

**Aus dem Institut für Rechtsmedizin  
des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf  
Direktor: Prof. Dr. med. K. Püschel**

**Polytrauma mit Gesichtsschädelverletzung  
– eine retrospektive Analyse von Sektionsakten  
des Hamburger Instituts für Rechtsmedizin**

**Dissertation**

**zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin**

**dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von**

**Diana Afaneh  
aus Jerusalem**

**Hamburg 2010**

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am: 6.6.2011

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof Dr. K. Püschel

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: Prof Dr. H.-P. Beck-Bornholdt

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: PD Dr. M. Blessman

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kap.</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Gründe für Obduktionen .....	1
1.2	Innere Leichenschau .....	1
1.3	Todesursachenstatistik der Bundesrepublik Deutschland .....	2
1.4	Unfälle die zum Polytrauma führen .....	3
1.5	Mortalität nach Polytrauma .....	5
1.5.1	Primäre Todesursachen .....	6
1.5.2	Sekundäre Todesursachen .....	8
1.6	Traumatologie des Gesichts .....	10
1.6.1	Untergesicht.....	11
1.6.2	Mittelgesicht.....	12
<b>2</b>	<b>Fragestellung.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>Patienten und Methoden.....</b>	<b>18</b>
3.1	Studiendesign .....	18
3.2	Statistik.....	19
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>21</b>
4.1	Alters- und Geschlechtsverteilung .....	21
4.2	Befunde .....	22
4.3	Todesumstände.....	23
4.4	Obduktionsergebnis.....	27
4.5	Todesursachen .....	31
4.6	Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt.....	32
4.7	Clusteranalyse.....	38

<b>Kap.</b>		<b>Seite</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>41</b>
5.1	Studienmaterial.....	41
5.2	Alters- und Geschlechtsverteilung .....	41
5.3	Befunde .....	43
5.4	Todesumstände .....	43
5.5	Obduktionsergebnis .....	45
5.6	Todesursachen .....	46
5.7	Verletzungen und Todesursachen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt.....	47
5.8	Clusteranalyse.....	53
5.9	Schlussfolgerung .....	54
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>Eidesstattliche Versicherung .....</b>	<b>71</b>

## Verzeichnis der Abbildungen

<b>Abb.</b>	<b>Seite</b>
Abb. 1: Lokalisation der Unterkieferfrakturen (Wagner 2005).....	12
Abb. 2: Lokalisation der Mittelgesichtsfrakturen (Wagner 2005).....	13
Abb. 3: Frakturen des Mittelgesichts (Reinert 2008) .....	15
Abb. 4: Alters- und Geschlechtsverteilung der Personen.....	22
Abb. 5: Sterbeort .....	23
Abb. 6: Todesart.....	24
Abb. 7: Überlebenszeit .....	26
Abb. 8: Blutungen .....	27
Abb. 9: Äußere Verletzungsspuren .....	28
Abb. 10: Verletzungen am Schädel .....	29
Abb. 11: Le-Fort-Frakturen .....	30
Abb. 12: Weitere Verletzungen .....	30
Abb. 13: Todesursachen .....	31
Abb. 14: Dendrogramm, ausgewertet werden acht Cluster mit einer quadrierten euklidischen Distanz von 200.....	38

## Verzeichnis der Tabellen

<b>Tab.</b>	<b>Seite</b>
Tab. 1: Todesfälle 2007 mit äußeren Ursachen (Statistisches Bundesamt 2009).....	2
Tab. 2: Häufigkeit verschiedener Unfallarten in Deutschland.....	4
Tab. 3: Körperteile, die von Verletzungen mit einem Schweregrad von AIS $\geq$ 2 betroffen sind.....	5
Tab. 4: Ätiologie primärer und sekundärer Todesursachen (Madea et al. 2007a, Oehmichen et al. 2007).....	7
Tab. 5: Alter der Personen .....	21
Tab. 6: Art der Gewalt .....	25
Tab. 7: Äußere Verletzungsspuren in Abhängigkeit von der Art der Gewalt.....	34
Tab. 8: Verletzungen am Schädel in Abhäng. von der Art der Gewalt .....	35
Tab. 9: Le-Fort-Frakturen und weitere Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt.....	36
Tab. 10: Todesursachen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt .....	37
Tab. 11: Häufungen von Merkmalen in den einzelnen Gruppen im Vergleich zur Gesamtgruppe.....	40

# 1 Einleitung

## 1.1 Gründe für Obduktionen

Rechtsmedizinische Obduktionen dienen insbesondere der Aufklärung nichtnatürlicher Todesfälle und sind unverzichtbar für die Rechtssicherheit. Klinisch-pathologische Obduktionen sind wichtig für eine zuverlässige Todesursachenstatistik und führen zu einer Verbesserung epidemiologischer Daten über Krankheiten. Jede Obduktion dient der Fortbildung von Medizinern und nichtärztlichen Mitarbeitern, ermöglicht eine Qualitätskontrolle der medizinischen Diagnostik und Therapie, hilft bei der Beantwortung von wissenschaftlichen Fragestellungen, lässt unerkannte forensische und versicherungsrechtliche relevante Aspekte aufdecken und kann schließlich Hilfe und Trost für Angehörige sein (Madea und Dettmeyer 2006).

## 1.2 Innere Leichenschau

Eine innere Leichenschau (Sektion, Obduktion, Leichenöffnung, Autopsie) ist die letzte ärztliche Handlung am Menschen. Sie besteht aus einer äußeren und einer inneren Besichtigung, wobei alle drei Körperhöhlen geöffnet werden. Dabei erfolgt eine genaue Dokumentation aller erhobenen Befunde. Im Rahmen der Obduktion werden Gewebeprobe für eine mikroskopische Analyse der wichtigsten inneren Organe entnommen und gegebenenfalls chemisch-toxikologische Untersuchungen durchgeführt. Nach der Obduktion werden die Organe in die Körperhöhlen zurück verbracht und das äußere Erscheinungsbild des Verstorbenen wird, soweit möglich, wiederhergestellt.

Die Leichenöffnung dient primär der Klärung der Todesursache. Weitere Untersuchungen, wie die Ermittlung der Todeszeit oder die Rekonstruktion der Art und Weise tödlicher Verletzungen, können erfolgen (AWMF 2007).

Eine gerichtliche oder strafprozessuale Sektion wird angeordnet, wenn ein unbekannter Toter aufgefunden wird, bei der Leichenschau Anhaltspunkte für einen nichtnatürlichen Tod bestehen oder die Todesursache unklar bleibt. In Fällen, bei denen der Verdacht

besteht, dass ein Fremdverschulden vorliegen könnte, wird die Staatsanwaltschaft eingeschaltet. Gerichtliche Obduktionen können auch gegen den Willen der Hinterbliebenen durchgeführt werden.

### 1.3 Todesursachenstatistik der Bundesrepublik Deutschland

Von den in der Deutschland lebenden ca. 82 Millionen Menschen sind im Jahr 2007 über 800.000 verstorben. Von diesen verstarben über 30.000 an einer äußeren Ursache, überwiegend an einer vorsätzlichen Selbstbeschädigung, Stürzen und Transportmittelunfällen (Tab. 1).

**Tab. 1: Todesfälle 2007 mit äußeren Ursachen (Statistisches Bundesamt 2009)**

	<b>Anzahl absolut</b>	<b>je 100.000 Einwohner</b>	<b>Anteil an allen Todesursachen</b>
Todesursachen insgesamt	827.155	1.005,5	
Äußere Ursachen von Morbidität und Mortalität	30.650	37,3	3,71 %
Transportmittelunfälle	5.170	6,3	0,63 %
Stürze	7.728	9,4	0,93 %
Unfälle durch Ertrinken und Untergehen	351	0,4	0,04 %
Exposition gegenüber Rauch, Feuer und Flammen	346	0,4	0,04 %
Vorsätzliche Selbstbeschädigung	9.402	11,4	1,14 %
Tätlicher Angriff	451	0,5	0,05 %

Die Gesamtabduktionsrate in Deutschland beträgt heute ca. 5 %, was einer absoluten Anzahl von annähernd 54.000 Sektionen entspricht (Brinkmann et al. 2002). Die Sektionszahlen sanken während der letzten 50 Jahre weltweit (Shojania et al. 2003),

wobei die Sektionsquote in Deutschland deutlich unter dem Niveau einiger anderer europäischer Staaten liegt.

#### **1.4 Unfälle die zum Polytrauma führen**

Ein Polytrauma ist definiert als gleichzeitig entstandene Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, die einzeln oder in ihrer Kombination lebensbedrohlich sind (Heck et al. 2008, Jakob und Weigel 2005). Im angloamerikanischen Sprachgebrauch wird der polytraumatisierte Patient meist als „severely injured patient“ bezeichnet und über einen „injury severity score“ (ISS) >16 Punkte definiert (Flohé et al. 2007).

Die Verdachtsdiagnose „Polytrauma“ kann bereits beim Vorliegen bestimmter Unfallmechanismen und Umgebungsumstände gestellt werden (Jakob und Weigel 2005):

- Fußgänger oder Radfahrer von Fahrzeug erfasst,
- Person eingeklemmt,
- Person aus Fahrzeug geschleudert,
- Fahrzeugdeformierung mehr als 50 cm,
- Zusammenstoß mit einer Geschwindigkeit über 50 km/h,
- Verunfallte Person war nicht angeschnallt,
- Sturz aus mehr als 3 m Höhe,
- Verletzung durch Explosion,
- Tod eines weiteren PKW-Insassen.

In Deutschland ereignen sich pro Jahr ca. 8,4 Mio. Unfälle. Jährlich muss dabei mit 32.500-40.000 Schwer- und Mehrfachverletzten gerechnet werden. Die Anzahl der Polytraumata in Deutschland ist in den letzten Jahren rückläufig, der Schweregrad der Verletzungen nimmt jedoch zu. Unfälle sind für die größten Verluste an Lebens- und somit auch Arbeitsjahren bei unter 40jährigen verantwortlich. Die sozioökonomischen Folgen dieser Verletzungen wiegen sehr schwer (Liener et al. 2004, Wick et al. 1997).

Im Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie wurden im Zeitraum von 2002 bis 2008 fast 42.248 schwer verletzte Patienten erfasst. Das mittlere Alter lag bei  $42,0 \pm 20,8$  Jahren, Männer überwogen mit einem Anteil von 72,2 % (DGU 2009).

Es fanden sich vorwiegend ein stumpfer Unfallmechanismus (94,6 %) und nur selten ein penetrierender Mechanismus (5,1 %). Der Verletzungsschweregrad ISS (Injury Severity Score) lag im Mittel bei 24,9 (DGU 2009).

Die meisten Polytraumata sind auf Verkehrsunfälle zurückzuführen (57,5 %), häufig sind auch Stürze (27,5 %). Die übrigen Ursachen spielen nur eine untergeordnete Rolle (DGU 2009) (Tab. 2).

**Tab. 2: Häufigkeit verschiedener Unfallarten in Deutschland (DGU 2009)**

Unfallart	Anzahl [n]	Anteil [%]
Verkehrsunfall – Auto	8.907	28,9
Verkehrsunfall – Motorrad	4.142	13,4
Verkehrsunfall – Fahrrad	2.342	7,6
Verkehrsunfall – Fußgänger	2.353	7,6
Sturz aus über 3 m Höhe	4.678	15,2
Sturz unter 3 m Höhe	3.777	12,3
Ursache: V.a. Suizid	1.592	5,2
Ursache: V.a. Verbrechen	744	2,4

17,7 % der Patienten befanden sich am Unfallort im Schockzustand und 27,6 % waren primär bewusstlos. Ein NACA-Index (National Advisory Board Committee for Aeronautics) von mindestens Grad IV (lebensbedrohlich) wurde bei 87,2 % der Patienten festgestellt. 3,1 % der Patienten wurden am Unfallort reanimiert (DGU 2009).

Von den neun Körperregionen des hierarchisch organisierten AIS (Abbreviated Injury Scale) waren Kopf und Thorax am häufigsten betroffen (Tab. 3).

Innerhalb der ersten 24 h verstarben 6,8 % und innerhalb von 30 Tagen 13,6 % der Patienten (DGU 2009).

**Tab. 3: Körperteile, die von Verletzungen mit einem Schweregrad von AIS  $\geq 2$  betroffen sind**

Körperteil	Anzahl [n]	Anteil [%]
<b>Kopf</b>	8.171	64,6
<b>Gesicht</b>	1.996	15,8
<b>Hals</b>	108	0,9
<b>Thorax</b>	7.790	61,6
<b>Abdomen</b>	3.013	23,8
<b>Wirbelsäule</b>	4.205	33,2
<b>Arme</b>	4.473	35,4
<b>Becken</b>	2.826	22,3
<b>Beine</b>	5.541	43,8



### 1.5 Mortalität nach Polytrauma

Die Prognose nach Polytrauma ist von dem Verletzungsmuster abhängig. Bei einer Gesamtletalität von ca. 15-30 % steigt die Letalität dann deutlich an, wenn ein Schädel-Hirn-Trauma, ein Abdominal- oder ein Thoraxtrauma Teil der Polytraumatisierung sind (Hoitz und Lampl 2004). Durch die verbesserte Strukturierung und Optimierung der Behandlung von polytraumatisierten Patienten sowie der Einrichtung von Traumazentren konnte die Überlebensrate in 25 Jahren um ca. 25 % gesteigert werden (Nast-Kolb und Ruchholtz 1999, Regel et al. 1993). In den letzten Jahren wuchs das Verständnis für die durch das Trauma bzw. Operationen hervorgerufenen physiologisch-immunologischen Vorgänge. Dadurch konnten die Versorgungskonzepte und -zeitpunkte angepasst und die Behandlung von schwer verletzten Patienten weiter optimiert werden (Haas et al. 2007). Insbesondere die adäquate Therapie in spezialisierten Zentren hat nachgewiesenermaßen einen direkten Einfluss auf die Prognose (Liener et al. 2004). Daher konnte im Zeitraum von 1993 bis 2005 ein weiterer Rückgang der Traumaletalität erreicht werden (Ruchholz et al. 2008).

Die Mortalität in den einzelnen Phasen wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst (Heck et al. 2008):

- In der Frühphase (<24 h) durch Verblutung, schweres Schädel-Hirn-Trauma, schwere respiratorische (z. B. Spannungspneumothorax) oder kardiozirkulatorische Störungen sowie primär tödliche Verletzung wie z. B. Aortenabriss/-ruptur beim Dezelerationstrauma.
- In der Spätphase durch primäre oder sekundäre Hirnschädigung, Entwicklung von SIRS (Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom) und Multiorganversagen aufgrund der Gewebetraumatisierung und anschließender Freisetzung von Mediatoren (Ischämie-Reperfusionsschäden).

Patienten versterben nicht immer sofort nach mechanischer Gewalteinwirkung an den primären oder unmittelbaren Todesursachen. Sie können auch nach einer gewissen Latenzzeit trotz medizinischer Behandlung versterben (Spättodesfälle bzw. postintervalläre Todesfälle). Zur Feststellung eines Todes in Folge einer sog. sekundären Todesursache muss die Krankengeschichte einschließlich des primären Verletzungsmusters bekannt sein. Auch Komplikationen der notwendigen medizinischen Behandlung zählen zu den sekundären Verletzungsfolgen (Oehmichen et al. 2007).

### **1.5.1 Primäre Todesursachen**

Primäre Todesursachen nach mechanischer Gewalteinwirkung sind z. B. die Zertrümmerung lebenswichtiger Organe, die mechanische Behinderung der Funktionstätigkeit lebenswichtiger Organe, das innere oder äußere Verbluten, Embolien oder gewaltsames Erstickten (Madea et al. 2007a). Primäre Todesursachen sind zumeist bei einer Obduktion eindeutig festzustellen oder zumindest als Verdachtsdiagnose zu postulieren. Reflektorische Todesfälle, deren Existenz bzw. Genese umstritten ist, sind im Gegensatz dazu Ausschlussdiagnosen. Postintervalläre Todesfälle finden sich häufig nach Verbrennungen und Verkehrsunfällen. Die Bestätigung oder der Ausschluss der Kausalität ergibt sich entweder aus dem morphologischen Befund bei der Obduktion allein oder erst nach Durchführung weiterer Untersuchungen (Oehmichen et al. 2007).

**Tab. 4: Ätiologie primärer und sekundärer Todesursachen (Madea et al. 2007a, Oehmichen et al. 2007)**

	Todesursache	Ätiologie
primäre Todesursachen	Zertrümmerung lebenswichtiger Organe (Gehirn, Rückenmark, Lunge, Herz)	Einzel- oder kombiniert als Polytrauma nach z.B. (Verkehrs-) Unfällen, Stürzen aus der Höhe, Eisenbahnüberfahrungen
	Mechanische Behinderung der Funktionsfähigkeit lebenswichtiger Organe	Intrakranielle Raumforderungen (epi-/subdurales Hämatom), beidseitiger Pneumothorax (z. B. beidseitige Rippenserienfrakturen mit Anspießungsverletzungen der Lungen), Thoraxkompression bei Verschüttung (Perthes-Druckstauung), Herzbeutelamponade
	Verbluten nach innen oder außen	Ein tödliches Verbluten kann z. B. bei isolierten Kopfschwellenverletzungen bzw. rupturierten Varizen eintreten
	Reflektorische Todesfälle	Bolustod, Karotissinusreflex und/oder Reizung von Vagusbahnen bei Gewalteinwirkung gegen den Hals
	Luftembolie	Bei Eröffnung großer herznaher Venen und Eindringen von >70 ml Luft
	Fettembolie	Bei ausgeprägten Weichteilverletzungen oder multiplen Knochenbrüchen.
	Gewaltsames Ersticken	Komprimierende Gewalteinwirkung gegen den Hals oder Thoraxkompression z. B. nach Verschütten
sekundäre Todesursachen	Infektionen	Wundinfektionen (Cave: Verschmutzungen), Pneumonien (nach Aspiration, hypostatische Pneumonie), bei Generalisierung: Sepsis
	Embolien	Thromboembolien bei Thrombosen (überwiegend der tiefen Beinvenen); verzögerte Fettembolien (aus Frakturen oder Weichteilverletzungen)
	Kreislaufchock	Die Kreislaufzentralisation (Reduktion der peripheren Durchblutung) kann zu unterschiedlichen Organbeteiligungen führen; sekundär kann ein sog. Multiorganversagen auftreten (Nierenversagen, Leberversagen, Lungenversagen bei ARDS)
	Verbrennungskrankheit	Nach ausgedehnten Verbrennungen

## 1.5.2 Sekundäre Todesursachen

### Infektionen:

Wundinfektionen können nach Integritätsverletzung der Haut entstehen, sowohl durch äußere Verunreinigungen als auch durch Keime der physiologischen Flora des Menschen. Wundinfektionen sind treten durch entsprechende Desinfektion, Antibiotikabehandlung und/oder prophylaktische Impfungen nur noch selten auf. Eine spezielle Problematik stellen die so genannten nosokomialen Infektionen dar.

Penetrierende Verletzungen des Hirnschädels mit freiliegender Dura mater oder von Hirngewebe, Schädelbasisfrakturen mit Austritt von Liquor und Mittelgesichtsverletzungen bergen die Gefahr einer Durchwanderungsmeningitis bzw. –meningoenzephalitis. Penetrierende Darmverletzungen mit Austritt von Darminhalt in die freie Bauchhöhle können über eine kotige Peritonitis zum Tode führen.

Bei Bewusstlosigkeit und Erbrechen besteht das Risiko einer Aspiration von Speisebrei durch Ausfall des Hustenreflexes. Meist wird ein gewisser Teil des Aspirates im Rahmen der Reanimation entfernt. Die in den tieferen Atemwegen verbliebenen Anteile können jedoch durch die Andauung des Gewebes durch die enthaltene Magensäure zu einer sog. Aspirationspneumonie führen, die trotz adäquater Therapie mit einer hohen Letalität verbunden ist.

Sepsis ist eine Allgemeininfektion des Körpers durch Zirkulation von Bakterien bzw. deren Wandbestandteilen oder Pilzen in der Blutbahn. Das klinische Bild ist von intermittierenden Fieberschüben gekennzeichnet. Foudroyante Verläufe können innerhalb weniger Stunden zum Tod führen (Oehmichen et al. 2007).

### Embolien:

Eine Embolie bezeichnet die Verschleppung körpereigener oder körperfremder Substanzen mit dem Blutstrom, die zum Verschluss von Gefäßen führt.

Direkt posttraumatisch kann es zur Verschleppung von Fremdmaterialien (z. B. Geschossen bzw. deren Bestandteile) oder Gewebestandteilen bei Organertrümmungen kommen. Diese sind zumeist nicht die eigentliche Todesursache, sondern als Vitalitätszeichen zu sehen. Luftembolien bei Eröffnung großer, herznaher Venen führen ab einem Volumen von >70 ml zum sofortigen Tod.

3 Fettembolien sind eine direkte Traumafolge. Diese entstehen aus zertrümmertem subkutanem Fettgewebe, seltener einer Fettleber oder durch Freisetzung aus dem Knochenmark bei Frakturen. Todesursächlich können bei Fettembolien sein ein Rechtsherzversagen bei Verlegung der Lungenstrombahn oder Fettembolien des Gehirns entweder direkt bei offenem Foramen ovale im Sinne einer gekreuzten Embolie oder verzögert durch Herauslösung des Fettes aus der Lungenstrombahn.

Die posttraumatische Immobilisation des Patienten durch Bettruhe oder Anlage eines Gipsverbandes kann trotz Prophylaxe zur Venenthrombose führen. Wird der Patient dann erneut mobilisiert, können sich Anteile der Thromben lösen und die Lungenstrombahn erreichen. Je nach Größe führen sie dort zu peripheren oder zentralen Lungenembolien. Der plötzliche Verschluss eines Pulmonalarterienhauptastes führt zu einem akuten Rechtsherzversagen (Oehmichen et al. 2007).

#### Schock:

Ein Schockzustand ist durch eine Dekompensation des peripheren Kreislaufs mit Mangel durchblutung in der kapillären Strombahn gekennzeichnet. Er kann durch zahlreiche unterschiedliche Ereignisse ausgelöst werden. Die primären Organveränderungen werden durch die Hypoxie bedingt und manifestieren sich klinisch durch einen zunehmenden Organausfall, der schließlich in ein Multiorganversagen münden kann (Oehmichen et al. 2007).

Die Wahrscheinlichkeit, ein Trauma zu überleben, hängt neben dem primären Verletzungsausmaß von zahlreichen weiteren Faktoren ab (Oehmichen et al. 2007):

- Alter, Geschlecht,
- Vorerkrankungen (insbesondere des Herz-Kreislauf-Systems, Diabetes mellitus, Leberzirrhose) und Suchterkrankungen;
- Medikation: Kortikosteroide und Zytostatika verzögern die Wundheilung.

## 1.6 Traumatologie des Gesichts

Gesichtsschädelfrakturen sind die zweithäufigste Begleitverletzung beim Polytrauma. In einem Kollektiv von 4.003 polytraumatisierten Patienten hatten diese Frakturen einen Anteil von 18,4 % (Regel und Tscherne 1997). Allerdings führen traumatische Schädigungen des Gesichtsschädels allein nicht zu einem lebensbedrohlichen Zustand (Zajaczek et al. 2007). Allerdings sind schwere maxillofaziale Verletzungen oft mit anderen schweren Verletzungen des ZNS, Thorax oder Bauchraums verbunden, die die Prognose beeinträchtigen (Bagheri et al. 2006). Patienten, die an einem Trauma verstarben, wiesen oft Mittelgesichtsfrakturen oder Mittelgesichtsfrakturen in Verbindung mit anderen Gesichtsftrakturen auf. Mittelgesichtsfrakturen scheinen ein Maß für die Energieabsorption zu sein, wobei die Energie bei neurologischen Todesfällen auf das Gehirn übertragen wird (Plaisier et al. 2000).

Bei einem größeren Kollektiv von 1.771 Patienten mit Gesichtsschädelverletzungen, die in Tübingen behandelt wurden, wurden die Ursachen ermittelt. Dabei hatten Stürze mit 33,9 % den größten Anteil, gefolgt von Verkehrsunfällen mit 31,1 %, Rohheitsdelikten mit 15,4 %, Sportunfällen mit 15,3 % und Sonstige mit 4,1 % (Wagner 2005). Gemäß einer Marburger Studie an 897 Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen waren diese in 58,2 % der Fälle auf Verkehrsunfälle, in 14,5 % auf Schläge und in 12,9 % auf Stürze zurückzuführen (Bünger 1980). In einer Freiburger Studie wurden 274 Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen erfasst. Verkehrsunfälle hatten mit 51,1 % ebenfalls den größten Anteil. Es folgen Rohheitsdelikten mit 12,8 % und Hausunfälle mit 8,8 % (Otten et al. 1995). Es finden sich aber auch Regionen, in denen der Anteil mit Rohheitsdelikten deutlich höher ist. Nach einer Berliner Studie mit 5.273 Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen lag der Anteil mit Rohheitsdelikten bei 47,4 % und der Anteil mit Verkehrsunfällen bei 33,6 % (Neumann 1991). In einer Studie aus Rostock mit 2.326 Patienten waren die Gesichtsschädelfrakturen in 38,7 % der Fälle auf Rohheitsdelikte und in 23,1 % auf Verkehrsunfälle zurückzuführen (Sonnenburg und Härtel 1985). In Neuruppin mit 1.484 Patienten wurden 40,0 % der Gesichtsknochenfrakturen durch Rohheitsdelikte und 35,7 % durch Verkehrsunfälle verursacht (Prokop und Boeckler 1990). Die Ursachen der Gesichtsschädelverletzungen werden durch sozioöko-

nomische Faktoren beeinflusst, was auch dazu führt, dass die Studienergebnisse aus verschiedenen Ländern differieren (Iida 2001).

Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Verkehrsunfall eine Gesichtsschädelverletzung zu erleiden, ist sehr stark von dem Verkehrsmittel abhängig. Von 3.564 Opfern von Straßenverkehrsunfällen erlitten nur 84 (2,4 %) maxillofaziale Verletzungen (Arajärvi et al. 1986). Von einem allerdings kleinen Kollektiv von 32 Fahrradfahrern mit Polytrauma erlitten mit 20 (63 %) ein sehr hoher Anteil Mittelgesichtsverletzungen (Strohm et al. 2005). Das deutet darauf hin, dass Fahrradfahrer besonders gefährdet sind.

Der Gesichtsschädel reicht anatomisch vom Haaransatz bis zum Unterkieferrand und wird in die Regionen Ober-, Mittel- und Untergesicht gedrittelt. Da bei transversalen Abrissfrakturen des Mittelgesichts der große Keilbeinflügel, die Flügelfortsätze, die Gehörgangsvorderwand und die Wände des Sinus frontalis ohne begleitende Hirnverletzungen gebrochen sein können, erstrecken sich die klinischen Grenzen des Mittelgesichts auch in die frontale Region (Reinert 2008).

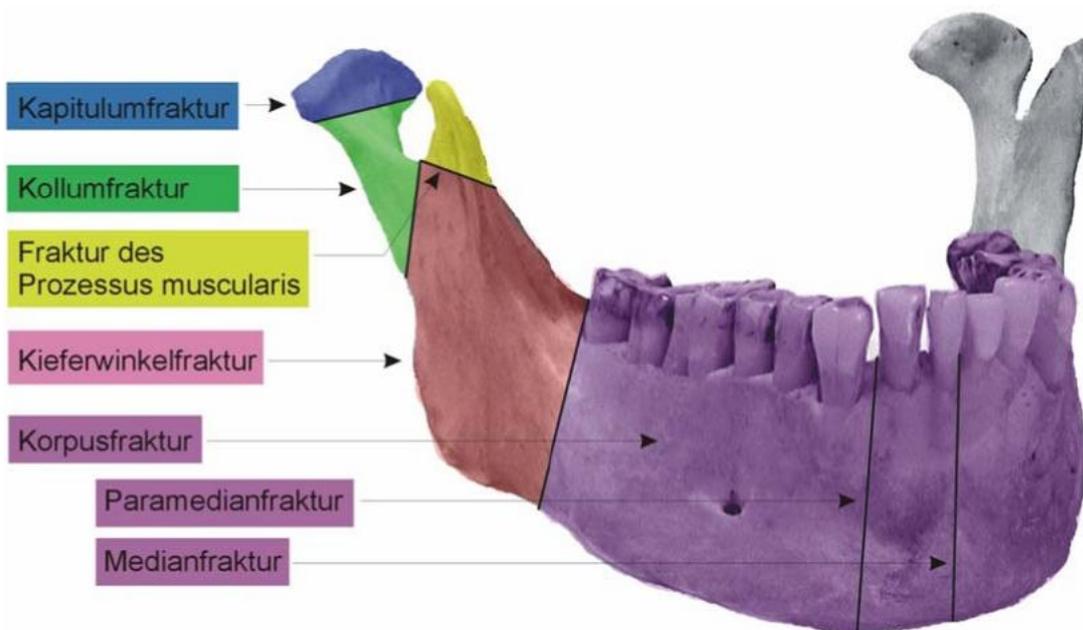
### 1.6.1 Untergesicht

Das anatomische Substrat des Untergesichts ist der Unterkiefer. Er ist als einziger beweglicher Knochen des Gesichtsschädels über das Kiefergelenk mit der Schädelbasis verbunden. Es werden folgende Frakturen unterschieden (Reinert 2008) (Abb. 1):

- Frakturen im bezahnten Kiefer,
- Frakturen im zahnlosen oder zahnarmen Kiefer,
- Frakturen im Milch- und Wechselgebiss.

Nach der Lokalisation ist die Einteilung wie folgt:

- ❖ Korpusfrakturen
  - Medianfrakturen
  - Paramedianfrakturen
  - Kieferwinkelfrakturen
- ❖ Frakturen des Processus muscularis
- ❖ Kollumfrakturen
- ❖ Kapitulumfrakturen



**Abb. 1: Lokalisation der Unterkieferfrakturen (Wagner 2005)**

### 1.6.2 Mittelgesicht

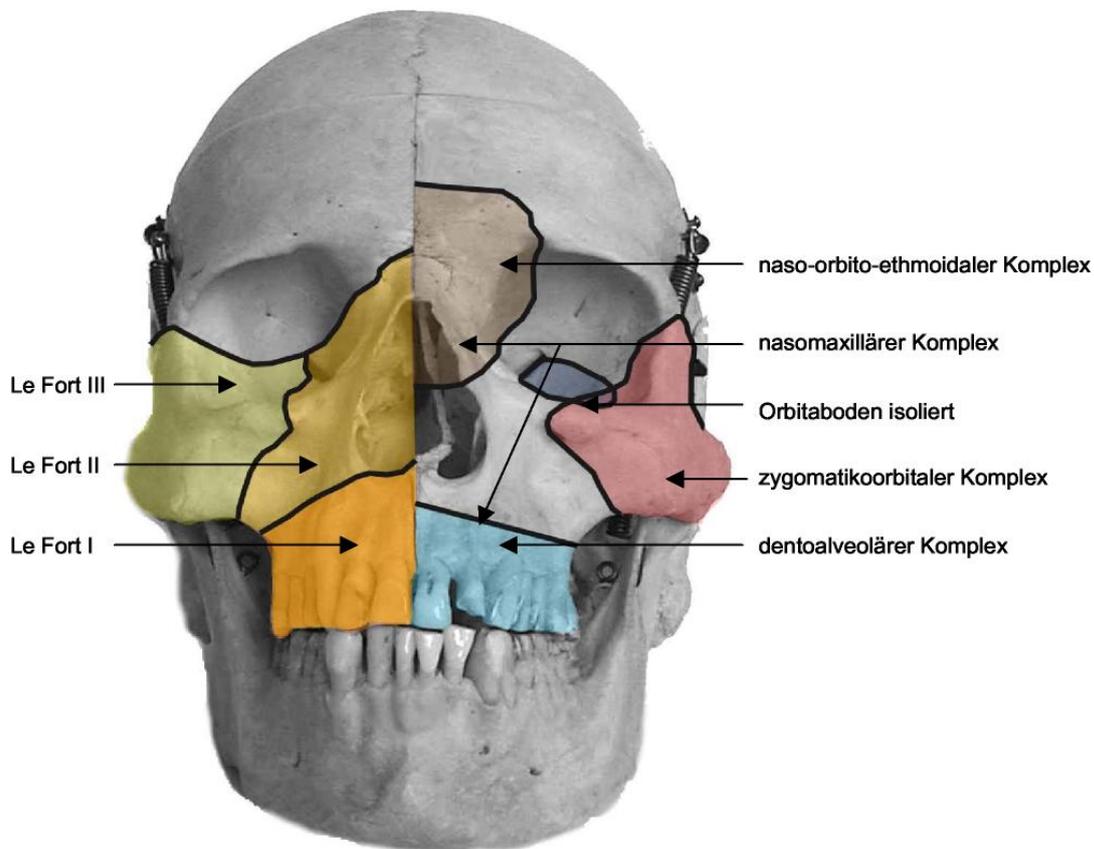
Das Mittelgesicht besteht aus einem Gerüst aus horizontalen und vertikalen Trajekturen, Stützfeilern und filigranen Knochenlamellen, die die Trajekturen verbinden. Damit besteht ein dreidimensionaler Komplex aus Hohlräumen. Die Trajekturen geben dem Mittelgesicht Stabilität gegen äußere Kräfte und leiten die physiologischen Kräfte der Kaumuskulatur von der Maxilla über das Mittelgesicht zur Kalotte und zur Schädelbasis ab. Die Knochenlamellen sind zwar einerseits leicht aber andererseits nicht sehr stabil. Treffen unphysiologisch starke Kräfte auf das Mittelgesicht kommt es zur Fraktur. Wegen der hohen Komplexität der Konstruktion sind die Frakturverläufe ebenfalls oft komplex (Duckert 1991).

Nach der Lokalisation ist die Einteilung wie folgt (Abb. 2):

- ❖ Typ 1: Kraniofaziale Absprengungen
  - Le Fort I-Frakturen
  - Le Fort II-Frakturen
  - Le Fort III-Frakturen
  - Atypische Le Fort-Frakturen

❖ Typ 2: Lokalisierte Mittelgesichtsfrakturen

- Frakturen des zygmatikoorbitalen Komplexes (Jochbein, Jochbogen isoliert, faziale Kieferhöhlenwand isoliert)
- Isolierte Orbitabodenfrakturen
- Frakturen des naso-orbito-ethmoidalen Komplexes
- Frakturen des nasomaxillären Komplexes (isolierte Nasenbeinfraktur und OK-Sagittalfraktur)
- Frakturen des dentoalveolären Komplexes (Alveolarfortsatzfrakturen)

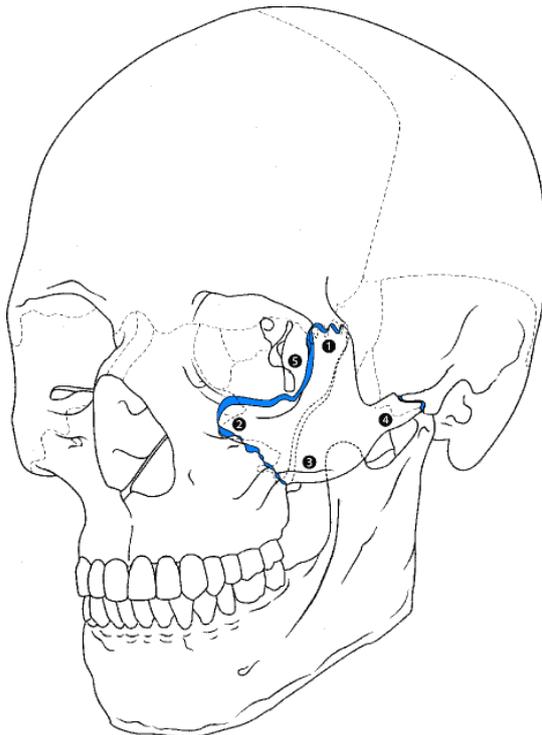


**Abb. 2: Lokalisation der Mittelgesichtsfrakturen (Wagner 2005)**

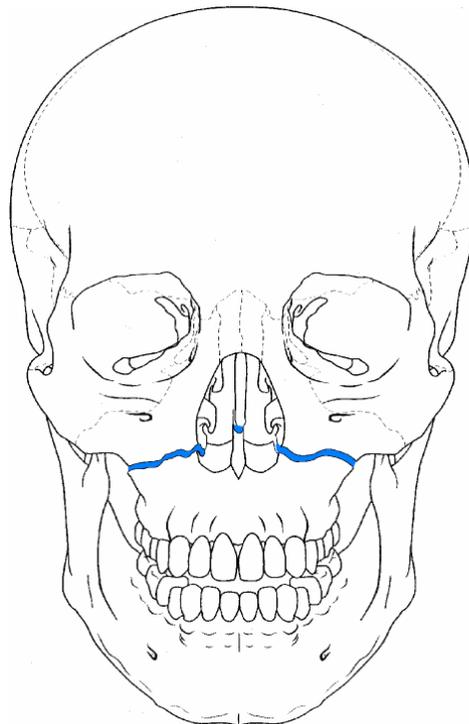
*Nasenbeinfrakturen* sind wegen der exponierten Lage der Nase und ihrer äußeren und inneren Weichteile besonders häufig. Es handelt sich meist um geschlossene Frakturen. In etwa der Hälfte der Fälle sind die bedeckenden Weichteile, das knorpelige oder knöchernen Septum oder die Nasenmuscheln mit betroffen.

*Jochbein- und Jochbogenfrakturen* sind ebenfalls relativ häufig. Die Frakturlinien der Jochbeinfraktur verlaufen durch die Sutura frontozygomata entlang der lateralen Orbitawand nach kaudal, durch den Orbitaboden zum Infraorbitalrand, über die faziale Kieferhöhlenwand zur Crista zygomaticoalveolaris und über die dorsolaterale Kieferhöhlenwand zurück zur Fissura orbitalis inferior. Zudem ist der Jochbogen frakturiert. Die *Le-Fort-I-* und *Le-Fort-II-Fraktur* werden auch als zentrale Mittelgesichtsfrakturen und die *Le-Fort-III-Fraktur* als zentrolaterale Mittelgesichtsfraktur bezeichnet. Bei der *Le-Fort-I-Fraktur* handelt es sich um eine horizontale Fraktur, die von der Apertura piriformis durch die faziale Kieferhöhlenwand bis zur Crista zygomaticoalveolaris, die dorsale Kieferhöhlenwand und die Flügelfortsätze, die laterale Nasenwand bis wieder zur Apertura piriformis verläuft. Der Vomer und das knorpelige Nasenseptum sind ebenfalls betroffen. Bei der *Le-Fort-II-Fraktur* wird das Mittelgesicht pyramidenförmig zentral ausgesprengt. Die Bruchlinie verläuft durch die Nasenwurzel im Bereich der Sutura frontonasalis, über das Tränenbein und den Orbitaboden zum Infraorbitalrand, durch die faziale Kieferhöhlenwand, die Crista zygomaticoalveolaris, die dorsale Kieferhöhlenwand, die Flügelfortsätze und die laterale Nasenwand zur Fissura orbitalis inferior. Bei der *Le-Fort-III-Fraktur* handelt es sich um einen vollständigen Abriss des Gesichts- vom Hirnschädel, sodass die Frakturlinie durch die frontonasalen und frontomaxillären Suturen über die mediale Orbitawand zum hinteren Anteil der Fissura orbitalis inferior verläuft. Von dort zieht die Frakturlinie durch die Flügelfortsätze, die Sutura zygomaticosphenoidalis, die Sutura frontozygomata und den lateralen Orbitarand. Darüber hinaus sind die Jochbogen und das kraniale Nasenseptum frakturiert (Reinert 2008) (Abb. 3).

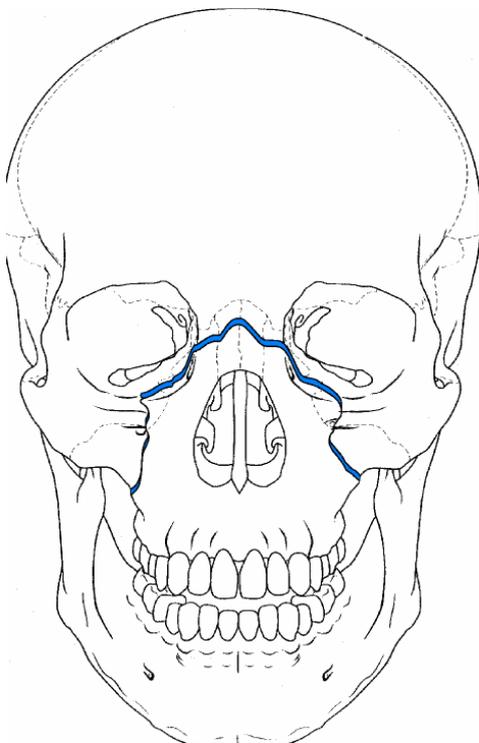
Die traditionelle Klassifikation nach Le-Fort ist in Bezug auf die Erfassung komplexer Frakturen nur eingeschränkt anwendbar, da meistens Mischformen vorliegen. Zudem sollte eine diagnostisch wertvolle Klassifizierung die Beteiligung der Schädelbasis sowie eine Wertung etwaiger intrakranieller Verletzungen berücksichtigen (Zajaczek et al. 2007).



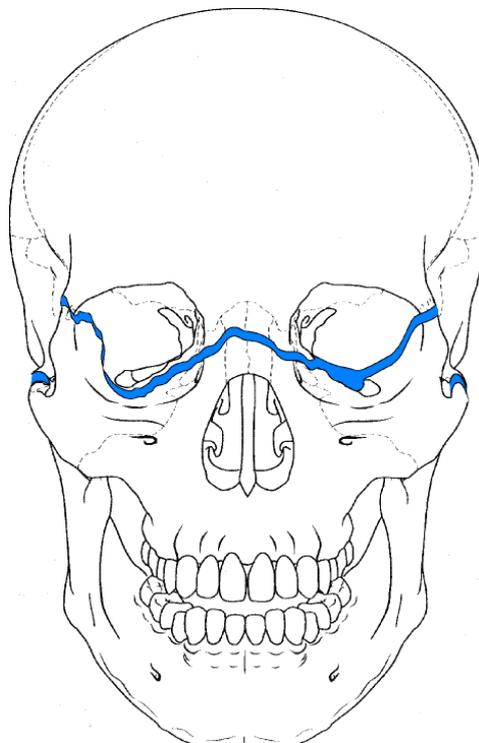
Jochbeinfraktur



Le-Fort-I-Fraktur



Le-Fort-II-Fraktur mit Dislokation des dorsalen Oberkiefers nach kaudal und frontal offenem Biss



Le-Fort-III-Fraktur, Dislokation wie bei Le-Fort-II-Fraktur

**Abb. 3: Frakturen des Mittelgesichts (Reinert 2008)**

*Orbitafrakturen* können in Verbindung mit Jochbein-, Le-Fort-II- und Le-Fort-III-Frakturen auftreten, sie kommen aber auch als isolierte Frakturen vor. Am häufigsten sind isolierte Orbitabodenfrakturen ohne Beteiligung des Infraorbitalrandes und Frakturen der medialen Orbitawand.

Von *panfazialen Frakturen* spricht man, wenn mehrere Regionen des Gesichtsschädels frakturiert sind (Reinert 2008).

Stumpfe Gewalteinwirkungen gegen das Gesicht gehen häufig mit Nasenbeinfrakturen einher oder mit Gesichtsschädelbrüchen (Einteilung nach Le Fort I–III). Bei Einwirkungen auf die Augen kann es zu Verletzungen des Augapfels und der Orbita kommen (Blow-out-Fraktur). Nach Schlagen auf den Mund sind Verletzungen häufig nur an der Schleimhautinnenseite erkennbar (Widerlagerverletzungen durch die Zähne) (Bratzke 2007).

Wassmund (1954) unterteilte die Le Fort III Fraktur in Frakturen mit Beteiligung des nasoethmoidalen Komplexes (Wassmund IV) und in Frakturen mit dessen Aussparung (Wassmund III).

Vergleich der Einteilungen der Frakturen nach Le Fort und nach Wassmund:

- Typ Wassmund I: Pyramidenfraktur (Le Fort II) ohne das Nasenskelett
- Typ Wassmund II: entspricht Typ Le Fort II
- Typ Wassmund III: Abbruch des Oberkiefers und der Jochbeine (Le Fort III) ohne das Nasenskelett
- Typ Wassmund IV: entspricht Typ Le Fort III

Die idealisierten Einteilungen nach der Ausdehnung sind in der Praxis oft unzureichend, besonders wenn es sich um Kombinationsfrakturen handelt. Eine Fraktуреinteilung nach der Lokalisation wurde daher vorgeschlagen (Buitrago-Téllez et al. 2002, Donat et al. 1998, Marcini 1993).

## 2 Fragestellung

Traumata zählen insbesondere bei jüngeren Personen zu den häufigsten Todesursachen (Hansen et al. 2004, World Health Organization 2001). Das Wissen zu der Epidemiologie von Traumatodesfällen stellt dabei die Basis für die Planung der Traumaversorgung, der Vorbeugung von Verletzungen und Systemverbesserungen dar. Außerdem ist das Wissen notwendige Grundlage für die Gestaltung von Gesundheitspolitik und Gesetzgebung (Søreide et al. 2007).

Diese retrospektive Studie sollte zunächst einer Bestandsaufnahme dienen. Anhand von 256 obduzierten Fällen mit einer Gemeinsamkeit – Polytrauma mit Gesichtsschädelverletzung – sollten zahlreiche weitere Merkmale ermittelt werden, so Geschlecht, Alter, Todesumstände, Sterbeort, Todesart, Art der Gewalt, Überlebenszeit, Obduktionsergebnis, Todesursache, äußere Verletzungsspuren, Verletzungen am Schädel, Le-Fort-Frakturen und weitere Verletzungen.

Als weiterer Schritt sollte analysiert werden, ob das Verletzungsmuster und die Todesursache abhängig sind von der Art der Gewalteinwirkung. Zusätzlich sollte ermittelt werden, ob sich unter allen obduzierten Fällen Gruppen finden lassen, die sich durch bestimmte Merkmalskombinationen auszeichnen, so z. B. in Bezug auf Todesursache und Verletzungsmuster übereinstimmen. Sollten entsprechende Zusammenhänge aufgedeckt werden, wäre dies auch von praktischer Bedeutung, da so die Rekonstruktion von Unfällen erleichtert werden würde.

## 3 Patienten und Methoden

### 3.1 Studiendesign

In der vorliegenden Studie erfolgte eine retrospektive Analyse von Sektionsakten des Instituts für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf aus dem Zeitraum von 1999 bis 2004. Näher ausgewertet wurden 256 Personen mit dem Befund eines Polytrauma mit Gesichtsschädelverletzung.

Folgende Merkmale wurden erfasst:

- ❖ Geschlecht, Alter
- ❖ Befunde (Alkoholabhängigkeit, Medikamentenabhängigkeit)
- ❖ Todesumstände
  - Sterbeort (im Freien, im Krankenhaus, in der Wohnung)
  - Todesart (Unfall, Suizid, Tötung)
  - Art der Gewalt (Autounfall, Motorradunfall, Fahrradunfall, PKW angefahren, Treppensturz, Sturz, Bahnüberfahren, Schuss, Sprung aus Höhe, Erhängen, Ertrinken, Ersticken, Erschlagen, Treten/Faust/Stich)
  - Überlebenszeit
- ❖ Obduktionsergebnis
  - Todesursache (inneres Verbluten, äußeres Verbluten, Blutaspiration)
  - Äußere Verletzungsspuren (Ungeformte Hautverletzungen, ungeformte Hämatome, Platz-Riss-Quetschwunden, Abwehrverletzungen, geformte Hautverletzungen, Petechien, Widerlagerverletzungen, geformte Hämatome)
  - Verletzungen am Schädel (Frakturen im Gesicht, epidural, intrazerebral, Gehirnblutung, Schädeldachverletzung, Schädelbasisverletzung, Oberkieferverletzung, Unterkieferverletzung, Jochbeinverletzung, Nasenbeinverletzung, Orbitaverletzung)
  - Le-Fort-Frakturen (Typ I, Typ II, Typ III)
  - Weitere Verletzungen (Verletzungen innerer Organe, Thoraxverletzungen, Halswirbelsäulenverletzung)

### 3.2 Statistik

Die Erfassung der Daten erfolgte mit dem Programm Excel 2000 (Microsoft). Die statistische Auswertung wurde mit WinStat 3.1 (Kalmia Company, USA) vorgenommen.

Für alle Variablen erfolgte die Ermittlung von Häufigkeit (n) und Anteil (%).

Es wurde eine Clusteranalyse nach Ward durchgeführt. Der Sinn einer Clusteranalyse liegt allgemein darin, eine vereinfachte übersichtliche Struktur zu schaffen und im Erkennen von Zusammenhängen. In der vorliegenden Arbeit sollte ermittelt werden, ob sich unter allen Obduzierten Gruppen finden lassen, deren Gruppenmitglieder z. B. in Bezug auf Todesursache und Verletzungsmuster übereinstimmen. Dies wäre dann ein Hinweis darauf, dass ein bestimmtes Verletzungsmuster eine bestimmte Todesursache zur Folge hätte.

Eine Clusteranalyse ist ein strukturentdeckendes, multivariates Analyseverfahren zur Ermittlung von Gruppen (Clustern) von Objekten, deren Merkmale oder Merkmalsausprägungen bestimmte Ähnlichkeiten aufweisen. Kriterium für die Gruppenzugehörigkeit eines Falles ist eine möglichst große Ähnlichkeit zu den anderen Gruppenmitgliedern. Für die eigene Auswertung wurden folgende Merkmale der obduzierten Personen berücksichtigt: Geschlecht, Alter, Tatort, Todesart, Art der Gewalt, innere Verblutung, äußere Verblutung, Blutaspiration, ungeformte Hautverletzungen, Platz-Riß-Quetschwunden, ungeformte Hämatome, Abwehrverletzungen, geformte Hautverletzungen, Petechien, geformte Hämatome, Widerlagerverletzungen, Orbitaverletzung, Nasenbeinverletzung, Jochbeinverletzung, Unterkieferverletzung, Oberkieferverletzung, Schädelbasisverletzung, Schädeldachverletzung, Gehirnblutung, intrazerebral, epidural, Frakturen im Gesicht, Le-Fort-Frakturen (Typ I, Typ II, Typ III), Halswirbelsäulenverletzung, Thoraxverletzungen, Verletzungen innerer Organe, Überlebenszeit, Tod durch Zertrümmerung, Tod aus mechanischer Ursache, Tod durch Kreislaufversagen, Tod durch Verbluten und Tod aus sonstigen Ursachen.

Angewandt wird ein agglomeratives Verfahren, welches mit der größtmöglichen Clusterzahl beginnt. Dabei bilden alle obduzierten Personen zunächst jeweils ein eigenes Cluster. Schritt für Schritt wurden die jeweils ähnlichsten obduzierten Personen

bzw. Cluster miteinander zu einem neuen Cluster verschmolzen, so dass immer weniger und immer größere Cluster entstehen. Dies lässt sich solange fortsetzen, bis zum Schluss nur noch ein einziges Cluster mit allen obduzierten Personen übrig bleibt. Dabei ist es aber sinnvoll, im Verlauf der zunehmenden Fusionierung der Cluster einen Zwischenstand zu finden, in dem möglichst nicht mehr zu kleine Einzelcluster existieren, in dem aber die bereits gebildeten größeren Cluster in sich noch relativ homogen sind und inhaltlich interpretieren lassen. Die Agglomeration erfolgt nach dem Ward-Verfahren. Dabei werden diejenigen Cluster fusioniert, deren Vereinigung die Varianz innerhalb der Cluster (Fehlerquadratsumme) möglichst wenig ansteigen lässt (Schermelleh-Engel und Werner 2007).

Das Ergebnis einer Clusteranalyse wird gewöhnlich in Form eines Dendrogramms grafisch dargestellt. Das Dendrogramm ist ein Baum, der die hierarchische Zerlegung der Datenmenge in immer kleinere Teilmengen darstellt.

## 4 Ergebnisse

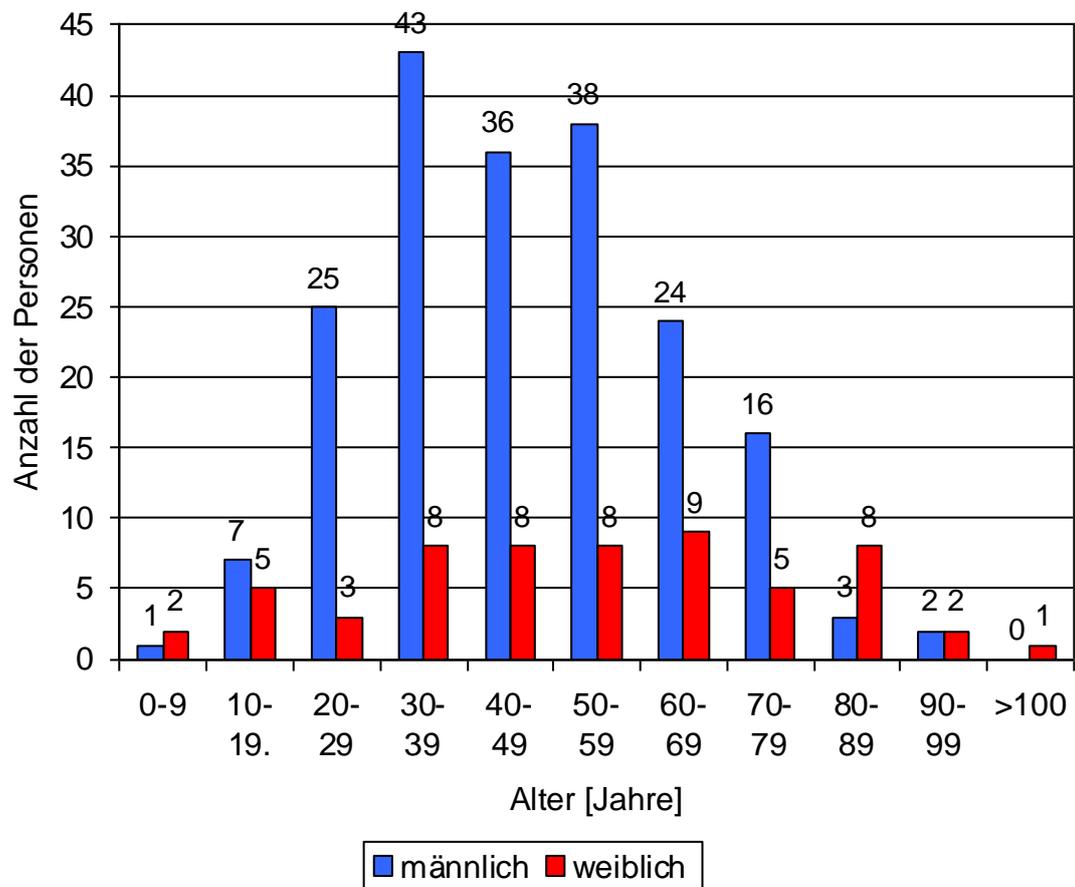
### 4.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Sektionsgut setzte sich aus 197 männlichen Personen (77,0 %) im Alter von 1-99 Jahren und 59 weiblichen Personen (23,0 %) im Alter von 3-104 Jahren zusammen. Die männlichen Personen waren mit im Mittel 46,3 Jahren jünger als die weiblichen Personen mit 53,4 Jahren (Tab. 5).

**Tab. 5: Alter der Personen**

	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
Anzahl	197	59	256
Mittelwert [Jahre]	46,3	53,4	47,9
Standardabweichung [Jahre]	17,7	24,5	19,6
Minimum [Jahre]	1	3	1
Maximum [Jahre]	99	104	104
Median [Jahre]	44	58	45

Bei den männlichen Personen überwog das mittlere Alter von 30 bis 60 Jahren. Dagegen bestand bei den weiblichen Personen kein eindeutiger Häufigkeitsgipfel (Abb. 4).



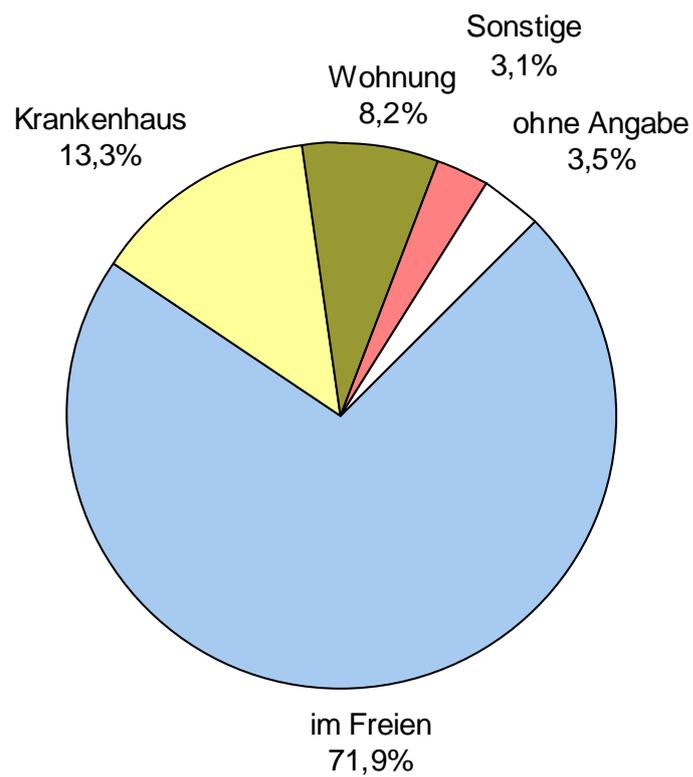
**Abb. 4: Alters- und Geschlechtsverteilung der Personen**

## 4.2 Befunde

Eine Alkoholabhängigkeit lag bei 86 Personen (33,6 %) und eine Medikamentenabhängigkeit bei 10 Personen (3,9 %) vor.

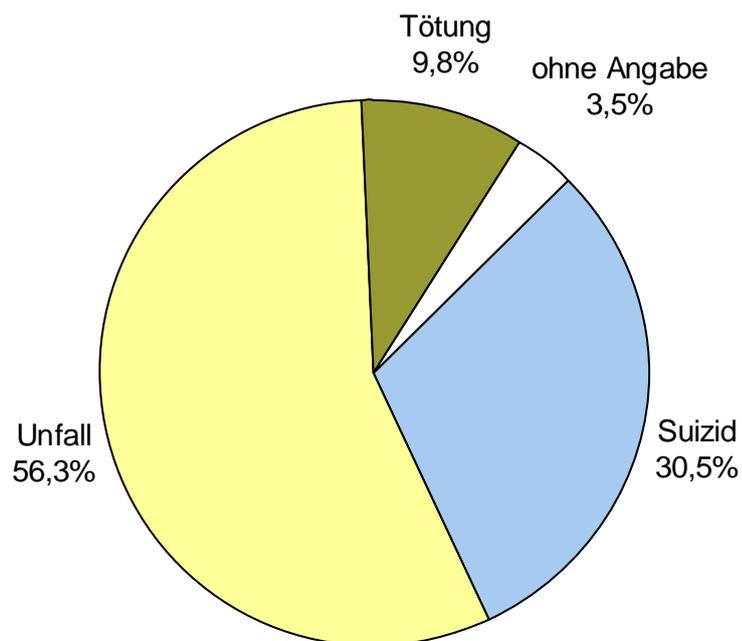
### 4.3 Todesumstände

Weitaus die meisten Personen waren im Freien verstorben. Deutlich geringer war der Anteil der Personen, die im Krankenhaus oder in der Wohnung verstarben (Abb. 5).



**Abb. 5: Sterbeort**

Etwas mehr als die Hälfte der Personen verstarb nach einem Unfall. Suizid lag bei fast einem Drittel der Fälle vor. Einem Tötungsdelikt fiel weniger als ein Zehntel der Personen zum Opfer (Abb. 6).



**Abb. 6: Todesart**

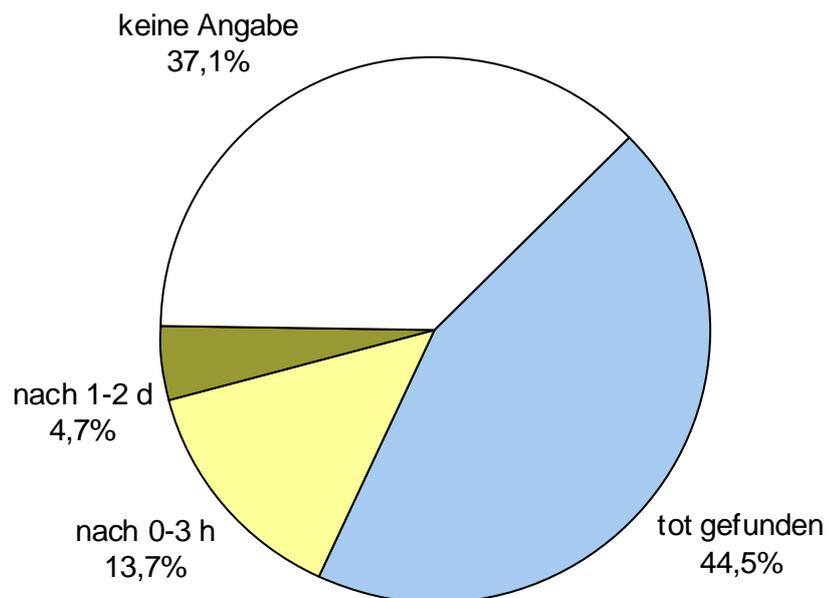
Die häufigsten Todesarten waren Sturz (23,1 %), Autounfall (14,6 %), mit dem PKW angefahren (13,8 %) und Schussverletzung (14,6 %). Die Anteile der übrigen Todesarten lagen jeweils unterhalb von 10 %.

Die Todesarten Autounfall, Motorradunfall, Fahrradunfall, mit dem PKW angefahren, Treppensturz und Sturz waren überwiegend oder ausschließlich auf einen Unfall zurückzuführen, die Todesarten Bahnüberfahren, Schuss, Sprung aus Höhe, Erhängen und Ertrinken auf Suizid und die Todesarten Ersticken, Erschlagen und Treten/Faust/Stich auf eine Tötung (Tab. 6).

**Tab. 6: Art der Gewalt**

	<b>Suizid</b>	<b>Unfall</b>	<b>Tötung</b>	<b>Summe</b>
Autounfall	0	36	0	36 (14,6 %)
Motorradunfall	0	3	0	3 (1,2 %)
Fahradunfall	0	9	0	9 (3,6 %)
PKW angefahren	0	34	0	34 (13,8 %)
Treppensturz	0	11	0	11 (4,5 %)
Sturz	15	42	0	57 (23,1 %)
Bahnüberfahren	19	3	0	22 (8,9 %)
Schuss	26	2	8	36 (14,6 %)
Sprung aus Höhe	16	4	0	20 (8,1 %)
Erhängen	1	0	0	1 (0,4 %)
Ertrinken	1	0	0	1 (0,4 %)
Ersticken	0	0	5	5 (1,6 %)
Erschlagen	0	0	7	7 (2,8 %)
Treten/Faust/Stich	0	0	6	6 (2,4 %)

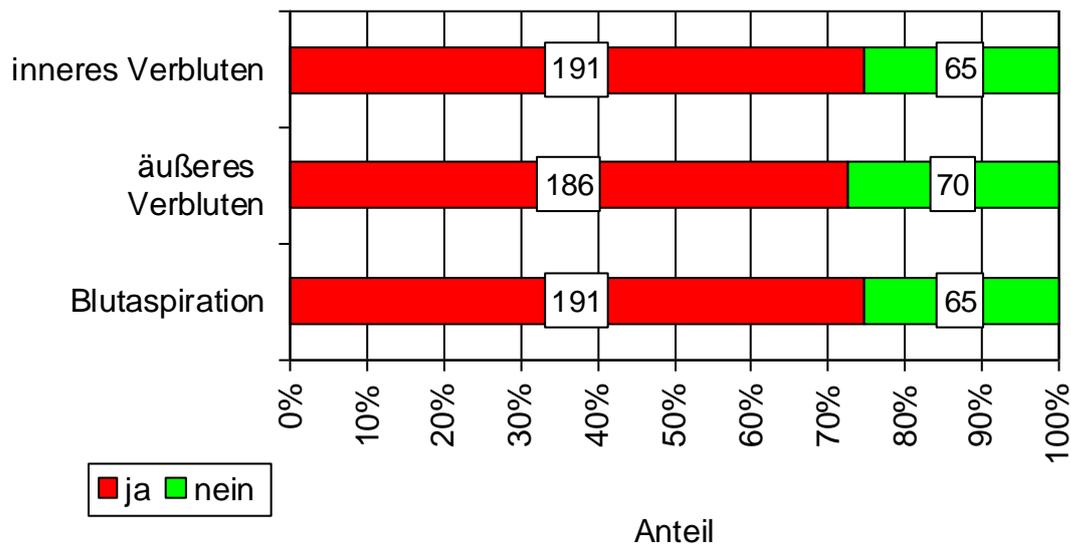
Fast die Hälfte der Personen wurde tot aufgefunden. 13,7 % sind nach bis zu 3 Stunden und 4,7 % nach bis zu zwei Tagen nach dem Auffinden verstorben. Immerhin ist die Überlebenszeit bei 37,1 % nicht vermerkt (Abb. 7).



**Abb. 7: Überlebenszeit**

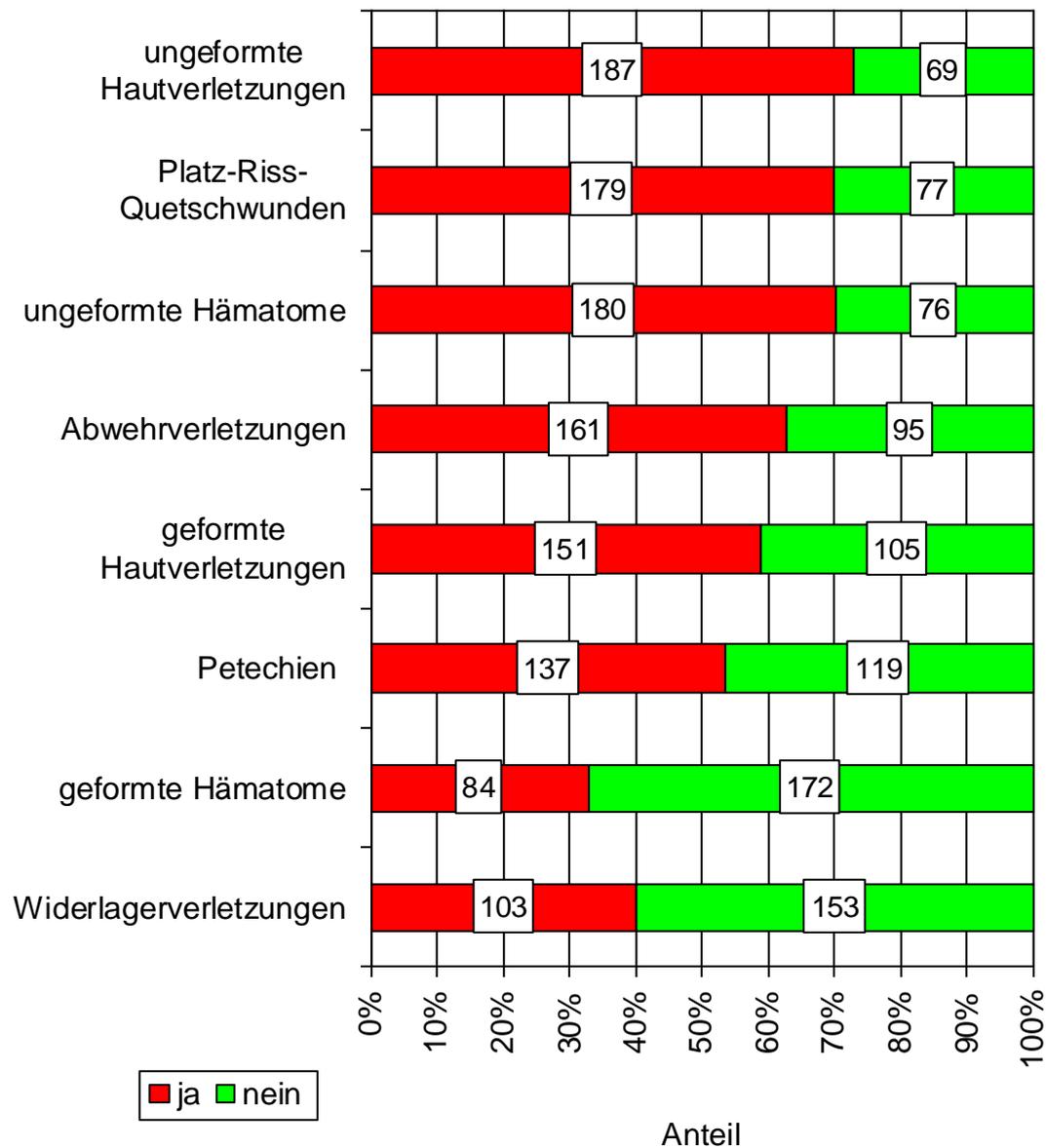
#### 4.4 Obduktionsergebnis

Jeweils ca. 70 % der Personen waren innerlich und/oder äußerlich verblutet und/oder es lag Blutaspersion vor (Abb. 8).



**Abb. 8: Blutungen**

Die äußeren Verletzungsspuren nahmen in folgender Reihenfolge ab: Ungeformte Hautverletzungen (73,0 %), ungeformte Hämatome (70,3 %), Platz-Riss-Quetschwunden (69,9 %), Abwehrverletzungen (62,9 %), geformte Hautverletzungen (59,0 %), Petechien (53,5 %), Widerlagerverletzungen (40,2 %) und geformte Hämatome (32,8 %) (Abb. 9).



**Abb. 9: Äußere Verletzungsspuren**

Folgende Verletzungen am Schädel wurden mit abnehmender Häufigkeit registriert: Gehirnblutung (76,6 %), Schädeldachverletzung (71,9 %), intrazerebrale Verletzung (69,9 %), epidurale Verletzung (63,7 %), Schädelbasisverletzung (62,1 %), Frakturen im Gesicht (59,0 %), Jochbeinverletzung (44,5 %), Orbitaverletzung (40,6 %), Nasenbeinverletzung (40,3 %), Oberkieferverletzung (29,7 %) und Unterkieferverletzung (26,6 %). Insbesondere Frakturen im Gesicht, Nasenbeinverletzungen und Jochbeinverletzungen wurden häufig von einer Blutung begleitet (Abb. 10).

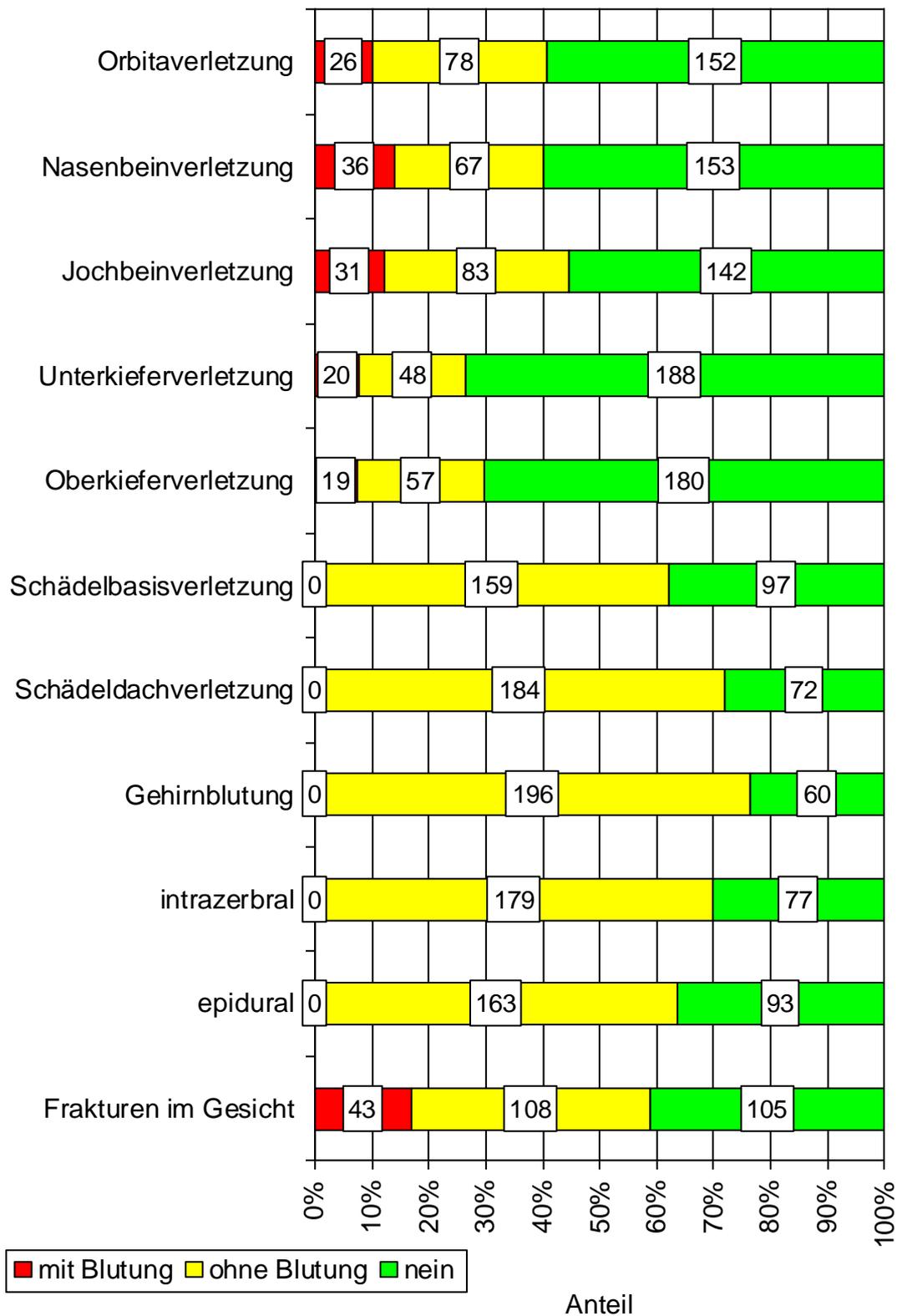
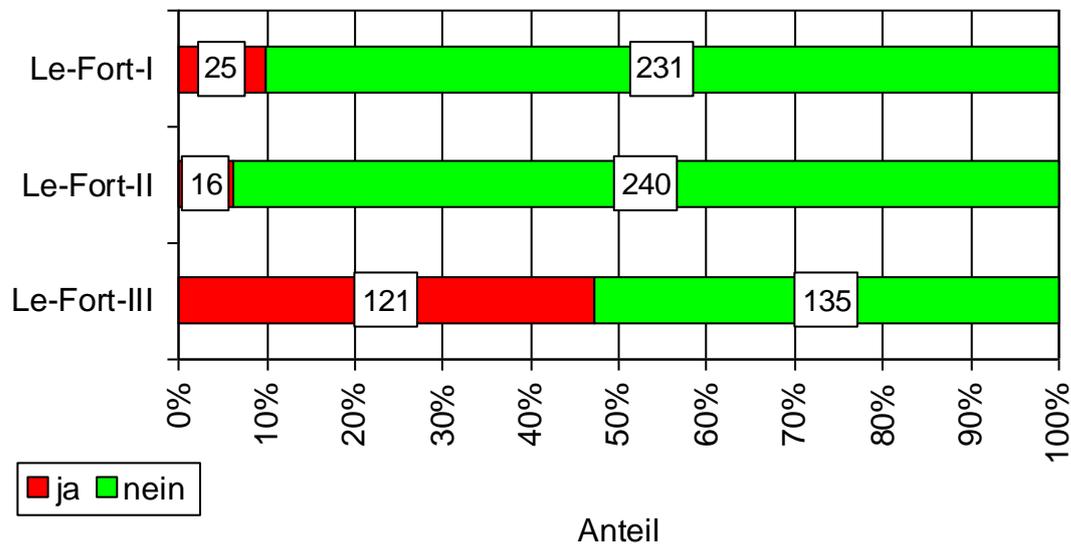


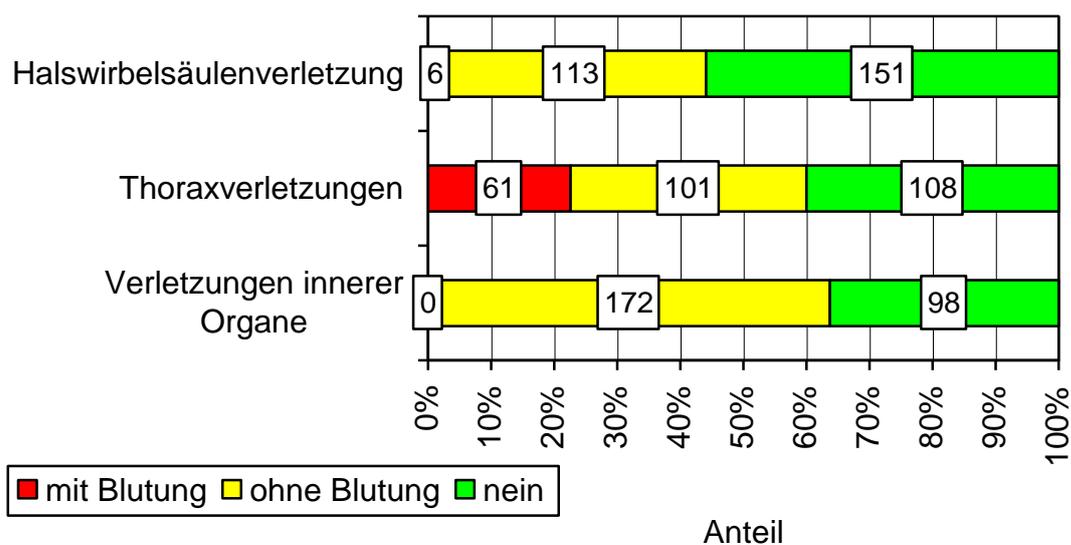
Abb. 10: Verletzungen am Schädel

Eine Oberkieferfraktur vom Le-Fort-Typ III lag bei 47,3 % der Personen Typ I bei 9,8 % und Typ II bei 6,3 % vor (Abb. 11).



**Abb. 11: Le-Fort-Frakturen**

Bei 64,7 % der Personen lagen Verletzungen innerer Organe vor, bei 63,3 % Thoraxverletzungen und bei 45,7 % Halswirbelsäulenverletzungen. Thoraxverletzungen waren häufig mit Blutungen verbunden (Abb. 12).



**Abb. 12: Weitere Verletzungen**

#### 4.5 Todesursachen

Die häufigsten Todesursachen waren die Zertrümmerung lebenswichtiger Organe mit 167 Fällen (65,2 %). Davon war in 139 Fällen (54,3 %) nur das Gehirn betroffen, in 25 Fällen (9,8 %) noch weitere Organe und in drei Fällen (1,2 %) das Rückenmark. Ein Verbluten lag in 82 Fällen (32,0 %) vor und ein Kreislaufschock in 46 Fällen (18,0 %) vor. Eine intrazerebrale Raumforderung mit dadurch bedingtem zentralen Tod betraf 16 Fälle (6,3 %). Sonstige Todesursachen (Ersticken, Infektion, Embolie) lagen in zehn Fällen (3,9 %) vor. Teilweise lagen mehrere Todesursachen gleichzeitig vor, so dass die Summe der Todesursachen (n=321) höher ist, als die Gesamtzahl der Obduzierten (n=256) (Abb. 13).

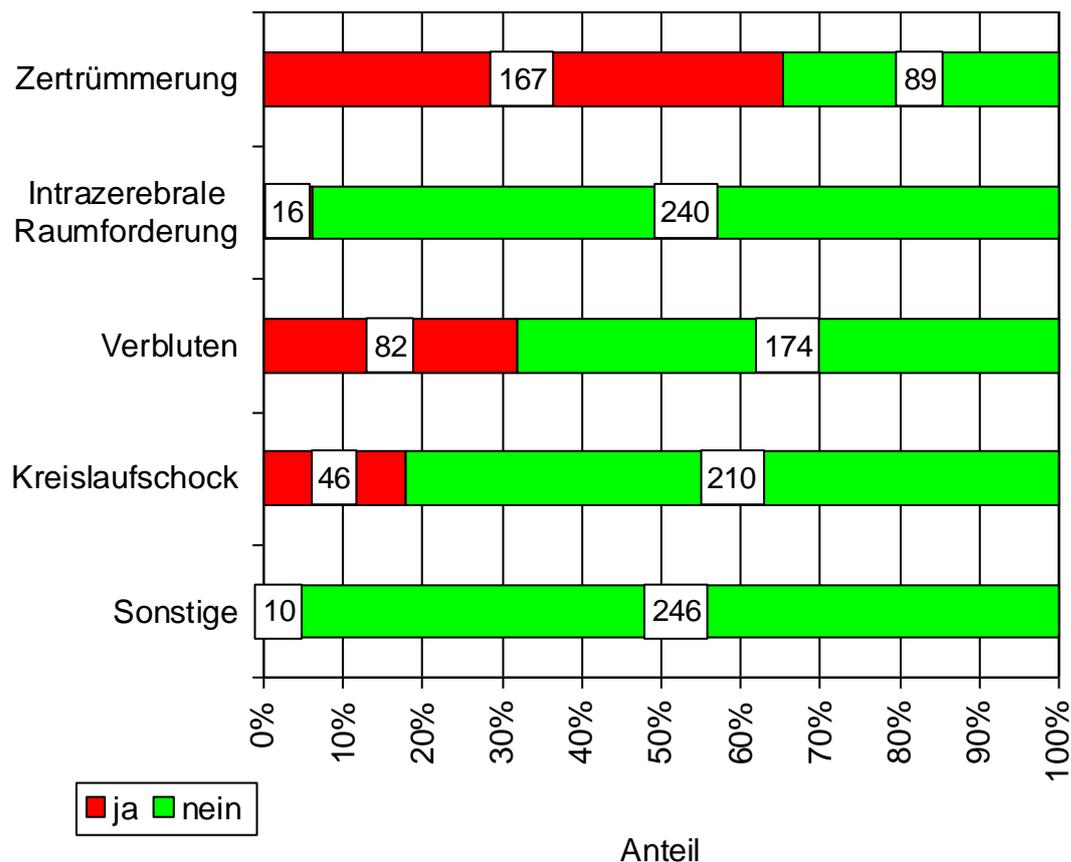


Abb. 13: Todesursachen

#### 4.6 Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt

Im folgenden werden nur die Gewaltarten Schuss, PKW angefahren, Sprung aus der Höhe, Bahnüberfahren, Autounfall und Sturz näher betrachtet, da die Aussagekraft bei den übrigen Gewaltarten aufgrund der geringen Fallzahl eingeschränkt ist. Als gehäuft werden die Verletzungen dann betrachtet, wenn deren Anteil wenigstens 5 % oberhalb der Gesamtgruppe liegt (Tab. 7-Tab. 9).

Schuss: Bei dieser Gewaltart waren weder Verbluten und noch eine der äußeren Verletzungsspuren im Vergleich zur Gesamtgruppe gehäuft. Vergleichsweise häufige Verletzungen am Schädel waren Nasenbeinverletzung, Jochbeinverletzung, Unterkieferverletzung und Oberkieferverletzung, die jeweils mit einer Blutung verbunden waren. Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I kamen ebenfalls häufiger vor. Alle Personen wurden tot aufgefunden. Überproportional häufig fand sich die Todesursache Zertrümmerung des Gehirns.

PKW angefahren: Überdurchschnittlich häufig waren inneres und äußeres Verbluten. Eine Häufung fand sich bei allen äußeren Verletzungsspuren, ungeformte Hautverletzungen, Platz-Riss-Quetschwunde, ungeformte Hämatome, Abwehrverletzungen, geformte Hautverletzungen, Petechien, geformte Hämatome und Widerlagerverletzungen. Verletzungen am Schädel, die vergleichsweise häufig auftraten, waren Orbitaverletzung ohne Blutung, Jochbeinverletzung ohne Blutung, Unter- und Oberkieferverletzung ohne Blutung, Gehirnblutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht ohne oder mit Blutung. Ebenfalls häufiger waren Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III. Schließlich kamen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe öfter vor als in der Gesamtgruppe. Etwas häufiger als in der Gesamtgruppe war die Todesursache Verbluten.

Sprung aus der Höhe: Inneres und äußeres Verbluten kamen durchschnittlich häufig vor. Von den äußeren Verletzungsspuren waren ungeformte Hautverletzungen, ungeformte Hämatome, Abwehrverletzungen, geformte Hautverletzungen, Petechien, geformte Hämatome und Widerlagerverletzungen häufiger als in der Gesamtgruppe. Die meisten

Schädelverletzungen waren häufiger als in der Gesamtgruppe, so Orbitaverletzung ohne Blutung, Nasenbeinverletzung ohne Blutung, Jochbeinverletzung ohne und mit Blutung, Unterkieferverletzung ohne Blutung, Oberkieferverletzung ohne und mit Blutung, Schädelbasisverletzung, Schädeldachverletzung, Gehirnblutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht ohne Blutung. Häufiger waren auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III. Verhältnismäßig häufig waren zudem Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe. Deutlich häufiger als in der Gesamtgruppe fand sich eine Zertrümmerung mehrerer Organe als Todesursache.

Bahnüberfahren: Hinsichtlich Blutaspiration fand sich eine Häufung. Von den äußeren Verletzungsspuren waren ungeformte Hämatome, geformte Hautverletzungen und Petechien häufiger als in der Gesamtgruppe. Verletzungen am Schädel, die vergleichsweise oft vorlagen, waren Jochbeinverletzung mit Blutung, Unterkieferverletzung mit Blutung, Oberkieferverletzung mit Blutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht mit Blutung. Häufiger waren auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ III. Schließlich kamen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen mit Blutung öfter vor als in der Gesamtgruppe. Die Personen wurden in der Regel tot aufgefunden. Als Todesursache fand sich sehr stark gehäuft eine Zertrümmerung mehrerer Organe.

Autounfall: Die Blutaspiration war vergleichsweise häufig. Von den äußeren Verletzungsspuren waren nur Platz-Riss-Quetschwunden häufiger als in der Gesamtgruppe. Von den Verletzungen am Schädel kamen nur Orbitaverletzung ohne Blutung, Unterkieferverletzung ohne Blutung und Schädeldachverletzung häufiger vor als in der Gesamtgruppe. Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ III waren gehäuft. Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung waren häufiger als in der Gesamtgruppe. Die Personen wurden oft tot aufgefunden. Es fand sich keine Häufung von bestimmten Todesursachen.

Sturz: Überdurchschnittlich häufig waren inneres und äußeres Verbluten. Zu den äußeren Verletzungsspuren fanden sich nur bei ungeformten Hautverletzungen, Platz-Riss-Quetschwunden sowie ungeformten Hämatomen eine Häufung. Verletzungen am Schä-

del und Oberkieferfrakturen waren seltener. Nur Verletzungen innerer Organe kamen im Vergleich zur Gesamtgruppe öfter vor. Die Todesursache Kreislaufschock war häufiger als in der Gesamtgruppe.

**Tab. 7: Äußere Verletzungsspuren in Abhängigkeit von der Art der Gewalt**

		Autounfall	Motorradunfall	Fahrradunfall	PKW angefahren	Treppensturz	Sturz	Bahnüberfahren	Schuss	Sprung aus Höhe	Erhängen	Ertrinken	Ersticken	Erschlagen	Treten/Faust/Stich	Gesamtgruppe*
Fallzahl	n	36	3	9	34	11	57	22	36	20	1	1	4	7	6	247
Inneres Verbluten	n	28	2	7	29	9	47	16	22	15	0	0	3	6	4	188
	%	78	67	78	85	82	82	73	61	75	0	0	75	86	67	76
Äußeres Verbluten	n	25	3	7	27	9	47	17	20	14	0	0	4	6	4	183
	%	69	100	78	79	82	82	77	56	70	0	0	100	86	67	74
Blutaspiration	n	31	3	7	27	9	44	19	21	13	0	0	3	6	5	188
	%	86	100	78	79	82	77	86	58	65	0	0	75	86	83	76
ungeformte Hautverletzungen	n	26	2	5	30	7	46	17	20	18	0	0	3	5	5	184
	%	72	67	56	88	64	81	77	56	90	0	0	75	71	83	74
Platz-Riß-Quetschwunden	n	29	3	6	29	7	44	14	19	15	0	0	3	5	2	176
	%	81	100	67	85	64	77	64	53	75	0	0	75	71	33	71
ungeformte Hämatome	n	27	3	4	32	6	44	18	17	16	0	0	2	4	4	177
	%	75	100	44	94	55	77	82	47	80	0	0	50	57	67	72
Abwehrverletzungen	n	24	3	5	26	6	39	14	17	17	0	0	2	2	4	159
	%	67	100	56	76	55	68	64	47	85	0	0	50	29	67	64
geformte Hautverletzungen	n	21	3	4	26	4	36	15	16	17	0	0	1	1	4	148
	%	58	100	44	76	36	63	68	44	85	0	0	25	14	67	60
Petechien	n	20	3	2	25	2	33	15	13	16	0	0	1	2	4	136
	%	56	100	22	74	18	58	68	36	80	0	0	25	29	67	55
geformte Hämatome	n	8	2	2	22	1	15	7	12	10	0	0	1	0	4	84
	%	22	67	22	65	9	26	32	33	50	0	0	25	0	67	34
Widerlagerverletzungen	n	12	3	4	23	4	17	9	13	13	0	0	0	2	2	102
	%	33	100	44	68	36	30	41	36	65	0	0	0	29	33	41

\*247 statt 256 Fälle, da in 9 Fällen Art der Gewalt nicht vermerkt

Tab. 8: Verletzungen am Schädel in Abhäng. von der Art der Gewalt

		Autounfall	Motorradunfall	Fahrradunfall	PKW angefahren	Treppensturz	Sturz	Bahnüberfahren	Schuss	Sprung aus Höhe	Erhängen	Ertrinken	Ersticken	Erschlagen	Treten/Faust/Stich	Gesamtgruppe
Fallzahl	n	36	3	9	34	11	57	22	36	20	1	1	4	7	6	247
Orbitaverletzung ohne Blutung	n	14	2	1	18	1	10	5	12	8	0	0	0	3	2	76
	%	39	67	11	53	9	18	23	33	40	0	0	0	43	33	31
Orbitaverletzung mit Blutung	n	3	0	0	4	2	4	3	4	2	0	0	2	0	1	25
	%	8	0	0	12	18	7	14	11	10	0	0	50	0	17	10
Nasenbeinverletzung ohne Blutung	n	10	2	1	10	2	10	5	10	10	0	0	1	2	2	65
	%	28	67	11	29	18	18	23	28	50	0	0	25	29	33	26
Nasenbeinverletzung mit Blutung	n	6	0	0	5	3	4	4	8	3	0	0	1	0	1	35
	%	17	0	0	15	27	7	18	22	15	0	0	25	0	17	14
Jochbeinverletzung ohne Blutung	n	13	2	4	13	3	11	7	13	10	0	0	1	3	2	82
	%	36	67	44	38	27	19	32	36	50	0	0	25	43	33	33
Jochbeinverletzung mit Blutung	n	3	0	0	4	3	4	5	8	4	0	0	0	0	0	31
	%	8	0	0	12	27	7	23	22	20	0	0	0	0	0	13
Unterkieferverletzung ohne Blutung	n	9	2	1	11	0	3	4	3	8	0	0	1	3	2	47
	%	25	67	11	32	0	5	18	8	40	0	0	25	43	33	19
Unterkieferverletzung mit Blutung	n	2	0	0	0	0	4	5	5	1	0	0	2	0	1	20
	%	6	0	0	0	0	7	23	14	5	0	0	50	0	17	8
Oberkieferverletzung ohne Blutung	n	9	1	1	11	1	6	4	8	8	0	0	1	2	4	56
	%	25	33	11	32	9	11	18	22	40	0	0	25	29	67	23
Oberkieferverletzung mit Blutung	n	3	0	0	2	0	3	3	5	3	0	0	0	0	0	19
	%	8	0	0	6	0	5	14	14	15	0	0	0	0	0	8
Schädelbasisverletzung	n	21	3	6	20	6	35	15	26	14	0	1	0	5	5	157
	%	58	100	67	59	55	61	68	72	70	0	100	0	71	83	64
Schädeldachverletzung	n	30	3	7	26	7	40	16	26	16	0	1	2	5	4	183
	%	83	100	78	76	64	70	73	72	80	0	100	50	71	67	74
Gehirnblutung	n	28	3	7	29	10	44	14	26	18	0	1	3	6	5	194
	%	78	100	78	85	91	77	64	72	90	0	100	75	86	83	79
intrazerebrale Verletzung	n	24	3	7	27	9	37	18	24	18	0	1	2	4	3	177
	%	67	100	78	79	82	65	82	67	90	0	100	50	57	50	72
epidurale Verletzung	n	22	3	4	24	10	33	17	21	16	0	0	2	4	4	160
	%	61	100	44	71	91	58	77	58	80	0	0	50	57	67	65
Frakturen im Gesicht ohne Blutung	n	17	2	5	17	4	19	8	13	11	0	0	1	4	5	106
	%	47	67	56	50	36	33	36	36	55	0	0	25	57	83	43
Frakturen im Gesicht mit Blutung	n	5	0	0	8	3	9	6	5	3	0	0	1	1	1	42
	%	14	0	0	24	27	16	27	14	15	0	0	25	14	17	17

**Tab. 9: Le-Fort-Frakturen und weitere Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt**

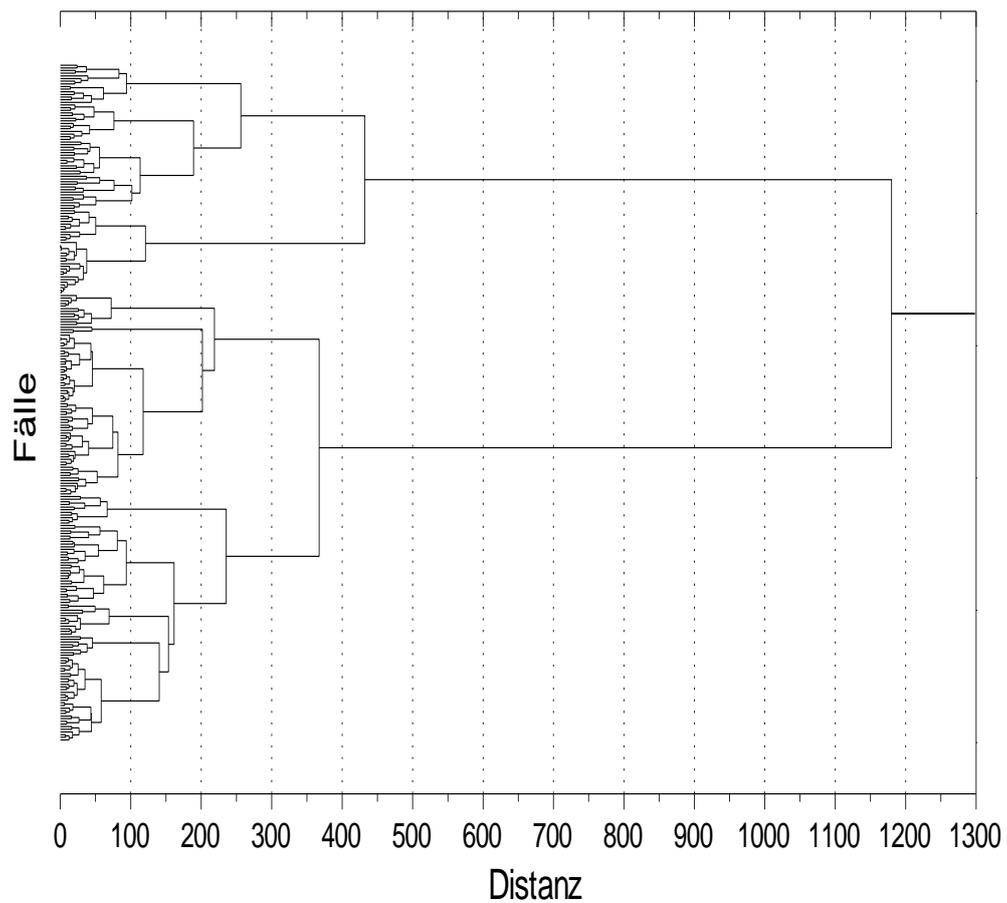
		Autounfall	Motorradunfall	Fahrradunfall	PKW angefahren	Treppensturz	Sturz	Bahnüberfahren	Schuss	Sprung aus Höhe	Erhängen	Ertrinken	Ersticken	Erschlagen	Treten/Faust/Stich	Gesamtgruppe*
Fallzahl	n	36	3	9	34	11	57	22	36	20	1	1	4	7	6	247
Le-Fort-Typ I	n	5	0	0	5	0	0	1	8	4	0	0	0	0	0	23
	%	14	0	0	15	0	0	5	22	20	0	0	0	0	0	9
Le-Fort-Typ II	n	2	0	2	2	0	5	1	1	2	0	0	0	0	0	15
	%	6	0	22	6	0	9	5	3	10	0	0	0	0	0	6
Le-Fort-Typ III	n	19	3	4	22	4	24	11	10	15	0	0	0	2	6	120
	%	53	100	44	65	36	42	50	28	75	0	0	0	29	100	49
Halswirbelsäulenverletzung ohne Blutung	n	20	2	4	19	6	15	12	10	13	0	0	4	1	2	108
	%	56	67	44	56	55	26	55	28	65	0	0	100	14	33	44
Halswirbelsäulenverletzung mit Blutung	n	1	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6
	%	3	0	0	9	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	2
Thoraxverletzungen ohne Blutung	n	17	2	5	18	7	17	6	4	10	0	0	3	2	3	94
	%	47	67	56	53	64	30	27	11	50	0	0	75	29	50	38
Thoraxverletzungen mit Blutung	n	11	1	0	11	2	10	10	6	7	0	0	0	0	1	59
	%	31	33	0	32	18	18	45	17	35	0	0	0	0	17	24
Verletzungen innerer Organe	n	25	3	5	29	8	42	15	15	16	0	0	2	3	3	166
	%	69	100	56	85	73	74	68	42	80	0	0	50	43	50	67

**Tab. 10: Überlebenszeit und Todesursachen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt**

		Autounfall	Motorradunfall	Fahrradunfall	PKW angefahren	Treppensturz	Sturz	Bahnüberfahren	Schuss	Sprung aus Höhe	Erhängen	Ertrinken	Ersticken	Erschlagen	Treten/Faust/Stich	Gesamtgruppe*
Fallzahl	n	36	3	9	34	11	57	22	36	20	1	1	4	7	6	247
Überlebenszeit: tot gefunden	n	20	1	2	14	7	22	14	15	10	0	0	2	2	3	112
	%	74	33	25	64	88	56	93	94	91	0	0	67	67	75	45
Überlebenszeit: nach 0-3 h	n	6	2	5	5	1	12	1	1	1	0	0	0	0	1	35
	%	22	67	63	23	13	31	7	6	9	0	0	0	0	25	14
Überlebenszeit: nach 1-2 d	n	1	0	1	3	0	5	0	0	0	0	0	1	1	0	12
	%	4	0	13	14	0	13	0	0	0			33	33	0	5
Zertrümmerung Gehirn	n	17	1	8	15	6	32	11	27	10	0	1	1	4	3	136
	%	47	33	89	44	55	56	50	75	50	0	100	25	57	50	55
Zertrümmerung Multiple	n	2	1	0	2	0	5	7	1	6	0	0	0	0	1	25
	%	6	33	0	6	0	9	32	3	30	0	0	0	0	17	10
Zertrümmerung Rückenmark	n	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	%	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Intrazerebrale Raumforderung	n	2	0	1	2	1	7	0	2	0	0	0	0	0	0	15
	%	6	0	11	6	9	12	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Kreislaufschock	n	7	1	1	7	2	17	4	4	1	0	0	0	0	0	44
	%	19	33	11	21	18	30	18	11	5	0	0	0	0	0	18
Verbluten	n	12	3	3	14	5	13	4	11	5	0	0	0	4	4	78
	%	33	100	33	41	45	23	18	31	25	0	0	0	57	67	32

## 4.7 Clusteranalyse

Nach der Clusteranalyse erschien die Einteilung der Personen in acht Gruppen, die sich in ihren Merkmalen ähnelten, sinnvoll (Abb. 14).



**Abb. 14: Dendrogramm, ausgewertet werden acht Cluster mit einer quadrierten euklidischen Distanz von 200**

Bei diesen acht Gruppen kamen bestimmte Merkmale im Vergleich zur Gesamtgruppe häufiger vor. Hieraus können folgende Merkmalskombinationen abgeleitet werden (Tab. 11):

1. Stürze, die auf einen Unfall zurückzuführen sind, führen häufiger zu Blutungen, seltener zu Schädelverletzungen und als Todesursache liegt oft Verbluten vor.
2. Ältere Frauen erleiden nach einem Sprung aus der Höhe oft starke Blutungen, die nach einem Kreislaufschock zum Tode führen.
3. Jüngere Frauen haben nach einem Sturz oft starke Blutungen und versterben häufiger an intrazerebralen Raumforderungen.
4. Männer, die sich in suizidaler Absicht in ihrer Wohnung erschießen, erleiden oft nur wenige Verletzungen.
5. Personen, die sich in suizidaler Absicht im Freien erschießen, erleiden ebenfalls oft nur wenige Verletzungen.
6. Aufgrund kleiner Fallzahl keine Aussage möglich.
7. Jüngere Männer, die sich in suizidaler Absicht erschießen, erleiden seltener Blutungen und äußere Verletzungen aber häufiger Verletzungen im Kopfbereich und versterben an einer Zertrümmerung des Gehirns.
8. Nach Stürzen sind Verletzungen häufiger und als Todesursache findet sich oft Zertrümmerung.

**Tab. 11: Häufungen von Merkmalen in den einzelnen Gruppen im Vergleich zur Gesamtgruppe**

	Gruppe							
	1 n=82	2 n=61	3 n=11	4 n=32	5 n=40	6 n=3	7 n=15	8 n=12
Alter (älter/jünger)	+ -	älter	jünger	+ -	+ -	+ -	jünger	+ -
Geschlecht (m/w)	+ -	w	w	m	+ -	w	m	+ -
Ort	+ -	F	+ -	W	F	+ -	+ -	+ -
Todesart	U	+ -	+ -	S	S	+ -	S	+ -
Gewaltart	Sturz	SpHö	Sturz	Schu	Schu	+ -	Schu	Sturz
Überlebenszeit	0-3h	tot	1-2d	tot	+ -	0-3h	+ -	+ -
Blutung	+	++	++	--	--	+	-	+
äußere Verletzungen	+ -	+	+ -	--	-	+	-	+
Schädelverletzungen	-	-	+	--	+ -	+ -	+	+ -
Oberkieferfrakturen	+ -	+ -	+ -	-	+ -	+ -	+	+
Sonstige Verletzungen	+ -	+	+ -	-	-	-	+	+
Todesursache	Verbl	Kreisl	Mech	+ -	+ -	+ -	Zertr	Zertr

++ viel häufiger im Vergleich zur Gesamtgruppe, + häufiger, + - durchschnittlich, - weniger häufig, -- viel weniger häufig

Ort: **F** im Freien, **W** Wohnung

Todesart: **U** Unfall, **S**: Suizid

Gewaltart: **SpHö** Sprung aus der Höhe, **Schu** Schuss

Todesursache: **Verbl** Verbluten, **Kreisl** Kreislaufschock, **Mech** Mechanische Behinderung lebenswichtiger Organe, **Zertr** Zertrümmerung lebenswichtiger Organe

## 5 Diskussion

### 5.1 Studienmaterial

Es finden sich in der internationalen Literatur bislang nur wenige rechtsmedizinische Untersuchungen (Durchführung einer Autopsie) zu Personen, die an Traumata verstarben (Acosta et al. 1998, Bansal et al. 2009, Søreide et al. 2007, Shackford et al. 1989, 1993). Bei den meisten Studien handelt es sich um die Auswertung von Daten aus Traumazentren (Bardenheuer et al. 2000, Demetriades et al. 1998, 2005, Down et al. 1995, Hansen et al. 2004, Haug et al. 1992, Hussain et al. 1994, Iida et al. 2001, Kuhne et al. 2005, Lim et al. 1993, Plaisier et al. 2000, Potenza et al. 2004, Regel et al. 1993, Rixen et al. 2001, Ruchholtz et al. 1996, Scherer et al. 1989, Stewart et al. 2003). Hinzu kommt, dass die Ergebnisse dieser Studien sehr stark voneinander abweichen, was wiederum auf die großen geographischen, sozioökonomischen und regionalen Differenzen zurückzuführen ist. Zudem macht die Heterogenität der Ergebnisse eine allgemeine Anwendbarkeit schwierig (Søreide et al. 2007). In der Diskussion wurde daher der Schwerpunkt auf Studien aus Deutschland gelegt. Dies geschah auch deshalb, um entsprechend der Fragestellung dieser Arbeit eine Grundlage für eine Verbesserung der Traumaversorgung hierzulande zu schaffen.

### 5.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Im Sektionsgut dieser Studie aus Hamburg waren männlichen Personen mit einem Anteil von 77,0 % im Vergleich zu weiblichen Personen mit einem Anteil von 23,0 % deutlich überrepräsentiert. Auch in anderen Studien wird von einem Übergewicht der männlichen Personen berichtet. Unter den obduzierten nichtnatürlichen Todesfällen im Regierungsbezirk Leipzig lag der Anteil der männlichen Personen im Zeitraum von 1985-1989 bei 57,0 %, von 1990-1994 bei 64,7 % und von 2000-2004 bei 68,6 % (Doberentz 2009). Es findet sich also Leipzig ein Anstieg des Anteils der männlichen Personen und somit gleicht sich der Anteil an die Hamburger Studie an. Der höhere

Anteil der Männer wird auf eine höhere Kriminalitätsrate und riskantere Lebensweise zurückgeführt (Doberentz 2009). In der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Münster wurden 122 Patienten wegen Frakturen des Gesichtsschädels behandelt. Auch bei diesen überlebenden Patienten fand sich ein deutliches Übergewicht der Männer von 66,4 % (Meyer et al. 1999). Da der Männeranteil bei nichtnatürlichen Todesfällen und überlebenden Patienten nahezu identisch ist, weist dies darauf hin, dass die Mortalität nach Frakturen im Gesichtsbereich unabhängig vom Geschlecht ist.

Die männlichen Personen dieser Studie waren mit im Mittel 46,3 Jahren jünger als die weiblichen Personen mit 53,7 Jahren. Der Anteil der Kinder und Jugendlichen bis 20 Jahre und auch der Senioren über 80 Jahre war nur gering. In der Leipziger Studie wird ebenfalls von einem geringen Anteil der Kinder und Jugendlichen berichtet, allerdings war der Anteil der älteren Personen deutlich höher (Doberentz 2009). Dabei ist der Anteil der Senioren über 80 Jahre allerdings stark rückläufig, so dass es auch in Bezug auf die Altersverteilung zu einer Angleichung an die Ergebnisse der Hamburger Studie kommt. Die Patienten, die in Münster wegen Frakturen behandelt wurden, waren im Mittel 30,7 Jahre alt (Meyer et al. 1999), also deutlich jünger als nach der Hamburger Studie. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Mortalität nach Frakturen im Gesichtsbereich bei älteren Personen erhöht ist. Allgemein wurde festgestellt, dass die Mortalität von traumatisierten Patienten sowohl mit der Verletzungsschwere als auch dem Alter zunimmt (Bardenheuer et al. 2000, Champion et al. 1990, Plaisier et al. 2000, Regel et al. 1993, Rixen et al. 2001, Ruchholz et al. 2008). Insbesondere ab einem Alter von 55 Jahren kommt es zu einer starken Zunahme der Mortalität (Kuhne et al. 2005). Dabei versterben Ältere mit weniger schweren Verletzungen häufiger an einem Multiorganversagen (Søreide et al. 2007).

### 5.3 Befunde

Eine Alkoholabhängigkeit lag nach vorliegender Hamburger Studie bei 89 Personen (33,0 %) und eine Medikamentenabhängigkeit bei 10 Personen (3,7 %) vor. Diese Anteile sind verglichen mit der Gesamtbevölkerung sehr hoch. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil der Unfälle vermeidbar gewesen wäre, wenn die Steuerungsfähigkeit der Unfallopfer nicht durch die Wirkung des Alkohols beeinträchtigt gewesen wäre. Die hohe Inzidenz von fazialen Traumen bei Patienten, die Alkohol oder Drogen konsumierten, wird auch darauf zurückgeführt, dass die normalen und protektiven Reflexe eingeschränkt sind (Nakhgevany et al. 1994).

Neben dem Straßenverkehr (Nakhgevany et al. 1994, Otten et al. 1995) spielt Alkohol auch bei Gewaltdelikten eine große Rolle. So waren von 122 Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen, die in Münster behandelt wurden, 40 % alkoholisiert (Meyer et al. 1999). Bei 1.484 Fällen mit Gesichtsschädelfrakturen aus Neuruppin standen sogar 63 % der Patienten bzw. der Verursacher unter Alkoholeinfluss (Prokop und Boeckler 1990). Ebenso spielt Alkohol bei Stürzen eine große Rolle. Von den über 15jährigen Patienten mit kraniofazialen Trauma waren 28 % stark alkoholisiert (Hussain et al. 1994).

### 5.4 Todesumstände

Gemäß dieser Hamburger Studie waren 71,9 % der Personen im Freien verstorben. Deutlich geringer ist der Anteil der Personen die im Krankenhaus (13,3 %) oder in der Wohnung (8,2 %) verstarben. In der Leipziger Studie fanden sich hiervon stark abweichende Ergebnisse. 35,6 % der Personen verstarben im häuslichen Milieu, 33,2 % in Krankenhäusern, 29,8 % außer Haus und 1,3 % in Heimen. In den betrachteten Zeiträumen von 1985-1989, 1990-1994 und 2000-2004 fiel der Anteil der Personen, die im häuslichen Milieu verstarben von 41,0 % auf 24,2 % ab während der Anteil der Personen, die außer Haus verstarben von 29,8 % auf 44,1 % anstieg (Doberentz 2009). Obwohl auch im letzten Zeitabschnitt noch starke Abweichung in Vergleich zur Ham-

burger Studie bestehen, kann zumindest eine Annäherung der Ergebnisse festgestellt werden.

Mehr als die Hälfte der Personen (56,3 %) der Hamburger Studie verstarben nach einem Unfall. Suizid lag bei fast einem Drittel der Fälle (30,5 %) vor. Einem Tötungsdelikt fiel weniger als ein Zehntel der Personen (9,8 %) zum Opfer. In der Leipziger Studie findet sich eine ähnliche Verteilung. Unfälle hatten mit einem Anteil von 50,9 % den größten Anteil. Es folgen Suizide mit einem Anteil von 35,1 %, Tötungsdelikte mit 3,2 % und Todesfälle nach medizinischen Behandlungen mit 2,4 %. In den betrachteten Zeiträumen von 1985-1989, 1990-1994 und 2000-2004 stieg der Anteil der Unfälle von 44,6 % auf 62,6 % an während der Anteil der Suizide von 44,3 % auf 17,6 % abfiel (Doberentz 2009).

Die Arten der Gewalt sind nach der Hamburger Studie in absteigender Reihenfolge Sturz (23,1 %), Autounfall (14,6 %), mit dem PKW angefahren (13,8 %), Schussverletzung (14,6 %), Bahnüberfahren (8,9 %), Sprung aus Höhe (8,1 %), Treppensturz (4,5 %), Fahrradunfall (3,6 %), Treten/Faust/Stich (2,4 %), Erschlagen (2,8 %), Ersticken (1,6 %) und Motorradunfall (1,2 %). In der Leipziger Studie zeigt sich eine sehr stark abweichende Verteilung. Ersticken hatte den größten Anteil (24,6 %), gefolgt von Verkehrsunfall (24,3 %), stumpfe Gewalt (22,9 %), Vergiftung (18,0 %), Hitze, Kälte oder Strahlung (3,8 %), iatrogener Einfluss (2,4 %), scharfe Gewalt (1,8 %) und Schussverletzung (1,1 %) (Doberentz 2009).

Nach der Hamburger Studie bestand ein sehr enger Zusammenhang zwischen der Art der Gewalt und der Todesart. Naturgemäß waren die Arten der Gewalt Autounfall, Motorradunfall, Fahrradunfall, mit dem PKW angefahren, Treppensturz und Sturz überwiegend oder ausschließlich auf einen Unfall zurückzuführen. Suizide werden dagegen bevorzugt durch Bahnüberfahren, Schuss, Sprung aus Höhe, Erhängen und Ertrinken begangen. Die häufigsten Tötungsmethoden waren Ersticken, Erschlagen und Treten/Faust/Stich.

## 5.5 Obduktionsergebnis

Nach dieser Hamburger Studie wurden zahlreiche Schädelverletzungen festgestellt und zwar in abnehmender Reihenfolge Gehirnblutung (76,6 %), Schädeldachverletzung (71,9 %), intrazerebrale Verletzung (69,9 %), epidurale Verletzung (63,7 %), Schädelbasisverletzung (62,1 %), Frakturen im Gesicht (59,0 %), Jochbeinverletzung (44,5 %), Orbitaverletzung (40,6 %), Nasenbeinverletzung (40,3 %), Oberkieferverletzung (29,7 %) und Unterkieferverletzung (26,6 %). Bekanntlich stellt eine Schädel-Hirn-Trauma einen wesentlichen Faktor der Letalität dar, bei einem AIS (Abbreviated Injury Scale)-Kopf  $\geq 3$  liegt diese bei 27,9% (Bardenheuer et al. 2000) und bei einem AIS-Kopf  $\geq 4$  bei 40 % (Champion et al. 1990).

Gemäß dieser Hamburger Studie lag eine Oberkieferfraktur vom Le-Fort-Typ III bei 47,3 % der Personen vor. Typ I bei 9,8 % und Typ II bei 6,3 % vor. Die Le-Fort-III-Fraktur ist meist mit einer erheblichen Weichteilschwellung durch Einblutung in die Weichteile verbunden. Bei größeren Blutverlusten über den Nasenrachenraum ist eine vitale Bedrohung mit Aspirationsgefahr möglich (Reinert 2008). Ansonsten sind maxillofaziale Traumata nur selten lebensbedrohlich. Der Anteil der Patienten mit lebensbedrohlichen Blutungen liegt nach einer Übersicht im Bereich zwischen 0 % und 11 % (Ardekian et al. 1998).

Gewalteinwirkungen gegen den Kopf mit schwersten offenen Verletzungen und teilweiser oder vollständiger Enthirnung führen zum sofortigen Zusammenbruch der Regulationssysteme mit Erlöschen der Handlungsfähigkeit. Bei intrakraniellen Raumforderungen bricht das Regulationssystem durch Hirnstammeinklemmung oder sekundäre Hirnstammb Blutungen zusammen. Zerreißen der Gefäße an der Schädelbasis oder des Sinus cavernosus führen zur Verblutung nach außen oder zur tödlichen Bluteinatmung (Bratzke 2007).

Jeweils ca. 70 % der Personen dieser Hamburger Studie waren innerlich und/oder äußerlich verblutet und/oder es lag Blutaspiration vor. Rupturen parenchymatöser Organe führen zur inneren Verblutung Traumatische Amputationen von Gliedmaßen führen zur Verblutung aus zerrissenen Arterien und Venen, Gefäßrupturen zur inneren und äußeren

Verblutung. Weitere mögliche Todesursachen sind eine Lungenfett- und Knochenmarks- sowie eine Luftembolie. Bei der Fettembolie wird bei ausgedehnteren Weichteilquetschungen aus dem zermalmtten Fettgewebe durch die eröffneten Venen Fett aufgenommen, das in den Lungenkapillaren stecken bleibt und durch Rechtsherzüberlastung sowie Verminderung der Diffusionsfläche in der Lunge zum Tode führt. Knochenmarksembolien treten häufig nach Frakturen der Röhrenknochen, aber auch nach Rippen(serien)frakturen auf (Bratzke 2007).

Gewalteinwirkungen mit fassbaren Schädigungen am Gehirn (Subarachnoidalblutung, Rindenprellung, Gewebs- oder Gefäßschäden) werden als Contusio cerebri (Hirnprellung) bezeichnet. Dabei kommt es sekundär durch Blutung und Ödem zur intrakraniellen Volumenzunahme mit Einklemmung der Medulla oblongata in das Foramen magnum und letztlich zum Versagen der zentralen Regulationen (Atmung, Kreislauf, Temperatur, Endokrinium) mit Eintritt des Hirntodes (Bratzke 2007).

Bei 64,7 % der Personen dieser Hamburger Studie lagen Verletzungen innerer Organe vor, bei 63,3 % Thoraxverletzungen und bei 45,7 % Halswirbelsäulenverletzungen. Thoraxverletzungen sind häufig mit Blutungen verbunden. Die Relevanz des Thoraxtraumas liegt darin, dass es überdurchschnittlich häufig zu Organversagen wie Lungenversagen und Kreislaufversagen führt. Dabei nimmt die Letalität mit steigender Verletzungsschwere der Region Thorax zu, bei einem Thoraxtrauma mit AIS=5 liegt die Letalität bereits bei 29,7% (Bardenheuer et al. 2000).

## 5.6 Todesursachen

Die häufigsten Todesursachen waren nach dieser Hamburger Studie die Zertrümmerung lebenswichtiger Organe mit 167 Fällen (65,2 %). In fast allen Fällen war das Gehirn (mit)betroffen. Ein Verbluten lag in 82 Fällen (32,0 %) vor und ein Kreislaufschock in 46 Fällen (18,0 %). Eine intrazerebrale Raumforderungen mit dadurch bedingtem zentralen Tod lag in 16 Fällen (6,3 %) vor. Teilweise lagen mehrere Todesursachen gleichzeitig vor.

Von 195 in einer Münchener chirurgischen Klinik prospektiv erfassten, polytraumatisierten Patienten sind 34 % verstorben und zwar zu jeweils einem Drittel an einem Schädel-Hirn-Trauma, unstillbarer Blutung und Multiorganversagen (Ruchholz et al. 1996).

In einer norwegischen Studie zu Personen, die an einem Trauma verstarben, finden sich vergleichbare Angaben. 67 % der Personen verstarben an einer Verletzung des ZNS, 25 % an einer Verblutung und 8 % an einem Multiorganversagen (Søreide et al. 2007). Auch nach amerikanischen Studien spielen Verletzungen des ZNS insgesamt die größte Rolle (Acosta et al. 1998, Shackford et al. 1989, 1993). Dabei hat die Verblutung insbesondere in den ersten drei Stunden als Todesursache eine große Bedeutung. Nach 12 Stunden versterben die Patienten fast nur noch an Hirnverletzungen (Acosta et al. 1998, Bansal et al. 2009).

### **5.7 Verletzungen und Todesursachen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt**

Es werden nur die häufigsten Gewaltarten Schuss, PKW angefahren, Sprung aus der Höhe, Bahnüberfahren, Autounfall und Sturz näher analysiert, da die Aussagekraft bei den übrigen Gewaltarten aufgrund der geringen Fallzahl eingeschränkt ist.

Schuss: Vergleichsweise häufige Verletzungen am Schädel sind gemäß dieser Hamburger Studie Nasenbeinverletzung, Jochbeinverletzung, Unterkieferverletzung und Oberkieferverletzung, die jeweils mit einer Blutung verbunden sind. Oberkieferfrakturen LeFort-Typ I kommen ebenfalls häufiger vor. Alle Personen sind tot aufgefunden worden. Überproportional häufig findet sich die Todesursache Zertrümmerung des Gehirns.

Schussverletzungen sind im Vergleich zu den anderen Gewaltarten mit einer höheren Mortalität verbunden (Champion et al. 1990). Sie verursachen Gewebeerreißen und sind fast immer mit Frakturen oder Zertrümmerungen des Gesichtsskeletts verbunden. Die Gewebsverletzung ist von der Geschwindigkeit, der Größe, der Form und dem Aufschlagwinkel des Geschosses abhängig (Gattinger 2000).

Etwa 20 % der Schussverletzungen sind primär tödlich; die Opfer versterben also noch vor einer ärztlichen Versorgung. Die unmittelbar tödliche Funktionsstörung kann auf verschiedenen Ursachen beruhen. Eine direkte Zerstörung von lebenswichtigen Zentren des Hirnstamms ist u. a. bei Genickschüssen zu erwarten. Häufiger führt nicht die zerebrale Läsion als solche, sondern die nachfolgende intrakranielle Drucksteigerung (durch intrazerebrale, subarachnoidale und subdurale Blutung, evtl. in Verbindung mit einem Hirnödem) zum Tode. Schussfrakturen der knöchernen Schädelbasis gehen oft mit einer Blutung in den Nasenrachenraum einher, woraus im Zustand der Bewusstlosigkeit eine tödliche Blutaspilation resultieren kann. Schussbedingte Zerreißen der Sinus durae matris kommen als Eintrittspforte einer venösen Luftembolie in Betracht (Pollak 2007).

PKW angefahren: Überdurchschnittlich häufig sind inneres und äußeres Verbluten. Verletzungen am Schädel, die vergleichsweise oft vorkommen, sind Orbitaverletzung ohne größere Blutung, Jochbeinverletzung ohne Blutung, Unter- und Oberkieferverletzung ohne Blutung, Gehirnblutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht ohne oder mit Blutung. Ebenfalls häufiger sind Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III. Schließlich kommen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe öfter vor als in der Gesamtgruppe. Etwas häufiger als in der Gesamtgruppe ist die Todesursache Verbluten.

Anhand eines großen Kollektivs von 7670 Personen, die im Straßenverkehr verletzt wurden, darunter 465 Fußgänger, wurden die Verletzungsmechanismen bei Mittelgesichtsfrakturen analysiert. Die Verletzungen sind von der Geschwindigkeit und der Oberflächengestaltung des Fahrzeugs abhängig. Der Kopf schlägt frontal, parietal oder seitlich auf die Fronthaube oder bei höheren Geschwindigkeiten auf die Windschutzscheibe auf. Besonders gefährdet sind die exponierte Nasen-, Orbita- und Jochbeinregion. Seltener sind Frakturen im Oberkiefer und in den L-Fort-Ebenen (Reich und Otte 1991).

Nach einer anderen Studie sind Verletzungen bei Fußgängern, die von einem Fahrzeug erfasst wurden, relativ gleichmäßig verteilt und entsprechen dem Gesamtkollektiv (Ruchholz et al. 1996).

Sprung aus der Höhe: Überdurchschnittlich häufig sind inneres und äußeres Verbluten. Relativ häufige Verletzungen am Schädel sind Orbitaverletzung ohne Blutung, Nasenbeinverletzung ohne Blutung, Jochbeinverletzung ohne und mit Blutung, Unterkieferverletzung ohne Blutung, Oberkieferverletzung ohne und mit Blutung, Gehirnblutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht ohne Blutung. Häufiger sind auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III. Verhältnismäßig häufig sind zudem Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe. Deutlich häufiger als in der Gesamtgruppe findet sich die Zertrümmerung mehrerer Organe als Todesursache.

Ein Sturz ist eine schnelle Abwärtsbewegungen des Körpers mit abruptem, ungebremstem Auftreffen auf den Boden. Die primäre Letalität und das Verletzungsmuster sind von der Aufprallgeschwindigkeit und damit von der freien Fallhöhe abhängig. Stürze mit einer Sturzhöhe von mehr als 5 Stockwerken (>19,2 m) sind immer tödlich. Bei einem akzidentiellen ungerichteten Sturz finden sich relativ häufig Schädel-Hirn-Traumata, Thoraxverletzungen und Frakturen der oberen Extremitäten bzw. ein stammnah betontes Frakturmuster (Madea et al. 2007b).

Bahnüberfahren: Hinsichtlich Blutaspilation findet sich eine Häufung. Verletzungen am Schädel, die vergleichsweise oft vorliegen, sind Jochbeinverletzung mit Blutung, Unterkieferverletzung mit Blutung, Oberkieferverletzung mit Blutung, Schädelbasisverletzung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht mit Blutung. Häufiger sind auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ Typ III. Schließlich kommen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen mit Blutung öfter vor als in der Gesamtgruppe. Die Personen werden in der Regel tot aufgefunden. Als Todesursache findet sich sehr stark gehäuft eine Zertrümmerung mehrerer Organe.

Bei Eisenbahntodesfällen müssen Suizide, Unfälle sowie das Ablegen anderweitig getöteter Personen auf den Bahngleisen unterschieden werden. Suizidenten legen sich häufig auf die Bahngleise. Hierbei liegt oft der Hals auf einem Gleis, Rumpf und Beine außerhalb der Gleise. Liegt auch der Rumpf im Gleisbereich, erfolgt häufig eine Durchtrennung des Rumpfes im Lendenbereich. Wird statt des Halses nur der Kopf auf die Schienen gelegt, kann dieser nicht primär überrollt werden, sondern wird vom Schienen-

räumlich zertrümmert. Es kommt auch vor, dass sich Personen im letzten Moment vor einen Zug werfen oder ihm entgegen gehen. Es finden sich dann ausgedehnte Anstoßverletzungen aber selten Amputationen, dabei ist die Unterscheidung zwischen Suizid und Unfall aber schwierig. An der Seite der Anstoßlokalisation zeigen sich Hautschürfungen und Frakturen v. a. des Achsenskelettes. Liegt das Opfer zwischen den Gleisen, hängt das Ausmaß der Verletzungsbefunde von der Kollisionsgeschwindigkeit ab. Unter 80 km/h Kollisionsgeschwindigkeit bleibt der Körper als Ganzes häufig noch intakt, bei Kollisionsgeschwindigkeiten über 100 km/h kommt es zu einer Zertrümmerung des Körpers mit Eröffnung der Körperhöhlen und Abtrennung einzelner Extremitäten. Es finden sich Blutaspiration, Wundrand- und Hauteinblutungen, subendokardiale Blutungen, unterblutete Frakturen sowie Muskelansatz- und Zerrungsblutungen (Madea et al. 2007b).

Autounfall: Die Blutaspiration ist vergleichsweise häufig. Von den Verletzungen am Schädel kommen Orbitaverletzung ohne Blutung, Unterkieferverletzung ohne Blutung und Schädeldachverletzung häufiger vor als in der Gesamtgruppe. Häufiger sind auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ III. Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung sind häufiger als in der Gesamtgruppe. Die Personen werden oft tot aufgefunden. Es findet sich keine Häufung von bestimmten Todesursachen.

Der Unfallmechanismus, das Rückhaltesystem und das Ausmaß der Energieexposition auf den Körper beeinflussen unmittelbar Verletzungsmuster und -schwere und sind entscheidend für die Prognose (Ruchholtz et al. 1996). Nach Ansprechen des Gurtes kommt eine Kopfnickbewegung zustande, die einen Kontakt zwischen Lenkradkranz und Kopf ermöglichen kann. Trotz Gurt tritt daher häufig eine Nasenbeinfraktur auf. Schwere Mittelgesichtsfrakturen treten erst bei hohen Geschwindigkeiten auf (Reich und Otte 1991). Das frühe Versterben nach schwerem Trauma entsteht aus den lebensbedrohlichen Folgen der direkten und indirekten Gewalteinwirkung, überwiegend auf Schädel und Thorax (Lackner et al. 2007). Prognose bestimmende Faktoren sind daher das Schädel-Hirn- und das Thoraxtrauma (Baethmann et al. 2002, Bardenheuer et al. 2000, Champion et al. 1990). Ebenso gehören die schweren Verletzungen der Körperhöhlen zu den vital bedrohlichen und potenziell komplikationsträchtigen Verletzungs-

mustern (Bouillon und Neugebauer 1998, Champion et al. 1990, Meyer 1998, Nast-Kolb 1999).

Sturz: Überdurchschnittlich häufig sind inneres und äußeres Verbluten. Verletzungen am Schädel und Oberkieferfrakturen sind nicht häufiger. Nur Verletzungen innerer Organe kommen im Vergleich zur Gesamtgruppe öfter vor. Die Todesursache Kreislaufschock ist häufiger als in der Gesamtgruppe.

Bei Stürzen unterscheidet sich das Verletzungsmuster deutlich zwischen akzidentiellen und suizidalen Stürzen. Bei ersteren ist häufiger die Kopfregion und bei letzteren Beine und Becken betroffen (Ruchholz et al. 1996).

Treten/Faust/Stich: Relativ häufig sind geformte Hämatome. Von den Verletzungen am Schädel sind Oberkieferverletzung ohne Blutung sowie Frakturen im Gesicht ohne Blutung häufiger als in der Gesamtgruppe. Alle Personen erlitten eine Oberkieferfraktur Le-Fort-Typ III. Relativ häufig war die Todesursache Verbluten.

In einer kriminalwissenschaftlichen Untersuchung zum Tottreten wurden vier Studien ausgewertet (Brandt 2003, Henn et al. 2000, May 2002, Taymoorian 2000). Dabei wurde ermittelt, dass die Tatbegehung fast immer in Kombination mit Gewalteinwirkung anderer Art verübt wird. Hierbei handelt es sich zumeist ebenfalls um Formen der stumpfen Gewalt, insbesondere Schläge mit der Faust oder mit anderen Schlagwerkzeugen. Dadurch wird das Opfer zunächst zu Boden gebracht und erst anschließend mit Tritten, vornehmlich gegen den Kopf, traktiert. Stichwaffen werden deutlich seltener eingesetzt. In etwa der Hälfte der Fälle wird mindestens eine Fraktur von Schädelknochen gefunden, wobei vielfach eine Kombinationen von Frakturen verschiedener Schädelknochen vorliegt (Heinke 2010). Dabei sind Mittelgesichtsfrakturen besonders häufig (25 %). Oft kommt es auch zu Frakturen der Schädelbasis (12%) und des Schädeldaches (10%) (Henn 2007). Häufig ist auch eine Fraktur des knöchernen Nasengerüsts, die in rund ein Viertel der Fälle betrifft. Im Bereich des Halses werden Frakturen des Zungenbeines und des Kehlkopfes bei jeweils einem Sechstel der Fälle festgestellt. In mehr als der Hälfte der Fälle werden Verletzungen des knöchernen Thorax gefunden, dabei sind zumeist die Rippen betroffen. Rund die Hälfte aller Opfer erleidet zumindest eine Verletzung eines inneren Organs, wobei intrakraniellen Blutun-

gen (epi- und subdurale Hämatome, Subarachnoidalblutungen und Hirnkontusionsblutungen) die größte Bedeutung haben. Bei nahezu allen Opfern finden sich Verletzungen der Weichteile, insbesondere Hämatome sowie Schürf-, Riß-, Quetsch- und Platzwunden. Die häufigsten Todesursachen nach Körperverletzungen durch Tritte sind das Verbluten und eine zentrale Dysregulation bei schwerem Schädel-Hirn-Trauma bei jeweils einem Viertel der Fälle. Oft liegt auch ein Multiorganversagen nach Polytrauma vor (Heinke 2010).

Heftige stumpfe Gewalteinwirkungen, wie sie u. a. bei Schlägen mit der Faust entstehen, führen neben der Kompression zu Translations- und/oder Rotationsbeschleunigungen des Gehirnes mit Gefäßzerreißen und Rindenprellungsherden und davon ausgehenden raumfordernden intrakraniellen Blutungen. Stumpfe Gewalteinwirkungen gegen das Gesicht haben oft Nasenbeinfrakturen und Gesichtsschädelbrüche zur Folge (Bratzke 2007).

Verletzungen durch scharfe Gewalt sind charakterisiert durch penetrierende Hautverletzungen. Häufige Todesursachen bei Stichverletzungen sind inneres oder äußeres Verbluten (Oehmichen und Madea 2007).

In der Literatur fand sich keine forensische, wohl aber klinische Studien zu den Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt.

Eine Studie über die Behandlung von Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen zeigte eine deutliche Korrelation zwischen der Unfallursache und der Schwere bzw. Lokalisation von Unterkieferfrakturen. Multiple Frakturen oder Trümmerfrakturen wurden nur bei Verkehrsunfällen beobachtet, während Rohheitsdelikte häufig nur zu einfachen Frakturen führen. Stürze führten häufig zu Kiefergelenkfrakturen. Ein ähnlich deutlicher Zusammenhang zwischen Schwere, Art und Traumaursache konnte bei den Mittelfrakturfrakturen nicht gezeigt werden (Meyer et al. 1999).

Bei einem Frakturgeschehen aufgrund eines Rohheitsdelikts fanden sich mit 29,5 % weniger Begleitverletzungen als bei durch Verkehr (71,9 %) und Sturz (47,4 %) verursachten Unfällen. 45 % der Patienten hatten neben der Gesichtsschädelfraktur eine Beteiligung weiterer Körperregionen (Meyer et al. 1999).

## 5.8 Clusteranalyse

Eine Clusteranalyse wurde deshalb durchgeführt, um zu erkennen, ob es Gruppen gibt, bei denen sich die Personen in bestimmten Merkmalen wie Alter, Geschlecht, Todesart, Verletzungen oder Todesursache ähneln. Damit ließen sich Assoziationen z. B. zwischen der Todesart, den sich daraus ergeben Verletzungen und schließlich der Todesursache aufdecken.

Es konnte gezeigt werden, dass jede der Gruppen durch eine bestimmte Merkmalskombination charakterisiert werden kann, die im Vergleich zur Gesamtgruppe stärker ausgeprägt ist. Allerdings war keine absolute Zuordnung zwischen der Art der Gewalt und dem Verletzungsmuster möglich. Weder können aus der Art der Gewalt ein Verletzungsmuster und eine Todesursache zwingend abgeleitet werden, noch ist es umgekehrt möglich, aus dem Verletzungsmuster und der Todesursache auf die Art der Gewalt zu schließen. Es konnte aber ermittelt werden, dass Häufungen von Merkmalskombinationen vorhanden sind.

Ein ähnliches Ergebnis fand sich auch einer der Studie über die Behandlung von Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen. Auch hier zeigte die ätiologische Zuordnung von bestimmten Verletzungsmustern zu den zugrunde liegenden Traumen einige häufiger vorkommende Kombinationen, eine Zuordnung im individuellen Fall war jedoch auch nicht immer sicher möglich. Aus der Befundsituation kann daher im Einzelfall ein Unfall nicht sicher rekonstruiert werden (Meyer et al. 1999). Selbst völlig verschiedene Unfallhergänge können zu ähnlichen Verletzungsmustern führen (Bratzke 2007):

- Eine *Compressio cerebri* wird durch starke stumpfe Gewalteinwirkungen, wie sie z. B. Schläge mit der Faust oder Werkzeugen, Sturz zu ebener Erde oder aus der Höhe, beim Auftreffen von herabfallenden Gegenständen aus einiger Höhe sowie Beschleunigungsunfällen (Verkehrs- und Flugunfall) ausgelöst werden.
- Eine Verletzung der Wirbelsäule wird durch massive Gewalteinwirkungen wie einem Verkehrsunfall, Sturz aus der Höhe oder Treppensturz verursacht.
- Der Rumpf mit den knöchernen Strukturen (Rippen, Wirbelsäule, Becken und Extremitäten) und inneren Organe (Herz und Lungen) kann z. B. durch einen

Liftunfall, Sturz aus der Höhe, Verkehrsunfall oder Sturz auf den Rücken verletzt werden.

Umgekehrt können, wie schon in Kap. 5.7 beschrieben, ähnliche Unfallhergänge zu abweichenden Verletzungsmustern führen.

## 5.9 Schlussfolgerung

Sowohl die Analyse der Verletzungen in Abhängigkeit von der Art der Gewalt (Kap. 5.7) als auch die Clusteranalyse (Kap. 5.8) zeigen, dass keine einfache Zuordnung zwischen der Art der Gewalt und dem Verletzungsmuster möglich ist. Weder kann aus der Art der Gewalt ein Verletzungsmuster zwingend abgeleitet werden, noch ist es umgekehrt möglich, aus dem Verletzungsmuster auf die Art der Gewalt zu schließen. Eine Rekonstruktion von Unfällen, die sich allein auf das Obduktionsergebnis stützt, ist somit nicht möglich. Es kann aber gezeigt werden, dass Häufungen von Merkmalskombinationen vorhanden sind.

Direkte auf die Art der Gewalt abgestimmte Maßnahmen können nicht abgeleitet werden. Dennoch ist es sinnvoll, durch Aufklärungsmaßnahmen ein gewisses Gefahrenbewusstsein zuschaffen. Weitere Maßnahmen im Bereich Prävention wären z. B. Verkehrsberuhigung, Alkoholkontrollen, Weiterentwicklung der Sicherheitseinrichtungen in Fahrzeugen (Airbags und Gurtstraffer), energieabsorbierende Fronthauben zum Schutz von Fußgängern, Helmpflicht für Fahrradfahrer oder Verbesserung des Arbeitsschutzes.

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie erfolgte eine retrospektive Analyse von Sektionsakten des Instituts für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf aus dem Zeitraum von 1999 bis 2004. Ausgewertet wurden 256 Verstorbene mit dem Befund Polytrauma mit Gesichtsschädelverletzung.

Es handelte sich um 197 männliche Personen (77,0 %) im Alter von 1-99 Jahren und 59 weibliche Personen (23,0 %) im Alter von 3-104 Jahren. Eine Alkoholabhängigkeit lag bei 86 Personen (33,6 %) und eine Medikamentenabhängigkeit bei 10 Personen (3,9 %) vor.

Weitaus die meisten Personen (71,9 %) waren im Freien verstorben. Deutlich geringer war der Anteil der Personen, die im Krankenhaus (13,3 %) oder in der Wohnung (8,2 %) verstarben. Etwas mehr als die Hälfte der Personen (56,3 %) verstarb nach einem Unfall. Suizid lag bei fast einem Drittel der Fälle (30,5 %) vor. Einem Tötungsdelikt fiel weniger als ein Zehntel der Personen (9,8 %) zum Opfer. Die häufigsten Todesarten waren Sturz (23,1 %), Autounfall (14,6 %), mit dem PKW angefahren (13,8 %) und Schussverletzung (14,6 %). Fast die Hälfte der Personen (44,5 %) wurde tot aufgefunden. 13,7 % sind nach bis zu 3 Stunden und 4,7 % nach bis zu zwei Tagen nach dem Auffinden verstorben. Bei den Übrigen (37,1 %) war die Überlebenszeit nicht vermerkt.

Jeweils ca. 70 % der Personen waren innerlich und/oder äußerlich verblutet und/oder es lag Blutaspersion vor. Die äußeren Verletzungsspuren nahmen in folgender Reihenfolge ab: Ungeformte Hautverletzungen (73,0 %), ungeformte Hämatome (70,3 %), Platz-Riss-Quetschwunden (69,9 %), Abwehrverletzungen (62,9 %), geformte Hautverletzungen (59,0 %), Petechien (53,5 %), Widerlagerverletzungen (40,2 %) und geformte Hämatome (32,8 %). Folgende Verletzungen am Schädel wurden mit abnehmender Häufigkeit registriert: Gehirnblutung (76,6 %), Schädeldachverletzung (71,9 %), intrazerebrale Verletzung (69,9 %), epidurale Verletzung (63,7 %), Schädelbasisverletzung (62,1 %), Frakturen im Gesicht (59,0 %), Jochbeinverletzung (44,5 %), Orbitaverletzung (40,6 %), Nasenbeinverletzung (40,3 %), Oberkieferverletzung (29,7 %) und

Unterkieferverletzung (26,6 %). Insbesondere Frakturen im Gesicht, Nasenbeinverletzungen und Jochbeinverletzungen wurden häufig von einer Blutung begleitet. Eine Oberkieferfraktur vom Le-Fort-Typ III lag bei 47,3 % der Personen, Typ I bei 9,8 % und Typ II bei 6,3 % vor. Bei 64,7 % der Personen bestanden Verletzungen innerer Organe, bei 63,3 % Thoraxverletzungen und bei 45,7 % Halswirbelsäulenverletzungen. Thoraxverletzungen waren häufig mit Blutungen verbunden.

Die häufigste Todesursache war die Zertrümmerung lebenswichtiger Organe mit 167 Fällen (65,2 %). Davon war in 139 Fällen (54,3 %) nur das Gehirn betroffen, in 25 Fällen (9,8 %) noch weitere Organe und in drei Fällen (1,2 %) das Rückenmark. Ein Verbluten war in 82 Fällen (32,0 %) und ein Kreislaufschock in 46 Fällen (18,0 %) festzustellen. Eine intrazerebrale Raumforderung bestand in 16 Fällen (6,3 %). Sonstige Todesursachen (Ersticken, Infektion, Embolie) lagen in zehn Fällen (3,9 %) vor. Teilweise lagen mehrere Todesursachen gleichzeitig vor.

Es konnte gezeigt werden, dass die einzelnen Gewaltarten im Vergleich zum Gesamtkollektiv zu einer Häufung von bestimmten Verletzungen führen:

- Die Gewaltart Schuss führte häufiger zu Verletzungen am Schädel wie Nasenbeinverletzung, Jochbeinverletzung, Unterkieferverletzung und Oberkieferverletzung. Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I kamen ebenfalls häufiger vor. Alle Personen wurden tot aufgefunden. Überproportional häufig fand sich die Todesursache Zertrümmerung des Gehirns.
- Bei Personen, die von einem PKW angefahren wurden, war inneres und äußeres Verbluten sehr häufig. Eine Häufung fand sich auch bei allen äußeren Verletzungsspuren. Häufigere Verletzungen am Schädel waren Orbitaverletzung ohne Blutung, Jochbeinverletzung ohne Blutung, Unter- und Oberkieferverletzung ohne Blutung, Gehirnblutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht ohne oder mit Blutung. Ebenfalls waren Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III häufiger. Schließlich kamen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe öfter vor. Etwas häufiger war die Todesursache Verbluten.

- Nach einem Sprung aus der Höhe waren Schädelverletzungen häufiger als in der Gesamtgruppe. Häufiger waren auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ I und Typ III. Oft kam es auch zu Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung, Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung und Verletzungen innerer Organe. Deutlich häufiger fand sich eine Zertrümmerung mehrerer Organe als Todesursache.
- Nach Bahnüberfahren fand sich eine Häufung hinsichtlich Blutaspilation. Häufige Verletzungen am Schädel waren Jochbeinverletzung mit Blutung, Unterkieferverletzung mit Blutung, Oberkieferverletzung mit Blutung, intrazerebrale und epidurale Verletzung sowie Frakturen im Gesicht mit Blutung. Häufiger waren auch Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ Typ III. Schließlich kamen Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen mit Blutung öfter vor als in der Gesamtgruppe. Die Personen wurden in der Regel tot aufgefunden. Als Todesursache fand sich sehr stark gehäuft eine Zertrümmerung mehrerer Organe.
- Nach Autounfällen war eine Blutaspilation vergleichsweise häufig. Von den Verletzungen am Schädel kamen nur Orbitaverletzung ohne Blutung, Unterkieferverletzung ohne Blutung und Schädeldachverletzung häufiger vor als in der Gesamtgruppe. Oberkieferfrakturen Le-Fort-Typ III waren gehäuft. Halswirbelsäulenverletzungen ohne Blutung und Thoraxverletzungen ohne und mit Blutung waren häufiger. Die Personen wurden oft tot aufgefunden. Es fand sich keine Häufung von bestimmten Todesursachen.
- Stürze führten häufig zu innerem und äußerem Verbluten. Verletzungen innerer Organe kamen im Vergleich zur Gesamtgruppe öfter vor. Die Todesursache Kreislaufschock war häufiger als in der Gesamtgruppe.

Mit einer Clusteranalyse konnten Gruppen mit bestimmten Merkmalskombinationen identifiziert werden. Allerdings war keine absolute Zuordnung zwischen der Art der Gewalt und dem Verletzungsmuster möglich. Weder können aus der Art der Gewalt ein Verletzungsmuster und eine Todesursache zwingend abgeleitet werden, noch ist es umgekehrt möglich, aus dem Verletzungsmuster und der Todesursache auf die Art der Gewalt zu schließen.

## 7 Literaturverzeichnis

1. Acosta JA, Yang JC, Winchell RJ, Simons RK, Fortlage DA, Hollingsworth-Fridlund P, Hoyt DB:  
Lethal injuries and time to death in a level I trauma center.  
J Am Coll Surg 1998; 186: 528-533
2. Arajärvi E, Lindqvist C, Santavirta S, Tolonen J, Kiviluoto O:  
Maxillofacial trauma in fatally injured victims of motor vehicle accidents.  
Br J Oral Maxillofac Surg 1986; 24: 251-257
3. Ardekian L, Rosen D, Klein Y, Peled M, Michaelson M, Laufer D:  
Life-threatening complications and irreversible damage following maxillofacial trauma.  
Injury 1998; 29: 253-256
4. AWMF Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften:  
Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin: Die rechtsmedizinische Leichenöffnung.  
Erstellungsdatum 10/1999, letzte Überarbeitung: 12/2007.  
<http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/054-001.htm>
5. Baethmann A, Wirth A, Schlesinger-Raab A:  
Prospective system analysis of the pre- and early hospital care in severe head injury in Bavaria at a population-based level.  
Eur Surg Res 2002; 34: 42-46
6. Bagheri SC, Dierks EJ, Kademani D, Holmgren E, Bell RB, Hommer L, Potter BE:  
Application of a facial injury severity scale in craniomaxillofacial trauma.  
J Oral Maxillofac Surg 2006; 64: 408-414
7. Bansal V, Fortlage D, Lee JG, Costantini T, Potenza B, Coimbra R:  
Hemorrhage is more prevalent than brain injury in early trauma deaths: The golden six hours.  
Eur J Trauma Emerg Surg 2009; 35: 26-30

8. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C und AG Polytrauma der DGU:  
Epidemiologie des Schwerverletzten - eine prospektive Erfassung der  
präklinischen und klinischen Versorgung.  
Unfallchirurg 2000; 103: 355-363
9. Bouillon B, Neugebauer E:  
Outcome after polytrauma.  
Langenbecks Arch Surg 1998; 383: 228-234
10. Brandt A-K:  
Morphologie und Phänomenologie des Totschlagens und Tottretens: eine  
Auswertung der Kasuistiken im Einzugsgebiet des Rechtsmedizinischen Institutes  
der Universität Rostock 1958-1989 versus 1990-2000 sowie vergleichende  
Darstellung von Kasuistiken des Tottretens im Einzugsbereich des Rostocker und  
Hamburger, Greifswalder Institutes für Rechtsmedizin 1982-1995.  
Dissertation, Universität Rostock 2003
11. Bratzke H:  
Kap. 3.6.1 Stumpfe Gewalt.  
In: Madea B (Hrsg.): Praxis Rechtsmedizin. Befunderhebung, Rekonstruktion,  
Begutachtung.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2007, S. 111-125
12. Brinkmann B, Du Chesne A, Vennemann B:  
Aktuelle Daten zur Obduktionsfrequenz in Deutschland.  
Dtsch Med Wochenschr 2002; 127: 791-795
13. Bünger B:  
Ursachen, Häufigkeit und Lokalisation von Gesichtsschädelfrakturen.  
Frakturanalyse einer Region mit schwacher Infrastruktur.  
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 1980; 4: 27-30
14. Buitrago-Télez CH, Schilli W, Bohnert M, Alt K, Kimmig M:  
A comprehensive classification of craniofacial fractures: postmortem and clinical  
studies with two- and three-dimensional computed tomography.  
Injury 2002; 33: 651-668
15. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, Lawnick MM, Keast SL, Bain LW Jr,  
Flanagan ME, Frey CF:  
The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care.  
J Trauma 1990; 30: 1356-1365

16. Demetriades D, Murray J, Sinz B, Myles D, Chan L, Sathyaragiswaran L, Noguchi T, Bongard FS, Cryer GH, Gaspard DJ:  
Epidemiology of major trauma and trauma deaths in Los Angeles County.  
J Am Coll Surg 1998; 187: 373-383
17. Demetriades D, Kimbrell B, Salim A, Velmahos G, Rhee P, Preston C, Gruzinski G, Chan L:  
Trauma deaths in a mature urban trauma system: is "trimodal" distribution a valid concept?  
J Am Coll Surg 2005; 201: 343-348
18. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU):  
TraumaRegister Jahresbericht 2009 für den Zeitraum bis Ende 2008.  
[http://www.traumaregister.de/downloads/Jahresbericht\\_2009.pdf](http://www.traumaregister.de/downloads/Jahresbericht_2009.pdf)
19. Di Bartolomeo S, Sanson G, Michelutto V, Nardi G, Burba I, Francescutti C, Lattuada L, Scian F:  
Epidemiology of major injury in the population of Friuli Venezia Giulia-Italy.  
Injury 2004; 35: 391-400
20. Doberentz E:  
Analyse nichtnatürlicher Todesfälle aus dem Sektionsgut des Leipziger Institutes für Rechtsmedizin der Jahre 1985 - 1994 und 2000 - 2004.  
Dissertation, Universität Leipzig 2009
21. Donat TL, Endress C, Mathog RH:  
Facial fracture classification according to skeletal support mechanisms.  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1998;124: 1306-1314
22. Down KE, Boot AD, Gorman DF:  
Maxillofacial and associated injuries in severely traumatized patients:  
Implications of a regional survey.  
Int J Oral Maxillofac Surg 1995; 24: 409-412
23. Duckert LG:  
Management of middle third facial fractures.  
Otolaryngol Clin North Am 1991; 24: 103-118
24. Flohé S, Buschmann C, Nabring J, Merguet P, Luetkes P, Lefering R, Nast-Kolb D, Ruchholtz S:  
Polytraumadefinition im G-DRG-System 2006. Bis zu 30% "Fehlgruppierungen".  
Unfallchirurg 2007, 110: 651-658

25. Gattinger B:  
Schussverletzungen.  
Mund Kiefer GesichtsChir 2000; 4 (Suppl 1): S134-S141
26. Haas NP, Lindner T, Bail HJ:  
Neues zum Polytrauma. Prioritäten in der definitiven Versorgung.  
Chirurg 2007; 78: 894-901
27. Hansen KS, Morild I, Engesæter LB, Viste A:  
Epidemiology of severely and fatally injured patients in western part of Norway.  
Scand J Surg 2004; 93: 198-203
28. Haug RH, Savage JD, Likavec MJ, Conforti PJ:  
A review of 100 closed head injuries associated with facial fractures.  
J Oral Maxillofac Surg 1992; 50: 218-222
29. Haug RH, Adams JM, Conforti PJ, Likavec MJ:  
Cranial fractures associated with facial fractures: A review of mechanism, type  
and severity of injury.  
J Oral Maxillofac Surg 1994; 52: 729-733
30. Heck M, Fresenius M, Busch C:  
Kap. 40. Polytrauma.  
In: Klinikmanual Anästhesie.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2008, S. 334-337
31. Heinke DH:  
Tottreten – eine kriminalwissenschaftliche Untersuchung.  
Lengerich: Pabst Science Publisher 2010, S. 25-71
32. Henn V Lignitz E, Philipp KP, Püschel K:  
Zur Morphologie und Phänomenologie des Tottretens.  
Arch Kriminol 2000; 205: 15-24
33. Henn V:  
Kap. 3.16.6 Tötungsdelikte durch Tritte.  
In: Madea B (Hrsg.): Praxis Rechtsmedizin. Befunderhebung, Rekonstruktion,  
Begutachtung.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2007, S. 220-223

34. Hoitz J, Lampl L:  
Polytrauma: Präklinische Versorgung.  
Notfall & Rettungsmedizin 2004; 7:589-603
35. Hussain K, Wijetunge DB, Jackson I:  
A comprehensive analysis of craniofacial trauma.  
J Trauma 1994; 36: 34-47
36. Iida S, Kogo M, Sugiura T, Mima T, Matsuya T:  
Retrospective analysis of 1502 patients with facial fractures.  
Int J Oral Maxillofac Surg 2001; 30: 286-290
37. Jakob W, Weigel B:  
Polytrauma.  
In: Weigel B, Nerlich M (Hrsg): Praxisbuch Unfallchirurgie. Band 1.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2005
38. Kuhne CA, Ruchholtz S, Kaiser GM, Nast-Kolb D:  
Mortality in severely injured elderly trauma patients – when does age become a risk factor?  
World J Surg 2005; 29: 1476-1482
39. Lackner CK, Burghofer K, Lazarovici M, Stolpe E, Mutschler WE:  
Verletzungsmuster verunfallter PKW-Insassen mit Polytrauma. Prospektive Studie zum Einfluss von Unfall- und Schutzmechanismen.  
Notfall Rettungsmed 2007; 10: 23-31
40. Liener UC, Rapp U, Lampl L, Helm M, Richter G, Gaus M, Wildner M, Kinzl L, Gebhard F:  
Inzidenz schwerer Verletzungen. Ergebnisse einer populationsbezogenen Untersuchung.  
Unfallchirurg 2004; 107: 483-490
41. Lim LH, Lam LK, Moore MH, Trott JA, David DJ:  
Associated injuries in facial fractures: review of 839 patients.  
Br J Plast Surg 1993; 46: 635-638
42. Madea B, Dettmeyer R:  
Obduktionen.  
In: Madea B (Hrsg) Die Ärztliche Leichenschau. Rechtsgrundlagen, Praktische Durchführung, Problemlösung.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2006, S. 149-170

43. Madea B, Dettmeyer R, Mußhoff F:  
6.3 Sekundärfolgen mechanischer Gewalteinwirkungen/ Todesursachen.  
In: Basiswissen Rechtsmedizin.  
Heidelberg: Springer 2007a, S. 109-110
44. Madea B, Dettmeyer R, Mußhoff F:  
Kap. 6.7 Tod durch mechanische Gewalt.  
In: Basiswissen Rechtsmedizin.  
Heidelberg: Springer 2007b, S. 120-135
45. Marciani RD:  
Management of midface fractures: Fifty years later.  
J Oral Maxillofac Surg 1993; 51: 960-968
46. May C:  
Vorsätzliche Tötungsdelikte durch Fußtritte im Sektionsgut des Institutes für  
Rechtsmedizin Greifswald in den Jahren 1990-2000.  
Dissertation, Universität Greifswald 2002
47. Meyer AA:  
Death and disability from injury: a global challenge.  
J Trauma 1998; 44: 1-12
48. Meyer U, Benthaus S, Du Chesne A, Wannhof H, Zöllner B, Joos U:  
Untersuchung von Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen unter ätiologischen und  
rechtsrelevanten Gesichtspunkten.  
Mund Kiefer Gesichtschir 1999; 3: 152-157
49. Nakhgevany KB, Li Bassi M, Esposito B:  
Facial trauma in motor vehicle accidents.  
Am J Emerg Med 1994; 12 :160-163
50. Nast-Kolb D:  
Grenzen der Behandlung Schwerstverletzter.  
Chirurg 1999; 70: 1278-1284
51. Nast-Kolb D, Ruchholtz S:  
Qualitätsmanagement der frühen klinischen Behandlung schwerverletzter  
Patienten.  
Unfallchirurg 1999; 102: 338-346

52. Neumann H-J:  
Gibt es einen Wandel in der Ätiologie von Gesichtsschädelfrakturen?  
Fortschr Kiefer Gesichtschir 1991; 36: 9-11
53. Oehmichen M, Banaschak S, Madea B:  
Sekundärfolgen mechanischer Gewalteinwirkungen, Todesursachen.  
In: Madea B (Hrsg.): Praxis Rechtsmedizin. Befunderhebung, Rekonstruktion,  
Begutachtung.  
Berlin: Springer 2007, S. 99-102
54. Oehmichen M, Madea B:  
Scharfe Gewalt.  
In: Madea B (Hrsg.): Praxis Rechtsmedizin. Befunderhebung, Rekonstruktion,  
Begutachtung.  
Berlin: Springer 2007, S. 125-134
55. Otten J-E, Rose E, Rückauer K, Schilli W:  
Verletzungsmuster bei Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen.  
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 1995; 19: 204-206
56. Plaisier BR, Punjabi AP, Super DM, Haug RH:  
The relationship between facial fractures and death from neurologic injury.  
J Oral Maxillofac Surg 2000; 58: 708-712
57. Pollak S:  
Kap. 3.7 Schussverletzungen.  
In: Madea B (Hrsg.): Praxis Rechtsmedizin. Befunderhebung, Rekonstruktion,  
Begutachtung.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2007, S. 134-149
58. Potenza BM, Hoyt DB, Coimbra R, Fortlage D, Holbrook T, Hollingsworth-  
Fridlund P:  
The epidemiology of serious and fatal injury in San Diego County over an 11-year  
period.  
J Trauma 2004; 56: 68-75
59. Prokop D, Boeckler HH:  
Morbiditätsanalyse von 1484 Gesichtsknochenfrakturen des Zeitraumes von 1968  
bis 1987.  
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 1990; 14:287-292

60. Regel G, Lobenhoffer U, Lehmann U:  
Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter – Eine vergleichende Analyse von 3406 Fällen zwischen 1972 und 1991.  
Unfallchirurg 1993; 96: 350-362
61. Regel G, Tscherne H:  
Gesichtsschädelfrakturen – zweithäufigste Begleitverletzung beim Polytrauma.  
Unfallchirurg 1997; 100: 329
62. Reich RH, Otte D:  
Verletzungsmechanismen bei Mittelgesichtsfrakturen im Straßenverkehr.  
Fortschr Kiefer Gesichtschir 1991; 36: 11-14
63. Reinert S:  
Verletzungen der Kiefer- und Gesichtsregion.  
In: Buchardi H, Larsen R, Kuhlen R, Jauch K-W, Schölmerich J (Hrsg.): Die Intensivmedizin. 10. Aufl.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2008, S. 893-901
64. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Schlosser LE, Neugebauer E:  
Prognoseabschätzung des Schwerverletzten. Eine Analyse von 2069 Schwerverletzten des Traumaregisters der DGU.  
Unfallchirurg 2001; 104: 230-239
65. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L:  
Das Verletzungsmuster beim Polytrauma. Stellenwert der Information über den Unfallhergang bei der klinischen Akutversorgung.  
Unfallchirurg 1996; 99: 633-641
66. Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern HJ, Neugebauer E, Nast-Kolb D, Pape HC, Bouillon B:  
Rückgang der Traumaletalität. Ergebnisse des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie.  
Dtsch Arztebl 2008; 105: 225-231
67. Scherer M, Sullivan WG, Smith DJ Jr., Phillips LG, Robson MC:  
An analysis of 1,423 facial fractures in 788 patients at an urban trauma center.  
J Trauma 1989; 29: 388-390

68. Schermelleh-Engel K, Werner C:  
Clusteranalyse.  
Computerunterstützte Einführung in multivariate statistische Analyseverfahren.  
Universität Frankfurt 2007.  
<http://user.uni-frankfurt.de/~cswerner/multivariate/cluster.pdf>
69. Shackford SR, Mackersie RC, Davis JW, Wolf PL, Hoyt DB:  
Epidemiology and pathology of traumatic deaths occurring at a level I trauma center in a regionalized system: the importance of secondary brain injury.:  
J Trauma 1989; 29: 1392-1397
70. Shackford SR, Mackersie RC, Holbrook TL, Davis JW, Hollingsworth-Fridlund P, Hoyt DB, Wolf PL.:  
The epidemiology of traumatic death. A population-based analysis.  
Arch Surg 1993; 128: 571-575
71. Shojanian KG, Burton EC, McDonald KM, Goldman L:  
Changes in rates of autopsy-detected diagnostic errors over time: a systematic review.  
JAMA 2003; 289: 2849-2856
72. Sonnenburg M, Härtel J:  
Zur Epidemiologie der Gesichtsschädelfrakturen im Zeitraum von 1945 bis 1980.  
Zahn Mund Kieferheilkd 1985; 73: 350-357
73. Søreide K, Krüger AJ, Vårdal AL, Ellingsen CL, Søreide E, Lossius HM:  
Epidemiology and contemporary patterns of trauma deaths: Changing place, similar pace, older face.  
World J Surg 2007; 31: 2092-2103
74. Statistisches Bundesamt:  
Statistisches Jahrbuch 2009 für die Bundesrepublik Deutschland.  
Wiesbaden: Statistisches Bundesamt 2009  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentli ch/AI/IC/Publikationen/Jahrbuch/StatistischesJahrbuch,property=file.pdf>
75. Stewart RM, Myers JG, Dent DL, Ermis P, Gray GA, Villarreal R, Blow O, Woods B, McFarland M, Garavaglia J, Root HD, Pruitt BA, Jr:  
Seven hundred fifty-three consecutive deaths in a level I trauma center: the argument for injury prevention.  
J Trauma 2003; 54: 66-71

76. Strohm PC, Südkamp NP, Zwingmann J, El Saman A, Köstler W:  
Polytrauma bei Fahrradfahrern. Häufigkeit, Ursachen und Verletzungsmuster.  
Unfallchirurg 2005; 108: 1022-1028
77. Taymoorian U:  
Rechtsmedizinische Analyse von Todesfällen durch Treten.  
Dissertation, Humboldt-Universität Berlin 2001
78. Wagner JH:  
Gesichtsschädelverletzungen: Epidemiologie, Häufigkeit, Ursachen und Therapie;  
eine retrospektive Analyse von 2787 an der Klinik und Poliklinik für Mund-,  
Kiefer- und Gesichtschirurgie in Tübingen behandelten Frakturen.  
Dissertation, Universität Tübingen 2005
79. Wassmund M:  
Verletzungen des Gesichts und der Gesichtsknochen.  
Monatsschr Unfallheilkd Versicherungsmed 1954; 57: 97-112
80. Wick M, Ekkernkamp A, Muhr G:  
Epidemiologie des Polytraumas.  
Chirurg 1997; 68: 1053-1058
81. World Health Organization:  
The European health report.  
Copenhagen: World Health Organization 2001: 4
82. Zajaczek JEW, Rodt T, Keberle M:  
Mitten ins Gesicht: Moderne bildgebende Diagnostik beim  
Gesichtsschädeltrauma.  
Radiologe 2007; 47: 591-597

## 8 Danksagung

Mein herzlicher Dank richtet sich zuerst an Herrn Prof. Dr. med. K. Püschel für die großzügige Überlassung des Themas, die umfangreiche Unterstützung bei der Durchführung dieser Dissertation, sowie für die stets sehr gute und motivierende Betreuung.

Herrn Prof. Dr. rer. nat. H.-P. Beck-Bornholdt danke ich für die Durchsicht dieser Arbeit und insbesondere für die Hinweise zur Statistik.

Meiner Familie danke ich für die Hilfe bei Computerproblemen, für das Korrekturlesen und ganz besonders für ihre Liebe und Geduld.

## 9 Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Afaneh, geb. Bargouthi
Vorname	Diana
Geburtstag	27.11.1964
Geburtsort	Jerusalem
Staatsangehörigkeit	deutsch
Wohnort	Himmelsmoor 23b, 22397 Hamburg
Familienstand	verheiratet, 3 Kinder

September 1991      Einreise in die Bundesrepublik Deutschland

### Schulbildung

1970-1976	Grundschule
1976-1979	Mittelschule
1979-1982	Gymnasium in Rammallah
	Erlangung der allg. Hochschulreife

### Berufsausbildung

1983	Einreise in die ehem. Sowjetunion, um dort zu studieren
1984-1989	Studium am Cemchka-Institut an der Moskauer Universität
1989	Abschluss des Studiums

**Berufstätigkeit**

1989- 1991	Zahnärztin in Jerusalem
12/1991-10/1992	Gastärztin in der Abt. für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im UKE
01/1993-01/1996	Mutterschutz
01/1996-08/1998	Gastärztin in der Abt. für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im Krankenhaus Barmbek in Hamburg
01/1998-09/2000	Zahnärztin in eigener Praxis in Rammallah
02/2001-05/2001	Gastärztin in der Prothetik-Abteilung des UKE unter der Leitung von Prof. Dr. med. dent. Jüde
06/2001-10/2002	Gastärztin in der Abt. für Zahnheilkunde des UKE unter der Leitung von Frau Prof. Dr. med. dent. Platzer
08/2003-12/2003	Assistenzärztin bei Dr. med. dent. Karin Noss, Horst
02/2004-02/2005	Assistenzärztin bei Dr. med. dent. Richter, Hannover
02/2005-06/2007	Assistenzärztin bei Dr. med. dent. Moussa Sharaf; Stade
07/2007-11/2007	Hospitantin bei Dr. med. dent. Dastghibi, Praxis 24
12/2007-01/2008	Assistenzärztin bei Dr. med. dent. Dastghibi, Praxis 24
11/2007-02/2010	Master-Studiengang für Kieferorthopädie in der Donau-Universität Krems
03/2008-06/2009	Hospitantin in der Kieferorthopädischen Praxis Dr. med. dent. Rima Abou Tara, Hamburg
seit 09/2009	Entlastungsassistentin in der Gemeinschaftspraxis Henk Smits und Dr. med. dent. K.A. Küllmer

Hamburg, den 05.07.2010

## **10 Eidesstattliche Versicherung**

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

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

Diana Afaneh