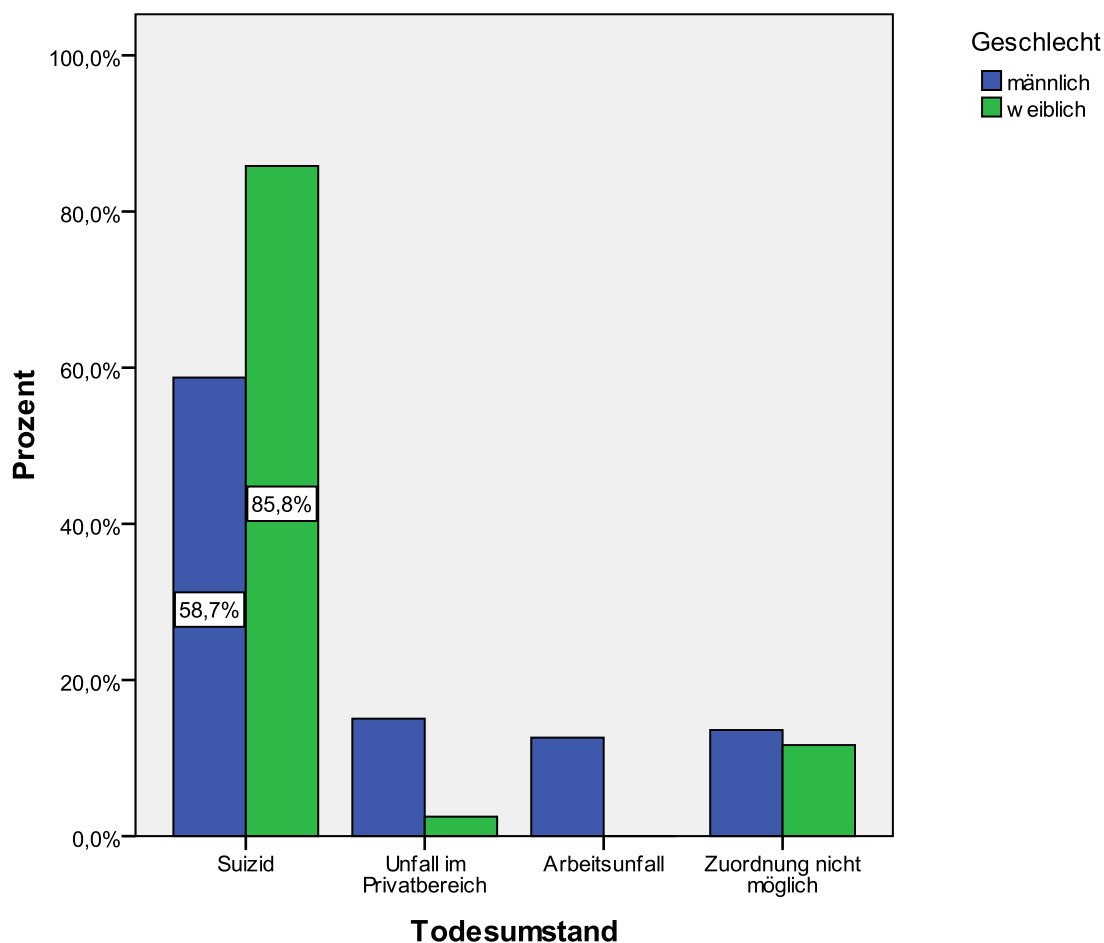


Abb. 4: Todesumstände nach Geschlecht

Aus Abb. 4 geht hervor, dass beim Vergleich der Todesumstände der prozentuale Anteil von Suiziden bei Frauen (w) höher war als bei Männern (m). Ausschließlich Männer waren von Arbeitsunfällen betroffen (12,6%, n=26). Auch bei Unfällen im Privatbereich waren ebenfalls Männer mit 15% (n=31) häufiger betroffen als Frauen (2,5%, n=3). Von insgesamt 120 Frauen begingen 103 Suizid (w: 85,8%), von 206 Männern begingen 121 Suizid (58,7%).

Die Betrachtung der Suizide in Abhängigkeit von der Sturzhöhe (Abb. 5) zeigte einen steigenden Suizidanteil mit steigender Sturzhöhe (1. OG: 23% / 3.OG: 77,2% / 5.-8. OG: 83,7%).

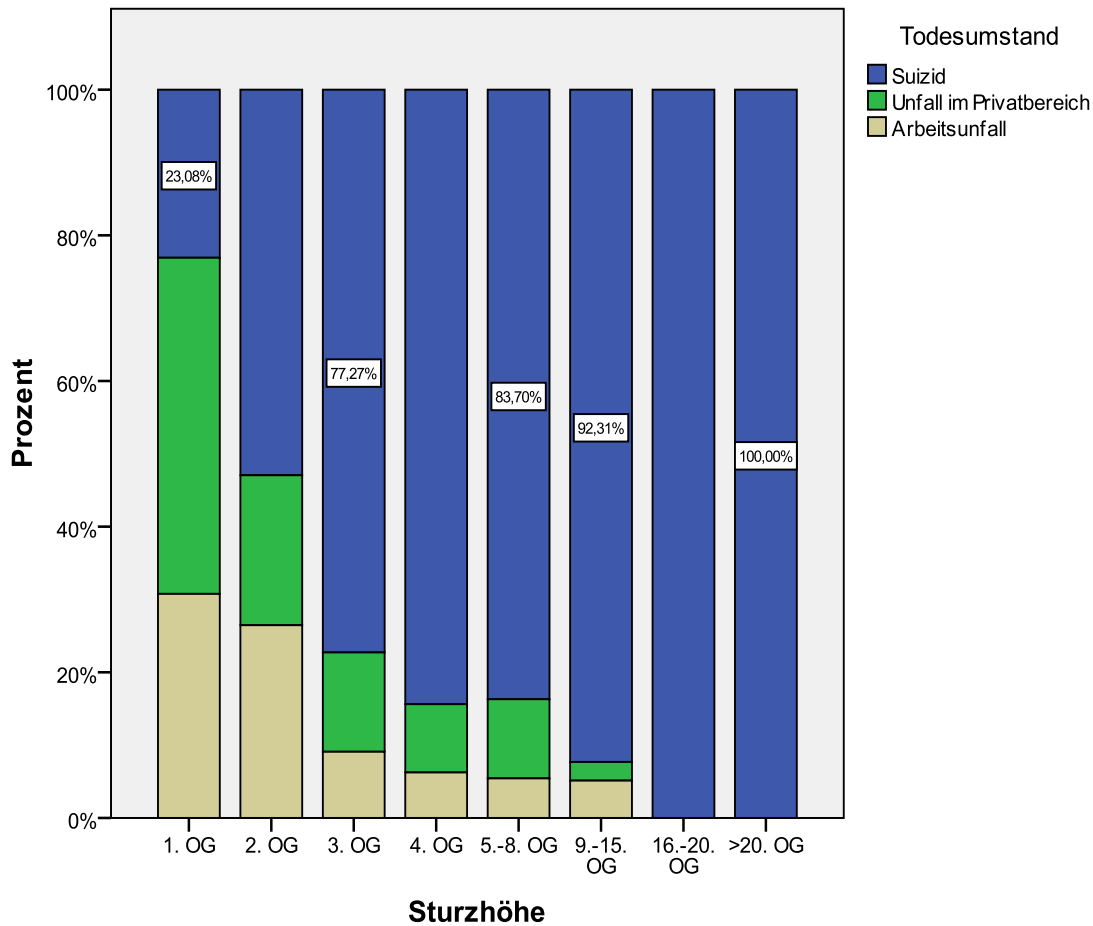


Abb. 5: Todesumstand in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Nachfolgend (Abb. 6) sind die Todesumstände in Abhängigkeit vom Lebensalter dargestellt. Die meisten Suizide fanden zwischen dem 31.-40. Lebensjahr statt (20,07%, n= 57), die meisten Arbeitsunfälle zwischen dem 31.-50. Lebensjahr. Die Anzahl an Arbeitsunfällen nahm hier mit steigendem Alter ab. Zwischen 31. und 40. Lebensjahr und ebenfalls zwischen 41. und 50. Lebensjahr lag die Häufigkeit bei 2,46 % (n=7), während sie 1,76% (n=5) zwischen 61. und 70. Lebensjahr betrug. Unfälle im Privatbereich nahmen von 3,52% im Alter zwischen 21 und 30 Jahren auf 0,35% zwischen dem 61. und 70. Lebensjahr ab, stiegen dann aber auf 1,06% zwischen dem 71. und 80. Lebensjahr an.

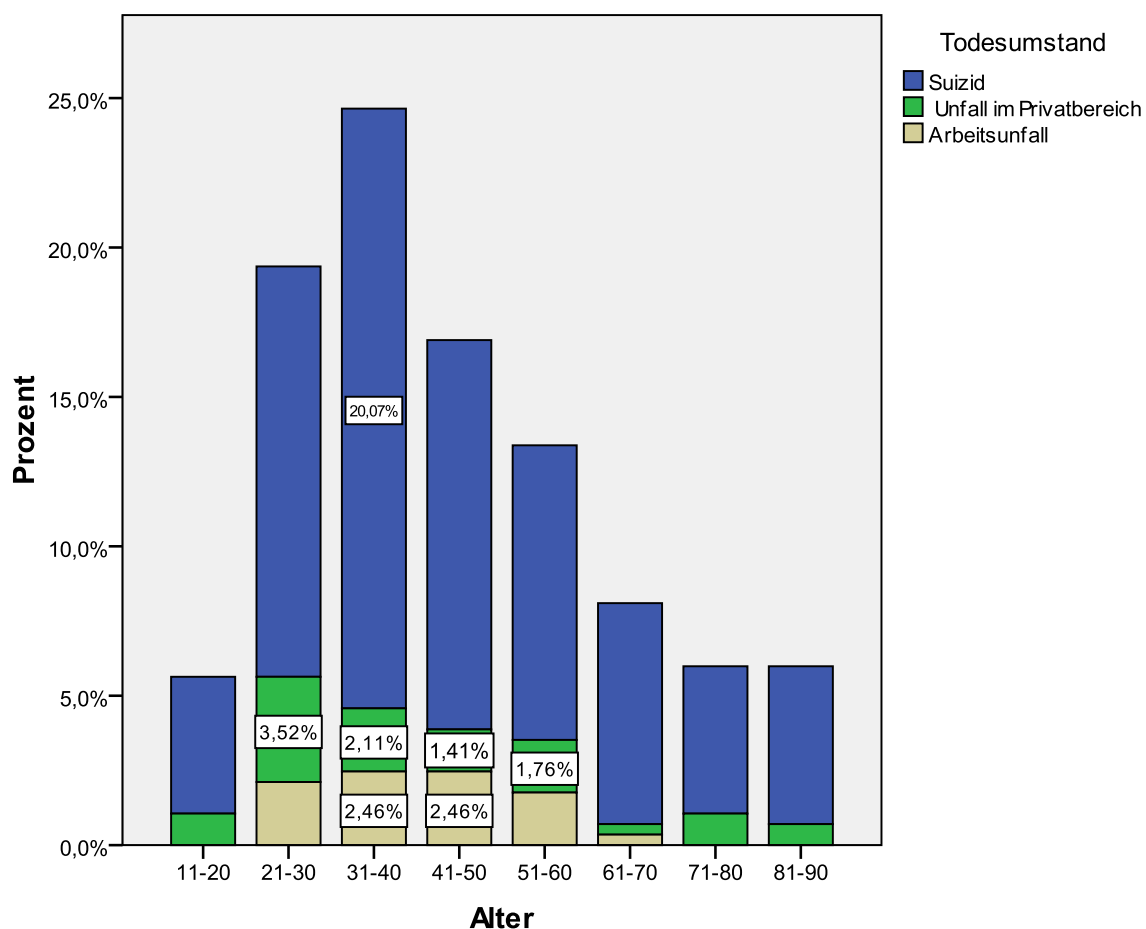


Abb. 6: Todesumstand in Abhängigkeit vom Lebensalter

4.9.2 Sturzhöhe

In 29,8% (97 von 326 Fällen) befand sich die Sturzhöhe zwischen dem 5.-8. OG. Eine Sturzhöhe > 20. OG wurde lediglich in 6 von 326 Fällen (1,8%) erfasst. In 14 Fällen (4,3%) war der Absturzort unbekannt.

Der Median der Sturzhöhe für Frauen und Männer wurde separat erfasst, lag allerdings für beide Geschlechter im 5. OG (15 m). Abb. 7 zeigt den Median der Sturzhöhe sowohl für Männer als auch für Frauen.

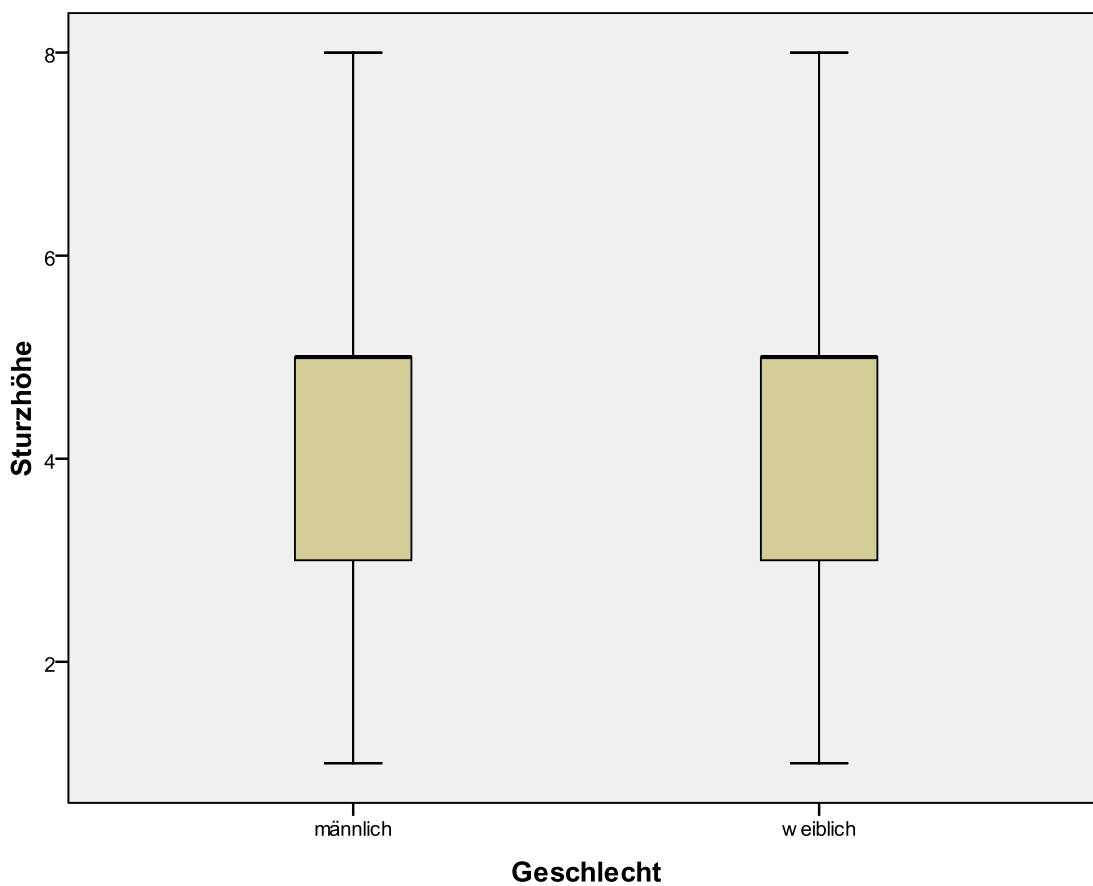


Abb. 7: Median der Sturzhöhe nach Geschlecht

4.9.3 Aufschlagtyp

In 263 von 326 Fällen (80,7%) schlugen die betroffenen Personen ohne Zwischenaufschläge direkt auf dem Boden auf. Es resultierten also keine zusätzlichen Verletzungen durch vorausgegangenen Kontakt z.B. mit Dach- oder Balkonvorsprüngen. Bei 33 von 326 Fällen (10,1%) handelte es sich um einen „doppelten Aufschlagtyp“, d. h. die Personen schlugen also vor dem Bodenkontakt anderweitig an / auf. In 44 Fällen (13,5%) entstanden zusätzliche Verletzungen durch vorausgegangenen Kontakt von hervorstehenden Gebäudeteilen wie Querstreben (in 8 Fällen, 2,45%), Vordächer (27 Fälle, 8,3%) oder Betonsockel (5 Fälle, 1,5%) oder die Sturzopfer wurden zusätzlich durch Strauch und Buschwerk (4 Fälle, 1,2%) verletzt, indem sie durch das Geäst eines Baumes fielen.

In 14 von 326 Fällen (4,3%) kam es zu einem Positionswechsel des Körpers durch einen Rückprall, nachdem dieser auf dem Boden aufschlug (sekundärer Aufprall). Die Auffindesituation entsprach nicht mehr der ursprünglichen primären Aufprallposition. Ein Positionswechsel fand in 9 von 14 Fällen nach Aufprall auf Steinboden statt (siehe Tab. 4). In 64% der Fälle (n=5) erfolgte ein Rückprall bei Sturz aus dem 5.-8. OG. Es gab keinen Fall, in welchem ein Rückprall aus dem 1. oder 2. OG erfolgte.

	Untergrund des Aufschlages			total
	Steinboden	Erdboden	unbekannt	
Positionswechsel	9	4	1	14

Tab. 4: Positionswechsel nach Aufschlag auf unterschiedlichen Untergründen

4.9.4 Anatomische Lokalisation des primären Aufschlages

Aufgrund der Verletzungskombinationen an bestimmten Körperregionen konnte die primäre Aufschlaglokalisierung rückwirkend ermittelt werden.

In 22,7% (74 Fälle) und damit am häufigsten schlugen die Personen mit dem Kopf zuerst auf. Danach erfolgte als primäre Aufschlaglokalisierung in absteigender Reihenfolge Rücken (21,2%), gesamte Rumpfseite (19%), Schulter und Rumpfseite (11%), Füße (8,9%), Brust (6,7%) und Gesäß (5,2%). Nachfolgend ist die Aufschlaglokalisierung in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Häufig schlug bei einer Sturzhöhe < 10 m der Kopf zuerst auf (1. OG 50% Kopfaufschlag, 2. OG 40%, 3. OG 25,93%, 4. OG 21,95%, 5.-8. OG 13,4%); Erst zwischen 9.-15. OG (13,95%) und >16. OG traten wieder etwas häufiger Kopfaufschläge auf (17,65%) (Abb. 8).

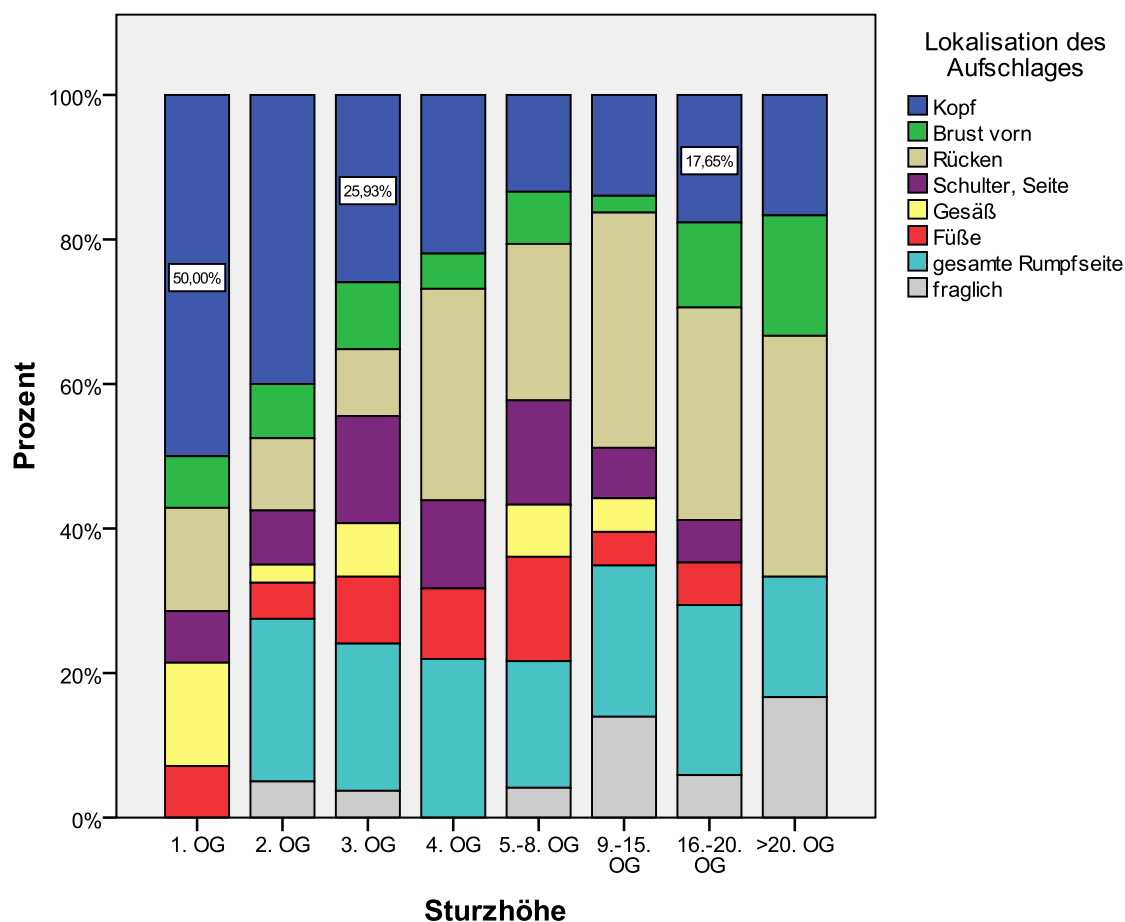


Abb. 8: Darstellung der Aufschlaglokalisierung in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.9.5 Aufschlaguntergrund

In 223 von 326 Fällen handelte es sich beim Aufschlaguntergrund um einen Steinboden (68,4%), z. B. Gehwegplatten. 50 von 326 Personen (15,3%) schlugen auf Rasen oder in Blumenbeeten auf. In den anderen Fällen bestand der Aufschlaguntergrund entweder aus speziellem Material, z. B. Holzplatten, oder aber war unbekannt (16%).

4.9.6 Körperlage zum Zeitpunkt des Auffindens der Person

In der überwiegenden Anzahl der Fälle war die Auffindesituation aus den vorhandenen Daten nicht rekonstruierbar (n = 222, 68%) oder die Liegeposition wurde durch rettungsdienstliche Maßnahmen verändert, ohne dass die primäre Lage zuvor dokumentiert worden war. In 22% der Fälle war die Rückenlage als Auffindesituation in den Unterlagen dokumentiert (n = 72), in 10% die Bauchlage (n = 33).

4.9.7 Überlebenszeit / Zeitintervall zwischen Sturzereignis bzw. Auffinden und Todesfeststellung

In Tab. 5 ist die Überlebenszeit nach dem Sturzereignis in Stunden (h) dargestellt:

Stunden	Häufigkeit	Prozent
0	273	83,7
< 24 h	49	15,0
> 24 h	4	1,2
total	326	100,0

Tab. 5: Überlebenszeit nach dem Sturz (in Stunden)

Von den 326 Todesfällen zeigten 53 (16,2 %) Personen noch Lebenszeichen, als Rettungsdienstkräfte am Ereignisort eintrafen, 49 der 53 noch lebenden Personen (15,0%) überlebten jedoch die nachfolgenden 24 h nicht und verstarben sämtlich, bevor sie ein Krankenhaus erreichten. Während des Transportes in ein Krankenhaus ereignete sich kein Todesfall. Nur 4 Patienten (1,2%) überlebten auch die folgenden 24 Stunden und verstarben später im Krankenhaus an den Verletzungsfolgen.

4.9.7.1 Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Die Überlebenszeit (h) wird in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt (Abb. 9). Wurde das Sturzereignis zunächst überlebt, handelte es sich in 15% (49 von 326 Fällen) am häufigsten um Überlebenszeiten < 24 h. Die Überlebenszeit (< 24 h) nimmt mit zunehmender Sturzhöhe ab. Während nach Stürzen aus dem 1. OG 57,1% der Personen den Sturz noch einige Stunden überlebten (8 von 14 Fällen), waren es nach Stürzen aus dem 3. OG noch 16,7% (9 von 54 Fällen) und bei Sturzereignissen > 16. OG nur noch 5,9% (1 von 17 Fällen). Überlebenszeiten von mehr als 24 h waren mit insgesamt 4 von 326 Fällen selten; es wurde nur ein Sturz > OG länger als 24 h überlebt.

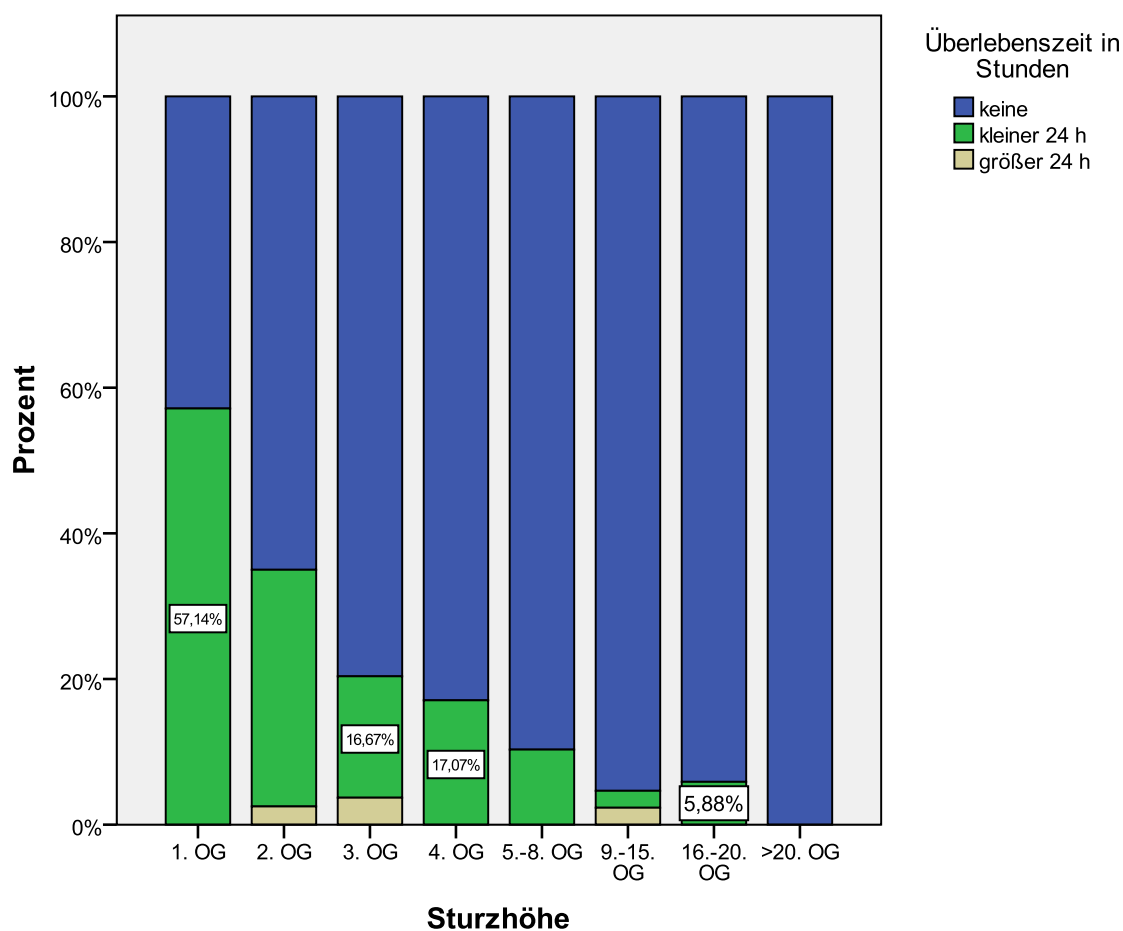


Abb. 9: Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.9.8 Reanimationsversuche

Reanimationsversuche	Häufigkeit	Prozent
keine	121	37,1
frustran	64	19,6
primär erfolgreich	25	7,7
nicht bekannt	116	35,6
total	326	100,0

Tab. 6: Reanimation

In 89 Fällen hatten Reanimationsmaßnahmen stattgefunden (Tab. 6). Bei 64 Personen (19,6%) wurden im Anschluss an das Sturzereignis entweder durch Laien oder Rettungskräfte initial Reanimationsversuche durchgeführt, die jedoch ohne Erfolg blieben. Bei 25 Sturzopfern (7,7%) waren Wiederbelebensmaßnahmen primär erfolgreich. Die Personen verstarben jedoch später im Krankenhaus. Bei 121 Personen wurden keine Reanimationsversuche unternommen. In 116 Fällen (35,6%) ließ sich diese Information aus den vorhandenen Unterlagen nicht rekonstruieren.

4.9.8.1 Sturzhöhe und Reanimation

In Abb. 10 sind Reanimationsversuche in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Reanimationsmaßnahmen nahmen mit steigender Sturzhöhe ab. Während nach Stürzen aus dem 1. OG 5 von 14 Personen (35,7%) und nach Stürzen aus dem 3. OG 22 von 54 Personen (30,7%) reanimiert wurden, waren es nach Stürzen aus dem 5. – 8. OG noch 27,8% (27 von 97 Fällen), nach Stürzen > 16. OG nur noch 11,76% (2 von 17 Fällen).

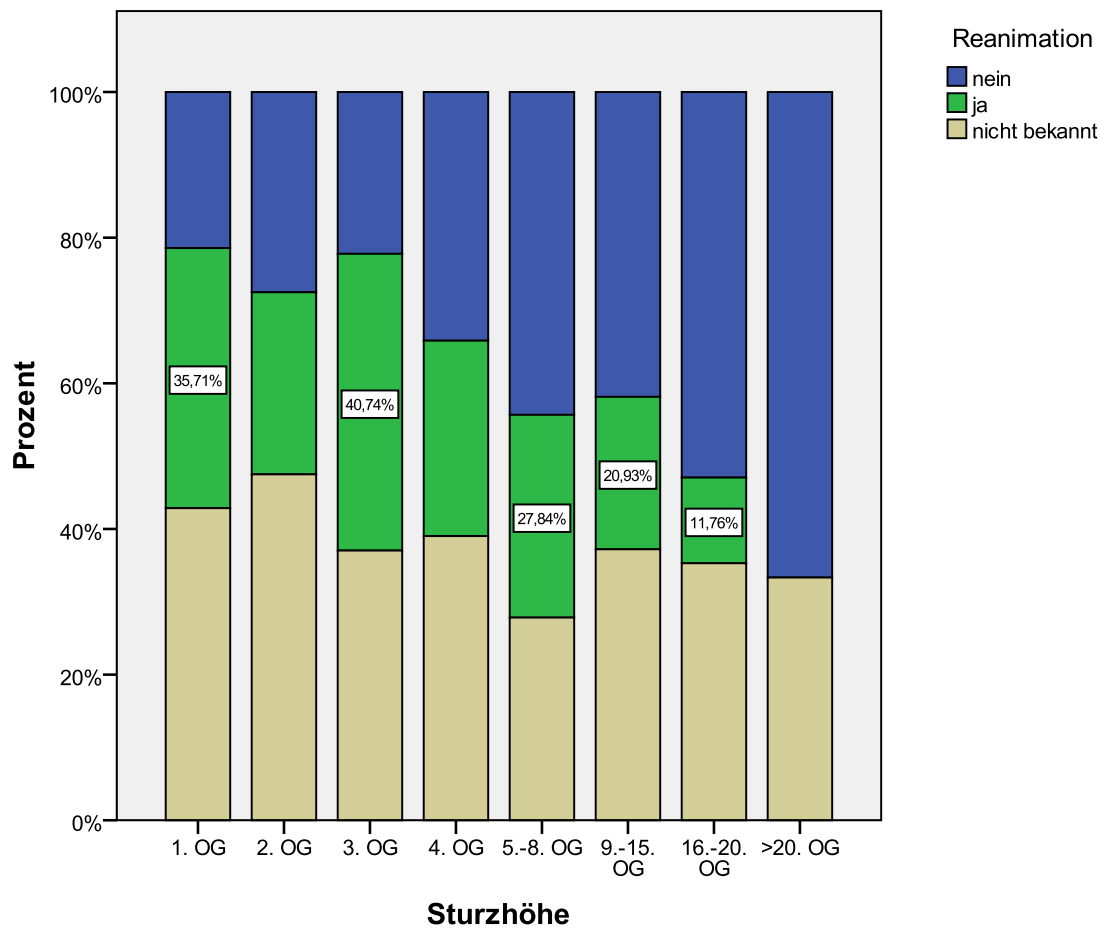


Abb. 10: Reanimation und Sturzhöhe

4.10 Zum Tod führende Hauptverletzung (Todesursache)

Sämtliche Todesfälle wurden in 6 zum Tod führende Hauptverletzungen unterteilt (Abb. 11). In über 90% (91,4%, 298 Fälle) handelte es sich um Polytrauma-Patienten, die in knapp der Hälfte der Fälle (45,7%, 149 Fälle) auch ein Schädelhirntrauma (SHT) erlitten. In lediglich 4% (13 Fälle) war das isolierte SHT die Todesursache. Thoraxtraumata (2,1%) und andere Einzelverletzungen (2,5%) als Todesursache traten in 4,6% auf (15 Fälle).

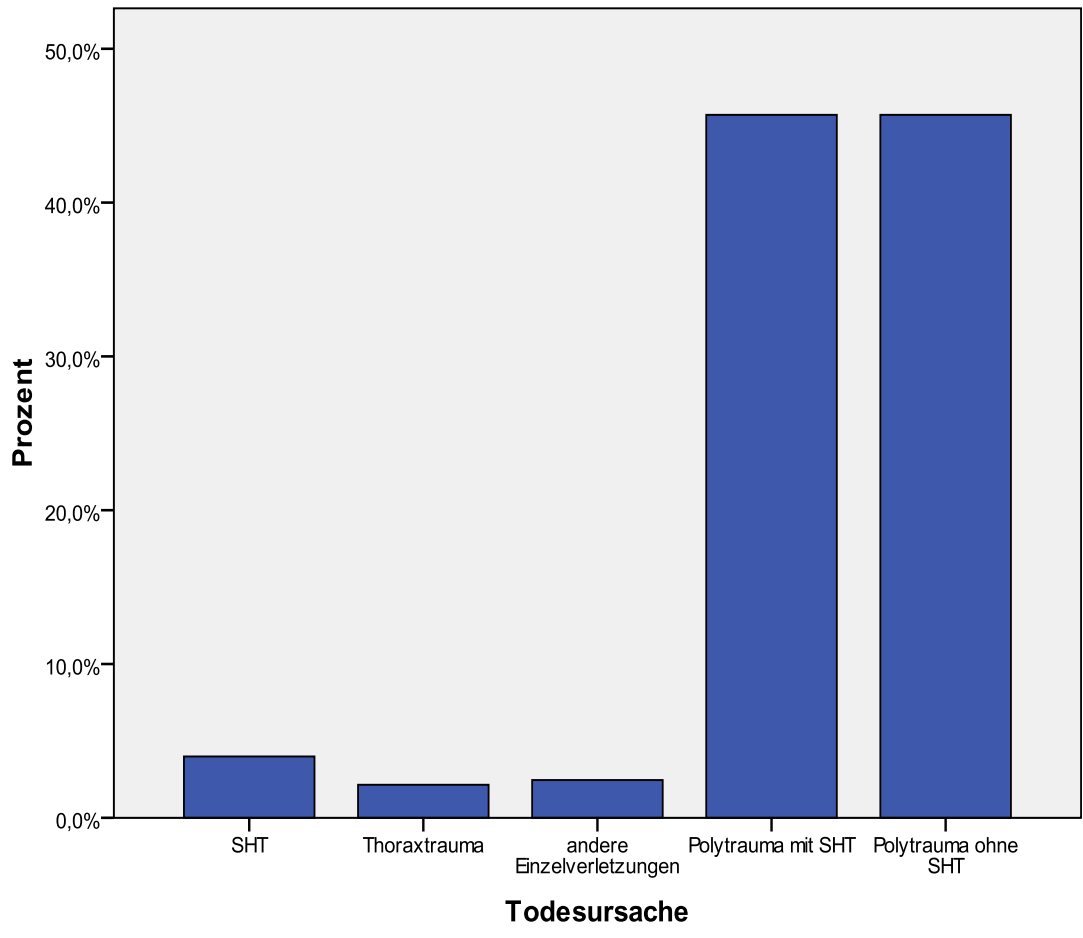


Abb. 11: Todesursachen in Prozent (%)

In Abb. 12 ist die Todesursache in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Das isolierte SHT als Todesursache fand sich vor allem bei Sturzereignissen aus dem 1. (14,3%) bis 3. OG (7,4%). Polytraumata mit SHT nahmen von 57,5% im 2. OG auf 36% (5.-8. OG) ab, es führten hier Polytraumata ohne SHT (58,8%), dann nahmen die Polytraumata mit SHT wieder zu (53% zwischen 16. – 20. OG).

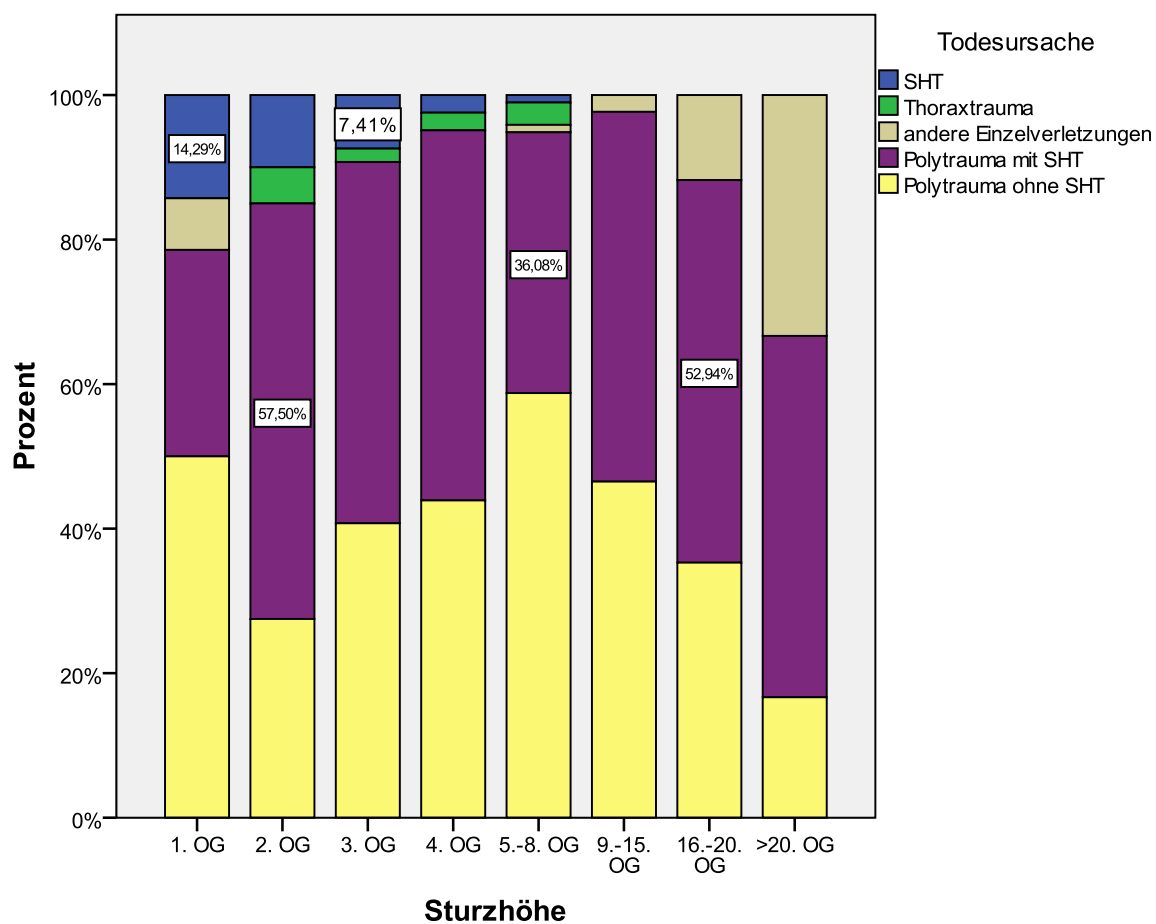


Abb. 12: Todesursache in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.11 Verletzungsmuster Schädel

4.11.1 Lokalisation des Kopfaufschlages

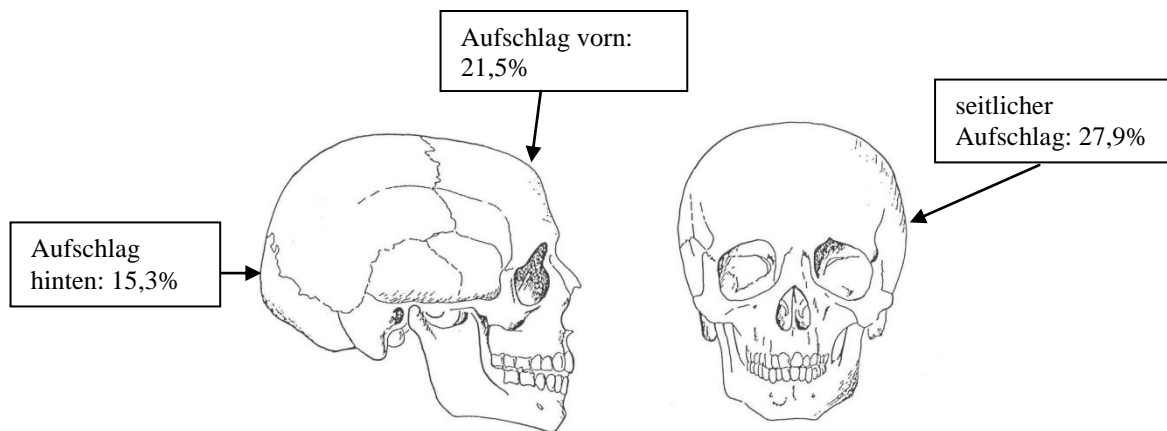


Abb. 13: Lokalisation des Kopfaufschlages

In 64,7% (211 Fälle) der Fälle fanden sich Kopfverletzungen, welche einen Kopfaufschlag sowohl primär als auch sekundär vermuten ließen. In Abb. 13 ist die Lokalisation des Kopfaufschlages dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass im Falle eines Kopfaufschlages dieser mit 27,9% am häufigsten seitlich auf den Boden auftraf (91 von 326 Fällen). An zweiter Stelle (21,5%) erfolgte der Bodenkontakt mit dem vorderen Schädelbereich (70 Fälle). Der Hinterkopf schlug in 50 von 326 Fällen auf den Boden auf (15,3%). In 18 Fällen (5,5%) gab es keine Hinweise auf die genaue Lokalisation des Kopfaufschlages. In 97 Fällen (29,8%) fanden sich keine Verletzungen am Kopf.

4.11.2 Schädeldachfrakturen

	Häufigkeit	Prozent
ohne	163	50,0
lineare Fraktur	30	9,2
Bruchsystem	67	20,6
Deformation/Impression	15	4,6
Zertrümmerung geschlossen	21	6,4
Zertrümmerung offen	30	9,2
total	326	100,0

Tab. 7: Schädeldachverletzungen

Wenn Frakturen am Schädeldach auftraten, handelte es sich in 20,6% der Fälle um Bruchsysteme (67 von 326 Fällen). Am zweithäufigsten (9,2%) kamen lineare Frakturen sowie offene Schädelzertrümmerungen vor, geschlossene Schädelfrakturen folgten mit 6,4%. Knöcherne Deformationen und Impressionsfrakturen fanden sich mit 4,6% (Tab. 7).

In Abb. 14 ist die Abhängigkeit der Schädeldachverletzungen von der Sturzhöhe dargestellt. Einfache Frakturen wie lineare Brüche des Schädeldaches nahmen mit der Sturzhöhe ab, während komplexe Verletzungen wie offene oder geschlossene Schädelzertrümmerungen mit der Sturzhöhe zunahmen (1. OG: 1 von 14 Fällen, 7%, >20. OG: 2 von 6 Fällen, 33%). Bemerkenswert erscheint die Tatsache, dass bei tödlichen Sturzereignissen aus dem 5.-8. OG das Schädeldach häufig unverletzt blieb (64 von 97 Fällen, 66%).

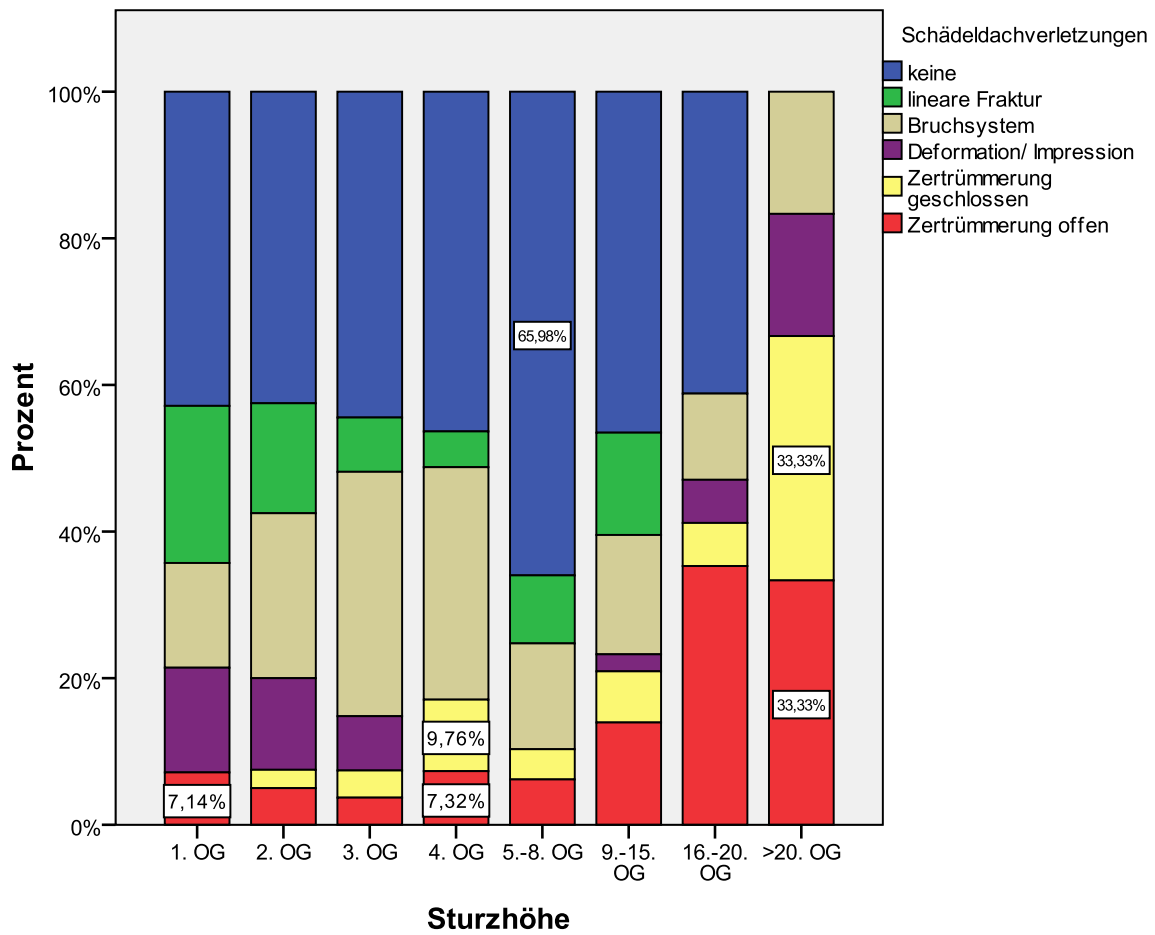


Abb. 14: Abhängigkeit der Schädeldachverletzungen von der Sturzhöhe

4.11.3 Schädelbasisfrakturen

	Häufigkeit	Prozent
ohne	158	48,5
Mitbeteiligung	31	9,5
Bruchsystem	82	25,2
isolierte Fraktur	20	6,1
zertrümmerte Schädelbasis	35	10,7
total	326	100,0

Tab. 8: Frakturen der Schädelbasis

In 48,5% (158 Fälle) war die Schädelbasis nicht frakturiert. Fanden sich Frakturen der Schädelbasis, zeigten sich in 82 von 326 Fällen (25,2%) Bruchsysteme. In 35 Fällen (10,7%) war die Schädelbasis komplett zertrümmert. In 31 von 326 Fällen (9,5%) lag eine Kombinationsverletzung der Schädelbasis zusammen mit anderen Schädelfrakturen vor. Isolierte Frakturen wurden in 20 Fällen (6,1%) festgestellt (Tab. 8).

Abb. 15 zeigt die Veränderungen der Anzahl von Schädelbasisfrakturen mit der Sturzhöhe. Auffallend ist, dass die Schädelbasis bei tödlichen Sturzereignissen aus dem 1. OG sowie zwischen dem 5. – 8. OG seltener frakturiert war als bei tödlichen Sturzereignissen aus anderen Sturzhöhen (1. OG: 71%, 10 von 14 Fällen, 5.-8. OG: 64%, 62 von 97 Fällen). Bei Sturzhöhen > 20. OG war die Schädelbasis stets frakturiert. Besonders Zertrümmerungen der Schädelbasis (33%, 2 von 6 Fällen) sowie Bruchsysteme (66%, 4 von 6 Fällen) nahmen mit der Sturzhöhe zu.

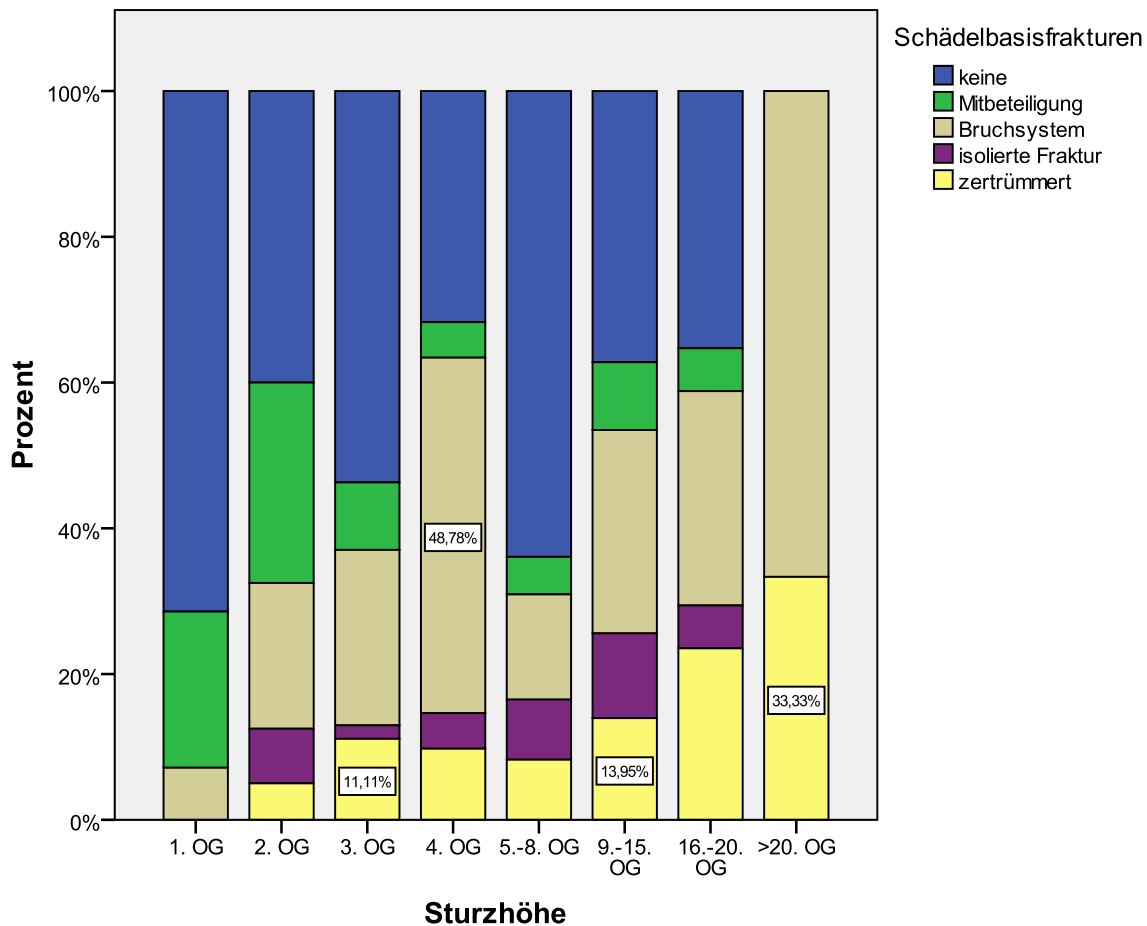


Abb. 15: Abhängigkeit der Schädelbasisfrakturen von der Sturzhöhe

4.11.4 Gesichtsschädelfrakturen

Gesichtsschädelfrakturen traten mit einer Häufigkeit von 31% auf. Bei 224 von 326 Fällen konnte keine Gesichtsschädelfraktur gefunden werden (68,7%). Wenn es zu Gesichtsschädelfrakturen kam, betrafen diese überwiegend mehrere Gesichtsschädelanteile (12%). In 10,4% der Fälle lag eine Zertrümmerung des Gesichtsschädels vor (n = 34), einzelne Frakturen traten mit einer Häufigkeit von 7,7% auf (n = 25). Isolierte Jochbeinfrakturen traten in 4 Fällen (1,2%) (Tab. 9) auf.

Gesichtsschädelfrakturen	Häufigkeit	Prozent
keine Fraktur	224	68,7
einzelne Fraktur	25	7,7
mehrere Frakturen	39	12,0
isolierte Jochbeinfraktur	4	1,2
Gesichtsschädeltrümmerfraktur	34	10,4
total	326	100,0

Tab. 9: Frakturen des Gesichtsschädels

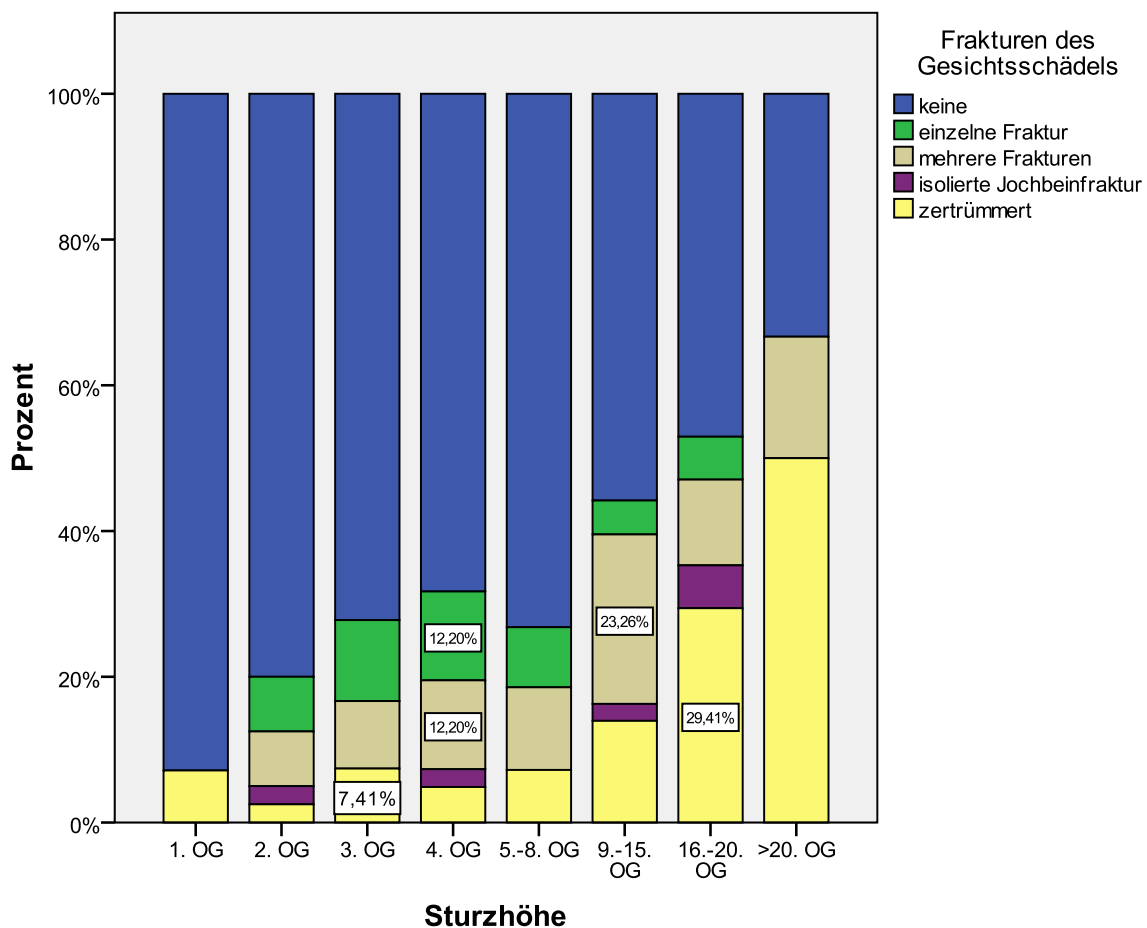


Abb. 16: Abhängigkeit der Gesichtsschädelfrakturen von der Sturzhöhe

Abb. 16 zeigt Gesichtsschädelfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe. Tendenziell nahmen Gesichtsschädelfrakturen mit der Sturzhöhe zu.

Der Anteil an einfachen Frakturen nahm mit zunehmender Sturzhöhe ab, während multiple Frakturen und Zertrümmerungen zunahmen. Zwischen dem 4. – 8. OG trat dieses Verletzungsmuster seltener auf, um dann wieder zuzunehmen (Prozentangaben in Abb. 16).

4.11.5 Hirnverletzungen

	Häufigkeiten	Prozent
Keine Verletzungen	169	51,8
Subarachnoidalblutung (SAB)	60	18,4
Quetschung/Einriss	67	20,6
Externation	19	5,8
Kombinationsverletzungen	11	3,4
Total	326	100,0

Tab. 10: Hirnverletzungen

Tab. 10 zeigt die Häufigkeit von Hirnverletzungen. In 20,6% (67 Fälle) handelte es sich um Hirnquetschungen / -einrisse, gefolgt von Subarachnoidalblutungen (SAB) (18,4%, 60 Fälle). Unter dem Begriff „Externation“ wurden Fälle zusammengefasst, die beinhalten, dass ein Teil des Hirngewebes sich nicht mehr im Hirnschädel befand (5,8%, 19 Fälle).

Auch die Hirnverletzungen nahmen in ihrer Schwere und Häufigkeit mit der Sturzhöhe zu. Eine Ausnahme bildete das 1. sowie das 5. - 8. OG. Bei tödlichen Sturzereignissen aus diesen Höhen blieb das Hirn am häufigsten unverletzt. Vor allem die Externation nahm von 7% im 4. OG auf 29% zwischen dem 16.-20. OG zu. Bei Sturzhöhen > 20. OG kam es am häufigsten zu Quetschungen und Einrissen (66%, 4 von 6 Fällen). Nach Abstürzen > 20. OG war das Hirn stets verletzt (Abb. 17).

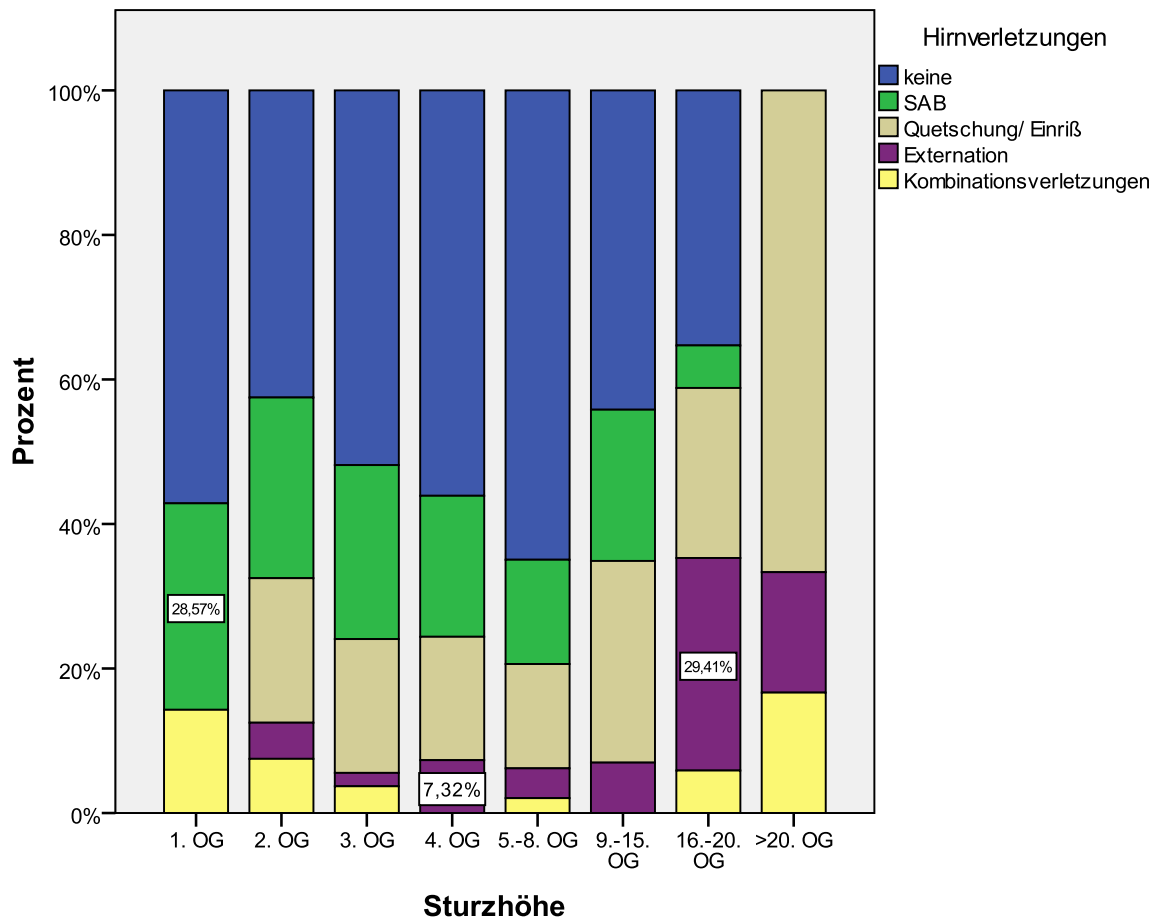


Abb. 17: Abhängigkeit der Hirnverletzungen von der Sturzhöhe

4.11.6 Unterkieferfrakturen

In 85,9% (280 Fälle) traten keine Unterkieferfrakturen auf. Wenn jedoch Frakturen auftraten, handelte es sich in 8% um Mehrfragmentbrüche (26 Fälle). Einfache Unterkieferfrakturen traten in 6,1% der Fälle (20 von 326) auf. Aus Abb. 18 geht hervor, dass sowohl die einfachen als auch die mehrfachen Unterkieferfrakturen proportional zur Sturzhöhe zunahmten.

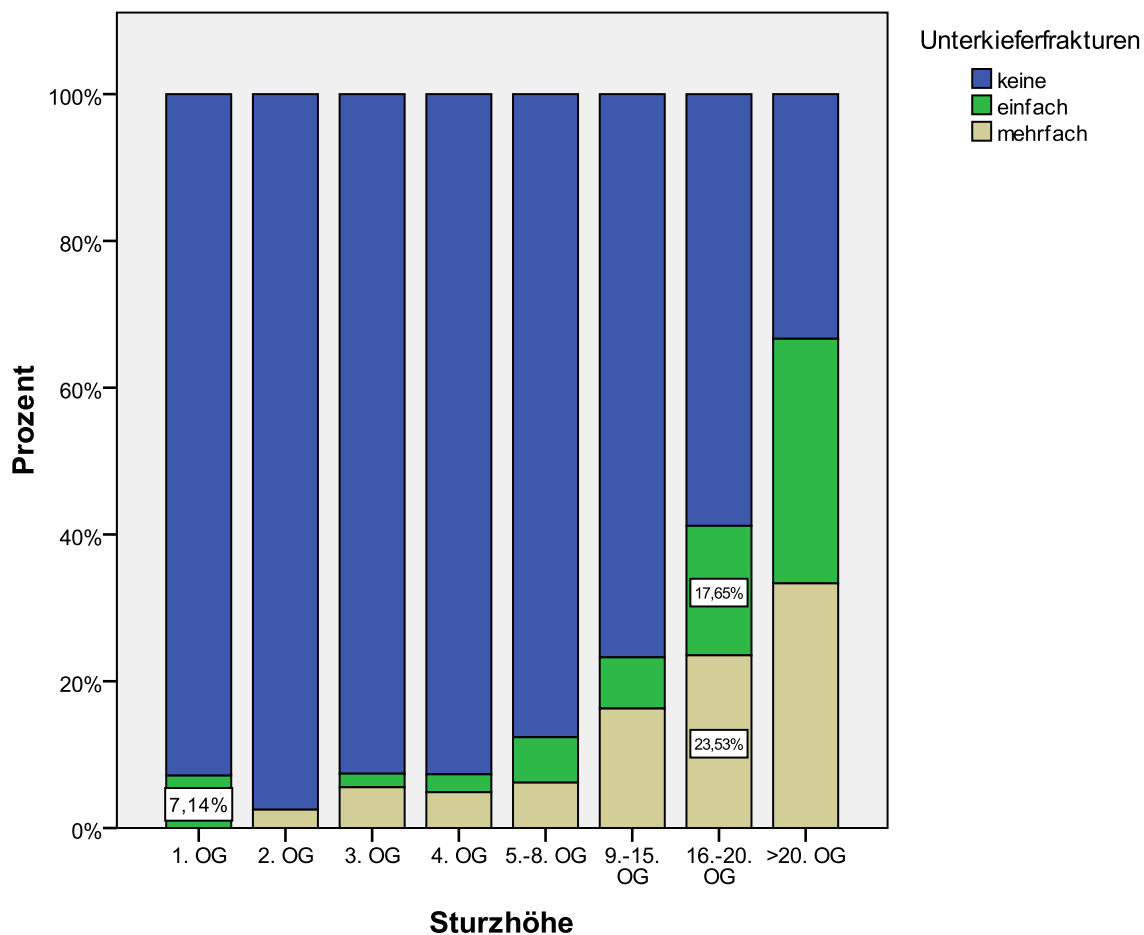


Abb. 18: Unterkieferfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.12 Verletzungsmuster Hals (exklusive Halswirbelsäule)

4.12.1 Verletzungen der Halsmuskeln

	Häufigkeit	Prozent
keine	257	78,8
kleine Einblutungen	27	8,3
größere Einblutungen	36	11,0
Verletzung mit Gewebeerreißung	6	1,8
Total	326	100,0

Tab. 11: Verletzungen der Halsmuskulatur

Die vordere Halsmuskulatur (Platysma, M. sternocleidomastoideus, suprahyale Muskulatur [M. mylohyoideus, M. geniohyoideus, M. digastricus, M. stylohyoideus] und infrahyale Muskulatur [M. omohyoideus, M. sternohyoideus, M. sternothyroideus, M. thyrohyoideus]) blieb in 257 Fällen (78,8%) unverletzt. Traten Verletzungen auf, handelte es sich mit 19,3% (63 Fälle) größtenteils um Einblutungen. Zerreißen der Muskulatur waren mit 1,8% (6 Fälle) selten (Tab. 11).

(Abb. 19 stellt Verletzungen der vorderen Halsmuskulatur in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dar. Insgesamt war die vordere Halsmuskulatur in 69 von 326 Fällen verletzt (21,2%). Mit zunehmender Höhe nahm die Zahl der Verletzungen der vorderen Halsmuskulatur zu. Kam es zu größeren Einblutungen, traten diese mit 47% (8 von 17 Fälle) ab einer Sturzhöhe > 16. OG auf. Schwere Verletzungen mit Gewebeerreißungen nahmen ab einer Sturzhöhe > 20. OG zu und machten einen Anteil von 16,7% aus (1 von 6 Fällen).

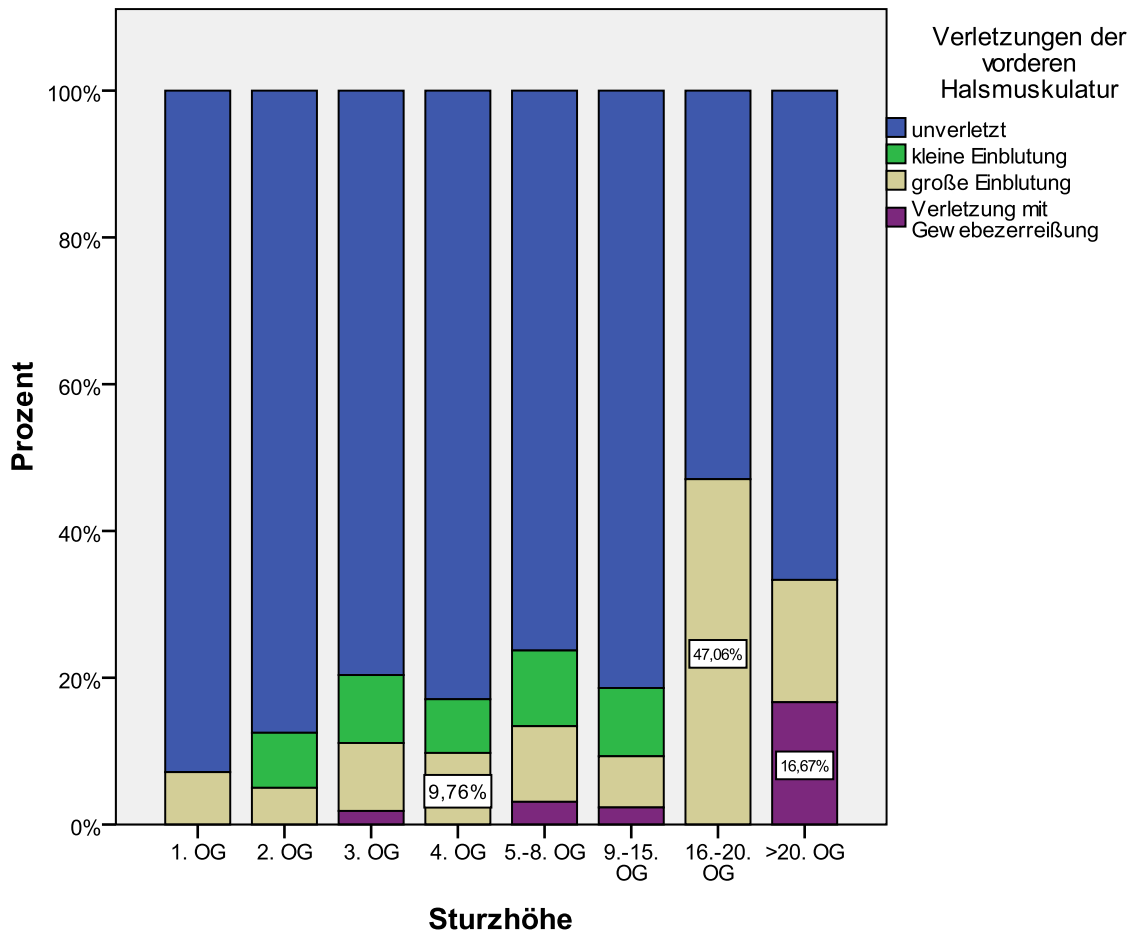


Abb. 19: Verletzungen der Halsmuskulatur in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.12.2 Verletzungen der großen Halsgefäße

	Häufigkeit	Prozent
keine	257	78,8
Venen verletzt	36	11,0
Arterien verletzt	33	10,1
Total	326	100,0

Tab. 12: Verletzungen von Halsgefäßen

Wie aus Tab. 12 hervorgeht, blieben die großen Halsgefäße in 257 Fällen unverletzt (78,8%). Venen waren dabei in 11% (36 Fälle), Arterien in 10% (33 Fälle) verletzt.

In Abb. 20 ist zu erkennen, dass sich bei Stürzen aus dem 3. OG am seltensten große Halsgefäßverletzungen fanden. In 3,7% (2 von 54 Fällen) waren Venen und in 7,4% (4 von 54 Fällen) Arterien verletzt. Bei Stürzen > 9. OG nahmen große Gefäßverletzungen wieder zu: Venen waren in 11,6% (5 von 43 Fälle), Arterien in 18,6% (8 von 43 Fällen) verletzt. Bei einer Sturzhöhe > 20. OG traten in 33,3% (2 von 6 Fällen) Verletzungen von Venen und in 16,7% (1 von 6 Fälle) Verletzungen von Arterien auf.

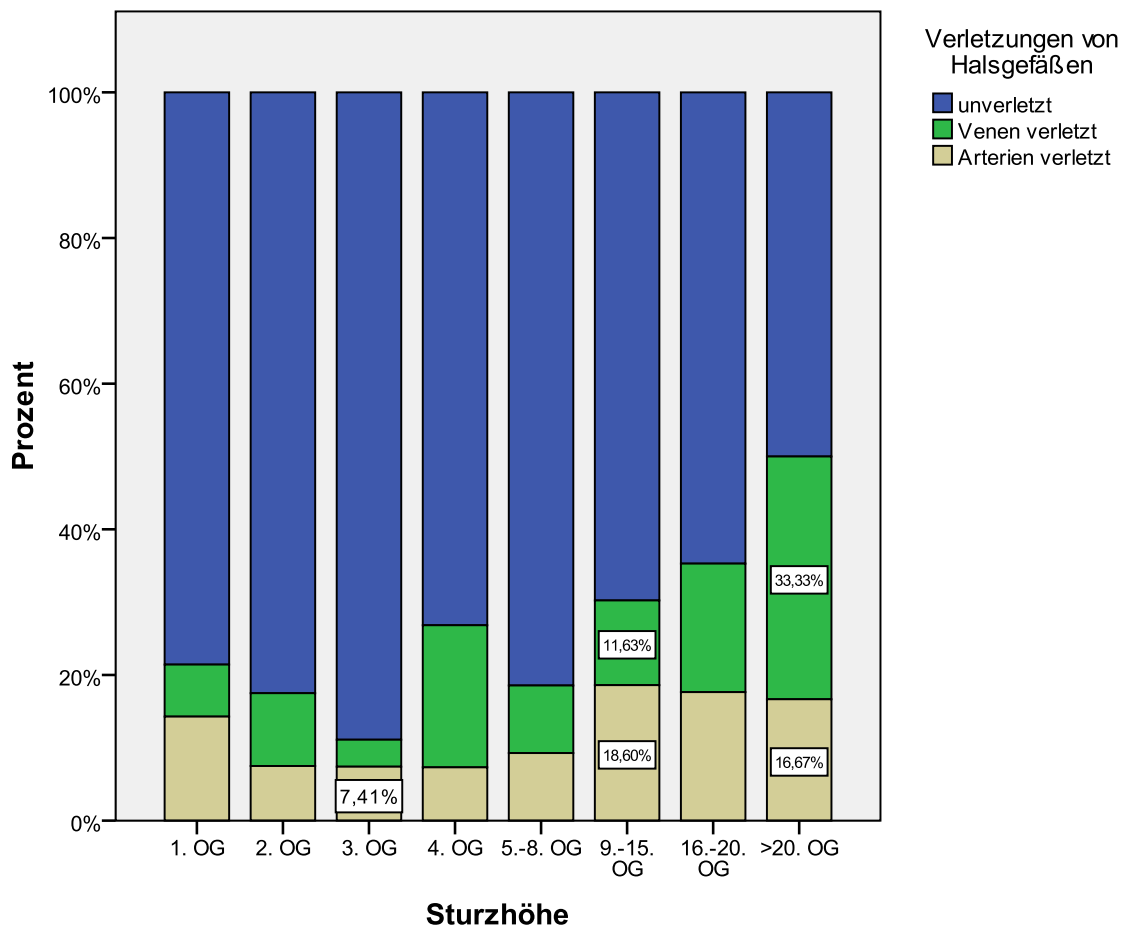


Abb. 20: Verletzungen der großen Halsgefäße in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.12.3 Frakturen an Kehlkopfskelett / Zungenbein

Das Kehlkopfskelett blieb in 236 Fällen (72,4%) unverletzt. In 33 Fällen (10,1%) wurde ein einfacher Bruch festgestellt, in weiteren 21 Fällen (6,4%) waren Kehlkopfstrukturen mehrfach frakturiert. In 27 Fällen (8,3%) war das Knochengestüt nur umblutet, eine Fraktur war dabei nicht nachzuweisen. Anschließend wurden die Fälle auf das Vorkommen spezieller Kehlkopfverletzungen untersucht (Abb. 21).

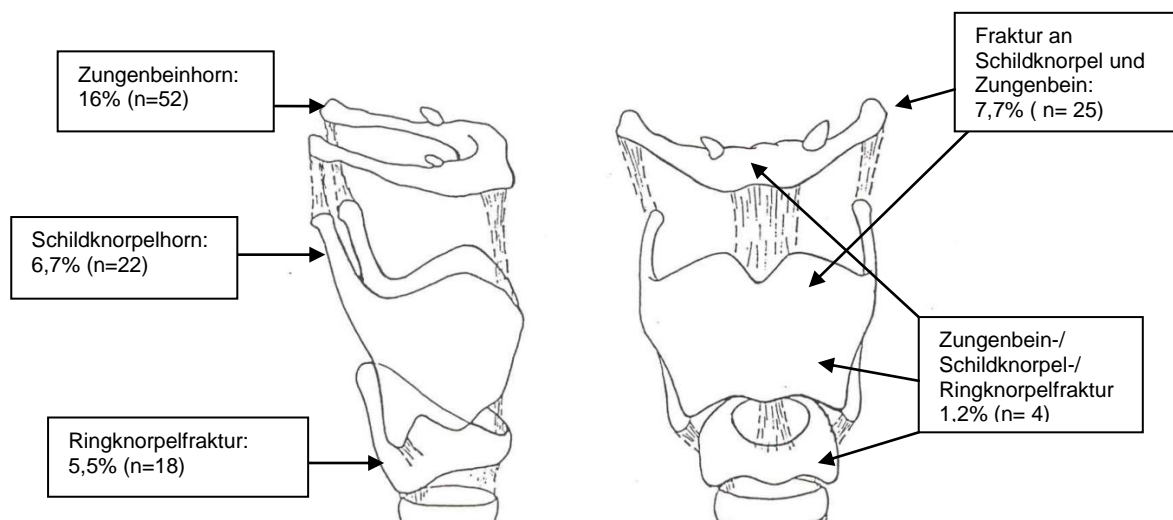


Abb. 21: Frakturen des Kehlkopfskelettes

Der Kehlkopf blieb in 205 Fällen (62,9%) unverletzt. Die am häufigsten betroffene Verletzungsregion waren die Zungenbeinhörner. Von den 52 Fällen von Zungenbeinhornfrakturen traten diese dabei in 44 Fällen unilateral und in 8 Fällen bilateral. Einzelne Schildknorpelhornfrakturen traten in 16 und doppelte Schildknorpelhornfrakturen in 6 von 22 Fällen auf (Abb. 21).

In Abb. 22 sind Kehlkopfskelettfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass Kehlkopfskelettfrakturen mit der Sturzhöhe zunahmen. Am häufigsten traten Zungenbeinhornfrakturen bei Stürzen aus dem 2. OG auf. Von 40 Stürzen aus dem 2. OG traten in 10 Fällen Zungenbeinhornfrakturen auf (25%). Bei Stürzen > 2. OG nahmen diese wieder ab. Bei einer Sturzhöhe > 20. OG traten solche Frakturen in 16,7% auf (1 von 6 Fällen).

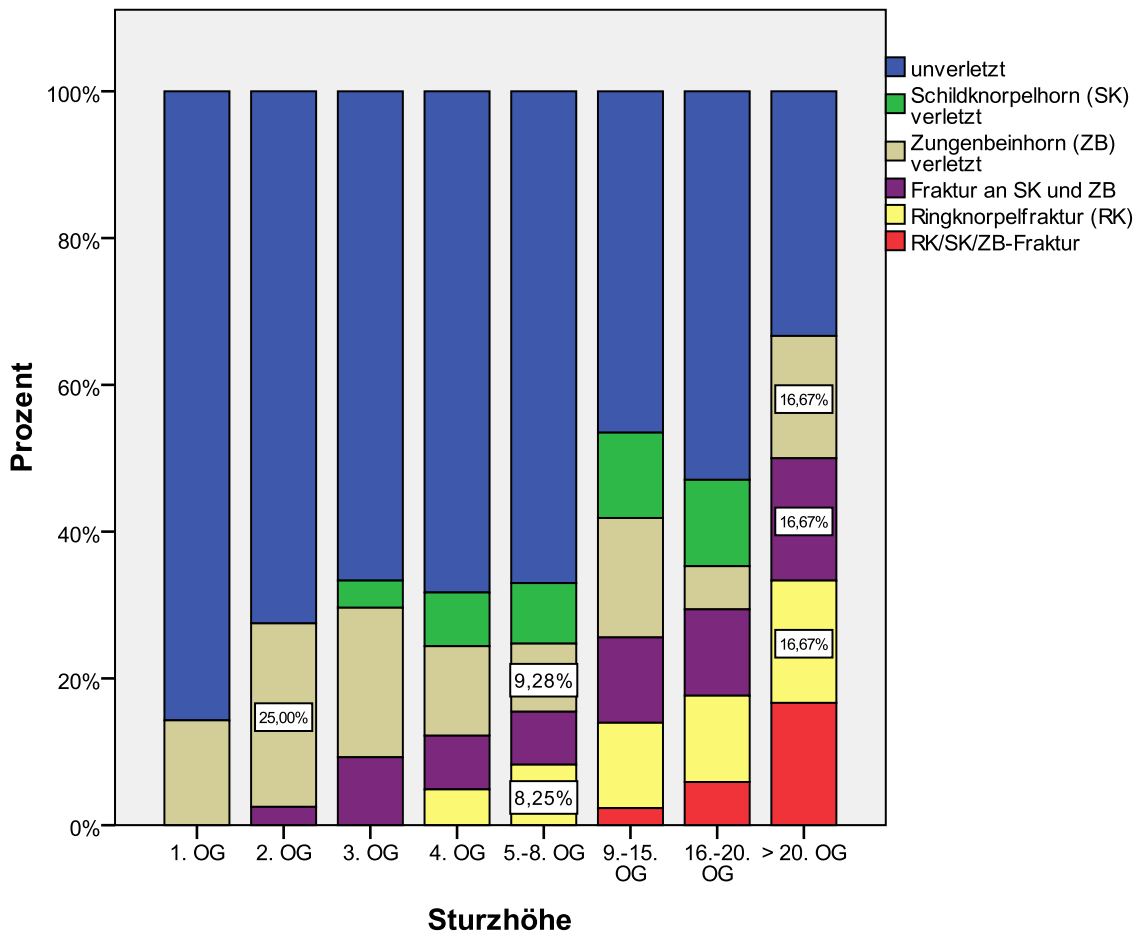


Abb. 22: Kehlkopfskelettverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Vor allem singuläre Ringknorpelfrakturen und Kombinationsverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu. In Abb. 23 sind Kehlkopf-/ Zungenbeinfrakturen in Abhängigkeit vom Vorhandensein von Unterkieferfrakturen dargestellt. In 280 Fällen ohne Unterkieferfraktur blieb das Kehlkopf-/ Zungenbeingerüst in 220 Fällen unverletzt. (79%). In 20,7% (58 von 280 Fällen) traten Kehlkopf-/ Zungenbeinverletzungen bei gleichzeitigem Fehlen von Unterkieferfrakturen auf. Traten einfache Unterkieferfrakturen auf, waren Kehlkopf / Zungenbein in 55% (11 von 20 Fällen) ebenfalls frakturiert. In 46,1% (12 von 26 Fällen) traten mehrfache Kehlkopf-/ Zungenbeinfrakturen bei gleichzeitig vorhandenen Unterkieferfrakturen auf.

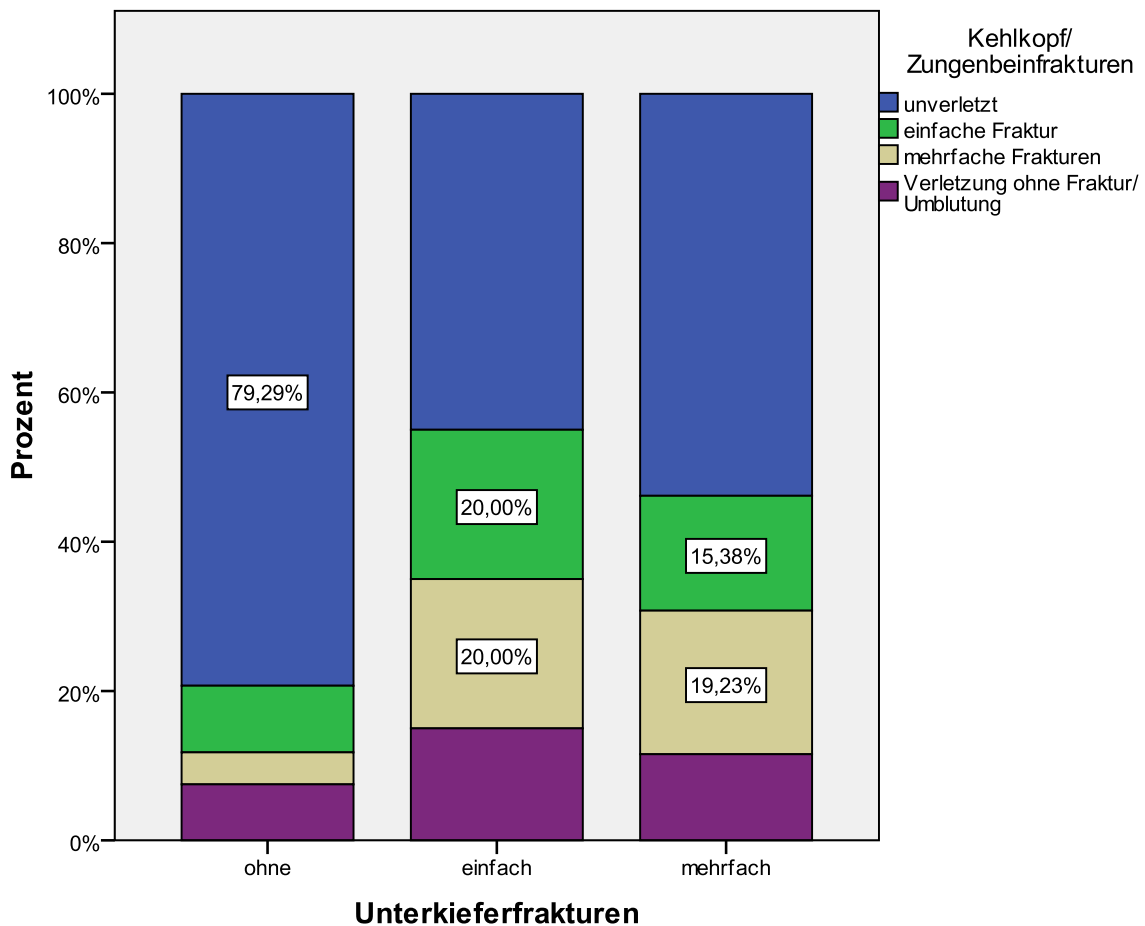


Abb. 23: Kehlkopf/Zungenbeinfrakturen in Abhängigkeit von Unterkieferfrakturen

4.13 Verletzungsmuster Wirbelsäule und Rumpfskelett

Abb. 24 gibt einen Überblick über die Häufigkeit von Frakturen an Kopf, Hals, Wirbelsäule, Extremitäten, Thorax und Becken. Die detaillierte Darstellung entsprechender Frakturen an Kopf und Hals erfolgte bereits in den Abschnitten 4.11 und 4.12.

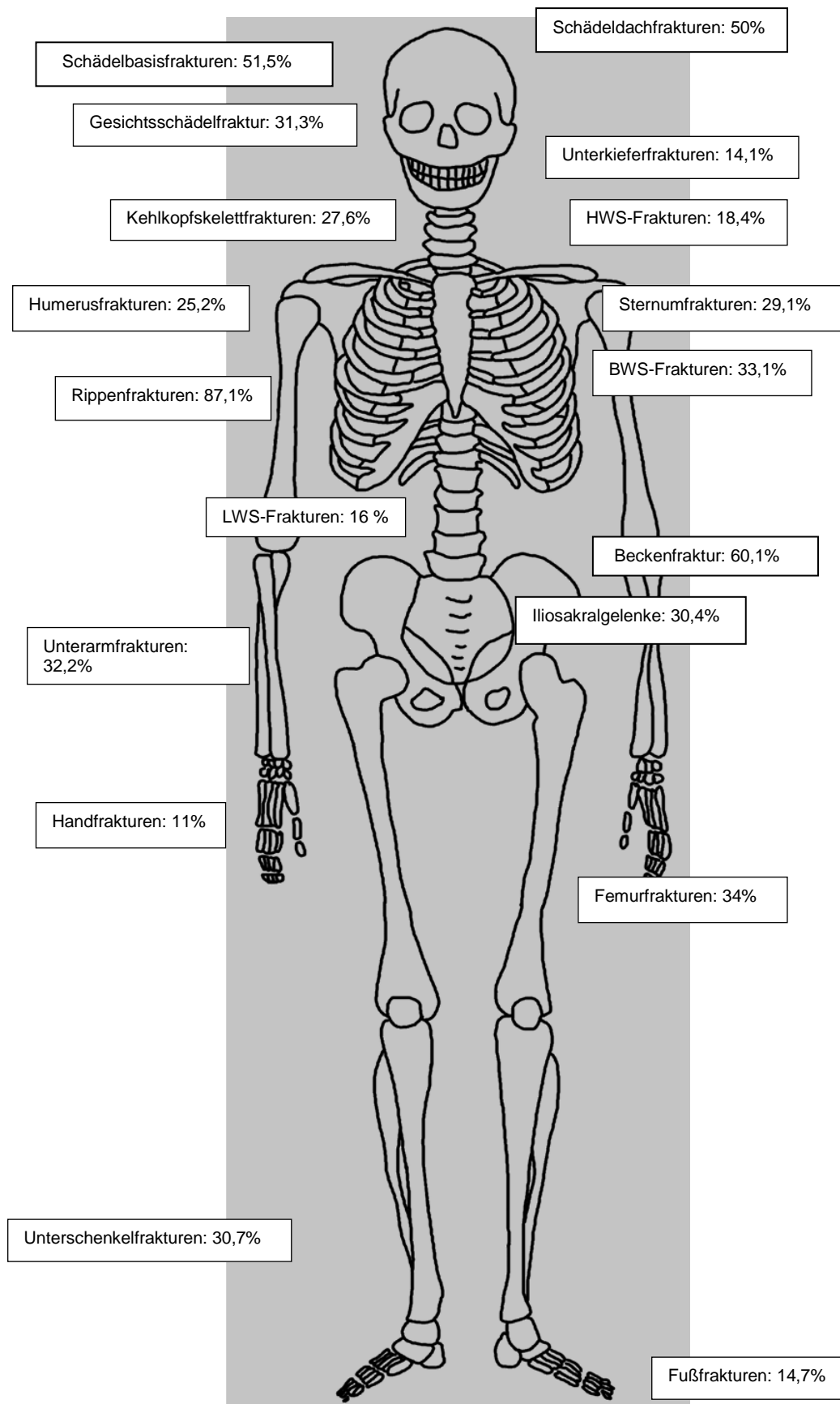


Abb. 24: Frakturen am Skelett in Prozent

4.13.1 Rippenfrakturen

Rippenfrakturen zählten nach Sturz aus der Höhe zu den sehr häufigen Verletzungen: lediglich 42 von 326 Personen (12,8%) wiesen keine Rippenfraktur(en) auf.

In Abb. 25 sind Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt: Bei Stürzen > 16. OG traten Rippenfrakturen obligat auf, bei Stürzen > 20. OG ausschließlich bilateral; das Vorkommen beidseitiger Rippenfrakturen nahm außerdem mit der Sturzhöhe zu (1. OG: 28,6% beidseitige Rippenfrakturen, > 20. OG: 100% beidseitige Rippenfrakturen).

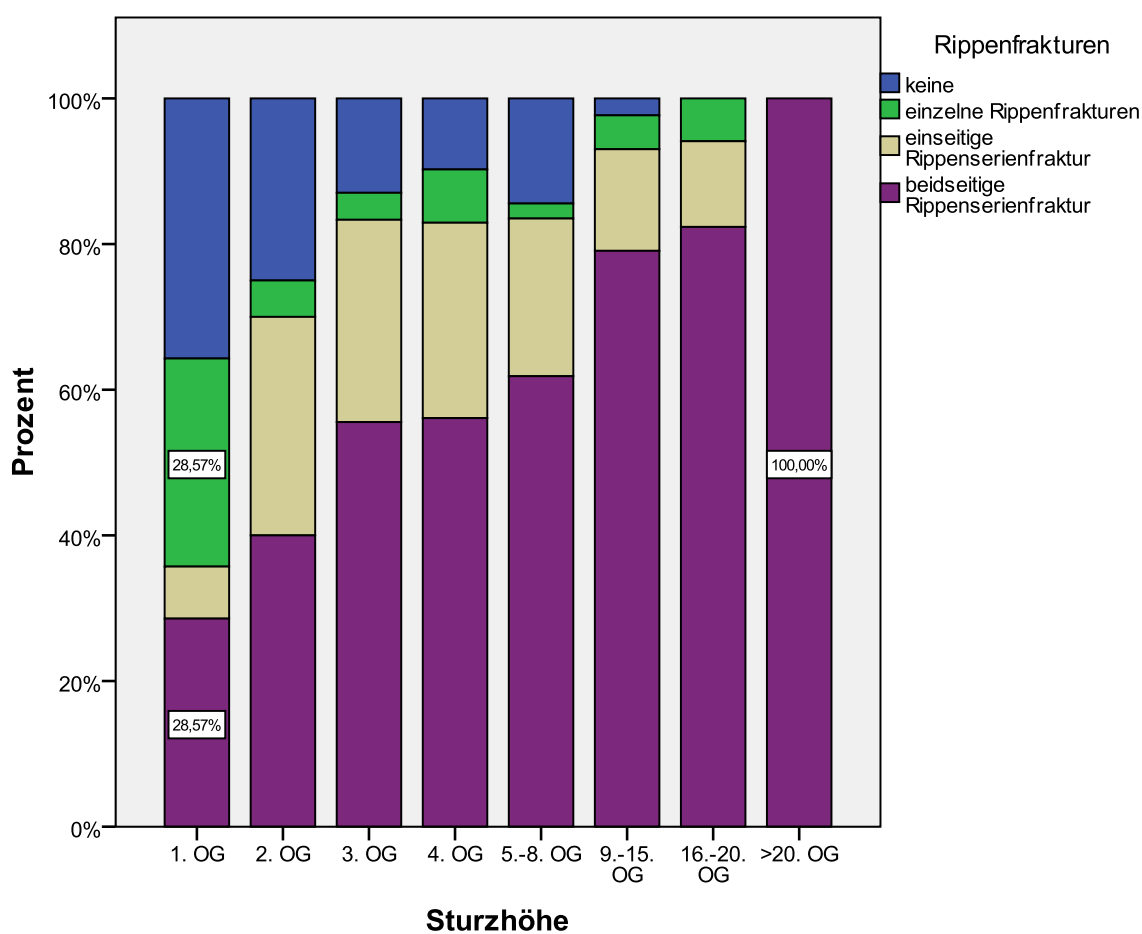


Abb. 25: Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.1.1 Rippenfrakturen und Reanimation

In Fällen von Reanimation (89 Fälle) nach Sturz aus der Höhe wurden isolierte Rippenfrakturen in 10,11% (9 von 89 Fällen) und Rippenserienfrakturen in 75,28% (67 von 89 Fällen) der Fälle vorgefunden. In 85,4% der Fälle (76 von 89 Fällen) lagen also nach Sturz aus der Höhe und folgender Reanimation eine bzw. mehrere Rippenfraktur(en) vor. Wurde nicht reanimiert, kamen Rippenfrakturen in 90,08% der Fälle vor (109 von 121 Fällen), dabei in 88,43% (107 von 121 Fällen) als Rippenserienfraktur und 1,65% (2 von 121 Fällen) als isolierte Rippenfraktur. Somit lagen in 90% der Fälle ohne Reanimation (109 Fälle von 121) Rippenfrakturen vor, im Vergleich zu 85,4% Rippenfrakturen nach Reanimation (76 von 89 Fällen, Abb. 26).

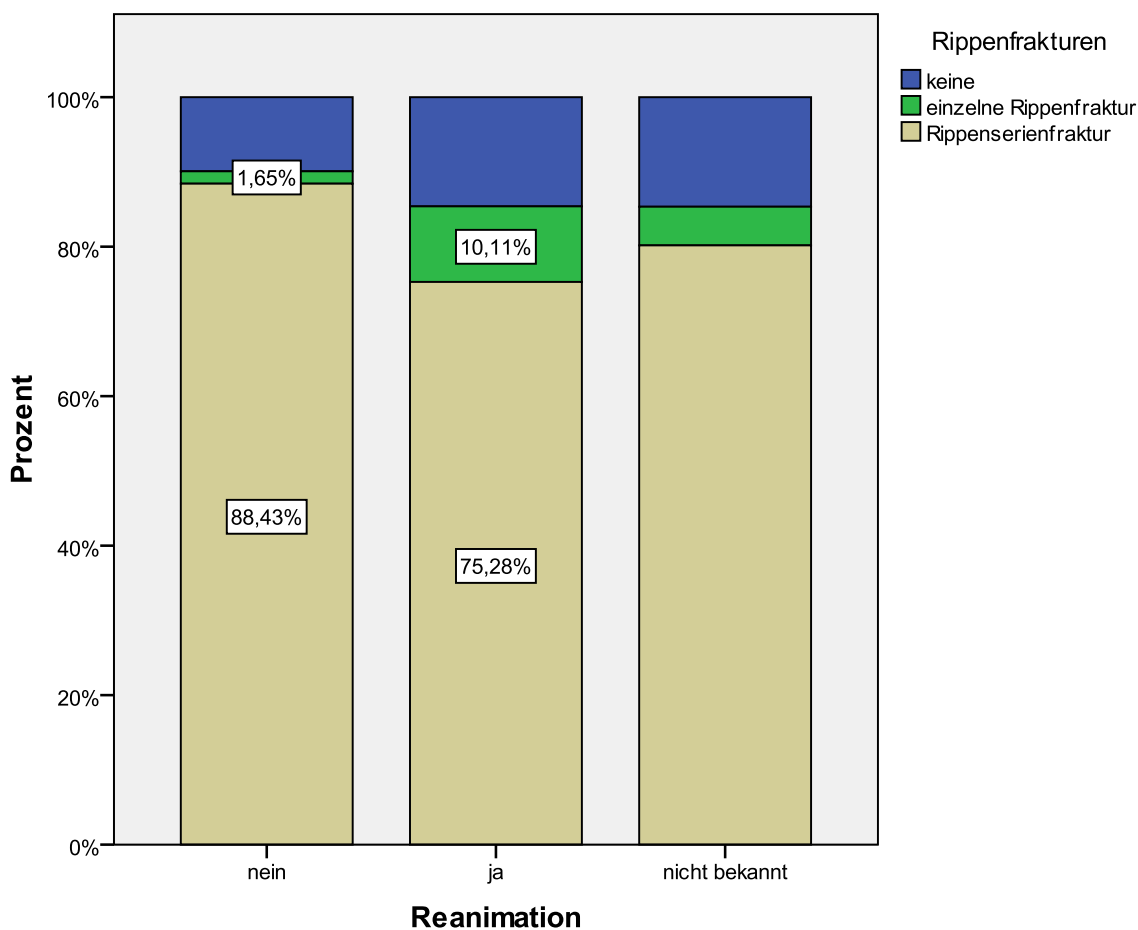


Abb. 26: Häufigkeit von Rippenfrakturen nach Reanimation

		Rippenfrakturen			total
		ohne	einzelne	Serienfraktur	
Reanimation:	nein	12	2	107	121
	ja	13	9	67	89
	nicht bekannt	17	6	93	116
Total		42	17	267	326

Tab. 13: Rippenfrakturen im Zusammenhang mit Reanimation nach Sturz aus der Höhe

Zur Klärung der Frage, ob Rippenfrakturen nach Reanimation bei gleicher Sturzhöhe häufiger auftraten als ohne Reanimation, wurden in Fällen von **erfolgter Reanimation** die Anzahl an Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe berechnet:

Sturzhöhe	Prozent	Reanimation und Rippenfrakturen
1. OG	80%	4 von 5 Fällen
2. OG	73%	8 von 11 Fällen
3. OG	86%	19 von 22 Fällen
4. OG	82%	9 von 11 Fällen
5.-8. OG	81%	22 von 27 Fällen
9.-15. OG	100%	8 von 8 Fällen
16.-20. OG	100%	3 von 3 Fällen
>20. OG	100%	2 von 2 Fällen
insgesamt	84,3%	75 von 89 Fällen

Tab. 14: Anzahl Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe nach erfolgter Reanimation

Ferner wurden alle Fälle betrachtet, in welchen **keine Reanimation** erfolgte und die Rippenfrakturen wurden abhängig von der Sturzhöhe berechnet (Tab. 15).

Sturzhöhe	Prozent	keine Reanimation und Rippenfrakturen
1. OG	100%	3 von 3 Fällen
2. OG	80%	8 von 10 Fällen
3. OG	83%	10 von 12 Fällen
4. OG	86%	12 von 14 Fällen
5.-8. OG	88%	38 von 43 Fällen
9.-15. OG	100%	19 von 19 Fällen
16.-20. OG	100%	9 von 9 Fällen
>20. OG	100%	4 von 4 Fällen
insgesamt	90,4%	103 von 114 Fällen

Tab. 15: Anzahl Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe ohne erfolgte Reanimation

Der Vergleich von reanimierten Personen mit Rippenfrakturen und der nicht-reanimierten Personen mit Rippenfrakturen jeweils bei Stürzen aus gleicher Höhe zeigte, dass die nicht-reanimierten Personen bei gleicher Sturzhöhe häufiger Rippenfrakturen erlitten als diejenigen, bei denen Reanimationsversuche erfolgten. Eine Ausnahme bildet das 3. OG; hier erlitten häufiger reanimierte Personen Rippenfrakturen.

4.13.2 Sternumfrakturen

Sternumfrakturen traten mit einer Häufigkeit von 29,1% und damit in 95 Fällen auf. In 70,9% (231 Fälle) blieb das Sternum unverletzt. Sternumfrakturen nahmen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe zu (Abb. 27): Während bei tödlichen Stürzen aus dem 1. OG in 14,3% Sternumfrakturen vorlagen (2 von 14 Fällen), waren es bei tödlichen Stürzen zwischen 5. – 8. OG 33% (32 von 97 Fällen) und bei tödlichen Stürzen aus dem 16. -20. OG 41,2% (7 von 17 Fällen).

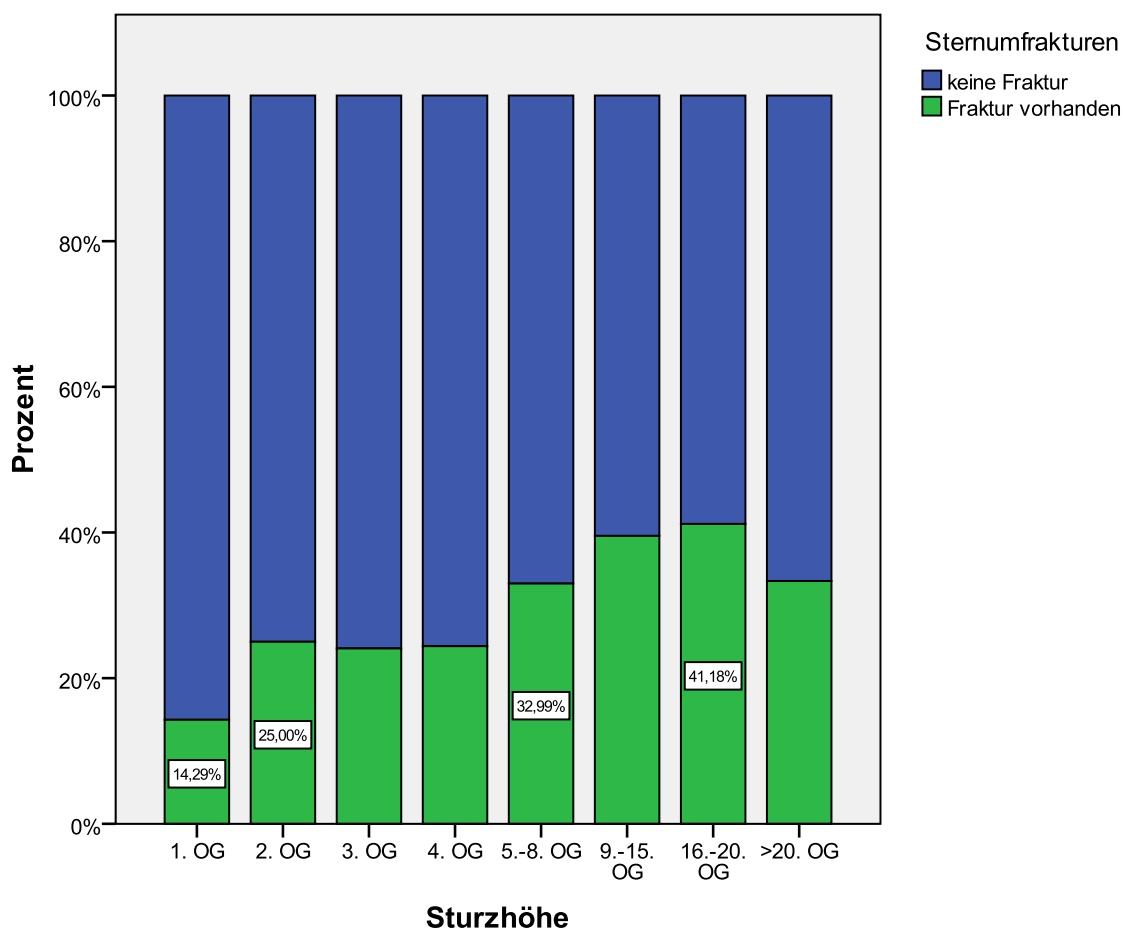


Abb. 27: Sternumfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.2.1 Sternumfrakturen und Reanimation

Von 89 Fällen erfolgreicher Reanimation nach Sturz aus der Höhe blieb das Sternum in 70 Fällen unverletzt (79%), in 19 Fällen (21,35%) zeigten sich hier Frakturen (Tab. 16, Abb. 28).

	Sternumfrakturen		total
	Nein	ja	
Reanimation: nein	95	26	121
ja	70	19	89
nicht bekannt	66	50	116
total	231	95	326

Tab. 16: Sternumfrakturen und Reanimation

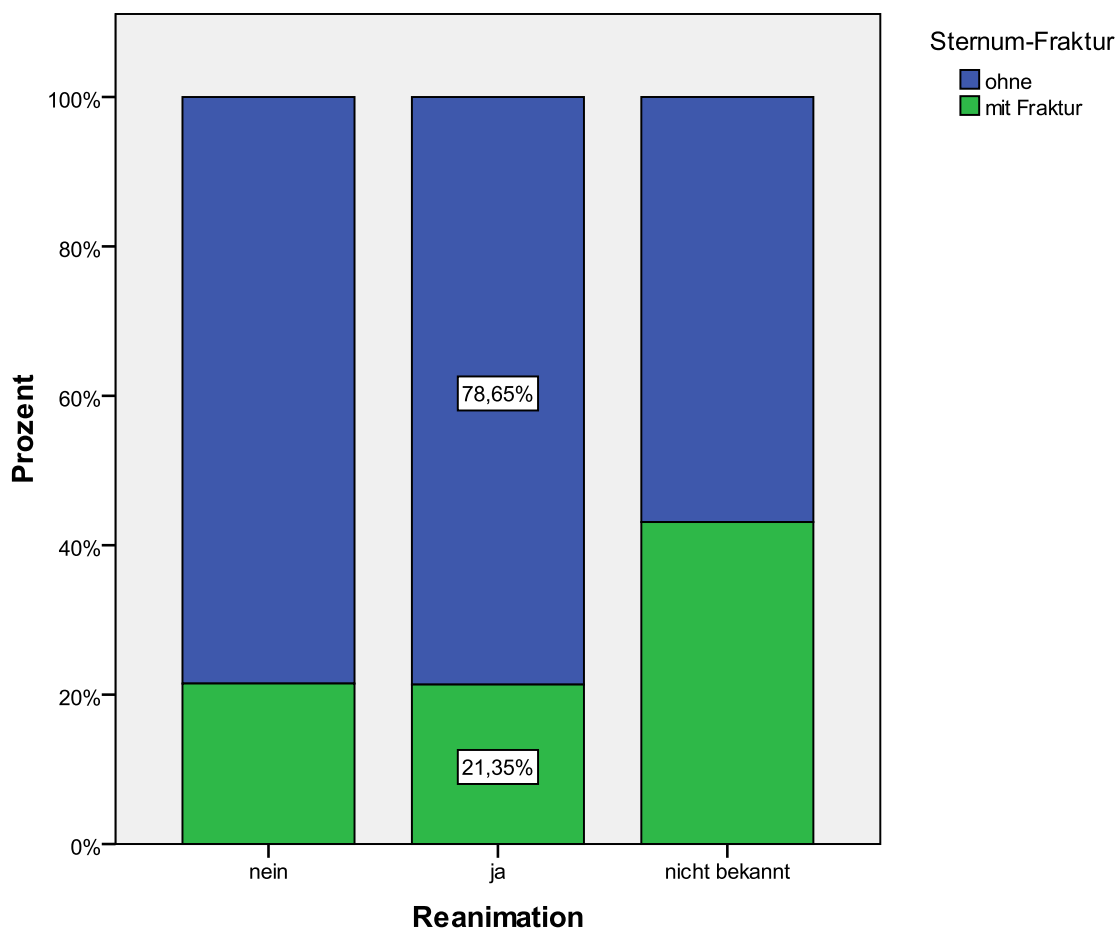


Abb. 28: Sternumfrakturen und Reanimation

Abb. 29 zeigt, dass Sternumfrakturen nahezu unabhängig von erfolgter Reanimation bei gleicher Sturzhöhe auftraten. Bei Stürzen aus dem 5.-8. OG traten nach Reanimation in 13,4% Sternumfrakturen auf, in 13,9% jedoch nicht. Für das 3. OG fanden wir in 10,8% der Fälle nach Reanimation keine Sternumfrakturen, in 11,63% lagen Sternumfrakturen vor.

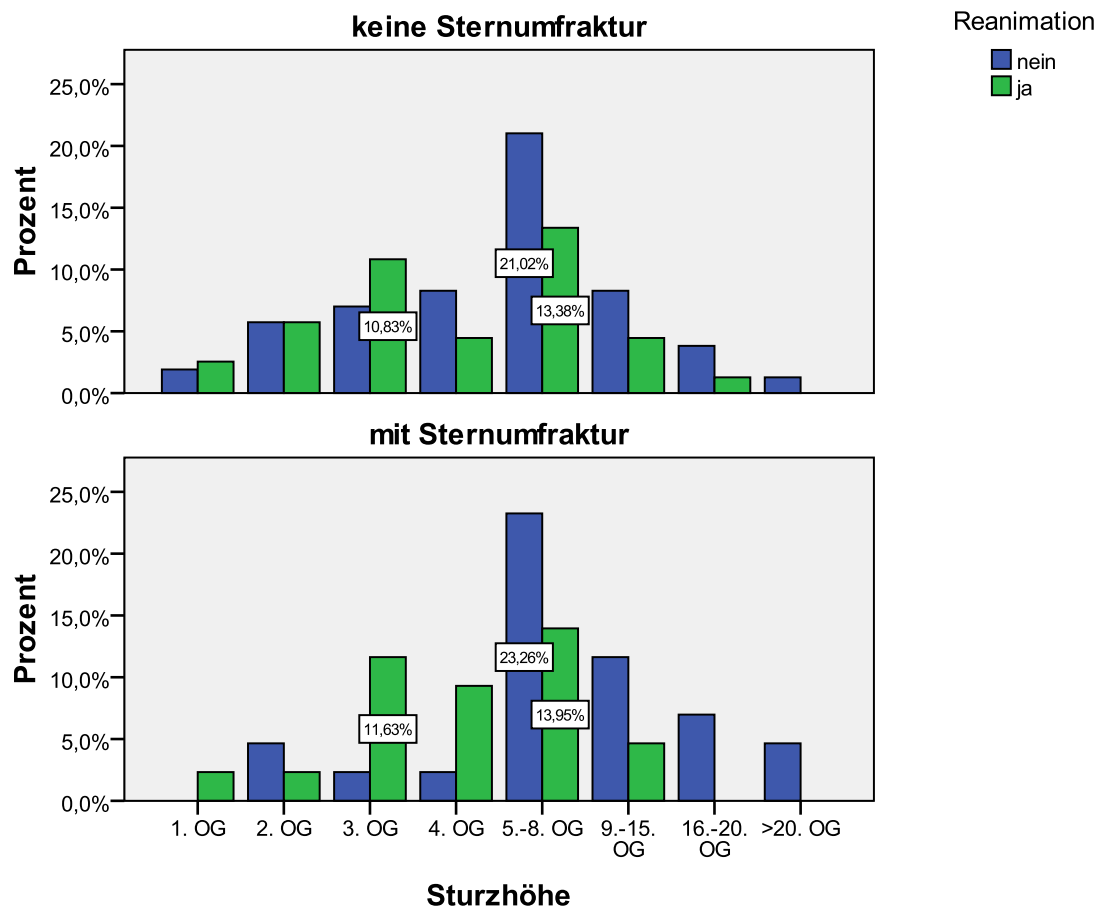


Abb. 29: Sternumfrakturen, Sturzhöhe und Reanimation

4.13.3 Verletzungen der Wirbelsäule

Isolierte Wirbelkörperfrakturen traten in 23,6% auf (77 Fälle), Frakturen mehrerer Wirbelkörper mit 58 Fällen (17,8%). Die Disci intervertebrales waren in 5 von 326 Fällen verletzt (1,5%), Kombinationsverletzungen kamen in 0,9% (3 Fälle) vor. In 182 von 326 Fällen (55,8%) blieb die Wirbelsäule unverletzt (Abb. 30).

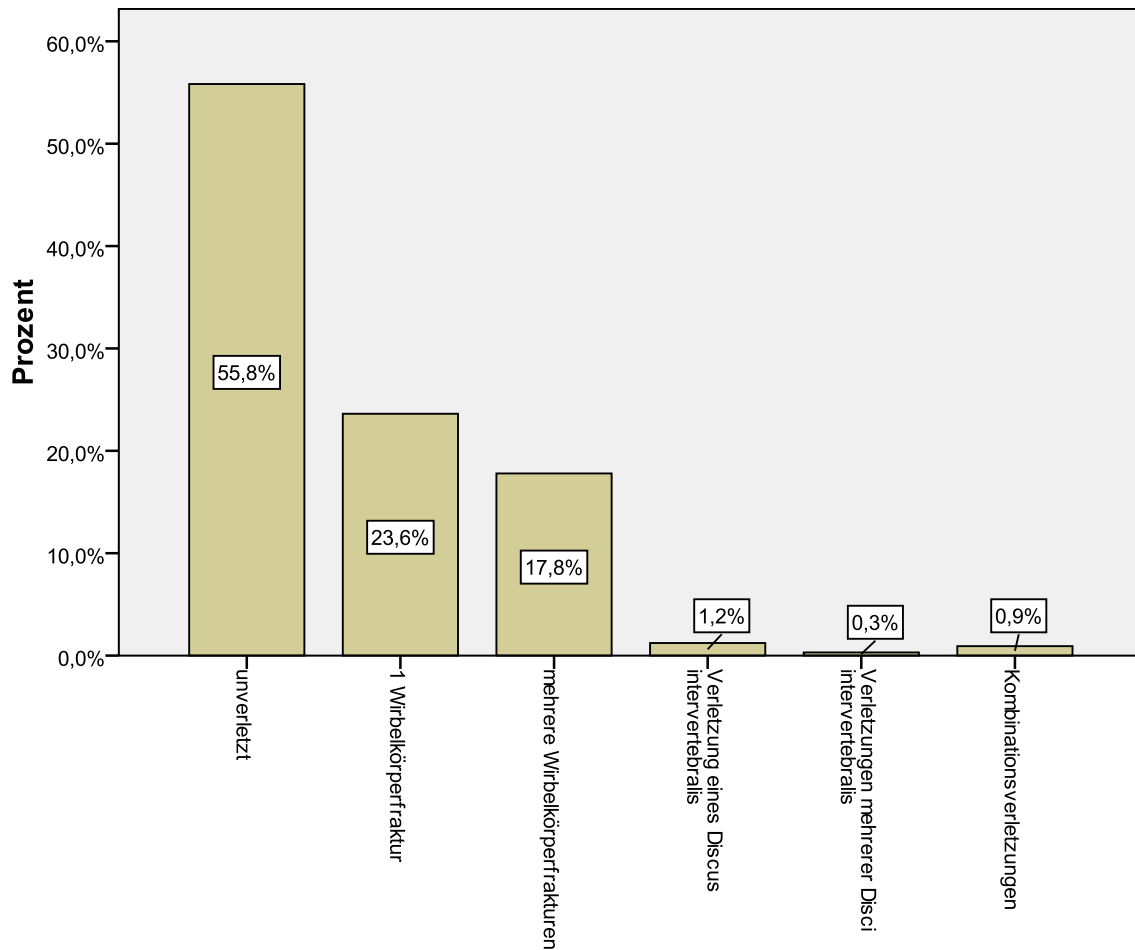


Abb. 30: Verletzungen der Wirbelsäule

4.13.3.1 Verletzungen der Halswirbelsäule (HWS)

HWS-Verletzungen	Häufigkeit	Prozent
keine	266	81,6
Weichteilverletzung	14	4,3
Fraktur der HWS	38	11,7
Durchtrennung der HWS	8	2,5
Total	326	100,0

Tab. 17: Verletzungen der HWS

Weichteilverletzungen (Verletzungen des Bandapparates, der Facettengelenke, der Muskeln und Muskelfaszien) traten in 14 Fällen (4,3%), Frakturen mit einer Häufigkeit von 11,7% (38 Fälle) und komplette Durchtrennungen der HWS mit einer Häufigkeit von 2,5% (8 Fälle) auf. In Abb. 31 sind HWS-Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Nach Stürzen aus dem 1. OG blieb die HWS überwiegend unverletzt (85,7%, 12 von 14 Fällen), während nach Sturz aus dem 2. OG in 15% der Fälle multiple Frakturen der HWS auftraten (6 von 40 Fällen). Nach Stürzen aus dem 5. – 8. OG traten in 15,5% (15 von 97 Fällen) und nach Stürzen > 20. OG in $\frac{2}{3}$ der Fälle Verletzungen auf (66,67%, 4 von 6 Fällen).

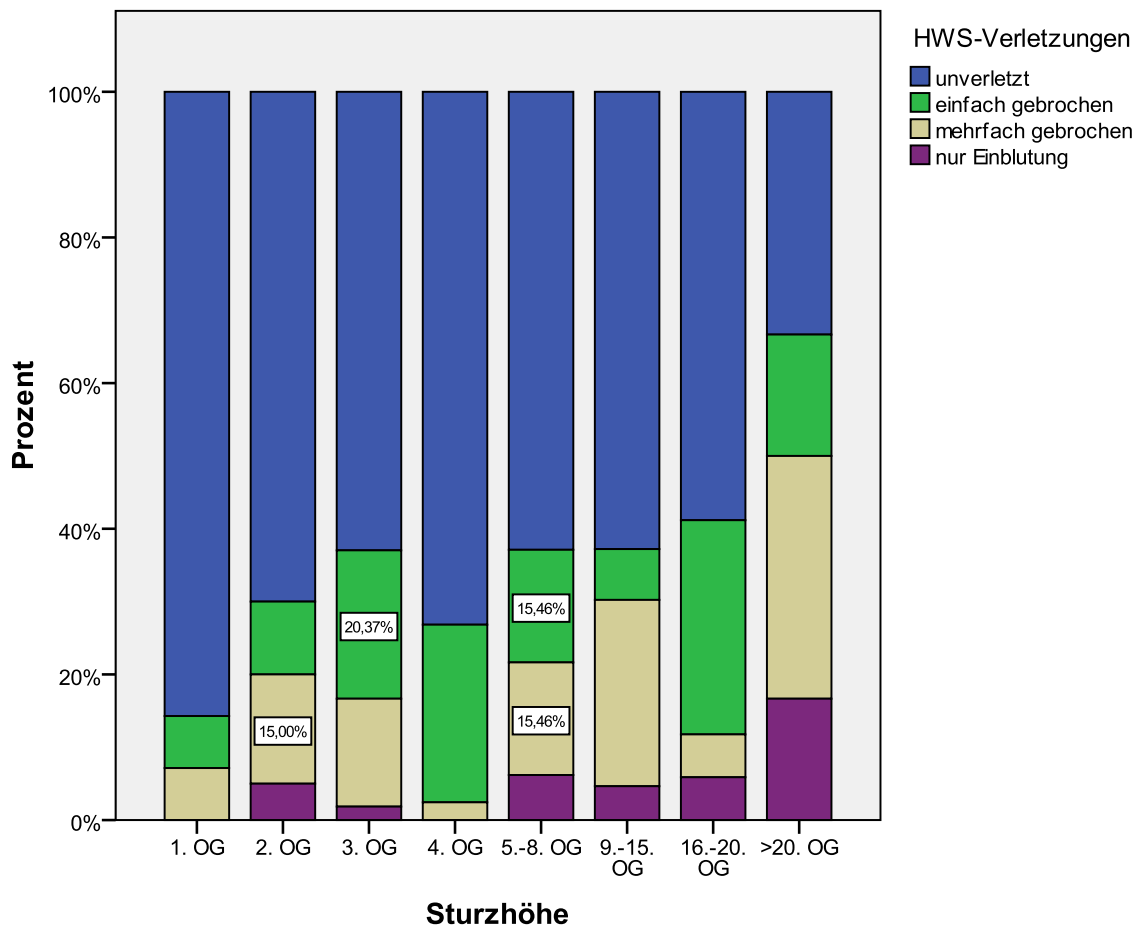


Abb. 31: Verletzungen der HWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Abb. 32 zeigt, dass HWS-Frakturen mit der Sturzhöhe zunahmen. In 5 von 40 Fällen (12,5%) traten HWS-Frakturen nach Sturz aus dem 2. OG auf, in 20,9% (9 von 43 Fälle) bei Stürzen zwischen dem 9. – 15. OG und in 50% (3 von 6 Fällen) bei Stürzen > 20. OG. Bei Stürzen < 4. OG traten keine Durchtrennungen der HWS auf. Diese nahmen mit Zunahme der Sturzhöhe zu (4. OG: 2,4%, 5.-8. OG: 4,1%, 16.-20. OG: 5,5%).

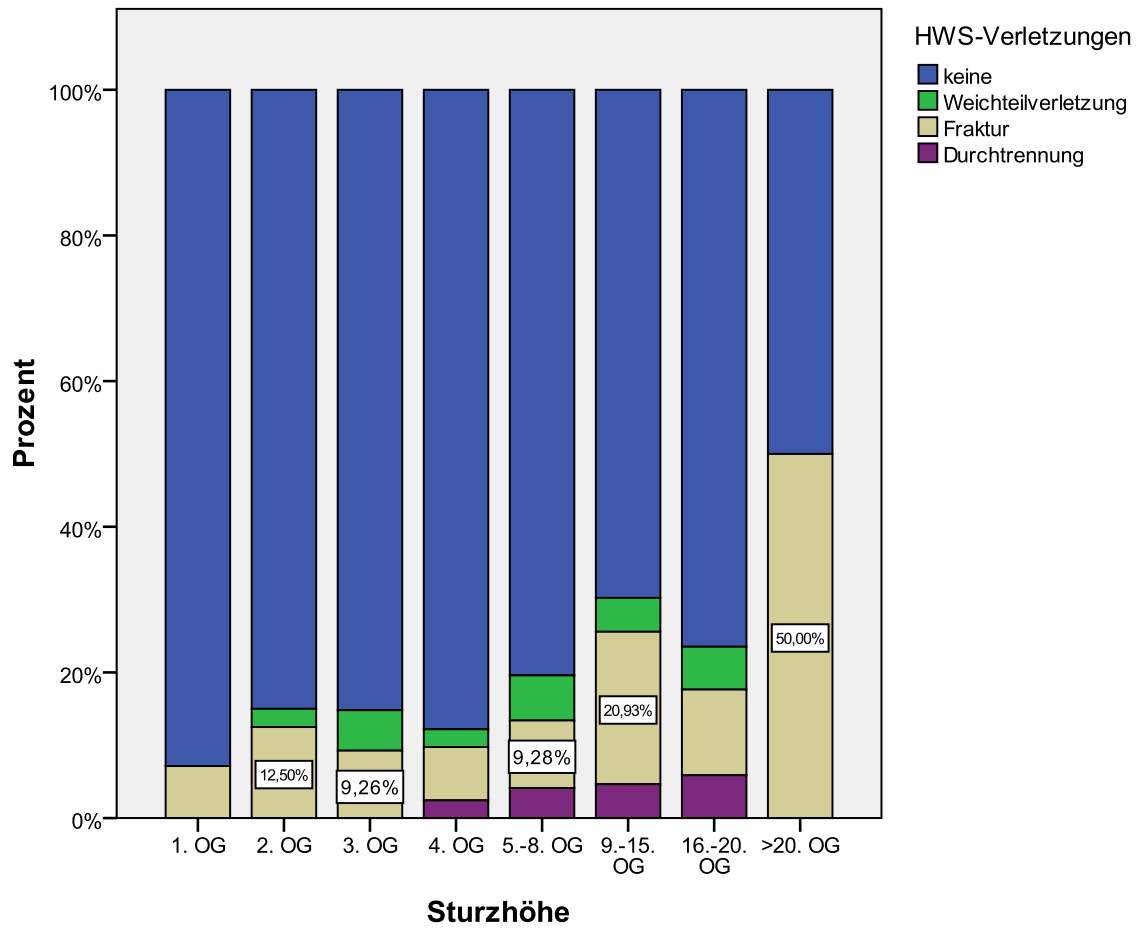


Abb. 32: Verletzungen der HWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.3.2 Verletzungen der Brustwirbelsäule (BWS)

BWS-Frakturen lagen in 95 Fällen vor (29,1%). In 5 Fällen (1,5%) wurden Weichteilverletzungen und in 6 Fällen (1,6%) Durchtrennungen der BWS vorgefunden. In 220 von 326 Fällen blieb die BWS unverletzt (67,5%).

BWS-Frakturen nahmen mit der Sturzhöhe zu. Während es bei Stürzen aus dem 4. OG in 24,4% der Fälle zu Frakturen der BWS kam (10 von 41 Fällen), waren es nach Stürzen > 20. OG 50% (3 von 6 Fällen). Ferner nahmen mit zunehmender Sturzhöhe die Durchtrennungen der BWS zu; nach Stürzen > 5. OG kam es in 1% der Stürze zu Durchtrennungen der BWS (1 von 97 Fällen), nach Stürzen > 20. OG in 16,7% (1 von 6 Fällen, Abb. 33).

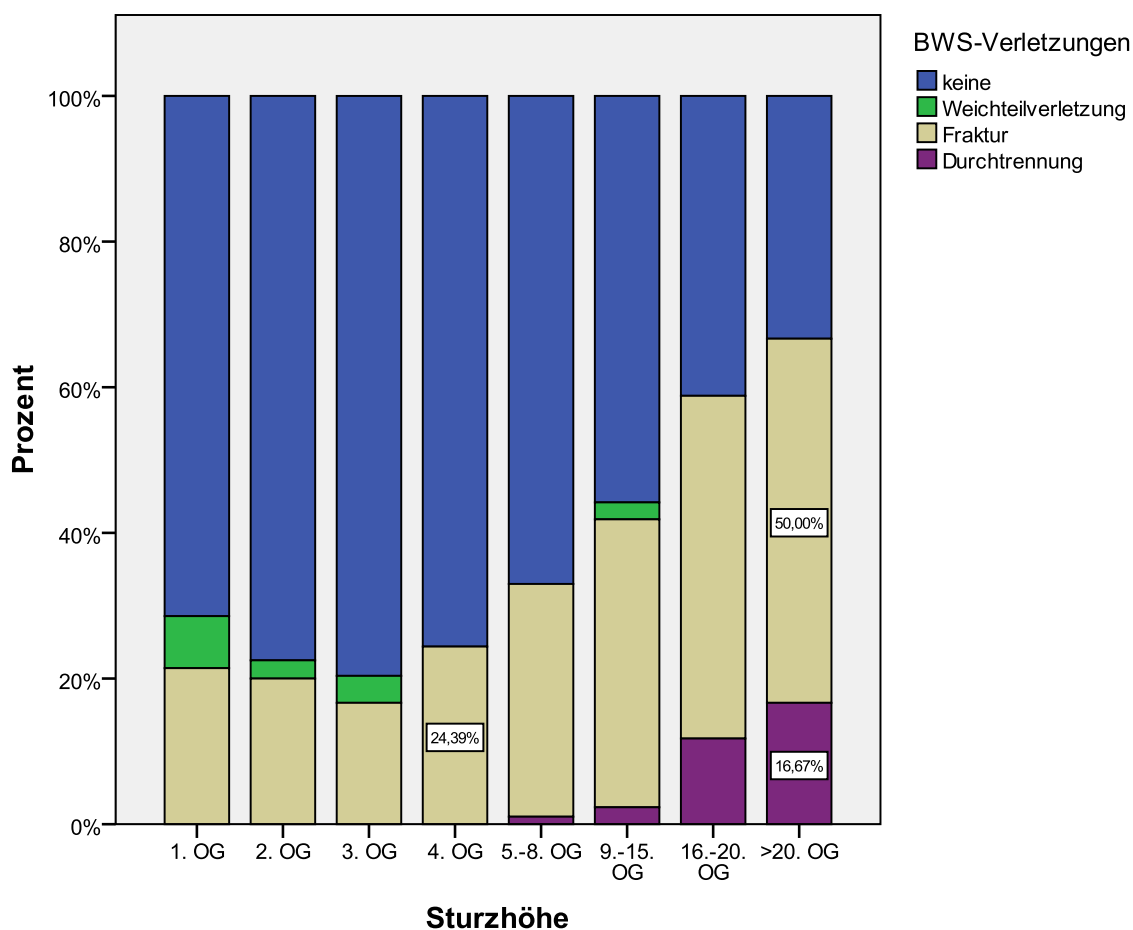


Abb. 33: Verletzungen der BWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.3.3 Verletzungen der Lendenwirbelsäule (LWS)

LWS-Verletzungen	Häufigkeit	Prozent
keine	276	84,7
Weichteilverletzungen	5	1,5
Fraktur	43	13,2
Durchtrennung	2	0,6
Total	326	100,0

Tab. 18: Verletzungen der LWS

Weichteilverletzungen der LWS traten in 5 Fällen (1,5%), Frakturen in 43 Fällen (13,2%) und Durchtrennungen in 2 Fällen (0,6%) auf. Die LWS wies in 84,7% der Fälle keine Verletzungen auf (276 Fälle) (Tab. 18).

Nachfolgend werden LWS-Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt (Abb. 34). Die Anzahl an Weichteilverletzungen nahm mit der Sturzhöhe ab (1. OG: 7,1% Weichteilverletzungen / 5.-8. OG: 1% Weichteilverletzungen), während die Anzahl an Frakturen mit Zunahme der Sturzhöhe anstieg (2. OG: 5% Frakturen / 16.-20. OG: 23,5% Frakturen). Nach Stürzen > 20. OG handelte es sich bei den Verletzungen stets um komplette Durchtrennungen der LWS, welche mit einer Häufigkeit von 16,7% auftraten (1 von 6 Fällen).

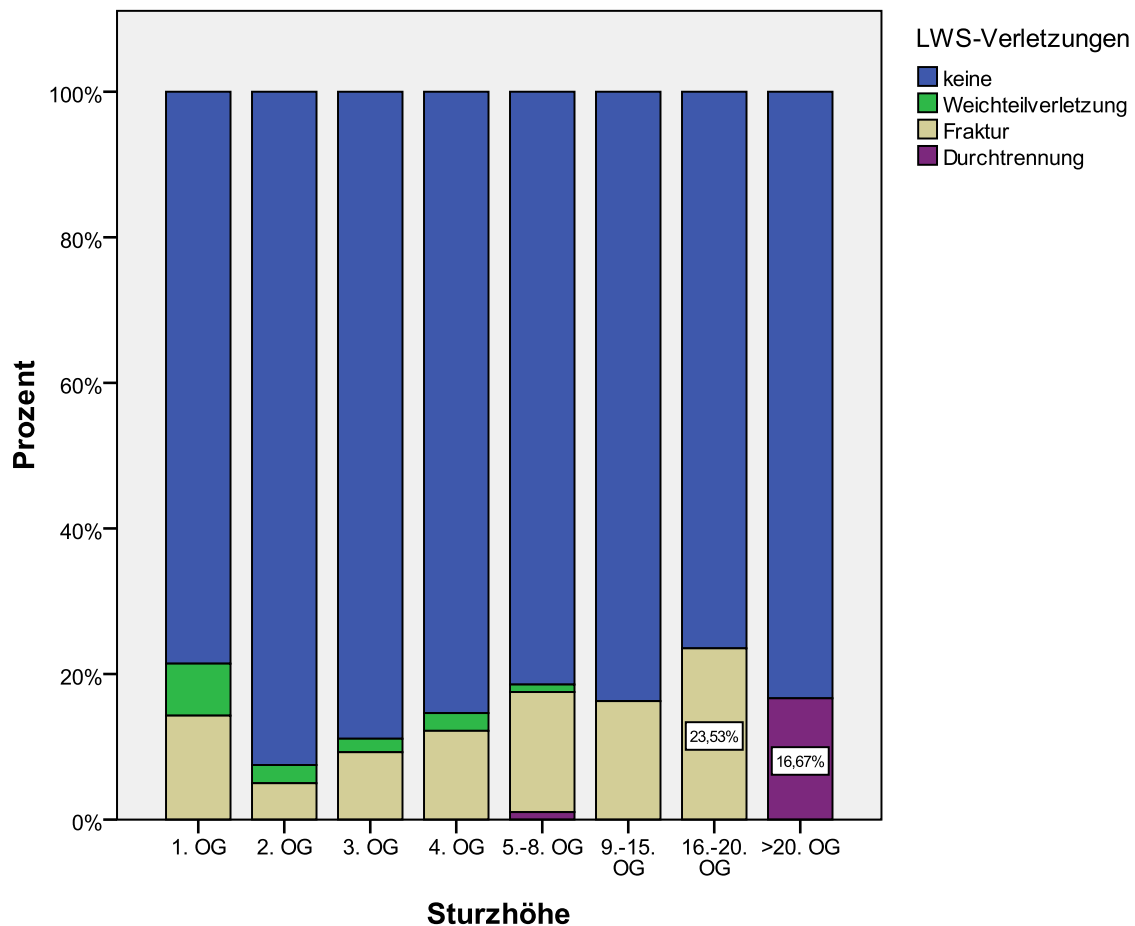


Abb. 34: Verletzungen der LWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.4 Beckenringfrakturen

Unilaterale Beckenringfrakturen traten in 27,9% (91 Fälle), bilaterale in 22,1 % (72 Fälle) und Beckenzertrümmerungen in 10,1% (33 Fälle) auf. Damit war das Becken in rund 60% der Fälle frakturiert. Die Darstellung des Auftretens von Beckenringfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe (Abb. 35) zeigt, dass vor allem die Anzahl an beidseitigen Frakturen sowie Beckenzertrümmerungen mit der Sturzhöhe zunahm. Schon nach Stürzen > 3. OG fanden sich in 44,4% der Fälle Frakturen (n= 145), nach Stürzen > 9. OG treten Beckenringfrakturen in 83,7 % auf (n=273).

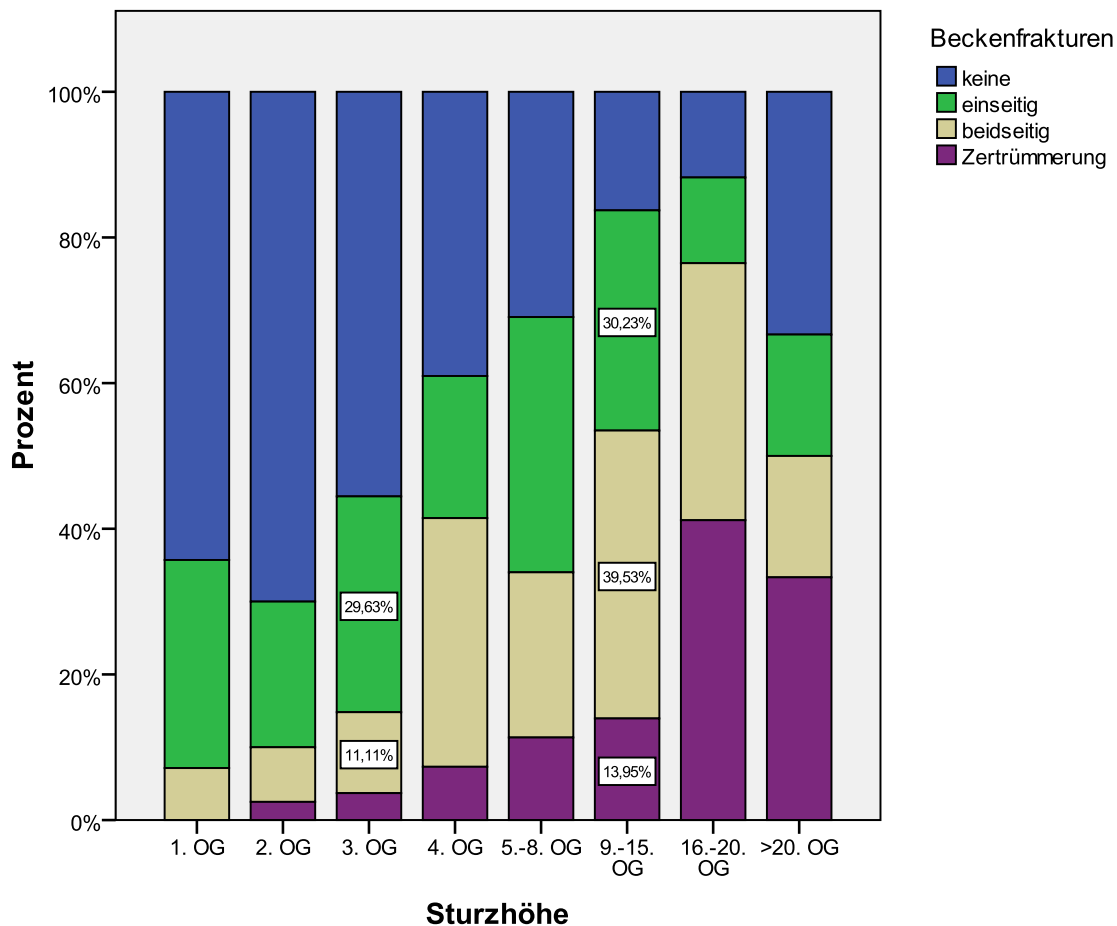


Abb. 35: Darstellung der Beckenringfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.13.4.1 Verletzungen der Iliosakralgelenke

Die Iliosakralgelenke blieben in 229 Fällen (70,2%) unverletzt. In 14,1 % (46 Fälle) kam es zu unilateralen, in 15,6% (51 Fälle) zu bilateralen Verletzungen der Iliosakralgelenke. Wie die nachfolgende Abb. 36 zeigt, waren in 7,14% der Stürze aus dem 1. OG Verletzungen der Iliosakralgelenke vorhanden (1 von 14 Fällen). Sowohl die unilateralen als auch die bilateralen Verletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu. Nach Stürzen > 9. OG waren in 55,81% die Iliosakralgelenke verletzt, in 25,6% unilateral (11 von 43 Fällen), in 30,2% bilateral (13 von 43 Fällen).

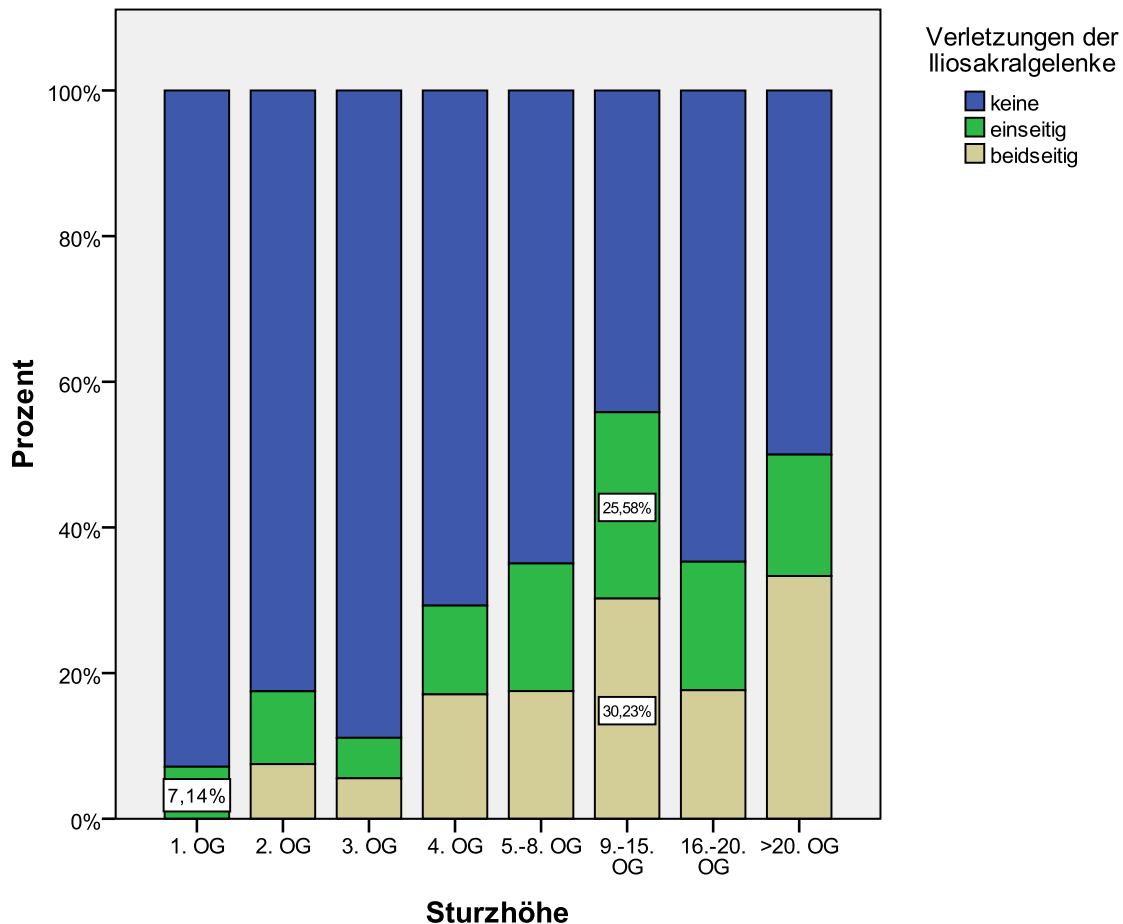


Abb. 36: Verletzungen der Iliosakralgelenke in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.14 Verletzungsmuster Brust- und Bauchorgane

4.14.1 Verletzungen von Thoraxorganen

Die Verletzungen von Thoraxorganen beinhalten Herz-, Lungen- und Aortenverletzungen. Es traten mit 235 von 326 Fällen (72%) am häufigsten Lungenverletzungen auf. In 91 Fälle blieb die Lunge unverletzt (28%). Herzverletzungen fanden sich 148 von 326 Fällen (45,5%). In 178 Fällen blieb das Herz unverletzt (54,5%). Verletzungen der Aorta traten in 129 Fällen (39,6%) auf. In 197 Fällen blieb die Aorta unverletzt (60,4%).

4.14.2 Verletzungen von Bauchorganen

Bei der Untersuchung des Abdomens wurden hauptsächlich Kombinations-verletzungen aus Beckenringfrakturen und Organeinrissen gefunden (31,9%, 104 Fälle). Danach folgten Organeinrisse (18,1%, 59 Fälle) sowie Beckenringfrakturen und Organzerreiungen (16%, 52 Fälle). In 16,3 % (53 Fälle) wiesen weder Beckenring noch Bauchorgane Verletzungen auf (Tab. 19).

	Häufigkeit	Prozent
keine	53	16,3
Organeinriss	59	18,1
Organzerreißung	21	6,4
Beckenfraktur	34	10,4
Beckenringfrakturen und Organeinrisse	104	31,9
Beckenringfrakturen und Organzerreiungen	52	16,0
andere	3	0,9
total	326	100,0

Tab. 19: Verletzungen Bauchraum und Becken

Die Beteiligung der einzelnen Bauchorgane am Verletzungsmuster ist in Abb. 37 dargestellt:

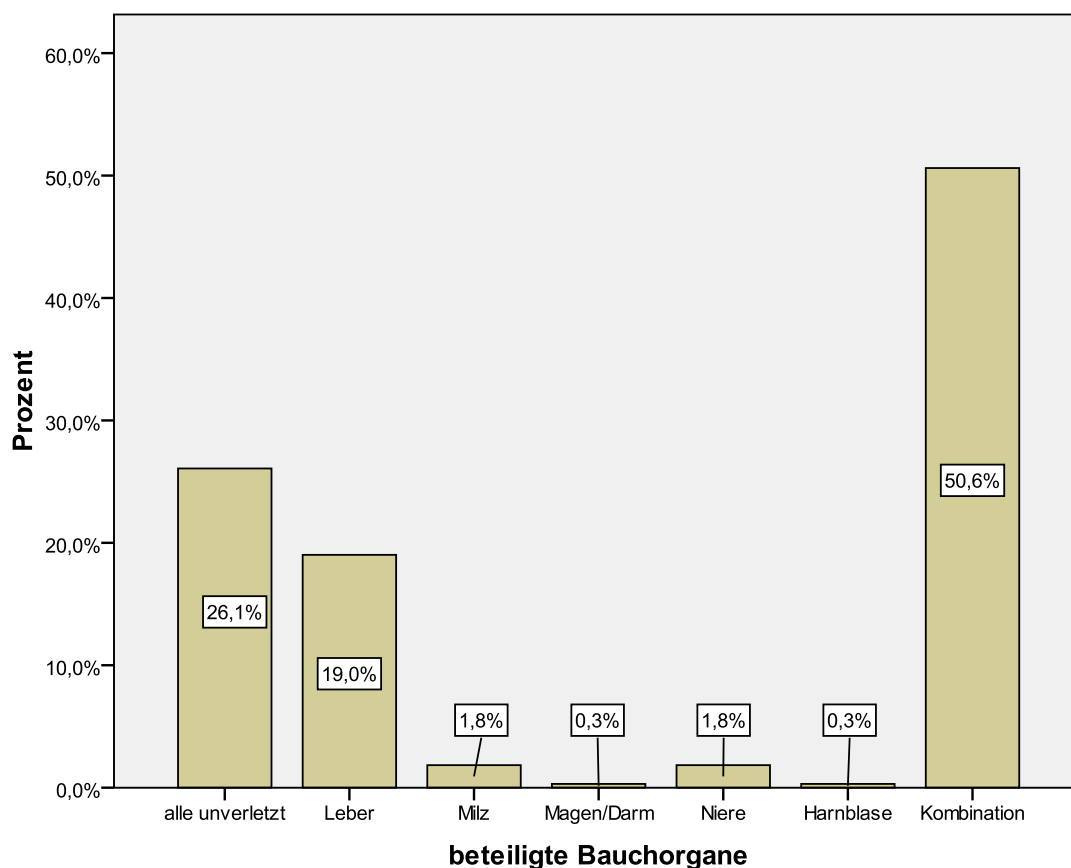


Abb. 37: Verletzte Bauchorgane in Prozent

Von den Bauchorganen war die Leber mit 19% (62 Fälle) am häufigsten verletzt. Magen-Darm-Trakt-Verletzungen und Harnblasenverletzungen kamen jeweils in 0,3% (jeweils 1 Fall) als Einzelverletzungen vor. Meist handelte es sich um Kombinationsverletzungen mehrerer Bauchorgane (50,6%, 165 Fälle).

Abb. 38 zeigt die Verletzungen der Bauchorgane in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.

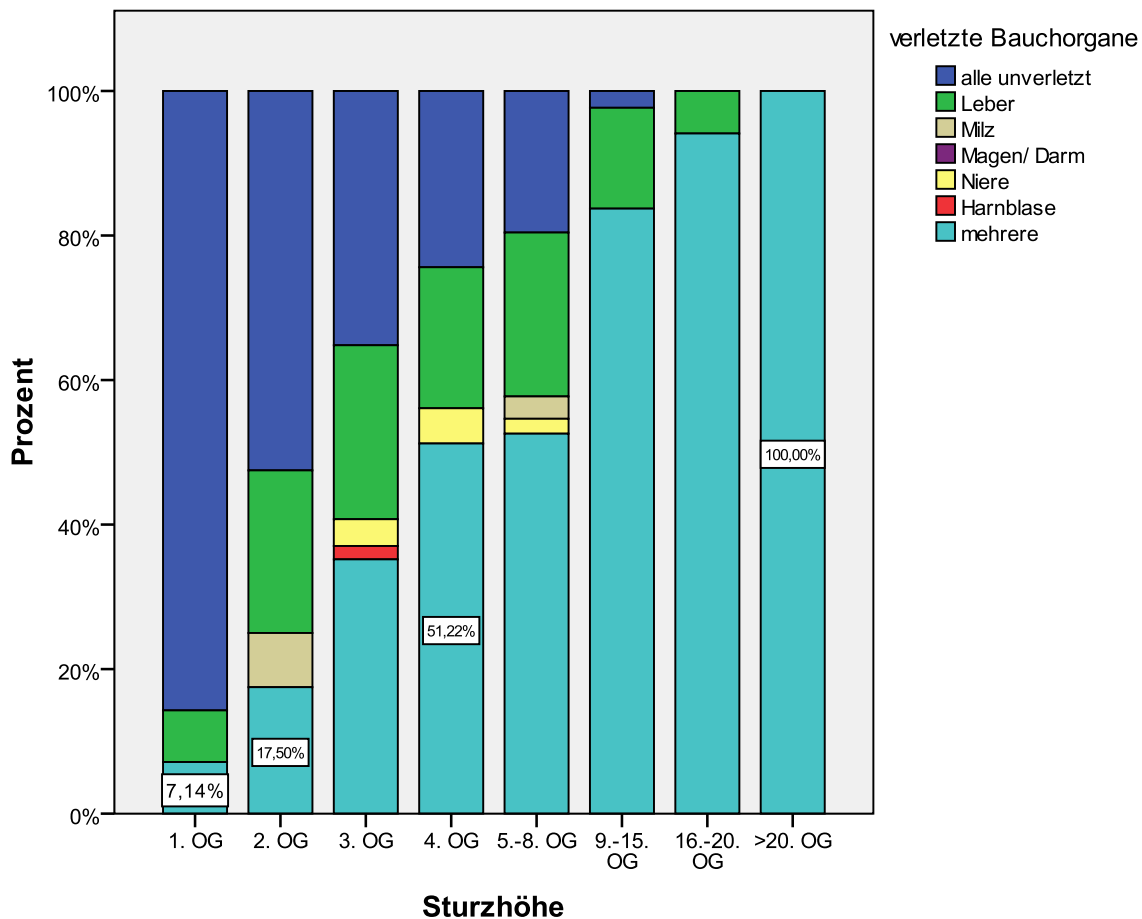


Abb. 38: Verletzungen der Bauchorgane in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Bei Stürzen > 16. OG ist erkennbar, dass es nahezu obligat zu Bauchorganverletzungen kam und die Kombination von Verletzungen mehrerer Bauchorgane mit der Sturzhöhe zunahm. Nach Stürzen aus dem 1. OG traten in 7,1%, nach Stürzen aus dem 2. OG in 17,5%, nach Stürzen aus dem 4. OG in 51,2% und nach Stürzen aus dem > 20. OG in 100 % Kombinationsverletzungen mehrerer Bauchorgane auf.

4.14.3 Verletzungen der Lungen

Die unter 3.3 vorgestellte Einteilung von Verletzungsschweregraden zeigte bezüglich pulmonaler Verletzungen folgende Verteilung: „schwerst“: 15,6%, 51 Fälle / „schwer“: 31,9%, 104 Fälle / leicht“: 24,5%, 80 Fälle. Die Lunge blieb in 91 Fällen unverletzt. (15,6%).

In Abb. 39 sind pulmonale Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Die Lungenverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu, insbesondere schwerste Lungenverletzungen. Während nach tödlichen Stürzen aus dem 2. OG 2,5% schwerste Lungenverletzungen auftraten, kam es nach Stürzen aus dem 16.-20. OG in 52,9% zu schwersten Lungenverletzungen. Bei Stürzen > 9. OG blieb die Lunge in lediglich 9,4% unverletzt. Nach Stürzen > 16. OG fanden sich stets Lungenverletzungen.

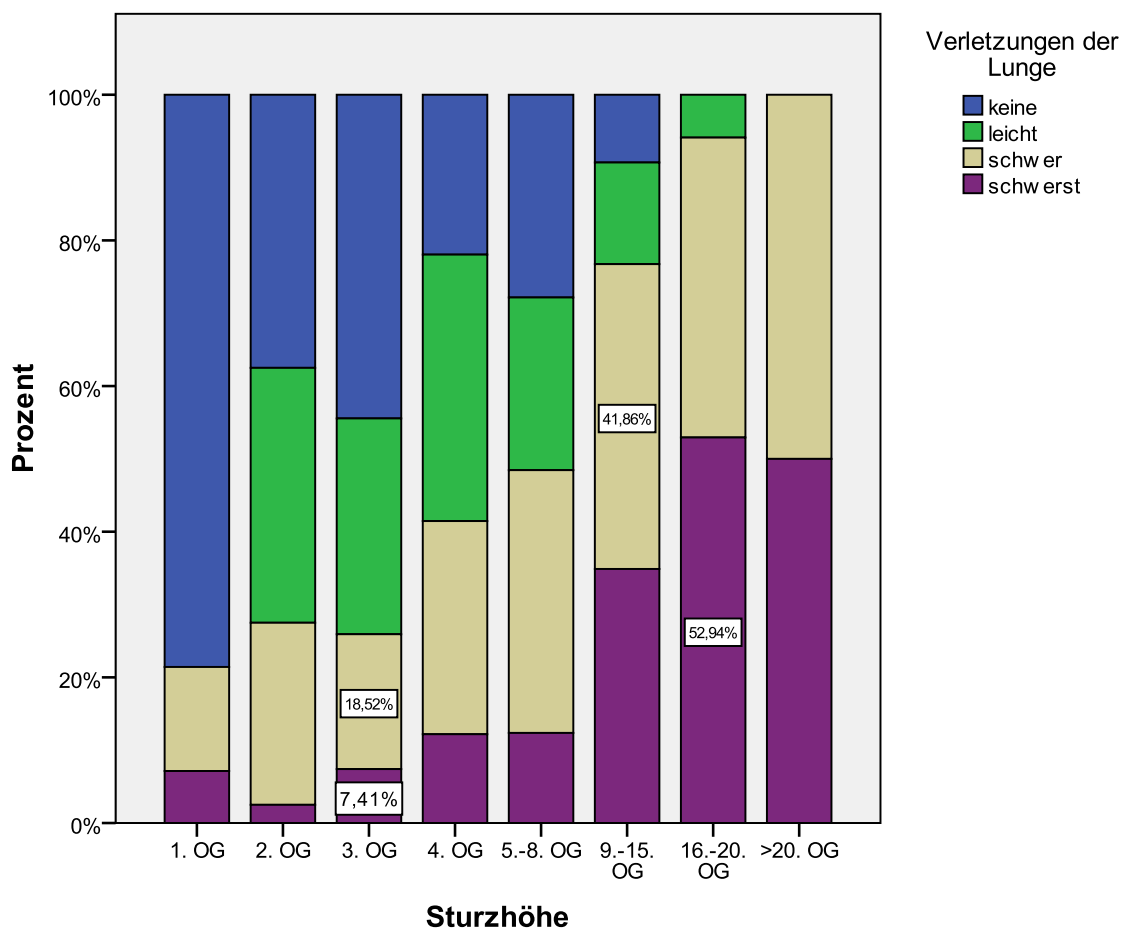


Abb. 39: Pulmonale Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.14.3.1 Lungenverletzungen und Frakturen an Rippen und Sternum

Abb. 40 zeigt die Häufigkeit des Auftretens von Lungenverletzungen bei gleichzeitigem Auftreten von Rippenfrakturen. Kam es zu schweren Verletzungen der Lunge (n=104), gab es in 99% der Fälle auch Rippenfrakturen [65,38% bilaterale Rippenserienfrakturen (86 von 104 Fälle), 29,81% unilaterale Rippenserienfrakturen (31 von 104 Fälle), 3,85% einzelne Rippenfrakturen (4 von 104 Fälle)]. In lediglich 0,96% der Fälle (n=1) traten schwere Lungenverletzungen und Rippenfrakturen nicht gemeinsam auf.

Umgekehrt waren Rippenfrakturen und Lungenverletzung meist gemeinsam zu beobachten: in 91,2% traten Rippenfrakturen bei leichten Lungenverletzungen auf (73 von 80 Fälle), in 99% bei schweren Lungenverletzungen (103 von 104 Fälle) und in 96% bei schwersten Lungenverletzungen (49 von 51 Fälle).

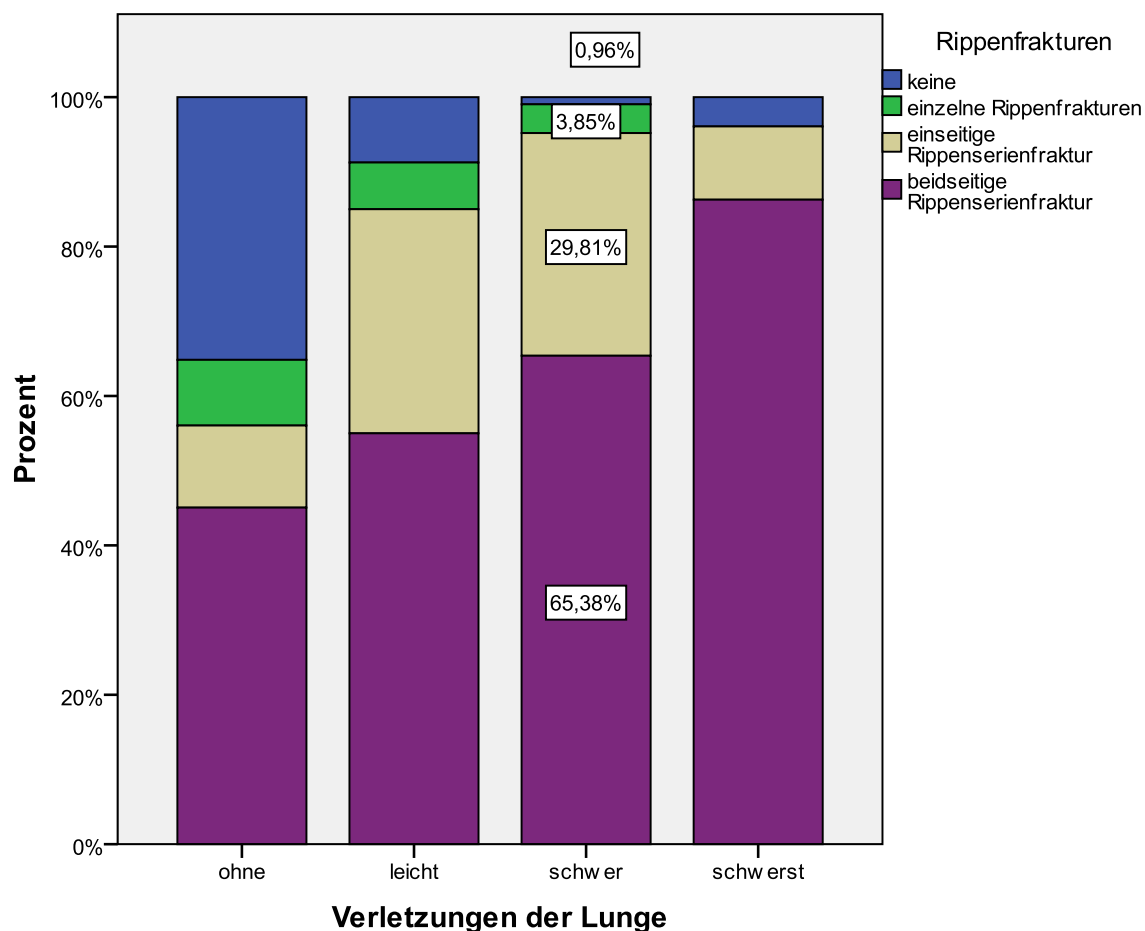


Abb. 40: Zusammenhang zwischen Lungenverletzungen und dem Auftreten von Rippenfrakturen

Abb. 41 stellt die Lungenverletzungen in Abhängigkeit von Sternumfrakturen dar. In 23,75% der Fälle (19 von 80 Fällen) lagen sowohl leichte Lungenverletzungen als auch Sternumfrakturen vor. Mit zunehmender pulmonaler Verletzungsschwere stieg die Inzidenz von Sternumfrakturen auf 35,29% (18 von 51 Fällen).

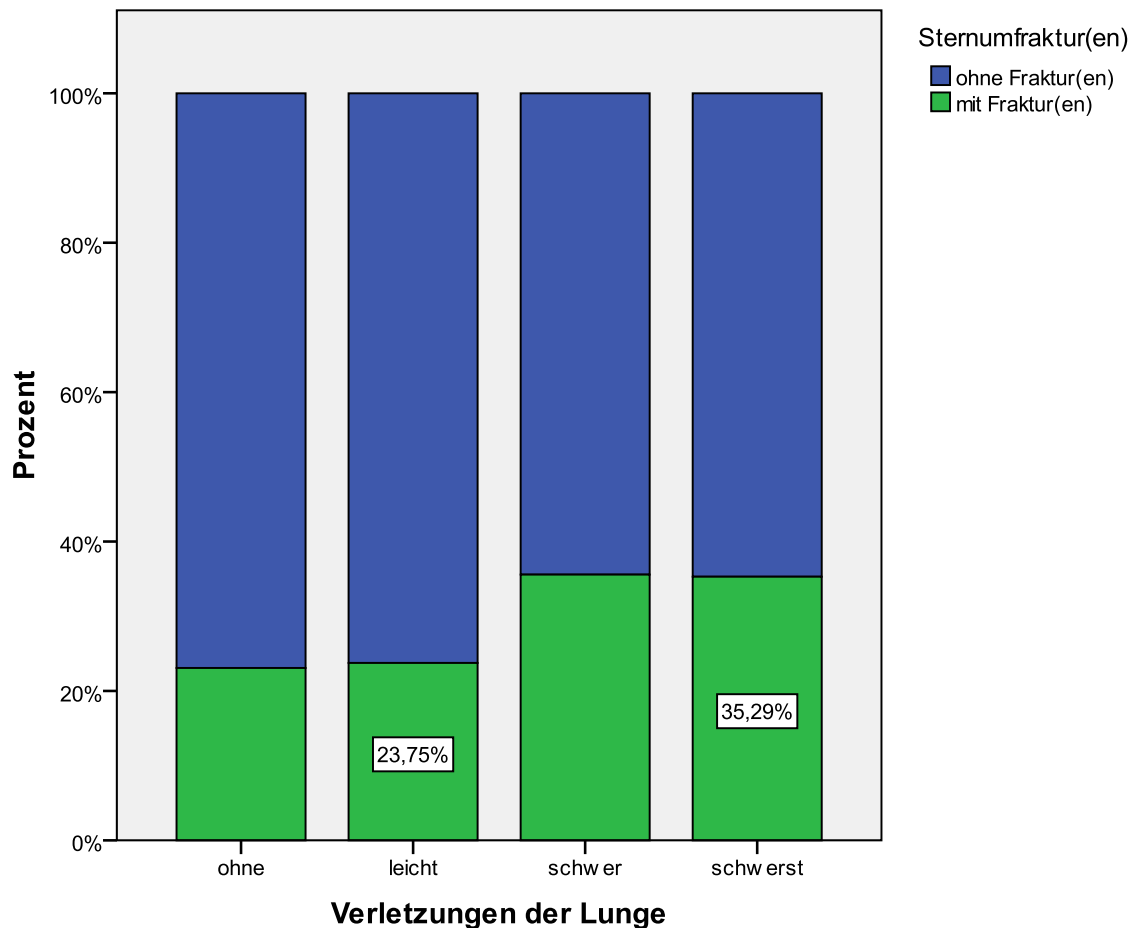


Abb. 41: Lungenverletzungen in Abhängigkeit von Sternumfrakturen

4.14.4 Verletzungen des Herzens

Herzverletzungen wurden anhand der Schweregradeinteilung unter 3.3 wie folgt klassifiziert: Bei „leichten“ Herzverletzungen handelte es sich um Einrisse im Perikard oder oberflächliche Verletzungen und Hämatome. Als „schwer“ wurden Herzverletzungen klassifiziert, bei denen es zu Einrissen des Herzmuskels kam. „Schwerste“ Herzverletzungen beinhalteten Zerreißen des Herzmuskels, zum Teil mit Abriss des Herzens von den großen Gefäßen. In der überwiegenden Anzahl der Fälle blieb das Herz unverletzt (178 Fälle, 54,5%). Fanden sich Verletzungen des Herzens, handelte es sich in den meisten Fällen (65 Fälle, 19,9%) um schwerste Herzverletzungen. Schwere Herzverletzungen traten in 45 Fällen auf (13,8%), leichte Herzverletzungen in 38 Fällen (11,7%).

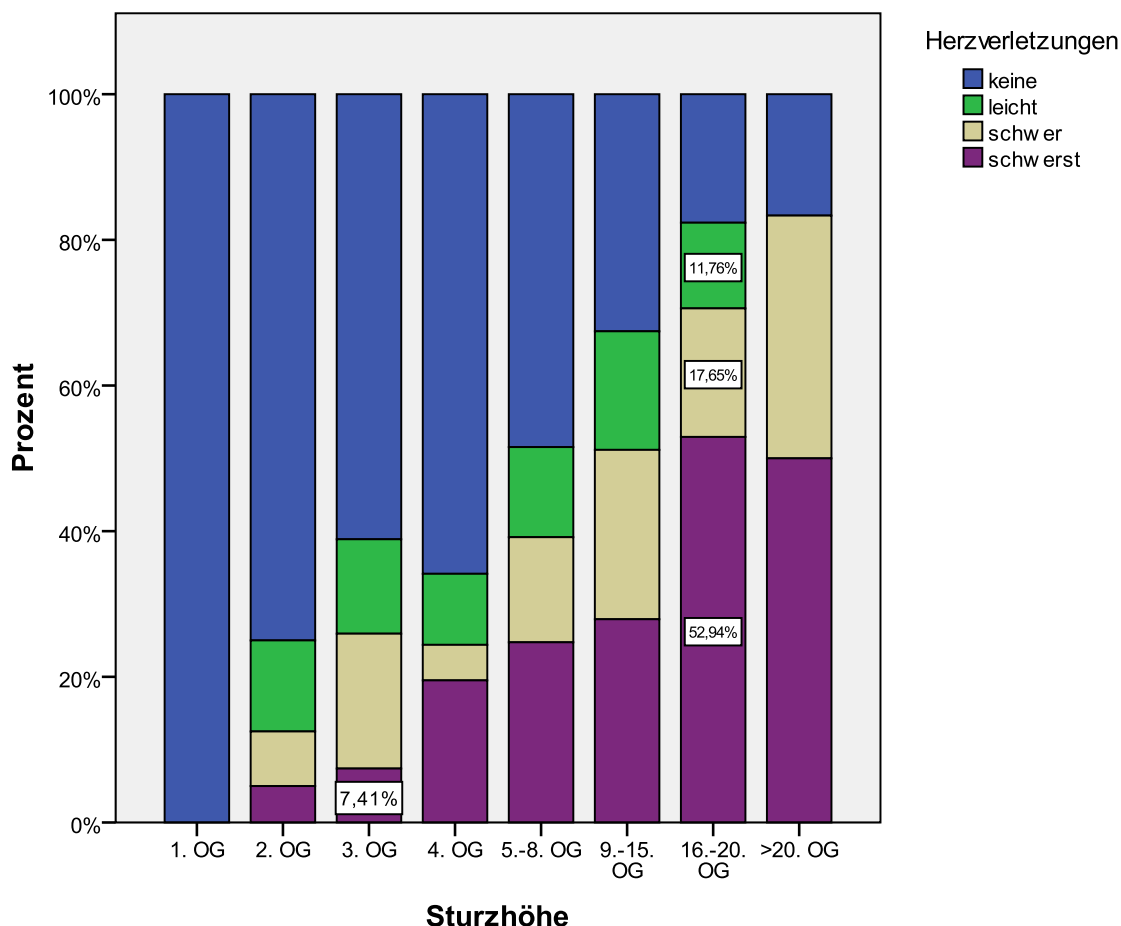


Abb. 42: Verletzungen des Herzens in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

In Abb. 42 sind Herzverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Nach Stürzen aus dem 1. OG traten keine Herzverletzungen auf. Nach Stürzen > 3. OG traten in 7,4 % schwerste Herzverletzungen auf und nahmen mit der Sturzhöhe zu. Nach Stürzen > 16. OG traten schwerste Herzverletzungen in 52,9%, schwere Herzverletzungen in 17,7% und leichte Herzverletzungen in 11,8% der Fälle auf. Oberhalb dieser Sturzhöhe bleibt das Herz in nur 17,65% der Fälle unverletzt (3 von 17 Fällen).

	Verletzungen des Herzens				total
	keine	leicht	schwer	schwerst	
Sternumfraktur ohne	138	27	32	34	231
mit	40	11	13	31	95
total	178	38	45	65	326

Tab. 20: Herzverletzungen in Abhängigkeit von Sternumfrakturen

Bezüglich der Frage, ob Sternumfrakturen das Auftreten von Herzverletzungen begünstigen, war festzustellen, dass in Fällen ohne Sternumfrakturen Herzverletzungen häufiger auftraten als bei Fällen mit Sternumfrakturen (Tab. 20). Bei 45 Fällen von schweren Herzverletzungen lag in 13 Fällen zugleich eine Sternumfraktur vor, in 32 Fällen war das Sternum jedoch unverletzt.

4.14.5 Verletzungen der Aorta

Auch Aortenverletzungen wurden anhand der Schweregradeinteilung unter 3.3 klassifiziert: Bei „leichten“ Verletzungen der Aorta handelte es sich um Intima-Einrisse und oberflächliche Läsionen. Als „schwer“ wurden Aortenverletzungen klassifiziert, bei denen es zu Wandinrissen des Gefäßes kam. Schwerste Verletzungen beinhalteten die komplette Aortenruptur bzw. den Abriss der Aorta vom Herz.

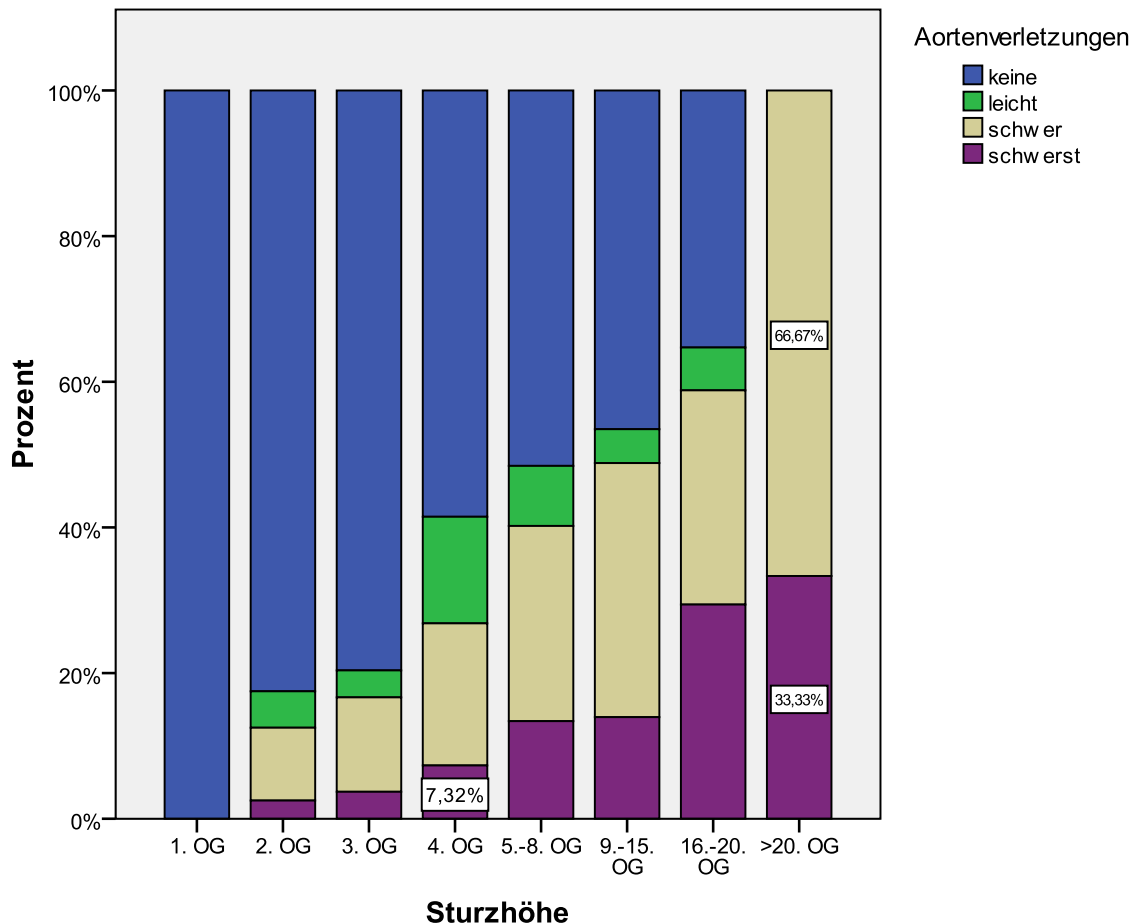


Abb. 43: Verletzungen der Aorta in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

In 21,8% (71 Fälle) handelte es sich um schwere Verletzungen. Es folgte mit 10,7% schwerste Aortenverletzungen (einfache / mehrfache Rupturen, 35 Fälle). Intimarrisse und leichte Verletzungen waren in 24 Fällen festzustellen (7,4%). In $\frac{2}{3}$ aller Fälle blieb die Aorta unverletzt. Aortenverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe in ihrer Häufigkeit und Schwere zu. Nach Sturz aus dem 1. OG traten keine Verletzungen der Aorta auf. Nach Stürzen aus dem 2. OG kam es in 17,5% zu Aortenverletzungen (2,5% schwerst, 10% schwer, 5% leicht). Nach Stürzen zwischen dem 5. – 8. OG traten schwere Aortenverletzungen mit einer Häufigkeit von 26,8% und schwerste Aortenverletzungen mit einer Häufigkeit von 13,4% auf. Ab einer Sturzhöhe > 20. OG lagen Aortenverletzungen stets vor. Hier beträgt das Verhältnis von schweren zu schwersten Aortenverletzungen $\frac{2}{3}$ zu $\frac{1}{3}$ (Abb. 43).

4.14.5.1 Lokalisation der Aortenverletzung

Lokalisation	Häufigkeit	Prozent
Keine	200	61,3
Aortenbogen	66	20,2
Übergang Aortenbogen / Aorta thoracica	43	13,2
Aorta thoracica	17	5,2
Total	326	100,0

Tab. 21: Lokalisation der Aortenverletzung

Der Aortenbogen und der Aortenübergang waren von Verletzungen am häufigsten betroffen. In 66 Fällen (20,2%) war der Aortenbogen, in 43 Fällen (13,2%) der Aortenübergang betroffen (Tab. 21).

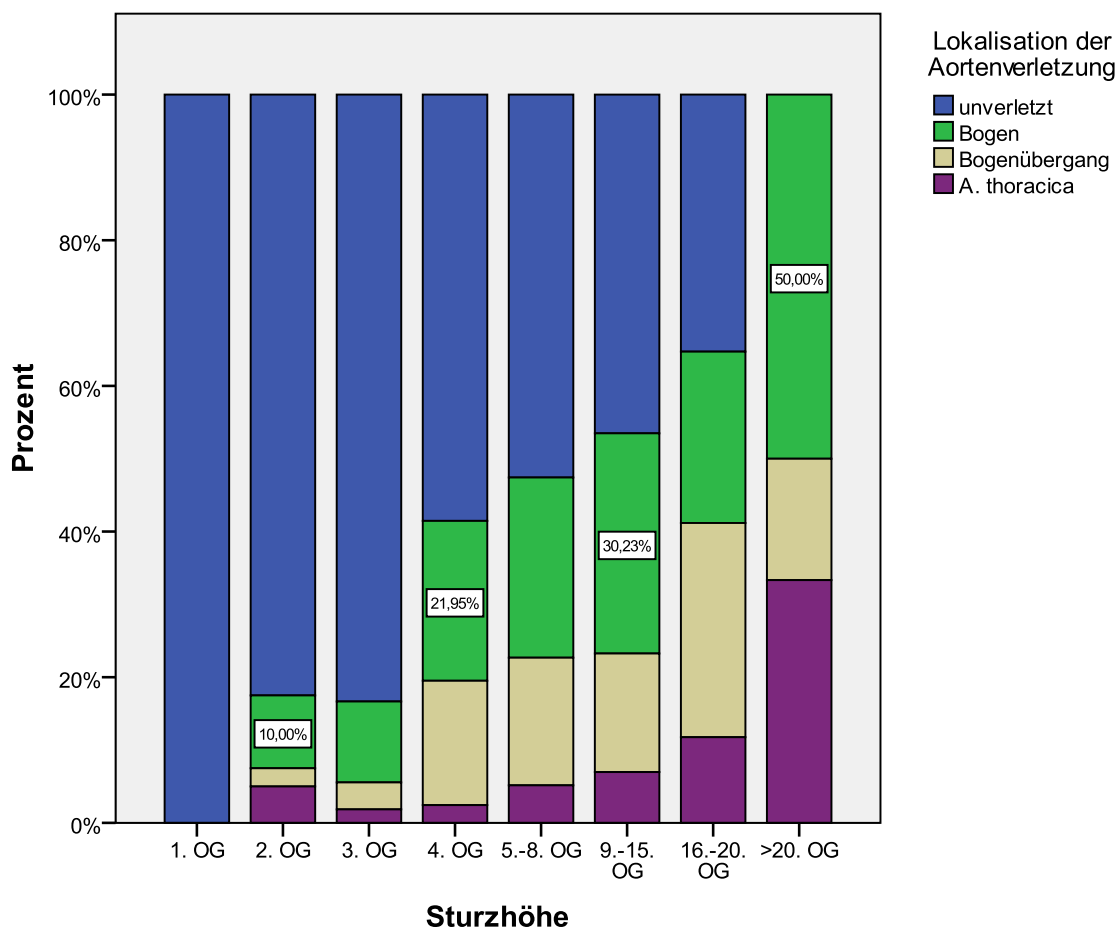


Abb. 44: Lokalisation der Aortenverletzung in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Die Häufigkeit von Verletzungen des Aortenbogens nahm mit der Sturzhöhe zu (Abb. 44). Während 10% der Verletzungen nach Stürzen aus dem 2. OG am Aortenbogen lokalisiert waren, waren es im 4. OG 21,95%. Nach Stürzen > 20. OG sind 50% aller Verletzungen am Aortenbogen lokalisiert. Auch Verletzungen des Bogenüberganges nahmen von 17% (Sturz aus dem 4. OG) auf 29,4% (Sturzhöhe zwischen 16. und 20. OG) zu.

4.14.6 Verletzungen des Zwerchfells

In 44 Fällen (13,5%) kam es zu ein- oder beidseitigen Einrissen, davon in 28 Fällen unilateral (8,6%) und in 16 Fällen bilateral (4,9%). Das Zwerchfell blieb in 282 Fällen unverletzt (86,5%). In Abb. 45 sind Zwerchfellverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt.

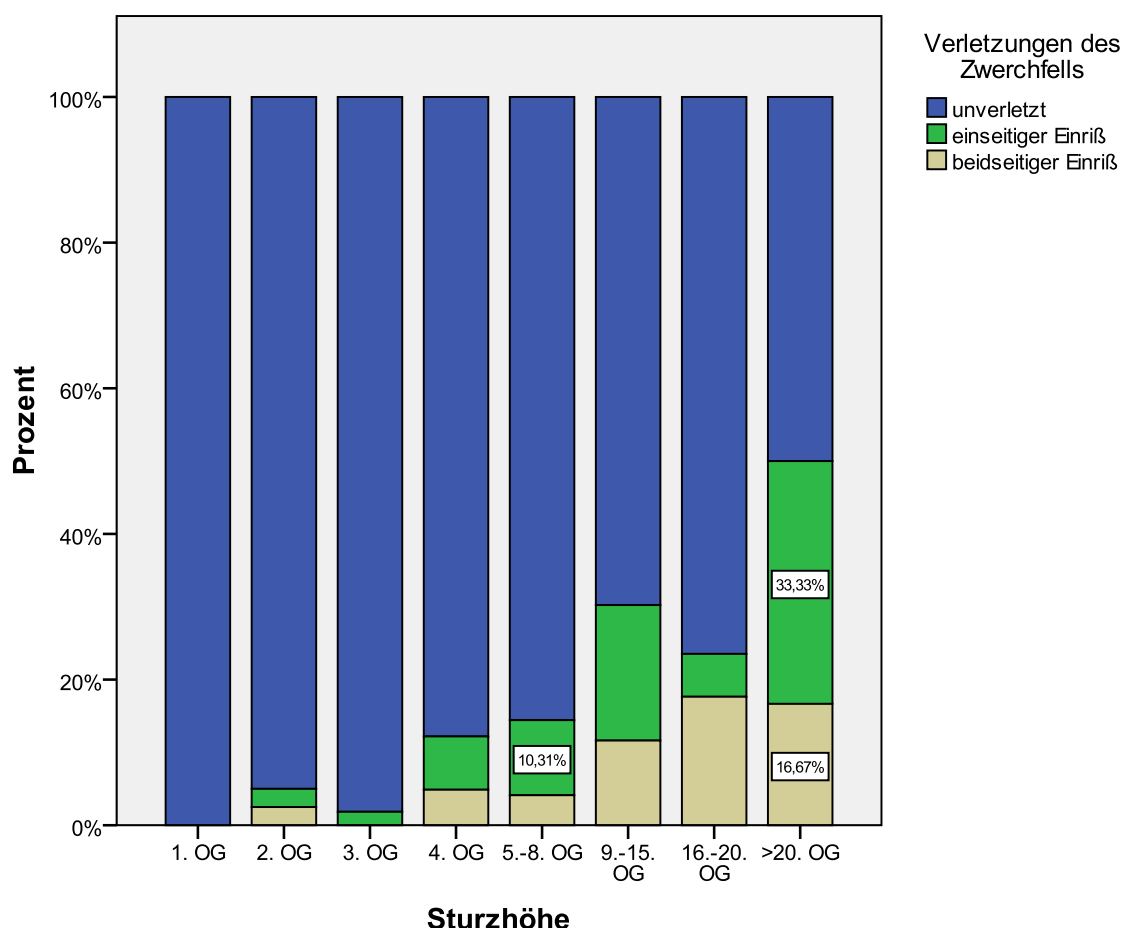


Abb. 45: Verletzungen des Diaphragmas in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

Nach Stürzen aus dem 1. OG kam es zu keinen Verletzungen des Zwerchfells. Nach Stürzen aus dem 2. OG traten in 2,5% der Fälle unilaterale (1 von 40 Fälle) und in 2,5% bilaterale Verletzungen auf (1 von 40 Fälle). Nach Stürzen zwischen dem 5. – 8. OG traten einseitige Verletzungen mit einer prozentualen Häufigkeit von 10,3% (10 von 97 Fällen), und zwischen dem 9. – 15. OG mit 18,6% (8 von 43 Fällen) auf. Ab einer Sturzhöhe > 20. OG war in $\frac{1}{3}$ aller Fälle das Zwerchfell einseitig eingerissen (Abb. 45).

4.14.7 Verletzungen der Leber

Entsprechend der Verletzungsschweregradeinteilung unter 3.3 wurden Leberverletzungen als „leicht“, „schwer“ und „schwerst“ klassifiziert, wobei Kapselrupturen als „leichte“ Verletzungen, Einrisse des Lebergewebes als „schwer“ und grobe Zerreißen des gesamten Organs als „schwerst“ eingeordnet wurden.

In 101 Fällen war die Leber nicht verletzt (31%). Am häufigsten und damit in 29,8% (97 Fälle) kam es zu schweren Leberverletzungen, gefolgt von leichten in 22,4% (73 Fälle) und schwersten Verletzungen in 16,9% (55 Fälle). Schwere und schwerste Leberverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu. Während bei Stürzen aus dem 3. OG in 7,4% der Fälle (4 von 54 Fällen) schwerste Verletzungen festzustellen waren, kam es bei Stürzen aus dem 16. bis 20. OG in 47% zu schwersten Verletzungen der Leber (8 von 17 Fällen). Auch schwere Leberverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu (3. OG: 20,3%, 11 von 54 Fällen / 9. - 15. OG: 48,8%, 21 von 43 Fällen) (Abb. 46).

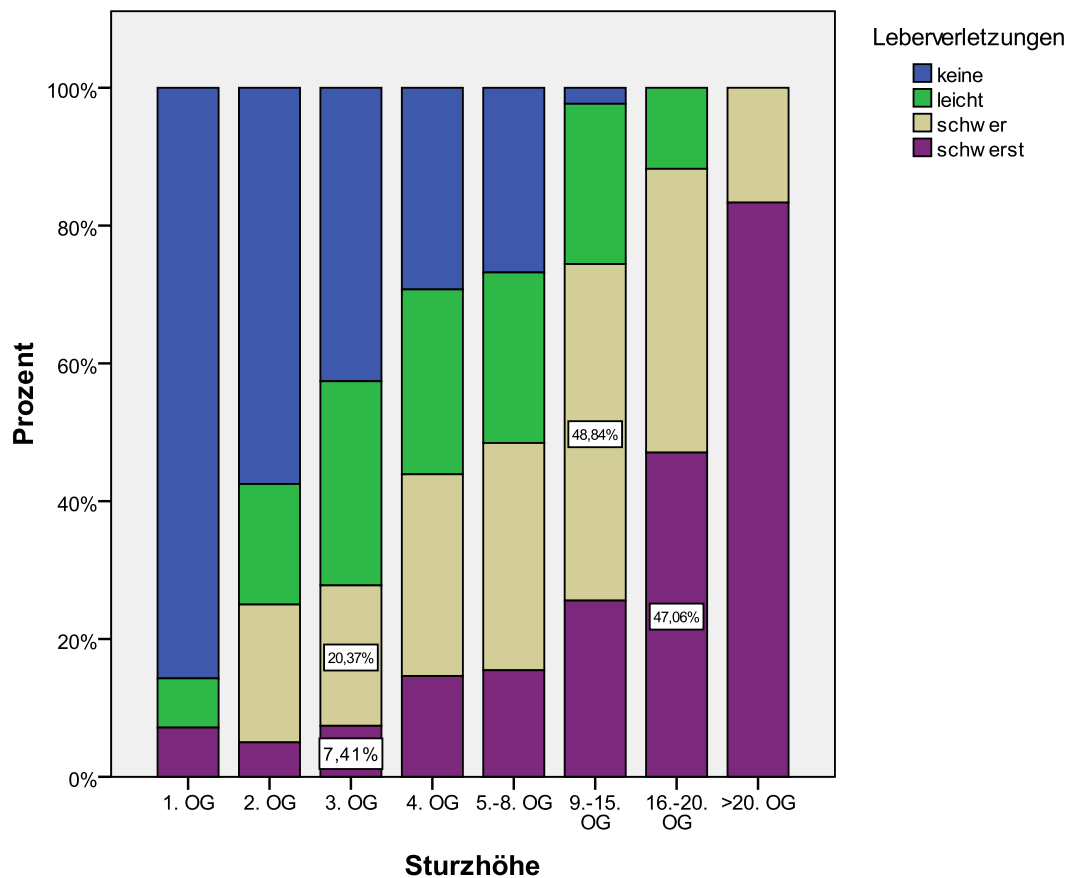


Abb. 46: Leberverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.14.8 Verletzungen der Milz

Die Verletzungsschweregradeinteilung der Milz in „leicht“, „schwer“ und „schwerst“ entsprach den Verletzungskriterien der Leber. Am häufigsten und damit in 15% (49 Fälle) kam es zu leichten Milzverletzungen, gefolgt von schweren in 14,7% (48 Fälle) und schwersten Verletzungen in 11,7% (38 Fälle). In 191 Fällen war die Milz nicht verletzt (58,6%).

	Häufigkeit	Prozent
keine	191	58,6
leicht	49	15,0
schwer	48	14,7
schwerst	38	11,7
total	326	100,0

Tab. 22: Häufigkeit von Milzverletzungen

Abb. 47 stellt Milzverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dar. Schwere und schwerste Milzverletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu. Nach Sturz aus dem 4. OG liegen in 9,8% der Fälle schwerste Verletzungen vor (4 von 41 Fälle), ab einer Sturzhöhe > 16. OG in 35,3% (6 von 17 Fälle). Schwere Milzverletzungen traten bei Stürzen aus dem 4. OG mit einer Häufigkeit von 19,5% (8 von 41 Fällen) auf, ab einer Sturzhöhe > 16. OG in 35,3% (6 von 17 Fällen). Bei Stürzen aus dem 1. OG blieb die Milz stets unverletzt.

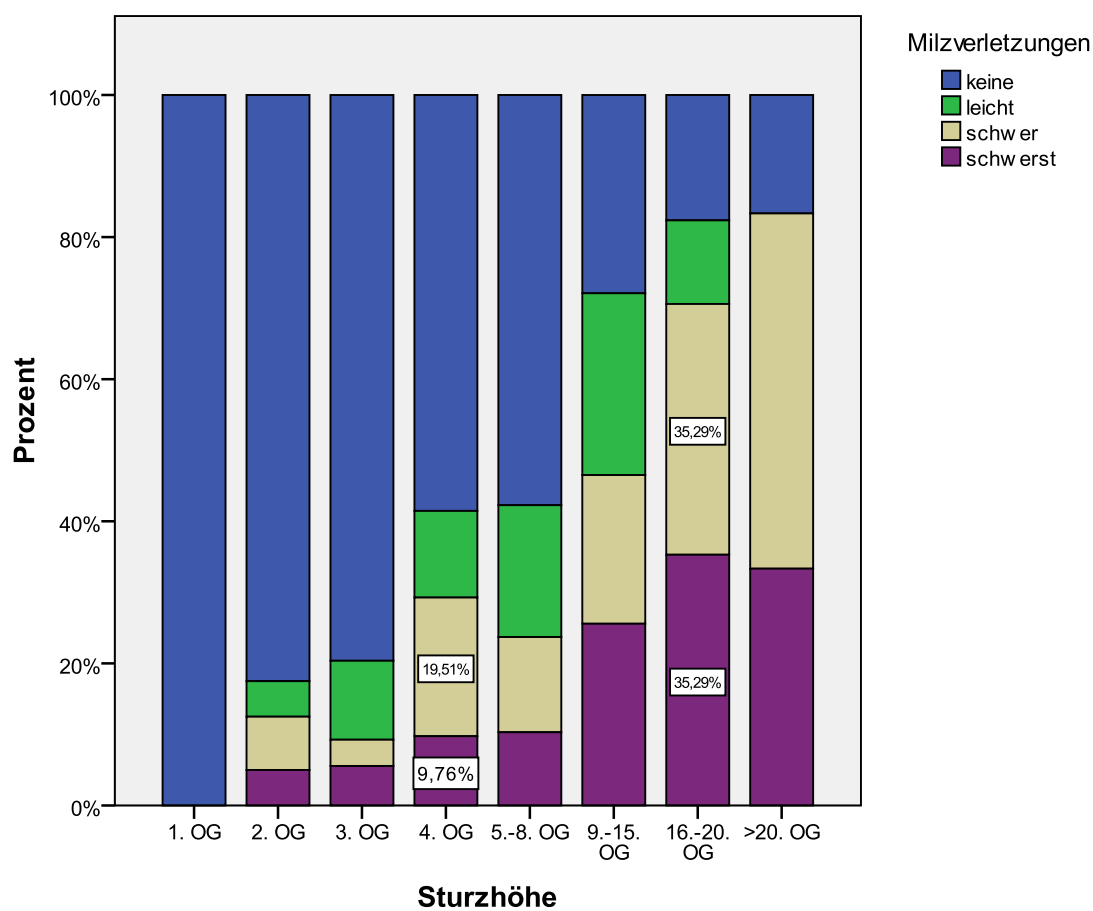


Abb. 47: Milzverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.14.9 Verletzungen der Nieren

Die Einteilung des Schweregrades von Nierenverletzungen erfolgte analog zu den Leber- und Milzverletzungen. Am häufigsten und damit in 13,8% (45 Fälle) kam es zu leichten Nierenverletzungen, gefolgt von schweren Nierenverletzungen in 11% (36 Fälle) und schwersten Verletzungen in 5,5% (18 Fälle). In 227 Fällen war die Niere nicht verletzt (69,6%).

Abb. 48 zeigt das Auftreten von Nierenverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe. Der Anteil leichter und schwerer Nierenverletzungen nahm mit der Sturzhöhe zu. Bei Stürzen aus dem 3. OG fanden sich in 9,26% der Fälle schwere Nierenverletzungen (5 von 54 Fällen), während nach Stürzen zwischen 9. – 15. OG bereits in 16,28% schwere Verletzungen festzustellen waren (7 von 43 Fällen). Nach einer Sturzhöhe > 20. OG traten schwere Nierenverletzungen in 50% der Fälle auf (3 von 6 Fälle). Ähnliches gilt für leichte Nierenverletzungen (3. OG: 16,7%, 9 von 54 Fällen / 9.-15. OG: 23,3%, 10 von 43 Fällen / 16.-20. OG: 29,4%, 5 von 17 Fällen). Ab einer Sturzhöhe > 16. OG nahm der Anteil schwerer (50%) und schwerster (29,4%) Nierenverletzungen zu.

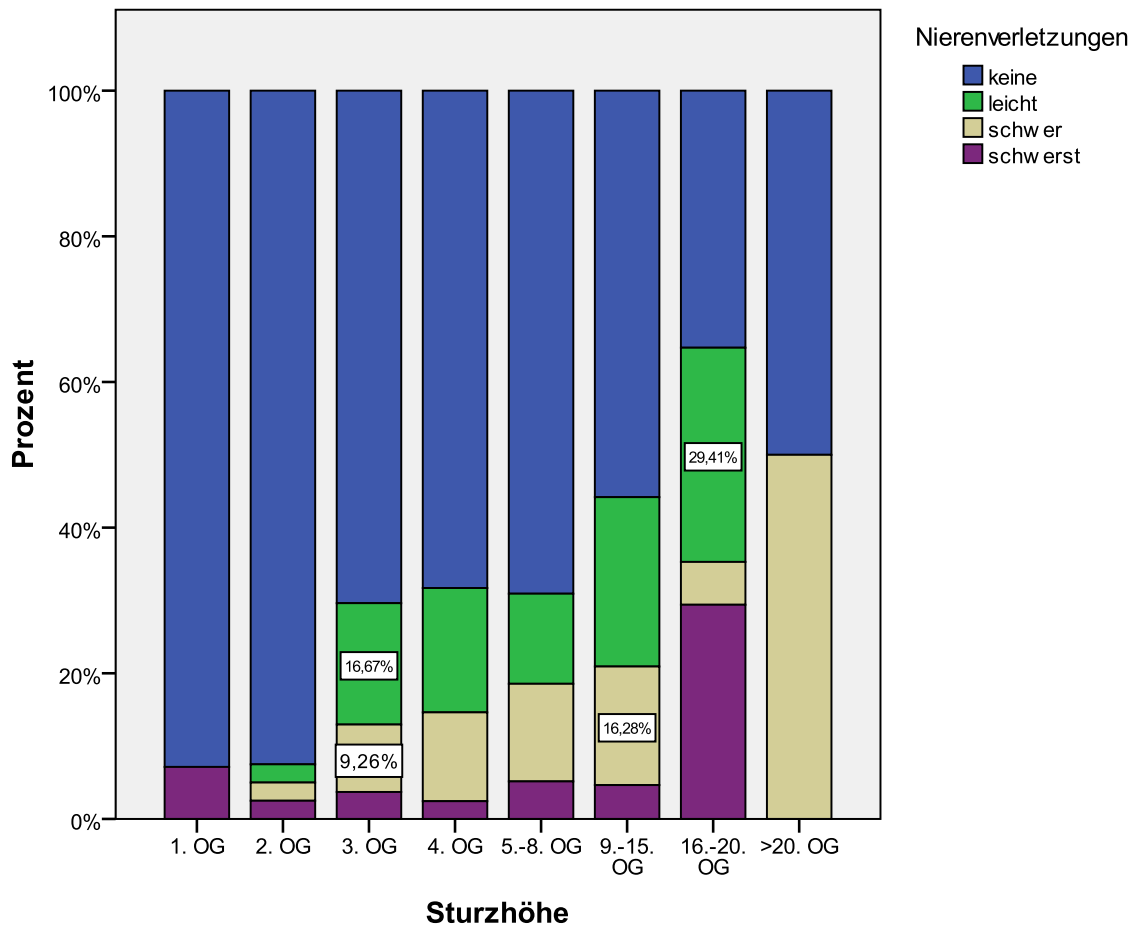


Abb. 48: Nierenverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15 Verletzungsmuster Extremitätenskelett

In 119 Fällen kam es zu einer einseitigen Fraktur an den oberen Extremitäten (Humerus, Ulna, Radius) (36,5%) und in 41 Fällen zu beidseitigen Frakturen (12,6%). In 159 Fällen (48,9%) blieb die obere Extremität unverletzt (Abb. 49).

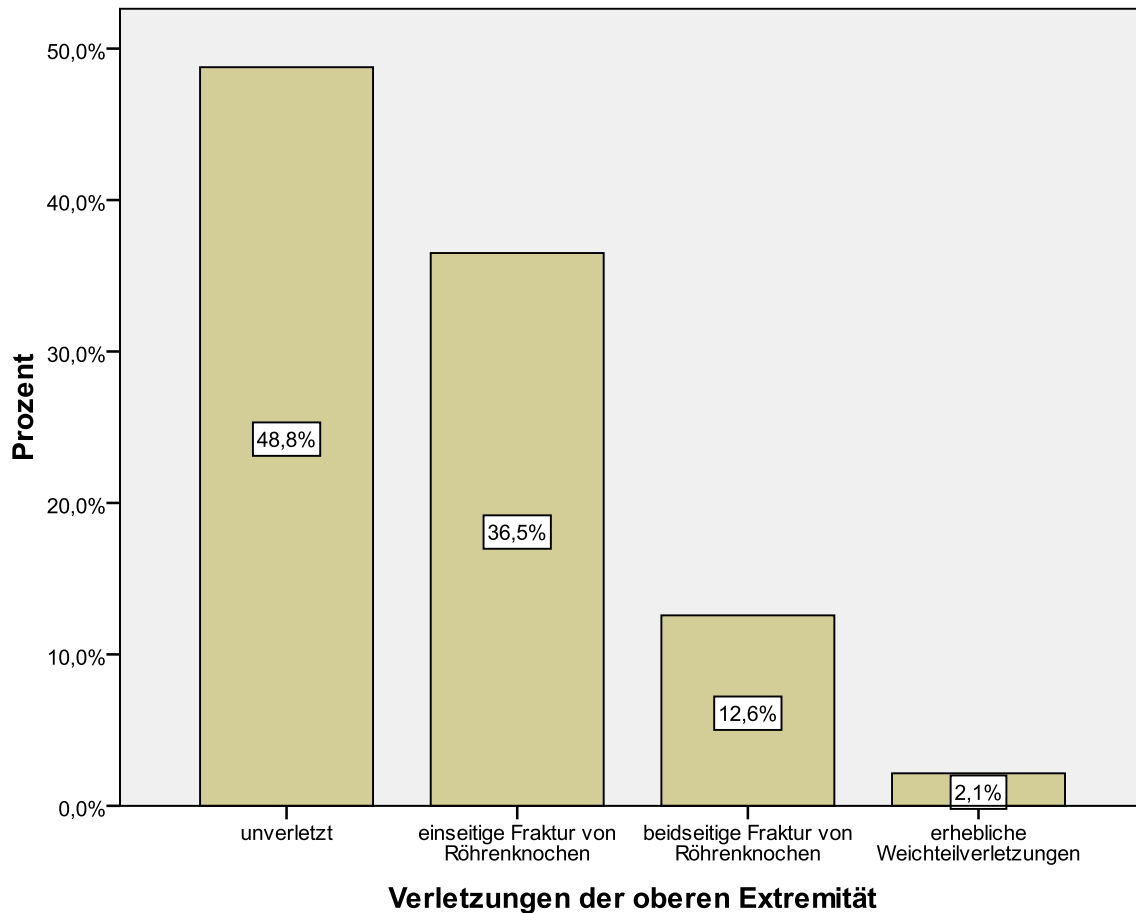


Abb. 49: Verletzungen der oberen Extremität

4.15.1 Oberarmfrakturen

In 73 Fällen (22,4%) gelangten unilaterale, in 9 Fällen (2,8%) bilaterale Humerusfrakturen bei der Obduktion zur Darstellung. In 244 Fällen (74,8%) blieb der Humerus unversehrt. Die Inzidenz unilateraler Humerusfrakturen nimmt in Abhängigkeit von der Sturzhöhe zu (1. OG: 7,1% / 4. OG: 24,3% / > 20. OG 66,7%) (Abb. 50).

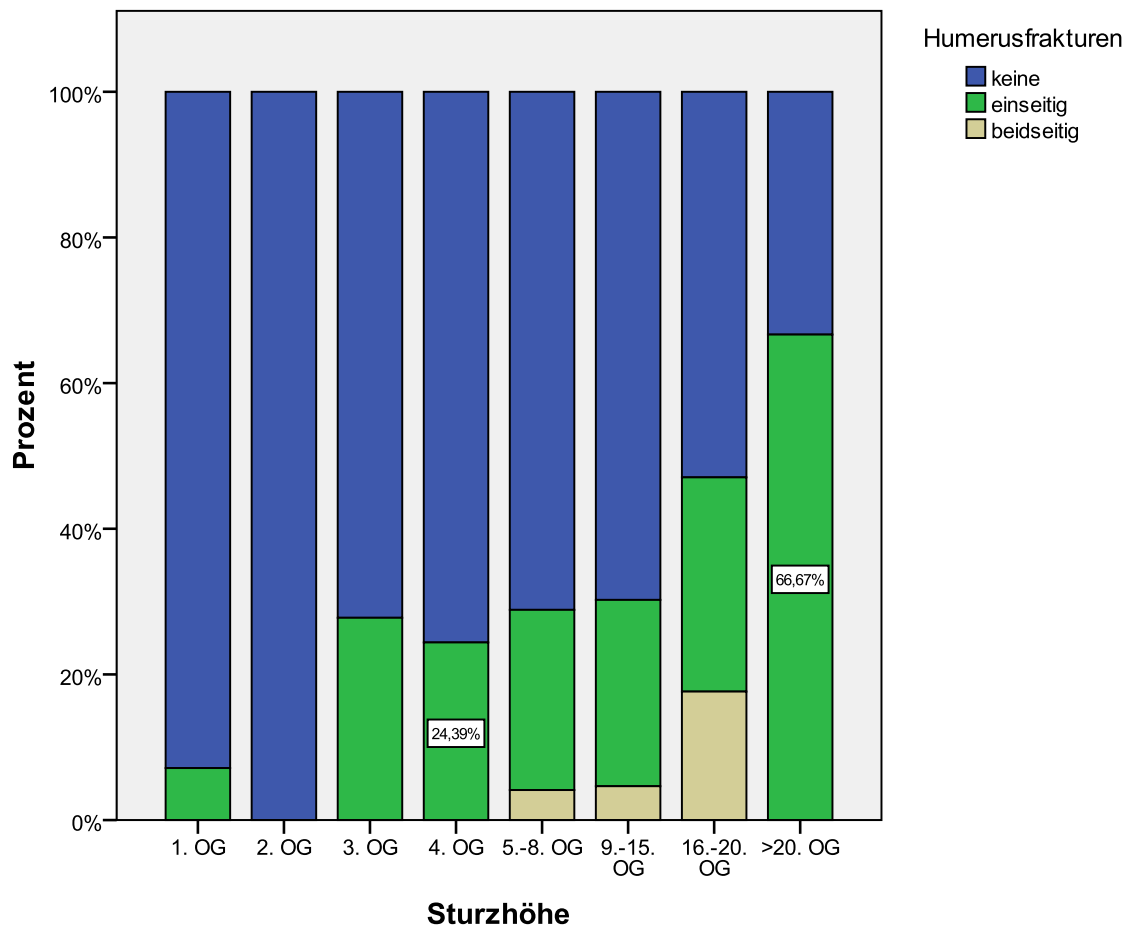


Abb. 50: Oberarmfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15.2 Unterarmfrakturen

	Häufigkeit	Prozent
keine	221	67,8
einseitige Fraktur	85	26,1
beidseitige Fraktur	20	6,1
Total	326	100,0

Tab. 23: Unterarmfrakturen

Es zeigten sich in 85 Fällen (26,1%) unilaterale, in 20 Fällen (6,1%) bilaterale Frakturen von Radius und Ulna. Das Unterarmskelett blieb in 221 Fällen (67,8%) unverletzt. In Abb. 51 sind Frakturen von Radius und Ulna in Abhängigkeit von der Sturzhöhe dargestellt. Die Inzidenz ein- und beidseitiger Unterarmfrakturen nahmen mit der

Sturzhöhe zu (2. OG: 12,5% und 16.-20. OG: 35,3% einseitige Frakturen bzw. 5.-8. OG: 4,1% und 16.-20. OG: 17,65% beidseitige Frakturen). Ab einer Sturzhöhe > 16. OG fanden sich in 17,7% der Fälle beidseitige Unterarmfrakturen.

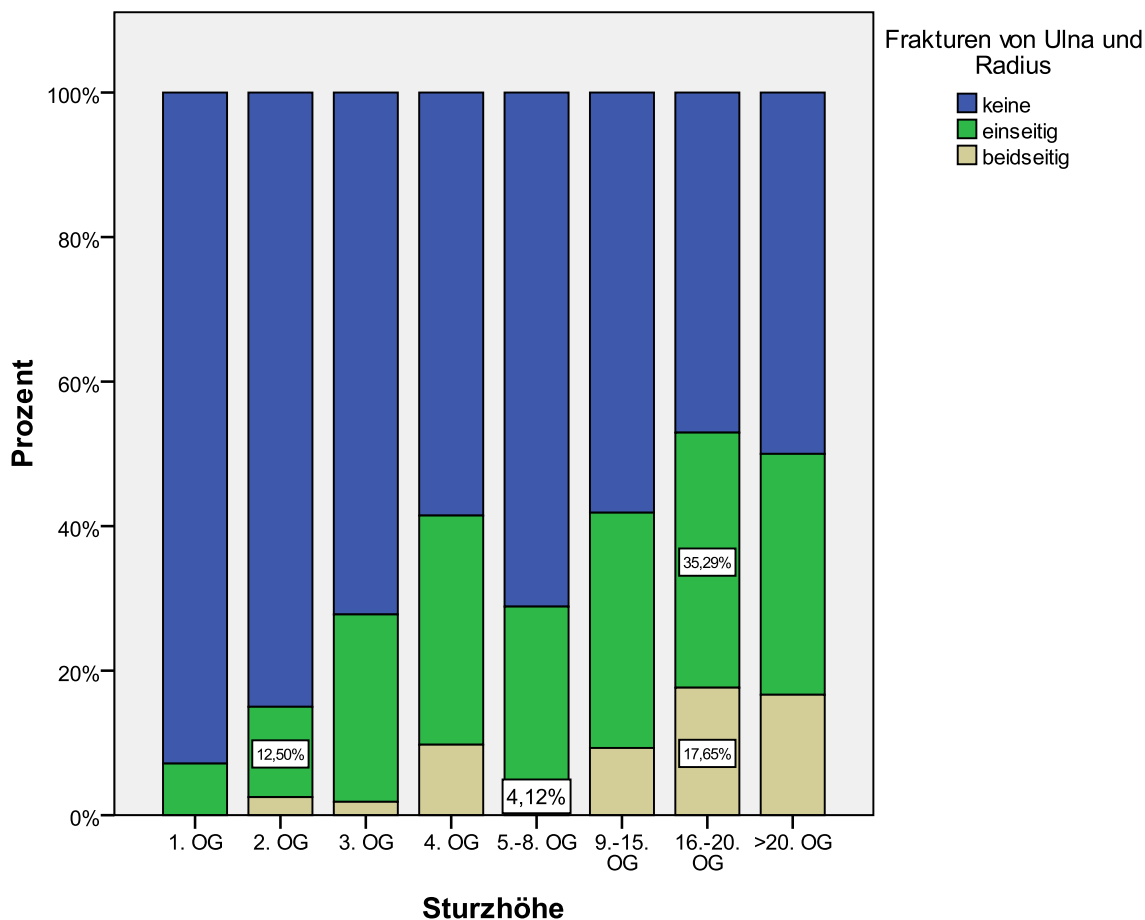


Abb. 51: Unterarmfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15.3 Frakturen des Handskelettes

In 36 Fällen wurden Frakturen der Hand festgestellt, dabei in 26 Fällen unilateral (8%) und in 10 Fällen bilateral (3,1%). Die ossären Strukturen der Hand blieben in 290 Fällen (89%) unverletzt. Abb. 52 zeigt die Frakturen der Hand in Abhängigkeit von der Sturzhöhe. Bei einer Sturzhöhe zwischen dem 3. und 4. OG sowie > 16. OG fanden sich am häufigsten Frakturen der Hand.

In 7,4% (4 von 54 Fällen) traten einseitige Frakturen, in 5,5% (3 von 54 Fällen) beidseitige Frakturen bei Sturz aus dem 3. OG auf. Nach Sturz aus dem 4. OG fanden sich 12,2% (5 von 41 Fällen) einseitige und 2,4% (1 von 41 Fällen) beidseitige

Frakturen. Bei einer Sturzhöhe > 20. OG traten nur einseitige Frakturen (33,33%) auf oder die Hand blieb unverletzt.

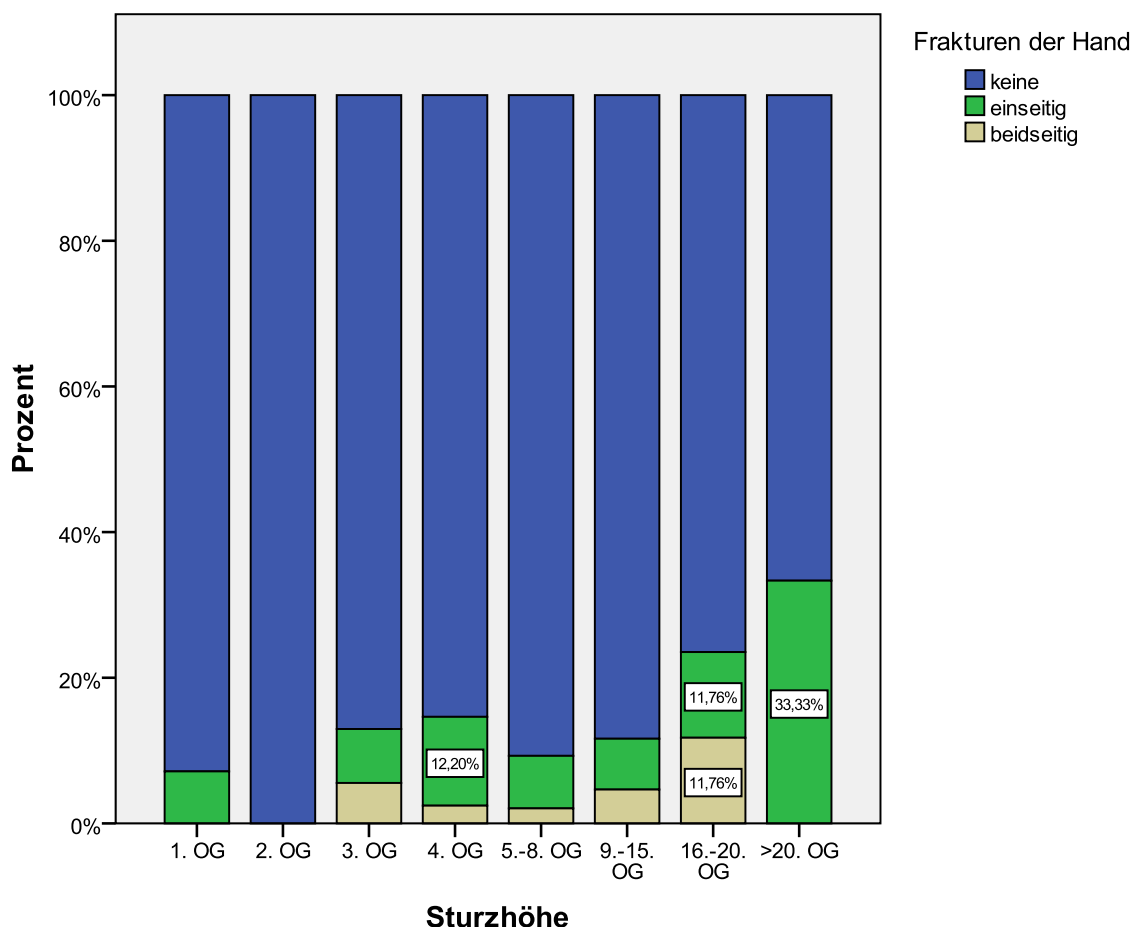


Abb. 52: Frakturen der Hand in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15.4 Oberschenkelfrakturen

Es fanden sich in 90 Fällen (27,6%) einseitige, in 21 Fällen (6,4%) beidseitige Femurfrakturen. Insgesamt blieb der Femur in $\frac{2}{3}$ der Fälle unverletzt. Abb. 53 zeigt die Inzidenz dieser Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe. Bis zu einer Sturzhöhe aus dem 20. OG nahmen vor allem unilaterale Femurfrakturen proportional zur Sturzhöhe zu (3. OG: 18,5% und 16.-20. OG: 52,9% einseitige Femurfrakturen, 5.-8. OG: 7,2% und 16.-20. OG: 23,5% beidseitige Femurfrakturen).

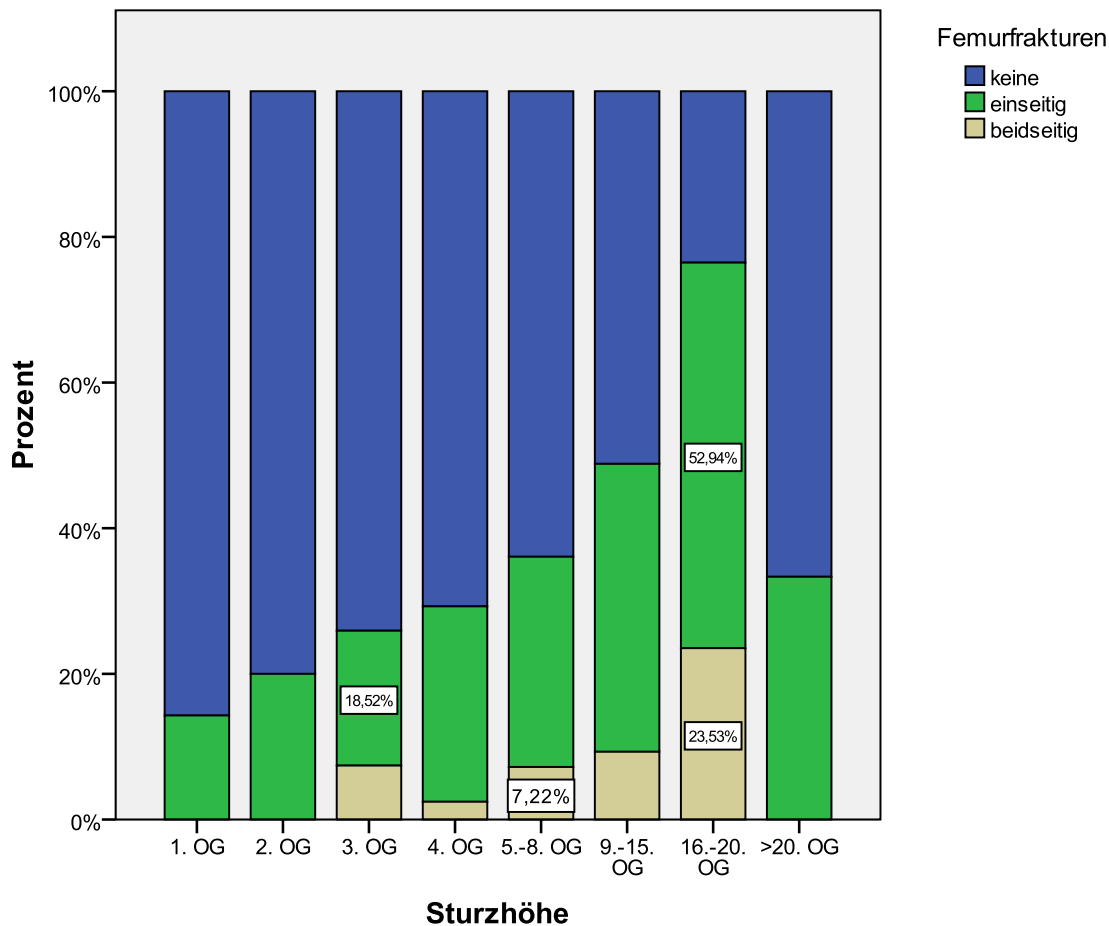


Abb. 53: Oberschenkelfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15.5 Unterschenkelfrakturen

In 59 Fällen (18,1%) kam es zu einseitigen, in 41 Fällen (12,6%) zu beidseitigen Frakturen der Unterschenkel (Tibia und Fibula). In 226 Fällen (69,3%) blieben die knöchernen Strukturen des Unterschenkels intakt. Vor allem einseitige Unterschenkelfrakturen nahmen mit der Sturzhöhe zu. Während bei Stürzen aus dem 3. OG 11,1% der Unterschenkelfrakturen einseitig und 9,3% beidseitig waren, kam es bei einer Sturzhöhe > 9. OG in 27,1 % der Fälle sowohl zu einseitigen als auch zu beidseitigen Unterschenkelfrakturen. Bei einer Sturzhöhe > 20. OG erlitt jedes 2. Sturzopfer mindestens eine einseitige Unterschenkelfraktur (50% der Fälle) (Abb. 54).

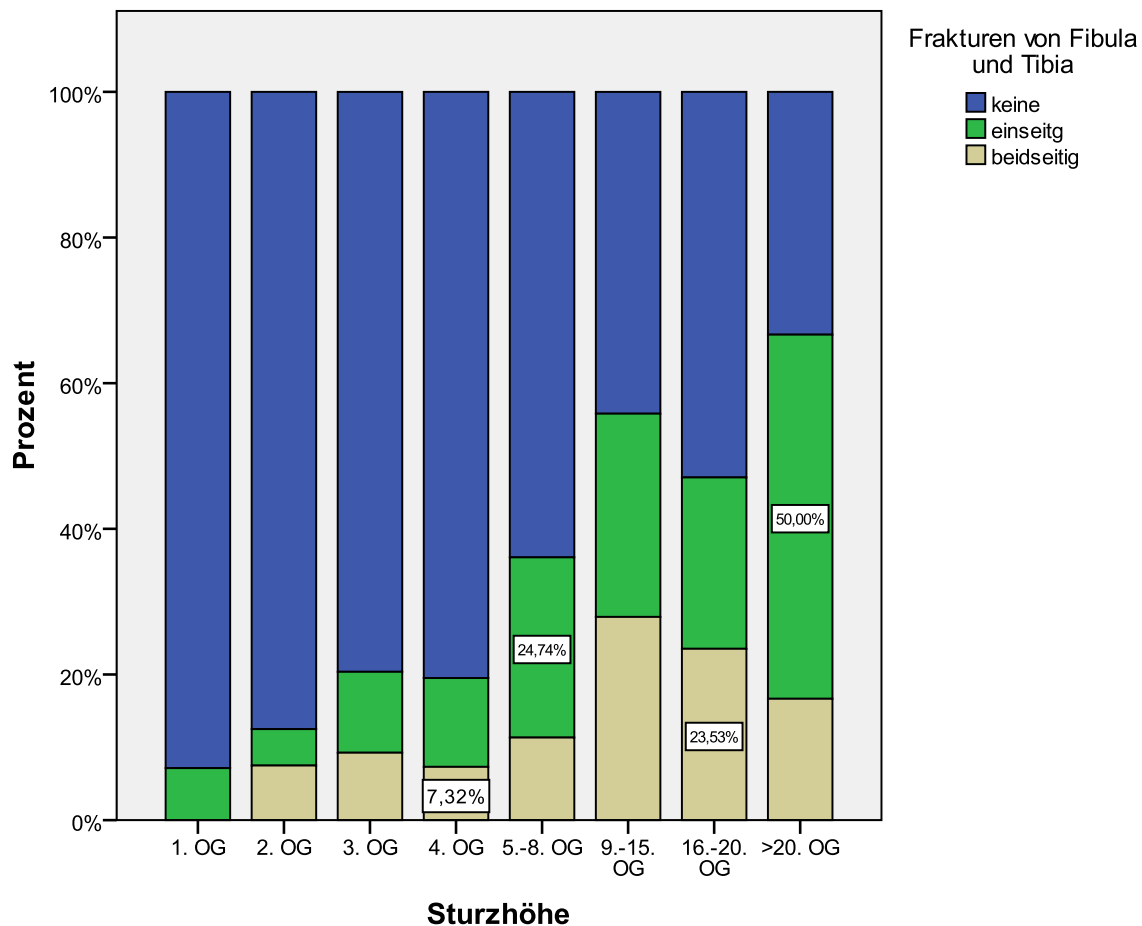


Abb. 54: Unterschenkelbrüche in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.15.6 Verletzungen des Fußskelettes

	Häufigkeit	Prozent
keine	278	85,3
einseitig	26	8,0
beidseitig	22	6,7
Total	326	100,0

Tab. 24: Verletzungen des Fußskelettes

In 26 Fällen (8%) kam es zu einseitigen, in 22 (6,7%) zu beidseitigen Frakturen des Fußskelettes. In 278 Fällen (85,3%) blieben die knöchernen Strukturen des Fußskelettes intakt (Tab. 24). Beidseitige knöcherner Verletzungen nahmen mit der Sturzhöhe zu (3. OG 5,6% Fußfrakturen, 16.-20. OG 11,8%). Bei einer Sturzhöhe > 20.

OG traten nur noch einseitige Frakturen des Fußes mit einer Häufigkeit von 16,7% auf (Abb. 55).

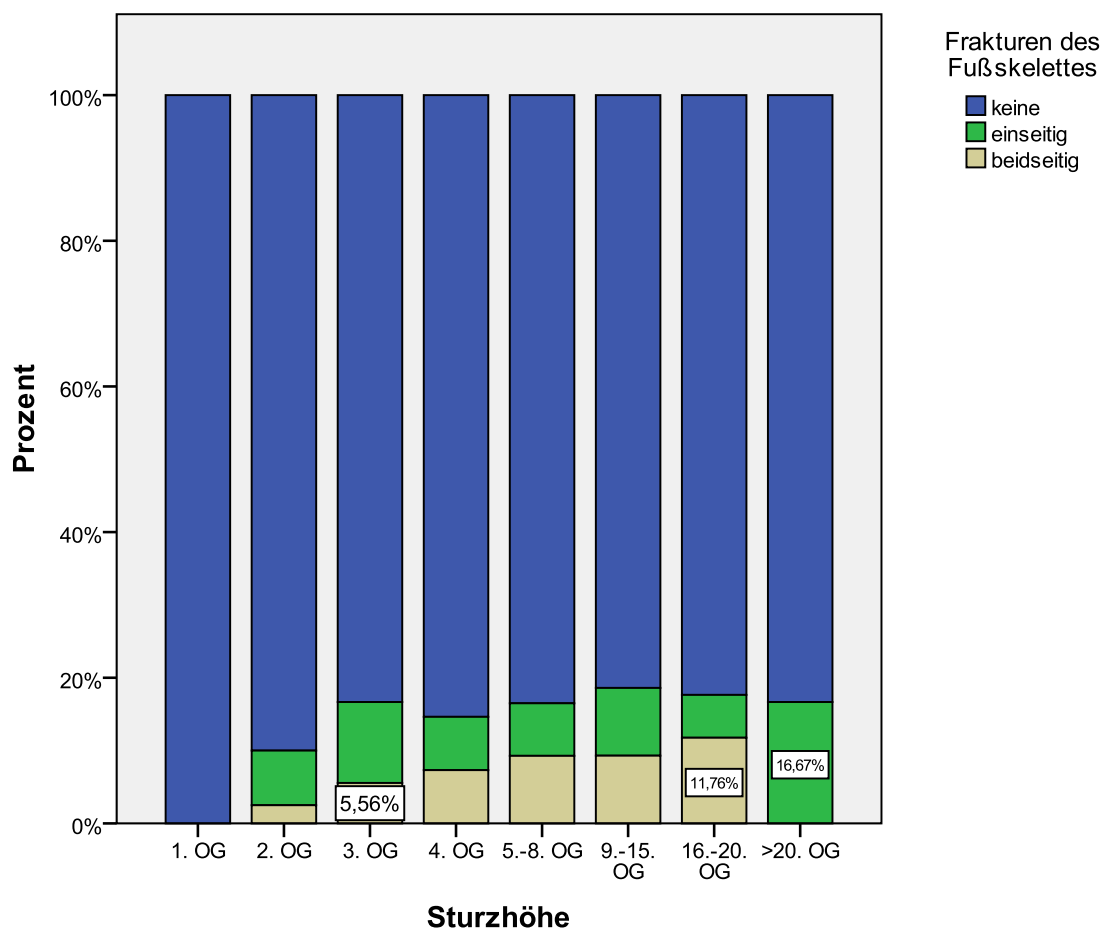


Abb. 55: Frakturen des Fußskelettes in Abhängigkeit von der Sturzhöhe

4.16 Petechiale Stauungsblutungen und deren Lokalisation

Die Ätiologie petechialer Stauungsblutungen nach oberer Einflusstauung ist vielfältig; derartige Befunde wurden entsprechend ihrer Lokalisation eingeordnet. In 91,7% (299 Fälle) wurden keine Stauungsblutungen festgestellt. Waren diese vorhanden, handelte es sich in 5,5% um Konjunktivalblutungen (18 Fälle). Petechien der Gesichtshaut traten in 1,5% (5 Fälle) auf (Tab. 25).

	Häufigkeit	Prozent
keine	299	91,7
Petechien in den Konjunktiven	18	5,5
Petechien in der Lidhaut	3	0,9
Petechien in der Gesichtshaut	5	1,5
verschiedene Lokalisationen	1	0,3
total	326	100,0

Tab. 25: Lokalisation von Petechien

Aufschlaglokalisation	Petechien		total
	keine	Vorhanden	
Kopf	66	8	74
Brust	20	2	22
Rücken	63	6	69
Schulter / Rumpfseite	36	0	36
Gesäß	16	1	17
Füße	26	3	29
gesamte Rumpfseite	55	7	62
fraglich	17	0	17
total	299	27	326

Tab. 26: Häufigkeit von Petechien in Abhängigkeit von der Aufschlaglokalisation

In 8 Fällen kam es nach Kopfaufschlag zu Petechien, in 7 Fällen nach Aufschlag des Körpers mit der Rumpfseite, in 6 Fällen nach Rückenauflschlag, in 3 Fällen nach Fußauflschlag, und in 2 Fällen nach Brustauflschlag (Tab. 26).

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit erfolgte die retrospektive Auswertung von 326 Todesfällen nach Sturz aus der Höhe zwischen dem 01.01.1988 und dem 31.12.2004 im Land Berlin. Untersucht wurden insbesondere das Verletzungsmuster in Abhängigkeit von der Sturzhöhe sowie weitere Variablen. Das untersuchte Kollektiv bestand aus 326 Personen (n=326), von denen 206 (63%) männlich und 120 (37%) weiblich waren. Das mediane Alter lag bei 38 Jahren ($\pm 17,5$ SD) für Männer und bei 44,5 Jahren ($\pm 20,5$ SD) für Frauen. Die mediane Sturzhöhe befand sich sowohl für Männer als auch für Frauen im 5. OG (15 m).

Homizide durch Sturz aus der Höhe fanden sich im Untersuchungskollektiv nicht; etwa $\frac{2}{3}$ der untersuchten Todesfälle wurden in der Zusammenschau des kriminalpolizeilichen Ermittlungsergebnisses und der Obduktionsbefunde als Suizid eingeordnet. Im untersuchten Kollektiv begingen damit prozentual mehr Frauen als Männer Suizid (85,8% weibliche Suizidentinnen vs. 58,7% männliche Suizidenten). Dies deckt sich mit der Literaturlage; der Suizid durch Sturz aus der Höhe wird als „typisch weiblich“ beschrieben, obwohl insgesamt mehr Männer als Frauen Selbsttötungen auszuführen scheinen [72]. Andere Arbeiten berichten hingegen über einen gleich hohen Suizidanteil an den Todesursachen beider Geschlechter [2].

Im untersuchten Kollektiv fanden die häufigsten Selbsttötungen durch Sturz aus der Höhe zwischen dem 31. -40. Lebensjahr statt (24,5%, n=57). Dies ist dadurch erklärbar, dass die Depression eine der häufigsten Ursachen für den Suizid darstellt. Ein für Depression anfälliger Patient erkrankt häufig durch seine Lebensumstände. In der gängigen Literatur werden als spezifisch risikoerhöhend für eine Depression unter anderem die folgenden Vulnerabilitäts- und Risikofaktoren beschrieben, die typischerweise zeitlich ins mittlere Lebensalter fallen: Akute und chronische psychosoziale Stressbelastungen wie Trennung, Arbeitslosigkeit, Lebenskrisen, Verlusterlebnisse und Einsamkeit [11].

Die meisten Arbeitsunfälle traten zwischen dem 31.-50. Lebensjahr auf; es ist zu vermuten, dass gerade in diesem Lebensalter die meisten Menschen einer Arbeit nachgehen. Von tödlichen Arbeitsunfällen waren im untersuchten Kollektiv ausschließlich Männer betroffen. Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien [2,7,72]. Als ursächlich hierfür ist die Tatsache anzunehmen, dass

gefahrengeneigte Tätigkeiten im Baugewerbe, z. B. auf Gerüsten und Dächern, männlich dominiert sind [2,72].

Bei der überwiegenden Zahl der tödlich abgestürzten Suizidenten war kein dem Sturzereignis vorausgegangener Alkoholkonsum nachweisbar. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Elbel et al. und Smerling et al. [26,72]: Möglicherweise ist die Selbsttötungsabsicht situativ derart übermächtig, dass einerseits zwar eine „sichere“ Suizidform gewählt wird, eine vorherige „Selbstbetäubung“ oder ein „Mut-Antrinken“ aber nicht erforderlich erscheint. Ferner wird berichtet, dass Suizidenten unter Alkoholeinfluss gelegentlich von ihrem Vorhaben wieder abließen [72]. Auch die Tatsache, dass es sich – insbesondere bei jungen Menschen – beim suizidalen Sturz aus der Höhe gelegentlich um einen impulsiven, spontanen Entschluss zu handeln scheint, könnte erklären, dass in der überwiegenden Anzahl der untersuchten Suizide durch Sturz aus der Höhe keine Alkoholisierung zum Sturzzeitpunkt nachweisbar war [2].

Wurde allerdings vor dem Sturzereignis Alkohol konsumiert, fanden sich am häufigsten (15%) Blutalkoholwerte $> 1,5 \text{ ‰}$ (49 von 326 Fällen). Besonders häufig kam es bei Blutalkoholwerten $> 1,5 \text{ ‰}$ auch zu Unfällen im häuslichen Bereich (32%, 11 von 34 Fällen); in etwa der Hälfte der privaten Unfälle hatten die verunglückten Personen zuvor Alkohol konsumiert (47,05%, 16 von 34 Fällen), was den tödlichen Sturz vermutlich begünstigte, z. B. durch unvorsichtiges Hinauslehnen aus einem Fenster beim Rauchen einer Zigarette o. ä.

Wenn eine Medikamenteneinnahme in zeitlichem Zusammenhang mit dem Sturzereignis nachweisbar war, handelte es sich in 16,3% (53 Fälle) um Psychopharmaka. Die Einnahme von Psychopharmaka in zeitlichem Zusammenhang mit dem Sturzereignis wurde häufiger bei Frauen als bei Männern nachgewiesen (26,7% Frauen, 10,2% Männer), während ausschließlich Männer zum Sturzzeitpunkt unter dem Einfluss illegaler Drogen standen (4,4% Männer, $n=14$, 7 Fälle von zurückliegender Drogeneinnahme, 7 Fälle vor dem Sturzereignis). Viele Personen (16,3%, 53 Fälle), die in suizidaler Absicht aus der Höhe stürzten, standen nicht nur zum Sturzzeitpunkt unter dem Einfluss von Psychopharmaka, sondern wiesen auch eine dokumentierte psychiatrische Anamnese auf. Dies deckt sich mit Berichten aus dem aktuellen Schrifttum [20,45]; so berichten Türk et al., dass eine psychiatrische Anamnese, insbesondere Depressionen und / oder Substanzmissbrauch, in beinahe der Hälfte aller vollendeten Suizide durch Sturz aus der Höhe festzustellen war [81].

Bekannt ist, dass psychisch Erkrankte ein erhöhtes Risiko für das Begehen von Suizid aufweisen, teilweise in bizarrer Art und Weise [18].

In 42 Fällen (12,8%) war eine Zuordnung zu den Sturzumständen Suizid / Unfall retrospektiv nicht möglich, da sich bei nicht eindeutiger Sachlage der Sturz unbeobachtet ereignete. Die rechtsmedizinische Differenzierung „Suizid“ vs. „Unfall“ im Falle tödlicher Stürze aus der Höhe ist Gegenstand zahlreicher rechtsmedizinischer Untersuchungen [2,30,51,63,69]. So wird beispielsweise der Fundort des Körpers in Beziehung zur Entfernung zur Hauswand als Kriterium postuliert, da bei Suiziden durch Sturz aus der Höhe teilweise von „gerannten“ Sprüngen ausgegangen wird und sich nach suizidalen Stürzen aus der Höhe ein größerer Abstand zwischen Körper und Hauswand als bei Unfällen feststellen ließ als bei akzidentiellen Geschehen [69]. Auch Atanasijevic et al. berichten, dass in der Gruppe der Suizide in 20% der Fälle die Horizontale so bemessen war, dass gerannte Sprünge zu vermuten waren, da der Abstand zur Hauswand entsprechend groß war [2]. In der vorliegenden Studie waren diese Daten nur sehr sporadisch verfügbar und konnten deshalb nicht in die Auswertung aufgenommen werden. Gelegentlich wurde nach unbeobachteten Stürzen aus der Höhe bei Auffinden der Person ein Sturz aus der Höhe nicht in Betracht gezogen, so dass der Abstand des Körpers zur Hauswand nicht dokumentiert wurde. Auch wurde die Lage des Körpers durch Laienhelfer oder Rettungsdienstpersonal verändert, ohne dass eine Dokumentation der ursprünglichen Lage erfolgt war. Im Falle längerer Überlebenszeiten nach Sturz aus der Höhe muss angenommen werden, dass gelegentlich abgestürzte Personen sich von der primären Aufprallstelle weg bewegten. Darüber hinaus ist vor allem im Falle fester Aufpralluntergründe die Aufprallstelle nicht immer offensichtlich, da der aufprallende Körper dort dann keinen „Abdruck“ hinterlässt. Nach tödlichen Stürzen aus der Höhe sollte die Lage des Körpers in Beziehung zur Hauswand obligat dokumentiert werden.

Die sorgfältige Dokumentation überwundener Absturzsicherungen am Absturzort (Höhe von Fensterbänken, Blumenkästen etc.) ist ebenfalls zu fordern. Liegen derartige Absperrungen höher als der Körperschwerpunkt des Sturzopfers, ist ein akzidentielles Geschehen unwahrscheinlich [30]. Am Absturzort vorgefundene Steighilfen (Stühle, Leitern etc.) weisen ebenfalls auf ein suizidales Geschehen hin [30]. In Fällen eines vermuteten akzidentiellen Absturzes können hingegen Werkzeuge am Absturz- oder Fundort wertvolle Hinweise zur Einordnung des Todesfalles geben (z.B. Fensterreinigungsutensilien nach Absturz beim Fenster putzen etc.) [30].

Als weiteres Kriterium zur Differenzierung „Suizid“ vs. „Unfall“ kann das Verletzungsmuster des Sturzopfers herangezogen werden. Nach Ruchholtz führen unterschiedliche Absturzursachen zu unterschiedlichen Verletzungsmustern, da akzidentelle Stürze ungeplant und daher auch ungerichtet erfolgen, wohingegen der suizidale Sturz einer Intention bedarf und in eine definierte Richtung erfolgt [63]. Bei ungerichtetem akzidentielltem Absturz liegen dann insbesondere Schädelhirntraumata, Thoraxverletzungen und Frakturen der oberen Extremitäten bzw. ein stammnah betontes Frakturmuster vor. Ursache ist ein häufiger Aufprall mit dem Rumpf, der Suizident prallt hingegen häufig mit Kopf oder Füßen auf [51,63]. Dies kann am eigenen Untersuchungsmaterial nur für die Verletzungsregionen der unteren Extremität (inklusive Fußverletzungen) bestätigt werden, die beim Suizid häufiger betroffen war als nach einem Unfall (Oberschenkelfrakturen: 37% Suizid vs. 18,3% Unfall / Unterschenkelfrakturen: 35,7% Suizid vs. 8,3% Unfall / Frakturen des Fußskelettes: 16,9% Suizid vs. 6,6% Unfall).

5.1 Sturzhöhe

Todesfälle durch Suizid nahmen mit der Sturzhöhe zu. Die mediane Sturzhöhe für Suizide lag im 5. OG (15 m), für Arbeitsunfälle im 2,5. OG (7,5 m). Der Mittelwert der Sturzhöhe lag für Suizide ebenfalls im 5. OG, für Arbeitsunfälle im 3. OG (9 m) und für Unfälle bei 3,4 OG (10,2 m). Die relativ geringe mediane Sturzhöhe der Arbeitsunfälle könnte mit entsprechend der zunehmenden Arbeitshöhe vermehrten Sicherheitsvorkehrungen (Sicherungsseile etc.) erklärbar sein. Auch Atanasijevic und Gill berichten, dass Todesfälle durch Suizid mit der Sturzhöhe zunehmen [2,30]. Suizide durch Sturz aus einer Höhe < 5 m (1.- 2. OG) wurden in ihrer Untersuchung nicht festgestellt; die mittlere Sturzhöhe für Suizide lag bei 22,7 m, für Unfälle bei 10,8 m [30]. Berghaus et al. berichteten, dass die primäre Aufprallstelle bei suizidalen Höhenstürzen weiter senkrecht zur Absturzstelle lag als bei Unfällen, da Suizidenten eher einen nicht durch Hindernisse unterbrochenen Sturz sowie große Sturzhöhen bevorzugten [6]. Im eigenen Untersuchungsgut ließen sich 3 Suizide durch Sturz aus dem 1. OG (3 m) feststellen, die als ungewöhnlich und möglicherweise im Sinne einer „Übersprungshandlung“ zu interpretieren sind.

Nach Goodacre ist die Sturzhöhe als alleiniger Prädiktor für die zu erwartende Verletzungsschwere ungeeignet, da jeder Sturz aus einer Höhe > 2 m prinzipiell das Risiko einer lebensgefährlichen Verletzung beinhaltet. Es sei nahezu unmöglich, ab

einer Sturzhöhe > 5 m die Verletzungsschwere in 2 von 3 Fällen von polytraumatisierten Patienten (ISS > 16) richtig zu beurteilen. Die Sturzhöhe sei als alleiniges Kriterium für eine Trauma-Triage ungeeignet [31].

Dies wird so auch am eigenen Untersuchungsgut deutlich – selbst bei Stürzen aus dem 1. OG traten mit Ausnahme von Herz-, Aorten-, Zwerchfell- und Milzverletzungen sämtliche erfassten Verletzungen auf. Bemerkenswerterweise fanden sich schwerste Nierenverletzungen bereits nach Stürzen aus dem 1. OG. Nach Madea sind Letalität und Verletzungsmuster von der Aufprallgeschwindigkeit und damit der freien Fallhöhe abhängig; Stürze > 5. OG (15 m) sollen stets tödlich enden [49]. Die Aufschlaggeschwindigkeit beträgt hier 17,16 m/s, dies entspricht 61,76 km/h (berechnet nach der Formel $v = \sqrt{2gs}$). Die Art des Aufschlaguntergrunds fließt allerdings nicht in die Berechnung ein.

In 10% der Fälle (n=33) handelte sich um einen sog. „doppelten Aufschlagtyp“ auf Balkonvorsprünge, Vordächer o. ä. In 4% der Fälle (n=14) war ein Rückprall des Körpers mit anschließendem Sekundäraufschlag rekonstruierbar. In 9 dieser 14 Fälle fand ein solcher Rückprall nach Aufschlag auf Steinboden statt (64%). Am häufigsten kam es dabei nach Sturz aus dem 5.-8. OG zu einem Sekundäraufschlag nach Rückprall (36%). Auch Shkrum berichtet, dass ein Rückprall nach dem primären Aufschlag aufgrund der höheren kinetischen Energie bei größerer Fallhöhe typisch für Stürze aus großer Höhe sei [71]. Aus den eigenen Untersuchungen lässt sich zudem ableiten, dass auch ein fester Aufschlaguntergrund (Steinboden) häufiger zu einem Rückprall mit Sekundäraufschlag führt.

Am häufigsten erfolgte in der vorliegenden Untersuchung aller Todesumstände der primäre Aufprall mit dem Kopf voran (22,7%, n=74). Der Suizident dagegen schlug primär am häufigsten mit dem Rücken auf (54 Rückenauflschläge von 224 Suiziden). Bei akzidentiellen Aufschlägen (sowohl Unfälle im Privatbereich als auch Arbeitsunfälle) erfolgt dieser am häufigsten zuerst mit dem Kopf (26 Kopfaufschläge von 60 akzidentiellen Stürzen).

Nach Shkrum et al. treten Kopfaufschläge vor allem bei akzidentiellen Stürzen Erwachsener auf, da der Körperschwerpunkt der Oberkörper ist [71]. Danach fanden sich als primäre Aufschlaglokalisationen in absteigender Reihenfolge Rücken (21,2%), Rumpfseite (19%), Schulter und Rumpfseite (11%), Füße (8,9%), Brust (6,7%) und Gesäß (5,2%). In der Literatur findet sich als Ursache für einen Rumpfaufschlag das relative Übergewicht des Torsos, welches zu einer Drehung des Körpers im Fall und

damit zu einem Rumpfaufschlag führt [47]. Daraus resultieren auch bei niedriger Sturzhöhe Verletzungen an Kopf und Thorax bzw. eine stammnahe Betonung des Verletzungsmusters [47,51,63]. Auch im eigenen Untersuchungsgut schlug bei einer Sturzhöhe < 10 m der Kopf häufig zuerst auf (nach Stürzen aus dem 1. OG 50% Kopfaufschlag, nach Stürzen aus dem 2. OG 40%, 3. OG 25,93%, 4. OG 21,95%, 5.-8. OG 13,4%); Erst ab dem 9.- 15. OG (13,95%) und >16. OG traten wieder etwas häufiger Kopfaufschläge auf (17,65%). Auch Türk et al. berichten, dass Kopfverletzungen vor allem nach Stürzen aus Höhe < 10 m sowie > 25 m auftreten [81]. Die rückwärtigen bzw. seitlichen Aufschlaglokalisationen nehmen vor allem ab einer Sturzhöhe > 4. OG zu [7]. Die primäre Aufschlagregion des Körpers auf den Boden verändert sich also mit der Sturzhöhe; mit Zunahme der Sturzhöhe nimmt die Häufigkeit der Kopfaufschläge zunächst ab, um dann mit weiter steigender Sturzhöhe wieder anzusteigen.

In 15% der Fälle (n=49) wurde der Sturz aus der Höhe für wenige Stunden (<24 h) überlebt. Wie erwartet verringerte sich die Überlebenszeit nach Sturz aus der Höhe statistisch signifikant mit ansteigender Sturzhöhe ($p = 0,00$ / χ^2 -Test). Während nach Stürzen aus dem 1. OG 57,1% der Personen den Sturz zunächst überlebten (8 von 14 Fällen), waren es nach Stürzen aus dem 16. – 20. OG nur noch 5,9% (1 von 17 Fällen). In 89 Fällen hatten Reanimationsmaßnahmen stattgefunden (27,3%). Dabei wurden Reanimationsversuche mit zunehmender Sturzhöhe seltener durchgeführt. Während nach Stürzen aus dem 1. OG 5 von 14 Personen (35,7%) reanimiert wurden, waren es nach Stürzen aus dem > 16. OG nur noch 11,76% (2 von 17 Fällen).

5.2 Verletzungsmuster

5.2.1 Kopfverletzungen

Schädelhirntraumata sind charakteristische Befunde beim tödlichen Sturz aus der Höhe; Kopfverletzungen, besonders einfache Schädelfrakturen, stellen die häufigsten Verletzungen dar (28,2%) [5]. In unserem Untersuchungskollektiv nahmen einfache Hirn- und Gesichtsschädelfrakturen, z. B. lineare Brüche, mit steigender Sturzhöhe ab, während komplexe Schädelzertrümmerungen mit entsprechenden Hirnrindenverletzungen und Hirngewebsquetschungen entsprechend der größeren Sturzhöhe und der damit verbundenen höheren kinetischen Aufprallenergie vermehrt auftraten. Auffallend war, dass das Schädeldach und die Schädelbasis bei Sturzhöhen

zwischen dem 5. – 8. OG in etwa $\frac{2}{3}$ der Fälle unverletzt blieben (64 von 97 Fällen, 66%). Als Ursache ist anzunehmen, dass aus diesen Sturzhöhen primäre Kopfaufschläge seltener als aus anderen Sturzhöhen auftraten. Die Sturzposition ändert sich während des freien Falles, und der Kopfaufschlag ist eher typisch für niedrigere Sturzhöhen [81]. Yagmur et al. fanden Kopfverletzungen in 91% und berichteten, dass Schädelhirntraumata charakteristisch für Sturzhöhen < 4 m seien [86]. Weitere Studien konnten nachweisen, dass schwere Kopfverletzungen bei Sturzhöhen < 7 m und > 30 m dominieren [1,32,81]. Erklärbar ist dieses Phänomen durch die spezifische Ausrichtung des Körpers während des Sturzes sowie die häufige primäre Aufschlaglokalisation „Kopf“. Bei Stürzen aus einer Höhe > 30 m mit entsprechend hoher kinetischer Aufprallenergie (Aufprallgeschwindigkeit mindestens 87,34 km/h) kann die hohe Anzahl an Schädelhirntraumata einerseits durch die Zunahme an primären Kopfaufschlägen, andererseits durch sekundäre Kopfaufschläge nach Rückprall und auch durch die hohe fortgeleitete kinetische Aufprallenergie beim Sturz aus großer Höhe erklärt werden [1]. Auch in unserem Untersuchungskollektiv traten oberhalb einer Sturzhöhe > 20 . OG stets massive Kopfverletzungen auf, selbst wenn die primäre oder sekundäre Aufprallstelle nicht am Kopf lokalisiert war.

Wie ausgeführt können nach Stürzen aus großer Höhe direkte oder indirekte Frakturen am Schädel resultieren, da es bei Gewalteinwirkung entweder an der Auftreffstelle zu einem direkten Bruch oder aufgrund der Verformung des gesamten Knochengengerüsts an einer anderen Stelle zum indirekten Bruch oder einer Kombination beider Formen kommen kann.

5.2.2 Unterkieferfrakturen

Bezüglich der Genese der im Untersuchungskollektiv festgestellten Unterkieferbrüche sind Richtung, Intensität und Auftreffstelle der Gewalt sowie Kopfbewegungen und die Stellung des Unterkiefers bedeutsam. Unterkieferfrakturen waren insgesamt selten und traten als einfache Frakturen bereits ab einer Sturzhöhe > 3 m auf, häufiger waren jedoch Mehrfragmentbrüche festzustellen (8%), insbesondere mit zunehmender Sturzhöhe. In der Literatur wird über die sog. „Stoßdämpferfunktion“ der knöchernen Mittelgesichtsstrukturen berichtet, da z. B. nach primärem Kinnaufschlag die kinetische Energie über Mandibula und die temporomandibulären Gelenke bis an die Schädelbasis und das Hirn zwar übertragen, die in Richtung Schädelbasis übertragene Energie aber

abgemildert wird und somit Hirnstrukturen vor Verletzungen geschützt werden [91]. Mittelgesichtsfrakturen können daher als Maß für die Energieabsorption dienen [58]. Im eigenen Untersuchungsgut fand sich ein nur knapp nicht-signifikanter Zusammenhang zwischen mehrfragmentären Mandibulafrakturen und Schädelbasisfrakturen, so dass die „Stoßdämpferfunktion“ fraglich erscheint ($p = 0,056 / \chi^2$ -Test).

5.2.3 Halsverletzungen

Mit zunehmender Sturzhöhe nahm auch die Inzidenz von Verletzungen der Halsmuskulatur zu; diese traten insbesondere bei Sturzhöhen > 16 . OG auf. Der zugrunde liegende Mechanismus beruht am ehesten auf einer passiven Schleuderbewegung von Kopf und Hals im Sinne von Hyperflexions- und Hyperextensionsbewegungen mit konsekutiver Überdehnung von Muskeln und Bändern und daraus resultierenden Gewebszerreißen und Unterblutungen [64]. Verletzungen der großen Halsgefäße waren insgesamt eher selten ($n=69$, 21,1%). Venöse Verletzungen (11%) fanden sich nahezu gleich häufig wie Verletzungen von Arterien (10,1%), wobei nach Stürzen aus geringerer Höhe (mit Ausnahme des 2. OG) doppelt so häufig arterielle Verletzungen festzustellen waren (1.OG: 14,3%, 3. OG: 7,4%). Erst ab einer Sturzhöhe > 20 . OG fanden sich deutlich mehr venöse (33,3%) als arterielle (16,7%) Gefäßverletzungen. Begründet werden könnte dies durch einen höheren intravaskulären Druck im arteriellen System (Hochdrucksystem), so dass Arterien trotz der muskulären Gefäßwand bei schon geringerer Sturzhöhe rupturieren können. Die Compliance (Dehnbarkeit) des venösen Systems ist außerdem bis zu 200-fach höher als die des arteriellen Systems [68].

5.2.4 Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen

Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen nahmen mit steigender Sturzhöhe in Anzahl und Schwere ebenfalls zu und traten bereits ab einer Sturzhöhe > 1 . OG auf, waren aber vor allem nach Stürzen > 16 . OG festzustellen (35,3%, 6 von 17 Fällen). Die mit 16% ($n=52$) der Fälle am häufigsten frakturierte Region am Kehlkopf- und Zungenbeinskelett waren die Zungenbeinhörner, wobei derartige Frakturen vor allem nach Stürzen aus dem 2. OG (25%) sowie bei einer Sturzhöhe > 20 . OG auftraten. Die im Vergleich zu Schildknorpelhornverletzungen mehr als doppelt so häufig auftretenden

Zungenbeinhornfrakturen können dadurch erklärt werden, dass es zum einen bei Krafteinwirkung gegen den vorderen Halsbereich zum Anstemmen des Zungenbeines gegen die HWS kommt, woraus Frakturen resultieren können, aber auch indirekte Verletzungen infolge von Zerrungen und Überstreckungen sind möglich. Zur Fraktur eines verkalkten Zungenbeinhornes genügt bereits ein leichter Druck; selbst über spontane Frakturen infolge von Muskelkontraktionen wurde bereits berichtet [50]. Bei Vorliegen einfacher Unterkieferfrakturen fand sich eine Korrelation mit gleichzeitig vorliegenden Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen (55%, 11 von 20 Fällen). In 46,1% (12 von 26 Fällen) traten mehrfache Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen bei gleichzeitig vorliegenden Unterkieferfrakturen auf. Insgesamt fand sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen mehrfachen Unterkieferfrakturen sowie Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen ($p= 0,044 / \chi^2$ -Test). Als Erklärungsansatz kann die Tatsache dienen, dass das Kehlkopfskelett bei instabil frakturiertem Unterkiefer nicht mehr durch den prominenten Unterkiefer geschützt und damit einer direkten Krafteinwirkung ausgesetzt ist. Auch Bockholdt et al. berichteten, dass einerseits Inzidenz und Schweregrad von Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen mit steigender Sturzhöhe zunehmen, andererseits aber auch eine deutliche Beziehung nicht nur zwischen Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen und Gesichtsaufschlag, sondern auch zwischen Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen und einer höhergradigen Traumatisierung der Halsregion bestand: 30% aller Fälle mit Mandibulafrakturen wiesen gleichzeitig Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen auf, und $\frac{2}{3}$ der Kehlkopf- und Zungenbeinfrakturen traten ab einer Sturzhöhe > 5 OG auf. Die häufigsten Verletzungen in der Untersuchung von Bockholdt waren Frakturen der Schildknorpelhörner [9]. Bockholdt et al. beschreiben weiter, dass bei Sturzhöhen > 10 m Hämatome in der vorderen Halsmuskulatur, Zungenbein- und Schildknorpelhornfrakturen in $\frac{1}{3}$ der untersuchten Todesfälle festgestellt wurden [8]. Derartige Befunde können ebenfalls auf eine homizidale Strangulation zurückzuführen sein. Eine alleinige Sachverhaltsklärung bei entsprechendem Befund durch die forensische Obduktion ist aussichtslos, da immer auch weitere Variablen wie Sachverhalt, Spurenlage am Fundort und auch das Lebensalter in Betracht gezogen werden müssen. Der Verknöcherungsgrad des Kehlkopfgerüsts ist für die Entstehung von Frakturen an Zungenbein und Schildknorpelhörnern von essentieller Bedeutung; so durchlaufen die Kehlkopfstrukturen mit zunehmendem Lebensalter über den juvenilen, knorpelig-elastischen Kehlkopf, im mittleren Lebensalter teilossifizierten und im höheren

Lebensalter verknöcherten Kehlkopf verschiedene Mineralisations- und Ossifikationsstadien. Der juvenile, elastische Kehlkopf ist frakturresistenter als der (teil-)ossifizierte [42].

5.2.5 Rippenfrakturen

In 87% der untersuchten Todesfälle fanden sich Rippen(serien)frakturen, deren Inzidenz und Schweregrad mit steigender Sturzhöhe zunahm; ab einer Sturzhöhe > 16. OG fanden sich stets Rippenbrüche, ab einer Sturzhöhe > 20. OG stets bilateral. Auch Türk et al. berichteten, dass die Inzidenz multipler Rippen(serien)frakturen mit der Sturzhöhe zunahm; in 78% der ausgewerteten Todesfälle fanden sich Rippenfrakturen, in 36% multiple Rippen(serien)frakturen [81]. Auch weitere Studien beschrieben stumpfe Thoraxtraumata als übliche Verletzungen nach tödlichem Sturz aus der Höhe, deren Inzidenz insbesondere ab einer Sturzhöhe > 7 m zunahm [2,32]. Thorakale Verletzungen wurden in deren Untersuchungen in $\frac{2}{3}$ der Fälle gefunden [2,32].

In 85,4% der Fälle in denen nach Sturz aus der Höhe Reanimationsversuche erfolgten, fanden sich Rippenbrüche (76 von 89 Fällen). Wurde nicht reanimiert, kamen Rippenfrakturen in 90% vor (109 von 121 Fällen). Auch der Vergleich reanimierter und nicht-reanimierter Personen bei gleicher Sturzhöhe hinsichtlich des Vorliegens von Rippenfrakturen zeigt, dass nicht-reanimierte Personen (mit Ausnahme des 3. OG) häufiger Rippenfrakturen aufwiesen als reanimierte Patienten bei gleicher Sturzhöhe. Wenngleich bekanntermaßen die externe Herzdruckmassage im Rahmen der kardiopulmonale Reanimation ein teilweise massives stumpfes Thoraxtrauma darstellt [17], lässt sich aus der hier vorliegenden Untersuchung ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Reanimationsversuchen und Rippenfrakturen retrospektiv nicht ableiten ($p= 0,391$ / χ^2 -Test). Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die anspruchsvolle autoptische Differenzierung reanimations- und sturzbedingter Thoraxverletzungen [15]. Eine entsprechende Differenzierung kann nur in der Zusammenschau aus Obduktionsbefunden, dokumentierten rettungsdienstlichen Maßnahmen und kriminalpolizeilichem Ermittlungsergebnis erfolgen; inwieweit im Untersuchungskollektiv bei jedem Fall eine solche Differenzierung vorgenommen wurde, ist angesichts der Heterogenität, Ausführlichkeit und Qualität der ausgewerteten Obduktionsprotokolle zumindest fraglich.

5.2.6 Sternumfrakturen

Gleiches gilt für Sternumfrakturen. Diese fanden sich in etwa $\frac{1}{3}$ der untersuchten Fälle. Die Inzidenz nahm ebenfalls mit der Sturzhöhe zu. Eine andere Studie berichtete über 40% Sternumfrakturen bei einer Sturzhöhe > 7 m [2].

Wir untersuchten einen möglichen Zusammenhang zwischen erfolgter Reanimation und dem Auftreten von Sternumfrakturen. In 89 Todesfällen nach Sturz aus der Höhe und nachfolgenden Reanimationsversuchen fanden sich lediglich in 19 Fällen (21,35%) Sternumfrakturen. In 78,65% der Fälle (70 von 89 Fällen) lag trotz Reanimationsversuchen keine Sternumfraktur vor. Die Betrachtung von Sternumfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe und erfolgter Reanimation zeigt, dass (mit Ausnahme nach Stürzen aus dem 3. und 4. OG) Sternumfrakturen häufiger auftreten, wenn keine Reanimationsversuche durchgeführt wurden. Türk et al. fanden Sternumfrakturen bei 76% aller Fälle von Herzverletzungen; lediglich 18% der Fälle ohne Herzverletzungen wiesen Sternumfrakturen auf [81]. Nach De Waele sind Sternumfrakturen als Prädiktor für Herzverletzungen geeignet [21]. Im eigenen Untersuchungsgut traten Herzverletzungen in 58% der Fälle zusammen mit Sternumfrakturen auf, in 40% der Fälle traten Herzverletzungen ohne Sternumfrakturen auf. Insbesondere schwerste Herzverletzungen traten in fast der Hälfte der Fälle zusammen mit Sternumfrakturen auf (31 von 65 Fälle, 47,7%). Hier bestand ein statistisch hochsignifikanter Zusammenhang ($p=0,000$ / χ^2 -Test).

5.2.7 Verletzungen der Wirbelsäule

In vorangegangenen Untersuchungen fanden sich Wirbelsäulenverletzungen mit einer Inzidenz zwischen 22% – 66%, in 2-5% waren diese auch mit Rückenmarksverletzungen assoziiert. Insbesondere Verletzungsmuster der unteren Extremitäten, welche auf einem primären Fußaufprall schließen lassen (z.B. distale Tibiafrakturen, Sprunggelenksfrakturen, Frakturen des Fußskelettes) wiesen eine signifikante Korrelation mit Wirbelsäulenfrakturen im Sinne einer Stauchung entlang der Körperachse bei Fußaufschlag auf [16,46,55,63,77,81,83]. Im eigenen Untersuchungsgut betrug die Inzidenz von Wirbelsäulenfrakturen 42,3% (138 von 326 Fällen). Verletzungen des Myelons wurden nicht berücksichtigt, lediglich Verletzungen der Disci intervertebrales, welche jedoch mit einem Anteil von 1,5% aller

Wirbelsäulenverletzungen selten anzutreffen waren. Untersuchungen am eigenen Material bezüglich der Korrelation von Wirbelsäulenfrakturen und Frakturen der unteren Extremität zeigten bei 138 Fällen von Frakturen der Wirbelsäule gleichzeitig 111 Fälle von Femurfrakturen (80,4%, $p=0,6$ / χ^2 -Test), 100 Fälle von Tibia- und Fibulafrakturen (72,5%, $p= 0,2$ / χ^2 -Test) sowie 48 Frakturen des Fußskelettes (35%, $p= 0,9$ / χ^2 -Test). Eine statistisch signifikante Korrelation bestand hier nicht.

Frakturen der Halswirbelsäule (HWS) fanden sich in 18,4%. Diese nahmen in Anzahl und Schwere mit steigender Sturzhöhe zu und traten generell ab einer Sturzhöhe > 3 m auf. Komplette Durchtrennungen der HWS fanden sich erst ab einer Sturzhöhe > 4. OG, auch dieses Phänomen nahm mit steigender Sturzhöhe zu. Die Brustwirbelsäule (BWS) war mit etwa einem Drittel aller untersuchten Fälle frakturiert und damit fast doppelt so häufig wie HWS (18,4%) und LWS (16%). Insgesamt nahmen auch BWS-Verletzungen mit der Sturzhöhe in Schwere und Anzahl zu. Ab einer Sturzhöhe > 20. OG fanden sich in 50% der Fälle BWS-Frakturen. Gerade beim Überwiegen von primären Kopfaufschlägen gegenüber primären Rumpf- oder Fußaufschlägen wären mehr HWS-Frakturen als BWS-Frakturen zu erwarten gewesen, da die HWS durch ihre Beweglichkeit verletzungsanfälliger als BWS und LWS ist, wenn beispielsweise nach primärem Kopfaufschlag der Kopf aufschlagbedingt nach rückenwärts geschleudert wird [40]. Das Ergebnis könnte jedoch durch die Aufschlaglokalisation des Körpers erklärt werden. Betrachtet man alle Aufschlagregionen mit direktem Bezug zur BWS (gesamte Rumpfseite, Rücken, Schulter / Seite, Brust) so findet man in 62 Fällen von insgesamt 101 BWS-Frakturen (inklusive Durchtrennungen) eine der o.g. Aufschlaglokalisationen (61,4%). Die BWS war von allen WS-Abschnitten die am häufigsten verletzte Aufschlagregion, woraus am ehesten auch die meisten Frakturen resultierten. Frakturen der Lendenwirbelsäule (LWS) nahmen ebenfalls mit steigender Sturzhöhe zu (2. OG: 5% Frakturen / 16.-20. OG: 23,5% Frakturen). Ab einer Sturzhöhe > 20. OG fanden sich stets komplette Durchtrennungen der LWS.

5.2.8 Beckenfrakturen

Die Inzidenz von Beckenfrakturen nach Sturz aus der Höhe wird in der Literatur mit 10-30% angegeben. Laut Steedman ist das Risiko einer Beckenfraktur nach Sturz aus großer Höhe in 80% der Fälle mit einem Gesäßaufschlag assoziiert [75]. In $\frac{2}{3}$ der untersuchten Todesfälle fanden sich Beckenringfrakturen am eigenen

Untersuchungsmaterial. Dabei kam es häufiger zu einseitigen als zu beidseitigen Verletzungen. Insgesamt nahm die Inzidenz der Beckenringfrakturen mit steigender Sturzhöhe zu. Sie traten bereits ab einer Sturzhöhe > 3 m bilateral auf. Insbesondere fanden sich in 30 % (97 Fälle) bei zunehmender Sturzhöhe Sprengungen der Iliosakralgelenke, welche bereits nach Stürzen > 3 m auftraten. Beckenringfrakturen waren am häufigsten mit Bauchorganverletzungen kombiniert (48%, 156 Fälle). Bauchorganverletzungen ohne Beckenringfrakturen waren in 25% (80 Fälle) zu finden, Beckenringfrakturen ohne begleitende Abdominaltraumata in nur 10% (43 Fälle). Auch Türk et al. fanden Beckenringfrakturen in etwa $\frac{2}{3}$ der Stürze > 10 m und nur in 12% bei Stürzen < 10 m [81].

5.2.9 Lungenverletzungen

In etwa 89% lagen isolierte oder Kombinationsverletzungen von Thoraxorganen vor, wobei schwere Lungenverletzungen bei sämtlichen Sturzhöhen > 3 m dominierten und deren Inzidenz und Schwere mit steigender Sturzhöhe zunahmen. Es fand sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Zunahme an schweren und schwersten Lungenverletzungen und Rippen(serien)frakturen ($p= 0,00$, χ^2 -Test). Bei schweren Lungenverletzungen ($n=104$) fanden sich in 99% der Fälle auch Rippenfrakturen ($n=103$). Bei Vorliegen von Rippenserienfrakturen (267 Fälle) kam es in 216 Fällen zu Lungenverletzungen (81%). Ähnliches ist auch für Sternumfrakturen nachweisbar: Lagen schwere Lungenverletzungen vor, so fanden sich in 35,29% Sternumfrakturen ($p= 0,057$ / χ^2 -Test bzw. $p = 0,032$ für die Gesamtheit der Lungenverletzungen). Auch Türk et al. berichteten, dass Rippenfrakturen in fast allen untersuchten Sturztodesfällen vorhanden waren, ferner die Inzidenz von Rippenserienfrakturen als auch die Inzidenz und der Schweregrad von Lungenverletzungen mit der Sturzhöhe zunahmen [81]. Neben penetrierenden Parenchymverletzungen durch frakturierte Rippen führt der akute thorakale Druckanstieg beim Aufprall zu alveolären Rupturen [2,10]. Stolze beschreibt, dass es aufgrund der Elastizität der Knochen junger Menschen gerade im Thorax zu Verletzungen innerer Organe ohne Rippenfrakturen kommen kann [76]. Dabei handelt es sich dann z.B. um Dezelerationstraumen der Thoraxorgane (typischerweise Blutungen und Gewebserreißungen der Lungenhili). bzw. Parenchymtraumata nach aufprallbedingter Thoraxkompression [76].

5.2.10 Herzverletzungen

Herzverletzungen fanden sich in 45% (148 Fälle), am häufigsten Herzrupturen (n=65, 20%). Inzidenz und Schweregrad von Herzverletzungen nahmen mit steigender Sturzhöhe zu, und Herzverletzungen traten bereits ab einer Sturzhöhe > 2. OG auf. Türk et al. fanden in 54% Herzverletzungen, ebenfalls erst nach Stürzen > 2. OG [80]. Nach Stolze unterscheiden sich Herzrupturen in Quetschungsrupturen, Berstungsrupturen und Zerrungsrupturen [76]. Bei der Quetschungsruptur wird das Herz durch die beim Aufschlag resultierende, ruckartige Thoraxkompression zusammengepresst, rutscht dabei zur Seite weg und zerreißt den Herzbeutel. Berstungsrupturen betreffen meist die rechte Herzhälfte, wobei das im Zeitpunkt des Traumas blutgefüllte Herz in der Diastole besonders anfällig ist. Zu Zerrungsrupturen kommt es bei plötzlicher Verzögerung bzw. Geschwindigkeitsänderung. Hierbei wirkt das Herz im Brustkorb als schwere und kompakte Masse auf die fixierenden Strukturen, so dass es zu Vorhofrupturen und Verletzungen herznaher Abschnitte größerer Gefäße kommt. Weiterhin kann es zu Rupturen von Koronarien, Klappenverletzungen, Abrissen von Sehnenfäden und Abrissen von Papillarmuskeln kommen. Herzverletzungen ohne gleichzeitiges Vorliegen von Sternumfrakturen traten seltener auf (93 von 231 Fällen, 40%) als Herzverletzungen bei gleichzeitigem Vorliegen von Sternumfrakturen (55 von 95 Fällen, 58%). Hier konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Herzverletzungen bei gleichzeitigem Vorliegen von Sternumfrakturen festgestellt werden ($p=0,002$ / χ^2 -Test). Stumpfe Herztraumata können entweder direkt durch prkordiale Aufschläge (mit oder ohne verletzende Rippenfrakturen und Sternumfrakturen), und / oder indirekt durch ruckartig ansteigenden intrakardialen Druck bei Kompression / Abbremsung verursacht werden, wobei insbesondere vertikale Bremsvorgänge schwere intrathorakale Verletzungen wie Aorteneinrisse und kardiale Rupturen begünstigen. Atanasejivic et al. fanden Herzverletzungen lediglich in 16% aller Fälle und negierten eine statistische Signifikanz zur Sturzhöhe [2].

5.2.11 Aortenverletzungen

Traumatische Aortenverletzungen als Folge einer extremen, plötzlichen Geschwindigkeitsänderung des Körpers traten im eigenen Untersuchungsgut in $\frac{1}{3}$ auf (129 Fälle, 40%). Am häufigsten (71 Fälle, 21,8%) handelte es sich um schwere Verletzungen (Aortenwandeinrisse ohne komplette Zerreißung). Derartige Verletzungen

nahmen bezüglich Schwere und Häufigkeit mit steigender Sturzhöhe zu und traten bereits ab einer Sturzhöhe > 2. OG auf. Ab einer Sturzhöhe > 20. OG kam es stets zu Aortenverletzungen. Die häufigste Verletzungslokalisation war der Aortenbogen (66 von 326 Fällen, 20%) sowie der Übergang vom Bogen zur Aorta thoracica (43 von 326 Fällen, 13%). Auch Bockholdt et al. fanden Aortenrupturen nach Sturz aus einer Höhe > 2. OG [9]. Atanasejivic et al. berichteten dagegen über Aortenrupturen mit einer geringeren Häufigkeit (21%), welche meist im absteigenden Teil des Aortenbogens lokalisiert waren (82%) [2]. Nach Jaffé und Sternberg führen massive Dezelerations- und Akzelerationstraumen zur traumatischen Aortenruptur, betreffen meist die proximale Aorta descendens und liegen im Bereich des Ligamentum (Lig.) arteriosum [38]. Auch Burkhart et al. gaben den Isthmus aortae als die meist verletzte Region der Aorta an. Der Isthmus aortae liegt distal des Abgangs der linken Arteria subclavia am Übergang vom Aortenbogen (Arcus aortae) zur Brusttaorta (Pars thoracica aortae) und markiert die Ansatzstelle des Lig. arteriosum (Relikt des Ductus arteriosus). Bei ruckartiger, aufprallbedingter Abbremsung des Körpers, vor allem des Brustkorbes, wird sich das frei im Herzbeutel befindliche Herz zunächst in die ursprüngliche Richtung fortbewegen, bis es aufgrund anatomischer Gegebenheiten ebenfalls zur ruckartigen Abbremsung kommt, was zu einem ruckartigen Zug an der Aortenwurzel führt. Dieser Mechanismus kann komplette oder partielle Rupturen der Aorta im absteigenden Teil des Aortenbogens erklären. Der wahrscheinlichste Mechanismus ist dann ein ruckartiger longitudinaler Zug am Isthmus, der typischerweise zu einem transversalen Einriss / Ruptur der Aorta führt [14,70].

Experimentelle Untersuchungen zeigten, dass die Zerreißfestigkeit der Aorta vom Herz in Richtung des Blutstroms abnimmt; der Isthmus stellt daher die schwächste Stelle dar [48,87,88,90]. Die Kraftübertragung auf die Aorta soll in einer Hyperflexion des Aortenbogens bestehen. Durch eine Überbiegung über den linksseitigen Hilusstrukturen komme es zur Biegungszerreiung an der Gefäßkonvexität über dem inkompressiblen flüssigen Inhalt. Auch seien lokale Druck,- Zug- und Torsionskräfte in der elastischen Gefäßwand bei Dehnung des Gefäßrohres und ein sog. „Wasserhammerereffekt“ des bei Geschwindigkeitsänderung auf die Gefäßwand prallenden Blutes als Ursache einer Ruptur anzusehen [48,87-90].

5.2.12 Verletzungen des Zwerchfells

Das Zwerchfell kann aufgrund der enormen Druckbelastung bei einem stumpfen Thorax- und / oder Abdominaltrauma ebenfalls rupturieren. Die Zwerchfellruptur ist meist links lokalisiert und bildet zusammen mit Rippenserienbrüchen, Milzruptur, Verlagerungen von Baueingeweiden in den Brustfellraum und linksseitiger Nierenverletzung ein charakteristisches Verletzungsmuster [76]. Im eigenen Untersuchungskollektiv waren Rupturen des Zwerchfells mit 13% eher seltene Verletzungen, nahmen mit der Sturzhöhe zu und traten ab einer Sturzhöhe > 2. OG auf. Einseitige Verletzungen (n=28, 9%) waren häufiger als beidseitige (n=16, 5%).

Stumpfe Bauchtraumen führen in erster Linie zu Rupturen parenchymatöser Bauchorgane, vor allem der Leber und der Milz. Aufgrund der Größe, der wenig widerstandsfähigen Kapsel, der geringen Elastizität und des Blutreichtums sind parenchymatöse Bauchorgane entsprechend vulnerabel. Traumatische Hohlorganperforationen (Harnblase, Magen, Darm) sind seltener zu beobachten und insbesondere bei starker Füllung dieser Organe zu erwarten [76]. Nach Behcet et al. stellen stumpfe Bauchtraumata eher ungewöhnliche Verletzungen nach einem Sturz < 4 m dar [5]. Dies stellte sich auch am eigenen Untersuchungsgut dar. Insgesamt fanden sich in 51% der Fälle Bauchorganverletzungen; nach Sturz aus dem 1. OG traten diese in 7,1%, nach Sturz aus dem 2. OG in 17,5% der Fälle auf. Ab einer Sturzhöhe > 4. OG kamen in 51,2% und bei Sturzhöhen > 20. OG in 100% abdominale Kombinationsverletzungen vor.

5.2.13 Leberverletzungen

Dabei waren schwere Leberverletzungen mit parenchymatösen Rupturen am häufigsten (30%, 97 Fälle). In der eigenen Untersuchung traten Lebertraumata bereits ab einer Sturzhöhe > 1. OG auf und nahmen mit steigender Sturzhöhe zu. Ab einer Sturzhöhe > 16. OG fanden sich stets Leberverletzungen.

5.2.14 Milzverletzungen

Milzverletzungen traten ab einer Sturzhöhe > 2. OG auf, die Inzidenz nahm mit steigender Sturzhöhe ebenfalls zu. Am häufigsten kam es zu Milzkapselrupturen (49 Fälle, 15%). Besonders ab einer Sturzhöhe > 9. OG nahm auch die Inzidenz von Milzzerreißen deutlich zu. Bei erkrankungsbedingt oder habituell geschwollener Milz beinhalten bereits relativ geringe Gewalteinwirkungen die Gefahr einer Ruptur [76].

5.2.15 Nierenverletzungen

Nierenverletzungen sind wegen der geschützten Lage der Organe in einer Fettkapsel vor allem bei massiven breitflächigen Einwirkungen zu erwarten. In der eigenen Untersuchung nahm die Inzidenz mit steigender Sturzhöhe zu und Verletzungen traten bereits ab dem 1. OG auf. Am häufigsten fanden sich Nierenkapselrisse (46 Fälle, 14%).

5.2.16 Extremitätenverletzungen

Türk et al. berichteten über Extremitätenverletzungen mit einer Inzidenz von 59 % aller Verletzungen; typische Verletzungen nach Sturz aus der Höhe seien offene Trümmerbrüche der Handgelenke und Knie [81]. Yagmur et al. fanden Extremitätenverletzungen in einem Drittel der Fälle [86], allerdings wurden überwiegend Stürze von Hausdächern mit geringerer Sturzhöhe untersucht. In der eigenen Untersuchung fanden sich Extremitätenverletzungen in 49% der Fälle, nicht selten mit offenen Trümmerbrüchen und entsprechenden Durchspießungsverletzungen. Einseitige Frakturen von Röhrenknochen waren insgesamt häufiger (36,5%) als beidseitige (12,6%), wobei der Femur am häufigsten frakturiert war (33%). Einseitige Femurfrakturen waren häufiger als beidseitige (27,6% vs. 6,4%) und zeigten mit steigender Sturzhöhe auch eine zunehmende Inzidenz.

Frakturen von Tibia und Fibula fanden sich in 100 Fällen im untersuchten Kollektiv. Auch bei suizidalem Sprung mit den Füßen voran kann aus dem Übergewicht des Torsos wie oben ausgeführt eine Drehung des Körpers und damit ein Rumpfaufschlag resultieren [47], weshalb auch bei geringer Sturzhöhe häufiger Verletzungen an Kopf,

Thorax und eine stammnahe Betonung des Frakturmusters mit geringerer Beteiligung der Extremitätenknochen festzustellen sind [47,51,63].

Vor allem die Inzidenz einseitiger Unterschenkelfrakturen nahm mit der Sturzhöhe zu. Während diese bei Stürzen aus dem 3. OG in 11,1% der Fälle auftraten, waren es bei Stürzen > 9. OG bereits 27,1%. Bei einer Sturzhöhe > 20. OG dominierten mit 50% weiterhin die einseitigen Frakturen. Dies ist dadurch erklärbar, dass bei großer Sturzhöhe ein gerichteter Fall nahezu unmöglich erscheint und der Stürzende einer nicht mehr aktiv beeinflussbaren Rotation unterliegt. Allerdings soll der gerichtete suizidale Sturz zu einer insgesamt geringeren Anzahl von Schädelhirntraumata führen, da die meisten Suizidenten mit den Füßen voran stürzen [55,66].

Einseitige Humerusfrakturen fanden sich in 22,4% (73 Fälle) und beidseitige Humerusfrakturen in 2,8% (9 Fälle). Die Inzidenz von Humerusfrakturen nimmt mit steigender Sturzhöhe zu, insbesondere bezüglich einseitiger Brüche. Auch Frakturen von Ulna und Radius fanden sich häufiger einseitig als beidseitig (26,1% vs. 6,1%) und zeigten mit steigender Sturzhöhe auch eine steigende Inzidenz. Dies korreliert mit dem hohen Anteil an Suiziden im Untersuchungskollektiv, bei denen versuchte beidseitige Abfangreaktionen im Gegensatz zu akzidentiellen Stürzen eher als untypisch zu werten wären. Frakturen der Hände fanden sich lediglich in 11%, wobei auch hier einseitige Frakturen dominierten (8% vs. 3%). Ab einer Sturzhöhe > 16. OG nahmen Frakturen der Hand besonders zu und fanden sich in 23,5%.

5.2.17 Petechiale Blutungen

Im eigenen Untersuchungsgut fanden sich in 27 Fällen petechiale Blutungen, am häufigsten an den Konjunktiven (5,5%, 18 Fälle), an der Gesichtshaut (1,5%, 5 Fälle) sowie in 3 Fällen an der Lidhaut (0,9%). Am häufigsten schlugen die betroffenen Personen primär mit dem Kopf (8 Fälle) oder dem Rumpf (7 Fälle) auf. Der Mehrheit der Fälle mit petechialen Blutungen ist also ein schwerer Kopfaufschlag mit Gesichtshautverletzungen, Mittelgesichtsfrakturen und Schädelfrakturen vorausgegangen, so dass die Petechien in diesen Fällen in Analogie zu Bockholdt et al. als direktes Resultat des mechanischen Traumas interpretiert wurden [9]. Die Fälle von Petechien nach Rumpfaufschlag könnten in einem Teil der Fälle durch den Mechanismus der oberen Einflusstauung, z.B. durch eine Herzbeutelamponade nach Aortenruptur, erklärt werden [52]. Gemeinhin resultieren petechiale Stauungsblutungen

der Lider und Konjunktiven durch eine obere Einflusstauung und tritt in diesem Kontext aufgrund des hohen intravaskulären Druckes in Kombination mit Hypoxie auf. Ein ähnlicher Mechanismus wird nach Reanimation vermutet, signifikant nachweisbar war dies bislang jedoch nicht [53]. Im untersuchten Kollektiv fanden in 5 Fällen Reanimationsversuche statt, in weiteren 5 Fällen von Petechien gab es keine Reanimationsmaßnahmen; in weiteren 17 Fällen blieb retrospektiv unklar, ob Reanimationsversuche unternommen worden waren, so dass ein entsprechender Zusammenhang mit den vorliegenden Daten nicht beweisbar ist. Falls suspekta Halsverletzungen und petechiale Blutungen nach Reanimation parallel auftreten, ist differentialdiagnostisch obligat eine vorangegangene Gewalteinwirkung gegen den Hals in Betracht zu ziehen.

5.3 Schlussfolgerung

Stürze aus der Höhe laufen nicht nach vorhersehbaren Schemata ab, sondern unterliegen multiplen Variablen. Bei Sturz oder Sprung aus der Höhe wendet und rotiert der fallende Körper in unvorhersehbarer Weise und wird neben dem Körperschwerpunkt auch durch Wetterbedingungen wie Wind zum Sturzzeitpunkt beeinflusst [65,84]. Beim Aufschlag wird das Verletzungsmuster u.a. durch Körpergewicht, Aufschlaggeschwindigkeit, Aufschlaguntergrund, Bekleidung, Position des Körpers im Moment des Aufschlages, Lebensalter und die elastische Verformbarkeit der jeweiligen anatomischen Aufschlagregion bestimmt [1,82]. Insbesondere Sturzhöhe und resultierende Aufprallgeschwindigkeit sind für das Ausmaß der Verletzungen maßgeblich [2]. Weitere Faktoren (körperliche und mentale Verfassung, Muskelaktivität) wurden ebenfalls als bedeutsam für die Verletzungsschwere nach Sturz aus der Höhe angesehen, spielen jedoch eine untergeordnete Rolle in der Analyse von Höhestürzen [43,74].

Einen bedeutenden prognostischen Faktor stellt das Lebensalter dar, da altersabhängige Organveränderungen sich nicht nur auf Art und Schwere der Verletzungen, sondern auch auf deren physiologische Kompensationsmöglichkeiten auswirken. Wenngleich das Lebensalter teils auch als prognostisch unabhängiger Faktor bezüglich der Mortalität nach Höhenstürzen diskutiert wird [43], macht doch bereits die medizinische Tatsache, dass mit zunehmenden Lebensalter osteoporotische und / oder ossifizierende Umbauvorgänge einsetzen, die entweder eine erhöhte

Bruchneigung oder eine Reduzierung der Elastizität der Knochen bedingen, in Kombination mit zunehmender Multimorbidität im höheren Lebensalter einen entsprechenden Zusammenhang deutlich. Auch die Beziehung zwischen Sturzhöhe und Mortalität wird kontrovers diskutiert. Einerseits soll die Sturzhöhe lediglich einen geringen Einfluss auf gravierende Verletzungen haben, da bereits eine Sturzhöhe > 2 m stets ein signifikant erhöhtes Risiko für schwere Verletzungen beinhaltet und ein primärer Kopfaufprall einen Risikofaktor für schwere Verletzungen darstellt. Bei einer Sturzhöhe > 9 m soll die Sturzhöhe dann keinen Einfluss mehr auf die Prognose haben, da Kopfaufschläge einen unabhängigen prognostischen Umstand darstellen [31,43].

Die Analyse des Verletzungsmusters in Abhängigkeit von der Sturzhöhe zeigt, dass die Zuordnung einer definierten Sturzhöhe zu einem spezifischen Verletzungsmuster nicht möglich ist. So kann weder aus einer bekannten Sturzhöhe ein zu erwartendes Verletzungsmuster abgeleitet werden, noch ist es umgekehrt möglich, aus einem bekannten Verletzungsmuster auf eine entsprechende Sturzhöhe zu schließen – nahezu alle Verletzungsmuster traten bei Stürzen aus fast allen Sturzhöhen auf. Die Inzidenz und Kombination schwerer und schwerster Verletzungen stieg allerdings auch im untersuchten Kollektiv mit zunehmender Sturzhöhe signifikant an (Sturzhöhe vs. Verletzungsmuster: $p = 0,000 - 0,041$ / χ^2 -Test). Eine Ausnahme bildeten HWS-Verletzungen, Brustbeinfrakturen, Frakturen der Hände und Füße sowie Gefäßverletzungen des Halses – hier ließ sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang nicht nachweisen. Die Heterogenität der Ergebnisse macht die allgemeingültige Anwendbarkeit allerdings unmöglich.

5.4 Diskussion der Methodik

Das Zusammentreffen individueller und unterschiedlicher Arbeitsweisen kann erheblichen Einfluss auf die Auswahl des Untersuchungsgutes haben, da es zu einer Vorselektion von Informationen in unterschiedlichem Ausmaß kommt, was wiederum eine potentielle Fehlerquelle für retrospektive Analysen darstellt. Bezüglich der Datengrundlage in der vorliegenden retrospektiven Analyse kann beispielsweise eine einheitliche Beschreibung von Vorgeschichte, Todesumständen und Auffindesituation nicht vorausgesetzt werden. Polizeiliche Ermittlungsergebnisse sind in starkem Maße abhängig von den ermittelnden Beamten, deren Routine, Ausstattung, Ausbildungsstand und individuellen Arbeitsweise, die vor allem in Bezug auf

Ausführlichkeit und Qualität stark differieren kann. Wenngleich die Standardisierung der gerichtlichen Obduktionstechnik und -protokollerstellung zwar in vielerlei Hinsicht gegeben ist, gilt gleiches auch in eingeschränktem Maß für Obduktionsprotokolle. Auch wird die Anordnung einer gerichtlichen Obduktion von den zuständigen Ermittlungsbehörden „lediglich“ aufgrund der vorliegenden Ermittlungsergebnisse getroffen, weshalb mit einer Vorselektion des Untersuchungsgutes zu rechnen ist.

Viele Zusammenhänge konnten mit den zur Verfügung stehenden Informationen retrospektiv nicht definitiv geklärt werden. Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen ging beispielsweise die Variable „Abstand der Lage des Körpers zur Hauswand“ in nahezu allen Fällen nicht hervor. Für eine mögliche Differenzierung hinsichtlich „Unfall“ vs. „Suizid“ bzw. „akzidentieller Absturz“ vs. „gerannter suizidaler Sprung“ sind diese Daten allerdings wie aus geführt von Bedeutung [2,69]. Ein Übergang von einer retrospektiven auf eine prospektive Erhebungstechnik wäre daher wünschenswert, so dass bisher nicht oder nur sporadisch mitgeteilte Informationen in die Auswertung einbezogen werden können (z.B. detaillierte Absturzstellenbeschreibung mit einheitlicher fotografischer und maßstabsgerechter Dokumentation der Entfernung des Aufschlagortes in Bezug auf die Senkrechte zur Absturzstelle, Existenz vorspringender Gebäudeteile, Sturz durch ein Vordach, Steighilfen am Absturzort, dortige Fensterbankhöhe, -breite und -tiefe oder Balkongitterhöhe, differenzierte Beschreibung des Verletzungsmusters, der Bekleidung und spurenkundliche Untersuchungen). Zu fordern ist für zukünftige Studien eine einheitliche Foto- / Skizzendokumentation beim Sturz aus der Höhe, da häufig Rettungsdienstpersonal, Polizeibeamte oder Zeugen eine Rekonstruktion durch Veränderung der Körperlage und Umgebung erschweren bzw. unmöglich machen. Selbstverständlich darf eine solche Dokumentation aber keine Auswirkung auf die Wahrnehmung potentiell lebensrettender medizinischer Maßnahmen haben.

6 Zusammenfassung

Einleitung: Stürze aus einer Höhe > 3 m stellen eine häufig zu untersuchende Todesursache in der forensischen Obduktionsroutine dar. Das Ziel dieser Studie war es, die Beziehung zwischen Fallhöhe und Verletzungsmuster zu bestimmen bzw. festzustellen, ob bestimmte Verletzungen / Verletzungsmuster auf definierte Fallhöhen zurück geführt werden können.

Material und Methoden: Eine retrospektive Analyse staatsanwaltschaftlicher Ermittlungsakten und Obduktionsprotokolle (tödliche Stürze aus der Höhe im Land Berlin von 01.01.1988 – 31.12.2004, n = 326) wurde durchgeführt. Es wurde eine Geschoßhöhe von 3 Metern angenommen.

Ergebnisse: Es handelte sich um 206 Männer (63%, mittleres Alter 38 Jahre ± 17,5 SD) und 120 Frauen (37%, mittleres Alter 44,5 Jahre ± 20,5 SD); Suizide überwogen (68,7%), gefolgt von privaten Unfällen (10,4%) und Unfällen bei der Arbeit (8%). Tötungsdelikte fanden sich nicht. Die mediane Fallhöhe lag im 5. OG (15 m). Primäre Kopfaufschläge dominierten (22,7%) und waren am häufigsten bei Stürzen < 3. OG (1. OG 50%, 2. OG 40%). Die Häufigkeit von Kopfverletzungen sank zwischen 5. - 8. OG. Häufigste knöcherne Verletzungen waren Rippenfrakturen (87,1%), Beckenfrakturen (60,7%), Schädelbasisfrakturen (51,5%) und Schädelfrakturen (50%). Die am häufigsten verletzten Thoraxorgane waren die Lungen (72%), das am häufigsten verletzten Bauchorgane die Leber (69%). Fast alle untersuchten Verletzungen und Verletzungsmuster wurden bereits bei Stürzen > 1. OG festgestellt. Anzahl und Schwere der Verletzungen erhöhten sich mit steigender Sturzhöhe (Ausnahme: Verletzungen der Halswirbelsäule, Gefäßverletzungen des Halses, Sternumfrakturen, Frakturen der Hände und Füße. Es war nicht möglich, spezifische Verletzungsmuster definierten Fallhöhen zuzuordnen.

Schlussfolgerung: Verletzungsmuster nach tödlichen Stürze aus der Höhe sind abhängig von zahlreichen Variablen. Die Zuordnung eines definierten Boden zu einem bestimmten Verletzungsmuster oder Umstände des Todes (Suizid, Homizid, Unfall) ist nicht möglich. Für zukünftige Studien sollten sämtliche verfügbaren Variablen und Daten detailliert und standardisiert erhoben werden, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Atanasijevic TC, Savic SN, Nikolic SD, et al. Frequency and severity of injuries in correlation with the height of fall. *J Forensic Sci* 2005;50(3):608-12.
- [2] Atanasijevic TC, Popovic VM, Nikolic SD Characteristics of chest injury in falls from heights. *Legal Med (Tokyo)* 2009;11(1):315-317.
- [3] Bajanowski T, Vennemann M, Bohnert M, et al. Unnatural causes of sudden unexpected deaths initially thought to be sudden infant death syndrome. *Int J Legal Med* 2005;119(4):213–216.
- [4] Baker SP, O'Neill B, Haddon W, et al. The Injury Severity Score. A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;14(3):187-196.
- [5] Behçet AL, Cuma Y, Sacid C Falls from heights in and around the city of Batman. *Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery, Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2009;15(2):141-147.
- [6] Berhaus G Mathematisch-statistische Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Selbstmord und Unfall bei Sturz aus der Höhe. *Z Rechtsmed* 1978;80(4):273-286.
- [7] Bockholdt B, Ehrlich E Der Sturz - Morphologie, Forensische Begutachtung, Fallbeispiele. Festschrift für Volkmar Schneider. Berlin: Berliner Wissenschaftsverlag, 2005:103-10.
- [8] Bockholdt B, Maxeiner H Cervical findings and petechial hemorrhages in falls from high positions. *Arch Kriminol* 2000;205(1-2):53-58.
- [9] Bockholdt B, Maxeiner H Traumatology in cases of falls from a height. In: World Medical Association (eds): *Book of Proceedings of the 13th World Congress on Medical Law (Helsinki)* 2000;1: 87-88.
- [10] Boyd AD, Glassman LR Trauma to the lung. *Chest Surg Clin N Am* 1997;7(2):263-284.
- [11] Brilman EI, Ormel J Life events, difficulties and onset of depressive episodes in later life. *Psych Med* 2001;31(5):859-869.
- [12] Bschor F Beurteilung von Stauungsblutaustritten im Kopfbereich bei Strangulation und anderen Todesursachen. *Beitr Gerichtl Med* 1969;25:146-152.
- [13] Bundesamt für Statistik, *Todesursachen in Deutschland*. Wiesbaden, 2002-2010. (Accessed November 18, 2012, at

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Todesursachen/Todesursachenstatistik.html>.)

- [14] Burkhart HM, Gomez GA, Jacobson LE, et al. Fatal blunt aortic injuries: a review of 242 autopsy cases. *J Trauma* 2001;50(1):113-115.
- [15] Buschmann CT, Gahr P, Tsokos M, et al. Clinical diagnosis versus autopsy findings in polytrauma fatalities. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010;18:55.
- [16] Buschmann CT, Tsokos M Injury pattern after a fatal feet-first fall from a building. *Forensic Sci Med Pathol* 2011;7(4):369-370.
- [17] Buschmann CT, Tsokos M, Peters M, et al. Obduktionsbefunde und Interpretation nach frustraner Reanimation. *Der Notarzt* 2012;28(4):149-161.
- [18] Buschmann CT, Guddat SS, Tsokos M Abschiedsbrief auf dem Körper nach genitaler Selbstbeschädigung. *Rechtsmedizin* 2010;20(5):419-422.
- [19] Christoph S, Kessler O *Rechtsmedizin*. In: *Das Zweite Kompakt*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2008:133-186.
- [20] Chute D, Grove C, Rajasekhara B, et al. Schizophrenia and sudden death: a medical examiner case study. *Am J Forensic Med Pathol* 1999;20(2):131–135.
- [21] De Waele J, Calle A, Blondeel L Blunt cardiac injury in patients with isolated sternal fractures: the importance of fracture grading. *Eur J Trauma* 2002;28(3):178–182.
- [22] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie: Trauma Register Jahresbericht 2009 für den Zeitraum bis Ende 2008, 2009. (Accessed November 18, 2012, at <http://www.traumaregister.de/>.)
- [23] Doberentz E, Madea B, Böhm U, et al. Zur Reliabilität von Leichenschaudiagnosen bei nicht natürlichen Todesfällen vor und nach der Wiedervereinigung Deutschlands. *Arch Kriminol* 2010;225(1/2):1-17.
- [24] Madea B, Dettmeyer R Ärztliche Leichenschau und Todesbescheinigung. *Dtsch Arztebl* 2003;100(48):3161-3179.
- [25] Du Chesne A, Bajanowski T, Brinkmann B Spurenrarme Tötungsdelikte an Kindern. *Arch Kriminol* 1997;199:21-26.
- [26] Elbel H Über Sturzverletzungen. *Lebensversich Med* 1966;18:40-41.
- [27] Faller-Marquardt M, Bohnert M, Pollak S Postmortaler Sturz aus einem Verkehrsflugzeug. In: Rothschild M.A. (Hrsg.): *Das neue Jahrtausend: Herausforderungen an die Rechtsmedizin*. Festschrift für Volkmar Schneider, Schmidt-Römhild, Lübeck, 2000:333-342.

- [28] Feuerlein, W Alkoholismus – Missbrauch und Abhängigkeit. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart, Deutschland: Thieme Verlag, 1979.
- [29] Fous R, Wermuth M Praxistest zum Vergleich von Blut- und Atemalkohol. Z. Verkehrsrecht 1987;32(5):150-160.
- [30] Gill JR Fatal descent from height in New York City. J Forensic Sci 2001;46(5):1132-1137.
- [31] Goodacre S, Than M, Goyder EC, et al. Can the distance fallen predict serious injury after a fall from a height? J Trauma 1999;46(6):1055-1058.
- [32] Goren S, Subasi M, Tyrasci Y, et al. Fatal falls from heights in and around Diyarbakir. Forensic Sci Int 2003;137(1):37-40.
- [33] Große Perdekamp M, Bohnert M, Ropohl D Aufdeckung eines äußerlich spurenlosen Tötungsdeliktes an einem Säugling. Arch Kriminol 2000;206(5-6):160-170.
- [34] Große Perdekamp M, Pollak S, Bohnert M, et al. Äußere Leichenschau. Rechtsmedizin 2009;19(6):413-417.
- [35] Haarhoff K Autoptische Befunde beim Erwürgen und Erdrosseln. Beitr Gerichtl Med 1971;28:137-140.
- [36] Henn V, Lignitz E, Phillipp KP, et al. Zur Morphologie und Phänomenologie des Tottretens. Arch Kriminol 2000;205(3-4):65-74.
- [37] Hoitz J, Lampl L Polytrauma: Präklinische Versorgung. Notfall Rettungsmed 2004;7(8):589-603.
- [38] Jaffé H, Sternberg H Der Fliegertod. Ein Beitrag zur Frage der traumatischen Aortenrupturen. Vierteljschr gerichtl Med 1919;57(3):74-90.
- [39] Jakob W, Weigel B Polytrauma. In: Weigel B., Nerlich M. (Hrsg): Praxisbuch Unfallchirurgie. Band 1. Berlin: Heidelberg Springer Verlag, 2005:1019-1044.
- [40] Knight B Forensic Pathology. 2nd ed. London, England: Arnold publishing, 1996.
- [41] Kurtz RJ, Pizzi WF, Richman H, et al. Jumping from the Brooklyn Bridge. Surg Gynaecol Obstet 1987;165(1):60-61.
- [42] Langreuter G Über die mechanischen Verhältnisse des Strangulationstodes. Vierteljschr gerichtl Med 1886;45:295-309.
- [43] Lapostolle, F, Gere C, Borron S, et al. Prognostic factors in victims of falls from height. Crit Care Med 2005;33(6):1239-1242.
- [44] Lau G Homicidal and Dyadic Falls From a Height: Rarities in Singapore. Med Sci Law 2004;44(2):93-106.

- [45] Lecomte D, Fornes P Suicide among youth and young adults, 15 through 24 years of age. A report of 392 cases from Paris, 1989–1996. *J. Forensic Sci.* 1998;43(5):964-968.
- [46] Lipscomb H, Leiming L, John D Work-related falls among union carpenters in Washington State before and after the Vertical Fall Arrest Standard. *Am J Industr Med* 2003;44(2):157-162.
- [47] Lukas G, Hutton J, Colonel MC, et al. Injuries sustained from high velocity impact with water: an experience from the Golden Gate Bridge. *J Trauma* 1981;21(8):612-618.
- [48] Lundevall J The mechanism of traumatic rupture of the aorta. *Acta Path Microbiol Scand* 1964;62:34-46.
- [49] Madea B, Dettmeyer R. Tod durch mechanische Gewalt. In: *Basiswissen Rechtsmedizin*. Heidelberg, Deutschland: Springer Medizin Verlag, 2007:120-35.
- [50] Madea B, Maxeiner H Befunderhebung, Rekonstruktion, Begutachtung. In: *Praxis Rechtsmedizin, 2., aktualisierte Auflage*. Heidelberg, Deutschland: Springer Medizin Verlag, 2007:157-158.
- [51] Marzi I, Mutschler W Strategie der operativen Versorgung des Polytraumas. *Zentralbl Chir* 1996;121:950-962.
- [52] Maxeiner H, Winklhofer A Petechiale Lidhaut- und Konjunktivalblutungen bei verschiedenen Todesursachen-Häufigkeiten und Einflußfaktoren. Springer Verlag 1999;10(1):7-13.
- [53] Maxeiner H, Jekat R Resuscitation and conjunctival petechial hemorrhages. *J Forensic Legal Med* 2010;17(2):87–91.
- [54] Meller J, Shermeta MD Falls in urban children. A problem revisited. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1987;141(12):1271-1275.
- [55] Moeller K, Letsch R Verletzungsmuster bei Fenstersprung. *Unfallchirurgie* 1997;23(4):137-143.
- [56] Mueller B *Gerichtliche Medizin*. Heidelberg, Deutschland: Springer-Verlag, 1953.
- [57] Pfeifer R, Tarkin IS, Rocos B, et al. Patterns of mortality and causes of death in polytrauma patients - Has anything changed? *Injury* 2009;40(9):907-911.
- [58] Plaisier BR, Punjabi AP, Super DM, et al. The relationship between facial fractures and death from neurologic injury. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;58(7):708-712.
- [59] Polson CJ, Gee DJ, Knight B *The Essentials of Forensic Medicine*. 4th ed. Oxford, England: Pergamon Press, 1985:421-428.

- [60] Probst C, Zelle B, Sittaro N, et al. Late death after multiple severe trauma: when does it occur and what are the causes? *J Trauma* 2009;66(4):1212-1217.
- [61] Prokop O, Wabnitz R Vorkommen von Bindehautblutungen bei Lebenden und Toten. *Z Rechtsmed* 1970;67(4):249-257.
- [62] Risser D, Bönsch A, Schneider B, et al. Risk of dying after a free fall from height. *Forensic Sci Int* 1996;78(3):187-191.
- [63] Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, et al. Das Verletzungsmuster beim Polytrauma. Stellenwert der Information über den Unfallhergang bei der klinischen Akutversorgung. *Der Unfallchirurg* 1996;99(9):633-641.
- [64] Saternus KS Das Schleudertrauma des Halses. *Eur J Trauma* 1977;3(1):11-17.
- [65] Saukko P, Knight B *Knights Forensic pathology*, 3rd edn. London, England: Arnold publishing, 2004.
- [66] Scalea T, Goldstein A, Phillips T, et al. An analysis of 161 falls from a height: the jumper syndrome'. *J Trauma* 1986;26(8):706-712.
- [67] Schmeling A Die ärztliche Leichenschau. (Accessed November 18, 2002, at http://campus.uni-muenster.de/fileadmin/einrichtung/rechtsmedizin/medizin/Vorlesung_Leichenschau.pdf.)
- [68] Schmidt RF, Lang F, Thews G Kreislauf In: Busse R. *Physiologie des Menschen*. Heidelberg, Deutschland: Springer Medizin Verlag, 2005:613.
- [69] Shaw KP, Hsu SY Horizontal distance and height determining falling pattern. *J Forensic Sci*. 1998;43(4):765-771.
- [70] Shkrum MJ, McClafferty KJ, Green RN, et al. Mechanisms of aortic injury in fatalities occurring in motor vehicle collisions. *J Forensic Sci* 1999;44(1):44-56.
- [71] Shkrum MJ, Ramsay DA *Forensic pathology of trauma -Common problems for the pathologist*. Totowa, New Jersey: Humana Press, 2007.
- [72] Smerling M *Rechtsmedizinische und kriminalistische Aspekte beim Sturz aus der Höhe*. *Arch Kriminol* 1977;160:40-50,66-77,177-87.
- [73] Smerling M *Sturz aus der Höhe – Fenstersturz als medizinisches und kriminalistisches Problem*. Berlin. Habilitationsschrift, 1976.
- [74] Snyder RG Human tolerance of extreme impacts in free fall. *Aerospace Med* 1963;34:695-709.
- [75] Steedman DJ *Severity of free-fall injury*. Accident and Emergency Department, Royal Infirmary, Edinburgh, UK 1989;20(5):259-261.

- [76] Stolze S Rechtsmedizinische Auswertung von Verletzungsmustern - Stumpfe Gewalt. Kiel. Dissertationsschrift, 1998.
- [77] Teh J, Firth M, Sharma A, et al. Jumpers and fallers: a comparison of the distribution of skeletal injury. Clin Radiol 2003;58(6):482-486.
- [78] Todesursachenstatistik: Sterbefälle in Berlin, Sterbefälle nach Altersgruppen, Todesursachen und Geschlecht. Berlin. Amt für Statistik Berlin Brandenburg, 1994-2004. (Accessed October 4, 2012, at <http://www.statistik-berlin-brandenburg.de>.)
- [79] Tovo C Über den Tod durch Sturz aus der Höhe. Vierteljschr Gerichtl Med 1908;35:280-317.
- [80] Türk EE, Tsokos M Blunt Cardiac Trauma Caused by Fatal Falls From Height: An Autopsy-Based Assessment of the Injury Pattern. J Trauma 2004;57(2):301-304.
- [81] Türk EE, Tsokos M, Pathologic Features of Fatal Falls From Height. Am J Forensic Med 2004;25(3):194-199.
- [82] Türk EE Fatal falls from a height. Forensic pathology reviews. Vol. 5. Totowa, New Jersey: Humana Press, 2008:25-38.
- [83] Velmahos GC, Demetriades D, Theodorou D Patterns of injury in victims of urban free-falls. World J Surg 1997;21(8):816-821.
- [84] Warner KG, Demling RH The pathophysiology of free-fall injury. Ann Emerg Med 1986;15(9):1088-1093.
- [85] Wischhusen F, Patra S, Braumann M, et al. Analysis of jumping/falling distance from a height. Forensic Sci Int 2006;156(2):150-153.
- [86] Yagmur Y, Güloğlu C, Aldemir M, et al. Falls from flat-roofed houses: a surgical experience of 1643 patients Injury. Int J Care Injured (Diyarbakir) 2004;35(4):425-428.
- [87] Zehnder MA Zerreißfestigkeit und Elastizität der Aorta. Schweiz Med Wochenschr 1955;85:203-208.
- [88] Zehnder MA Symptomatologie und Verlauf der Aortenruptur bei geschlossener Thoraxverletzung anhand von 12 Fällen. Thoraxchir 1960;8(1):1-46.
- [89] Zehnder MA Unfallmechanismus und Unfallmechanik der Aortenruptur im geschlossenen Thoraxtrauma. Thoraxchir 1960;8(1):47-65.
- [90] Zehnder MA Geschlossene traumatische Aortenruptur. Zweizeitiges (delayed) Coarctationssyndrom mit Paraplegie nach erstem freien Intervall. Schweiz Med Wochenschr 1966;96:796-799.

[91] Zivkovic V, Nikolic S, Babic D, et al. The significance of pontomedullar laceration in car occupants following frontal collisions: a retrospective autopsy study. *Forensic Sci Int* 2010;202(1-3):13-6.

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

8.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Aufschlaggeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	10
Tab. 2: Häufigkeit der Todesursache „Sturz aus der Höhe“ zwischen 1994-2004.....	21
Tab. 3: Alkoholisierungsgrad zum Sturzzeitpunkt.....	22
Tab. 4: Positionswechsel nach Aufschlag auf unterschiedlichen Untergründen	30
Tab. 5: Überlebenszeit nach dem Sturz (in Stunden)	32
Tab. 6: Reanimation	34
Tab. 7: Schädeldachverletzungen	39
Tab. 8: Frakturen der Schädelbasis	41
Tab. 9: Frakturen des Gesichtsschädels	43
Tab. 10: Hirnverletzungen	44
Tab. 11: Verletzungen der Halsmuskulatur	47
Tab. 12: Verletzungen von Halsgefäßen	48
Tab. 13: Rippenfrakturen im Zusammenhang mit Reanimation nach Sturz aus der Höhe	56
Tab. 14: Anzahl Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe nach erfolgter Reanimation	56
Tab. 15: Anzahl Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe ohne erfolgte Reanimation	57
Tab. 16: Sternumfrakturen und Reanimation.....	59
Tab. 17: Verletzungen der HWS.....	62
Tab. 18: Verletzungen der LWS	66
Tab. 19: Verletzungen Bauchraum und Becken	70
Tab. 20: Herzverletzungen in Abhängigkeit von Sternumfrakturen	77
Tab. 21: Lokalisation der Aortenverletzung	79
Tab. 22: Häufigkeit von Milzverletzungen.....	82
Tab. 23: Unterarmfrakturen	87
Tab. 24: Verletzungen des Fußskelettes	91
Tab. 25: Lokalisation von Petechien.....	93
Tab. 26: Häufigkeit von Petechien in Abhängigkeit von der Aufschlaglokalisation	93

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Abhängigkeit des Todesumstandes vom Alkoholisierungsgrad	23
Abb. 2: Medikamenten-/ Drogeneinnahme in Abhängigkeit vom Geschlecht	24
Abb. 3: Todesumstand	25
Abb. 4: Todesumstände nach Geschlecht.....	26
Abb. 5: Todesumstand in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	27
Abb. 6: Todesumstand in Abhängigkeit vom Lebensalter.....	28
Abb. 7: Median der Sturzhöhe nach Geschlecht	29
Abb. 8: Darstellung der Aufschlaglokalisation in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	31
Abb. 9: Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	33
Abb. 10: Reanimation und Sturzhöhe.....	35
Abb. 11: Todesursachen in Prozent (%).....	36
Abb. 12: Todesursache in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	37
Abb. 13: Lokalisation des Kopfaufschlages	38
Abb. 14: Abhängigkeit der Schädeldachverletzungen von der Sturzhöhe	40
Abb. 15: Abhängigkeit der Schädelbasisfrakturen von der Sturzhöhe.....	42
Abb. 16: Abhängigkeit der Gesichtsschädelfrakturen von der Sturzhöhe.....	43
Abb. 17: Abhängigkeit der Hirnverletzungen von der Sturzhöhe	45
Abb. 18: Unterkieferfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	46
Abb. 19: Verletzungen der Halsmuskulatur in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	48
Abb. 20: Verletzungen der großen Halsgefäße in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	49
Abb. 21: Frakturen des Kehlkopfskelettes	50
Abb. 22: Kehlkopfskelettverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	51
Abb. 23: Kehlkopf/Zungenbeinfrakturen in Abhängigkeit von Unterkieferfrakturen	52
Abb. 24: Frakturen am Skelett in Prozent.....	53
Abb. 25: Rippenfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	54
Abb. 26: Häufigkeit von Rippenfrakturen nach Reanimation	55
Abb. 27: Sternumfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	58
Abb. 28: Sternumfrakturen und Reanimation	59
Abb. 29: Sternumfrakturen, Sturzhöhe und Reanimation	60
Abb. 30: Verletzungen der Wirbelsäule	61
Abb. 31: Verletzungen der HWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	63
Abb. 32: Verletzungen der HWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	64
Abb. 33: Verletzungen der BWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	65

Abb. 34: Verletzungen der LWS in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	67
Abb. 35: Darstellung der Beckenringfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	68
Abb. 36: Verletzungen der Iliosakralgelenke in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	69
Abb. 37: Verletzte Bauchorgane in Prozent.....	71
Abb. 38: Verletzungen der Bauchorgane in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	72
Abb. 39: Pulmonale Verletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	73
Abb. 40: Zusammenhang zwischen Lungenverletzungen und dem Auftreten von Rippenfrakturen.....	74
Abb. 41: Lungenverletzungen in Abhängigkeit von Sternumfrakturen	75
Abb. 42: Verletzungen des Herzens in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	76
Abb. 43: Verletzungen der Aorta in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	78
Abb. 44: Lokalisation der Aortenverletzung in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	79
Abb. 45: Verletzungen des Diaphragmas in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	80
Abb. 46: Leberverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	82
Abb. 47: Milzverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe.....	83
Abb. 48: Nierenverletzungen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	85
Abb. 49: Verletzungen der oberen Extremität.....	86
Abb. 50: Oberarmfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	87
Abb. 51: Unterarmfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	88
Abb. 52: Frakturen der Hand in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	89
Abb. 53: Oberschenkelfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	90
Abb. 54: Unterschenkelfrakturen in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	91
Abb. 55: Frakturen des Fußskelettes in Abhängigkeit von der Sturzhöhe	92

9 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen in alphabetischer Reihenfolge

- < kleiner
- > größer
- A. Arterie
- Abb. Abbildung
- AIS Abbreviated Injury Scale
- BAK Blutalkoholkonzentration
- bds. beidseits
- BRD Bundesrepublik Deutschland
- BWS Brustwirbelsäule
- bzw. beziehungsweise
- DDR Deutsche Demokratische Republik
- DGU Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
- h Stunden
- HWS Halswirbelsäule
- ISS Injury Severity Score
- Lig. Ligamentum
- LWK Lendenwirbelkörper
- LWS Lendenwirbelsäule
- o. ä. oder ähnlich
- OG Obergeschoß
- OV Organverletzung
- SAB Subarachnoidalblutung
- SHT Schädelhirntrauma
- sog. sogenannte
- StPO Strafprozessordnung
- Tab. Tabelle
- UAK Urinalkoholkonzentration
- V. Vene
- vs. versus
- WS Wirbelsäule

10 Curriculum vitae

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

11 Danksagung

Ich möchte mich bei den nachfolgenden Personen für die vielfältige Unterstützung bedanken, ohne welche die Erstellung der vorliegenden Dissertationsschrift nicht möglich gewesen wäre:

Mein besonderer Dank richtet sich zuerst an Herrn

➤ **Prof. Dr. med. M. Tsokos**

für die großzügige Überlassung des Themas und die umfangreiche Unterstützung.

Mein herzlicher Dank gilt auch Herrn

➤ **Dr. med. C. Buschmann**

für die stets sehr gute und motivierende Betreuung bei der Durchführung der Dissertation.

Meiner Familie – besonders meinem lieben Freund Frank – danke ich für das Korrekturlesen und ganz besonders für die Liebe und Geduld.

Ich möchte auf diesem Weg auch meinen besonderen Dank an Herrn

➤ **Prof. Dr. med. H. Maxeiner (April 1952 - November 2009 †)**

aussprechen, der diese Arbeit erst ermöglicht hat. Die Berliner Rechtsmedizin verlor 2009 mit Herrn Prof. Maxeiner einen herausragenden Wissenschaftler, Lehrer und Menschen.

12 Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die vorliegende 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 einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Stefanie Last

Berlin, 12. Februar 2013

13 Anhang

13.1 Variablenverschlüsselung für die Datenbank (CD-ROM anbei)

- 1. LNR** (Fälle 1- 326) z.B. 14102 für Sektionsnummer 141 aus 2002
- 2. ALT** Lebensalter in Jahren
- 3. KG** Körpergewicht in kg
- 4. LANG** Körpergröße in cm
- 5. KG 2** Körpergewicht in Dekaden: 40-49 =1, 50-59 =2, 60-69 =3, 70-79 =4, 80-90 =5, 90-99 =6, 100-109 =7, 110-119 =8, 120-129 =9, 130-139 =10
- 6. BAK** Blutalkoholkonzentration in ‰
- 7. HAK** Urinalkoholkonzentration in ‰
- 8. UELZ** Überlebenszeit in Stunden, 1 < 24 Stunden (h), 2 > 24 Stunden (h)
- 9. ALKO** Alkoholismus in Vorgeschichte/ Alkoholisierung zum Sturzzeitpunkt
- ALKO: Alkoholismus: 0 = nein/ nicht bekannt, 1 = aus Vorgeschichte zu vermuten
- ALKO 1: akute Alkoholisierung in ‰: 0 = keine Alkoholisierung, 1 = BAK < 0,5 = leicht, 2 = BAK 0,5-1,5 = mittel, 3 = BAK >1,5 = stark, 9 = Alkoholkonzentration nicht angegeben

10. Allgemein:

- A1: Geschlecht: 1 = männlich, 2 = weiblich
- A2: Reanimation: 0 = nein, 1 = frustran, 2 = primär erfolgreich 9 = nicht bekannt
- A7: Lebensdekade in Jahren: 11-20 = 2, 21-30 = 3, 31-40 = 4, 41-50 = 5, 51-60 = 6, 61-70 = 7, 71-80 = 8, 81-90 = 9, 91-100 = 10

A8: Position/ Körperlage: 1 = Rückenlage, seitliche Lage, 2 = Bauchlage, 3 = Extremlage (Kopftieflage z.B.), 8 = keine Angabe

A9: Intervall zwischen Tod und Auffinden: 0 = kein oder nur kurzes Intervall, 1 = <1 Tag, 2 = 1 - 2 Tage, 3 = länger, 9 = länger als 8 Tage

11. TA: Todesumstand: 2 = Suizid, 3 = Tötung, 4 = Unfall im Privatbereich, 6 = Arbeitsunfall, 7 = unklar ob Suizid oder Unfall

12. TU: Todesursache: stets 1= stumpfe Gewalt

TU1: spezielle Art der Gewalteinwirkung: 1 = SHT (Schädelhirntrauma) 2 = Thoraxtrauma, 3 = Bauchtrauma, 4 = Extremitätenverletzung, 5 = andere Einzelverletzungen, 6 = Polytrauma mit SHT, 7 = Polytrauma ohne SHT, 9 = keine Angaben

13. Trauma1:

TR11: Schädel: 0 = keine Fraktur, 1 = einfache Fraktur, 2 = Bruchsystem, Basisbruch, 3 = Impressionsfraktur, 4= Gesichtsschädelfraktur einfach, 5 = Gesichtsschädelfraktur massiv, 6 = 4 oder 5 plus 1, 7 = 4 oder 5 plus 2 oder 3, 8 = Schädelzertrümmerung, 9 = massive Weichteilverletzung, 10 = nicht bekannt

TR12: Hirn: 0 = unverletzt, 1 = Rindenverletzung ohne raumfordernde Blutung, 2 = Rindenverletzung mit raumfordernder Blutung, 3 = intrazerebrale Blutung ohne Raumforderung (RF), 4 = # mit RF, 5 = massive Hirnquetschung, Enthirnung, 6 = umschriebene Hirnquetschung/ (insbesondere bei Impression), 7 = fraglich/ nicht angegeben, 9 = nicht bekannt

Hirn zusammengefasst:

0 = unverletzt, 1 = Rindenverletzung, 2 = intrazerebrale Blutung, 3 = umschriebene Hirnquetschung, 4 = massive Hirnquetschung/ Enthirnung, 5 = nicht bekannt

TR13: intrakranielle Blutung: 0 = keine, 1 = epidural mit Raumforderung (1), 2 = subdural mit Raumforderung (2), 3 = subarachnoidal (3), 4 = Kombination von (1),(2),(3), 5 = Verletzung der Hirnoberfläche, Hirnhäute zerrissen, 6 = Hirngefäße zerrissen, 9 = nicht bekannt

TR14: Hals: 0 = unverletzt, 1 = erhebliche Weichteilverletzung (1), 2 = Fraktur an Schildknorpel/ Zungenbein (2), 3 = 1+2, 9 = nicht bekannt

TR15: Thorax: 0 = unverletzt, 1 = einfache Rippenfraktur ohne Organverletzung (OV), 2 = einfache Rippenfraktur mit Organverletzung (Anspießung), 3 = Rippenserienfraktur ohne OV, 4 = Rippenserienfraktur mit OV (Anspießung), 5 = instabiler Thorax ohne OV, 6 = instabiler Thorax mit OV, 9 = nicht bekannt

TR16: Thoraxorgane: 0 = keine Organverletzung, 1 = Herz verletzt (1), 2 = Aortenverletzung (2), 3 = Lungenverletzung (3), 4 = 1+2, 5 = 1+3, 6 = 2+3, 7 = 1+2+3, 9 = nicht bekannt

TR17: Kehlkopf/ Zungenbein-Verletzung: 0 = keine Verletzung, 1 = ein Schildknorpel-Horn (SK), 2 = zwei Schildknorpel-Hörner, 3 = ein Zungenbein-Horn (ZB), 4 = zwei Zungenbein-Hörner, 5 = einzelne Fraktur (Fx) an Schildknorpel/ Zungenbein, 6 = viele Fx an SK und ZB, 7 = isolierte Ringknorpel-Fx (RK-FX), 8 = RK-Fx + SK und ZB-Fx, 9 = nicht bekannt

KK/ZB-Verletzungen zusammengefasst: 1 = 1 SK-Horn verletzt, 2 = 1 ZB-Horn verletzt, 3 = Fraktur an SK und ZB, 4 = RK-Fraktur, 5 = RK/ SK und ZB-Fraktur

14. Trauma2:

- TR21: Abdomen: 0 = unverletzt, 1 = Organeinriß, 3 = Organzerreißung, 4 = Organzerreißung mit Blutung in die BH, 5 = Beckenfraktur, 6 = 5 + 1 oder 3, 8 = andere
- TR22: verletzte Organe: 0 = alle unverletzt, 1 = Leber, 2 = Milz, 3 = Magen/Darm, 4 = Niere, 5 = Pancreas, 6 = Harnblase, 7 = mehrere
- TR23: Arme: 0 = unverletzt, 1 = einseitige Fx von Röhrenknochen, 2 = beidseitige Fx von Röhrenknochen, 3 = erhebliche Weichteilverletzungen ohne Fx
- TR24: Beine: 0 = unverletzt, 1 = Femur-Fx einseitig, 2 = Unterschenkel/Sprunggelenks-Fx einseitig, 3 = 1+2, 4 = beidseitige Fx mit Femurbeteiligung, 5 = # ohne Femurbeteiligung, 6 = erhebliche Weichteilverletzung
- TR25: Wirbelsäule: 0 = unverletzt, 1 = eine Wirbelkörper-Fx (WK-FX), 2 = mehrere WK-Fx, 3 = Verletzung eines Discus intervertebrales, 4 = Verletzung mehrerer Disci Intervertebral., 5 = Kombination oder andere Verletzungen, 9 = keine Angabe

15. Kopf:

Stelle Kopfaufschlag: 0 = keine, 1 = vorne, 2 = hinten, 3 = seitlich, 4 = unklar

Schädeldach: Verletzungen des Schädeldaches: 0 = keine, 1 = lineare Fx, 2 = Bruchsystem, 3 = Deformation/ Impression, 4 = Zertrümmerung (Schädel geschlossen), 5 = Zertrümmerung (Schädel offen)

Schädelbasis- Fx: Frakturen der Schädelbasis; 0 = keine, 1 = Mitbeteiligung (lineare FX), 2 = Bruchsystem, 3 = isoliert, 4 = zertrümmert

Gesichtsschädel- Fx: Frakturen des Gesichtsschädels: 0 = keine, 1 = einzeln, 2 = mehrere, 3 = isoliert Jochbein, 4 = zertrümmert

Hirn: Verletzungen des Hirns: 0 = keine Verletzung, 1 = SAB, 2 = Quetschung/ Einriß, 3 = Enthirnung, 4 = Sonstiges, 9= keine Angabe

16. Rumpf:

HWS-Verletzung:

Verletzung der Halswirbelsäule: 0 = keine, 1 = Weichteilverletzung, 2 = Fraktur, 3 = Durchtrennung

BWS-Verletzung:

Verletzung der Brustwirbelsäule: 0 = keine, 1 = Weichteilverletzung, 2 = Fraktur, 3 = Durchtrennung, 9 = keine Angabe

LWS-Verletzung:

Verletzung der Lendenwirbelsäule: 0 = keine, 1 = Weichteilverletzung, 2 = Fraktur, 3 = Durchtrennung, 9= keine Angabe

Rippen FX:

Frakturen der Rippen: 0 = keine, 1 = einzelne Rippen Fx, 2 = einseitige Rippenserien-Fx, 3 = beidseitige Rippenserien-Fx

Sternum:

Verletzungen des Sternums: 0 = keine , 1= mit Fraktur, 9= k. A.

Becken FX:

Frakturen des Beckens: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig, 3 = Zertrümmerung, 4 = sonstiges

Iliosakralgelenk:

Fraktur der Iliosakralgelenke, 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig, 9 = keine Angabe

17. Extremitäten:

OAFX: Oberarmfrakturen: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig

UAFX: Unterarmfrakturen: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig

Hand: Frakturen der Hand: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig

OSFX: Oberschenkelfraktur: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig

US: Unterschenkelfraktur: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig, 9= keine Angabe

Fuß: Frakturen des Fußes: 0 = keine, 1 = einseitig, 2 = beidseitig

18. Organe:

Verletzungen von Organen nach Schweregrad

Lungenverletzung: 0 = keine, 1 = leicht (Anspießverletzung), 2 = schwer, 3 = schwerst

Herzverletzung: 0 = keine, 1 = leicht, 2 = schwer, 3 = schwerst (Zerquetschung)

Aortenverletzung: 0 = keine, 1 = Einrisse, 2 = Aufrisse, 3 = Abrisse

Lokalisation der Aortenverletzung: 0 = keine, 1 = Bogen, 2 = Bogenübergang, 3 = Aorta thoracica, 9 = keine Angaben möglich

Verletzungen des Zwerchfells: 0 = ohne, 1 = einseitiger Einriss, 2 = beidseitiger Einriss, 9 = keine Angaben möglich

Verletzungen der Leber: 0 = keine, 1 = leicht (Kapselverletzung), 2 = schwer, 3 = schwerst

Verletzungen der Milz, 0 = keine, 1 = leicht, 2 = schwer, 3 = schwerst

Verletzungen der Niere: 0 = keine, 1 = leicht, 2 = schwer, 3 = schwerst

19. MECHAN1: Mechanik des Sturzes

- M11: Sturzhöhe: 1 = 1.OG, 2 = 2.OG, 3 = 3.OG, 4 = 4.OG, 5 = 5.-8.OG, 6 = 9-15.OG, 7 = 16-20.OG, 8 = > 20.OG, 9 = keine Angabe
- M12: Aufschlagtyp: 1 = einfach, 2 = doppelt, 3 = komplex, 4 = fraglich/ zusätzlich/ sonstiges, 5 = vermutlicher Positionswechsel zwischen Aufschlag und Auffindeposition
- M13: Lokalisation des Aufschlages, 1 = Kopf, 2 = Brust vorn, 3 = Rücken, 4 = Schulter, Seite, 5 = Gesäß, 6 = Füße, 7 = gesamte Rumpfseite, 9 = fraglich
- M14: Verletzung durch Aufschlag vor dem Aufprall (z.B. Aufschlag auf einem Auto, dann Bodenaufprall): 0 = keine, 1 = leicht, 2 = schwer, 3 = Zwischenhalt/ Querstrebe, 4 = Strauchwerk, 5 = Betonsockel
- M15: Medikamente/ Intoxikation: 1 = negativ, 2 = Psychopharmaka Therapie, 3 = Psychopharmaka Intoxikation, 4 = andere Pharmaka Therapie, 5 = andere Pharmaka Intoxikation, 6 = Drogenmissbrauch, 7 = Drogeneinnahme zurückliegend, 9 = keine Angabe
- M16: Untergrund des Aufschlages: 1 = fest, 2 = Erdboden, Beet, 3 = Wasser, 4 = anderes (Holzplatte), 5 = keine Angabe

20. Mechanik2:

- M21: Verletzungen der Halshaut: 0 = unverletzt, 1 = nur Schürfverletzung, 2 = Schürfverletzung + kleines Hämatom, 3 = Schürfverletzung + großes Hämatom
- M22: Verletzungen von Muskeln am Hals: 0 = unverletzt, 1 = kleine Einblutung, 2 = große Einblutung, 3 = Verletzung mit Gewebeerreißung, 4 = Verletzung durch Notarzt, 5 = sonstiges, 9= keine Angabe
- M23: Verletzungen von Gefäßen am Hals: 0 = unverletzt, 1 = nur Venen verletzt, 2 = nur Arterien verletzt, 9 = keine Angabe

- M24: HWS-Verletzungen: Verletzungen der Halswirbelsäule: 0 = unverletzt, 1 = einfach gebrochen, 2 = mehrfach gebrochen, 3 = nur Einblutung
- M25: Unterkiefer FX: Unterkieferbruch: 0 = keine, 1 = einfach, 2 = mehrfach
- M26: KK/ZB Verletzungen: Kehlkopf/Zungenbein Verletzungen: 0 = unverletzt, 1 = einfacher Bruch, 2 = mehrfacher Bruch, 3 = Verletzung ohne Bruch/Umblutung, 9= keine Angabe

21. Mechanik 3:

- M31: Schwerpunkt des Knochenbruchs: 0 = keine, 1 = Schädel, 2 = Rippen, 3 = Wirbel, 4 = Röhrenknochen, 5 = Beckenring, 6 = anderes, 7 = schweres Polytrauma
- M32: innere Verletzungen: 0 = keine, 1= Brustraum, 2= Bauchraum, 3= beides
- M33: Petechien (nur Augenlider und Bindehäute), 0 = keine, 1= wenige, 2= ausgeprägt

Wenn 1 oder 2 dann weiter siehe Petechien 1-5

22. KKZB Kehlkopf/ Zungenbeinverletzungen:

- 1: KKZB11: 0 = keine, 1 = einzelnes Horn, 2 = > als 1 Horn, 3 = Schildknorpel oder Ringknorpelbeteiligung
- 2: KKZB 12: 0 = keine, 1 = direkte Kehlkopf/ Zungenbein Verletzung, 2 = indirekte Kehlkopf/ Zungenbein Verletzung

PETECH: Petechien:

0 = keine Petechien, 1 = Petechien an Konjunktiven, 2 = Petechien an der Lidhaut, 3 = Petechien im Gesicht , 4 = Kombinationen

- 1: PET1: Petechien: 0 = keine, 1 = vorhanden, Wenn vorhanden dann siehe P2-P6

- 2: PET2: Lokalisation an Konjunktiven: 1 = an Konjunktiven vorhanden, 0 = an Konjunktiven nicht vorhanden
- 3: PET3: Lokalisation an der Lidhaut, 1 = an Lidhaut vorhanden, 0 = an Lidhaut nicht vorhanden
- 4: PET4: Lokalisation an der Gesichtshaut, 1 = an Gesichtshaut vorhanden, 2 = an Gesichtshaut nicht vorhanden
- 5: PET5: spezielle Lokalisation, 1 = unilateral, 2 = bilateral, 3 = Mundschleimhaut
- 6: PET6: Bezug zu Gesichtstrauma: 1 = Bezug zu direktem Gesichtstrauma, 0 = kein Bezug