Aus dem Institut für Rechtsmedizin
(Direktorin: Prof. Dr. med. Johanna Preuß-Wössner)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts Universität zu Kiel

Analyse von Verkehrsunfällen mit unmittelbar tödlichem Ausgang in Schleswig-Holstein zwischen 2010 und 2016

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts Universität zu Kiel

Vorgelegt von
Kira Geraldine Samira Heinrich
Aus Henstedt-Ulzburg

Kiel, 2023

1. Berichterstatterin: Prof. Dr. med. Johanna Preuß-Wössner
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Jan-Thorsten Gräsner

Tag der mündlichen Prüfung: 15.04.2025

Zum Druck genehmigt, Kiel den 03.02.2025

gez.: Prof. Dr. Marcus Steinfath

(Vorsitzender der Prüfungskommission)

Für meine Schwestern

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS IV
TABELLENVERZEICHNIS V
1. EINLEITUNG 1
1.1. HINTERGRUND DER DISSERTATION 1
1.2. ZIEL DER ARBEIT 2
1.3. DEFINITION VERKEHRSTOTE 3
1.4. QUALIFIKATION NORÄRZTE 4
1.5. DEFINITION POLYTRAUMA 4
2. MATERIAL UND METHODEN 5
2.1. STUDIENDESIGN, UNTERSUCHUNGSZEITRAUM- UND GEBIET 5
2.2. DATENERHEBUNG UND UNTERSUCHUNGSMATERIAL 5
2.3. ÄUßERE LEICHENSCHAU 6
2.4. SEKTION 8
2.5. LITERATURRECHERCHE 8
3. ERGEBNISSE 9
3.1. PATIENTENKOLLEKTIV 9
3.2. ALTERSVERTEILUNG 9
3.3. VERKEHRSTEILNEHMER 11
3.3.1. Sitzposition bei PKW Insassen 12
3.4. ORTSABHÄNGIGKEIT 12
3.5. TAGESZEIT 15
3.5.1. Tageszeit und Altersverteilung 16
3.6. TODESURSACHEN 17
3.7. OBDUKTIONSBEFUNDE 19
3.7.1 Besondere Verletzungsmuster Fußgänger 19
3.7.2. Aortenrupturen bei PKW- Insassen 20
3.8. BLUTALKOHOLKONZENTRATION 20
3.8.1. Blutalkoholkonzentrationen und Uhrzeit 21
3.8.2. Blutalkoholkonzentration und Alter 22
4. DISKUSSION 22
4.1. PATIENTENKOLLEKTIV 22
4.2. ALTERSVERTEILUNG 24
4.3. VERKEHRSTEILNEHMER 25
4.3.1. Sitzposition bei PKW Insassen 27
4.4. ORTSABHÄNGIGKEIT 28
4.5. TAGESZEIT 29
4.6. TODESURSACHEN UND OBDUKTIONSBEFUNDE 31
4.6.1. Schädel-Hirn-Trauma 34
4.6.2. AORTENRUPTUR 35
4.6.3. Halswirbelkörperfraktur 36
4.6.4. Rippenserienfrakturen 37
4.7. BESONDERE VERLETZUNGSMUSTER BEI FUßGÄNGERN 38
4.7.1. Aortenrupturen bei PKW-Insassen 40
4.8. BLUTALKOHOLKONZENTRATION 40
4.9. FALLVORSTELLUNG 42

5. AUSBLICK 43
6. ZUSAMMENFASSUNG 44
7. LITERATURVERZEICHNIS 46

Abkürzungsverzeichnis

BAK	Blutalkoholkonzentration
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
BWK	Brustwirbelkörper
CO	Kohlenmonoxid
DGU	Deutsche Gese3llschaft für Unfallchirurgie
GCS	Glasgow Coma Scale
HWK	Halswirbelkörper
HWS	Halswirbelsäule
LKW	Lastkraftwagen
PKW	Personenkraftwagen
SHT	Schädelhirntrauma
StPO	Strafprozessordnung
u.a.	unten angegeben
o.a.	oben angebeben
U.u.	unter Umständen
UKSH	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
‰	Promille
WBO	Weiterbildungsordnung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Altersverteilung der Verkehrstoten nach Geschlecht und im Kollektiv 10
Abbildung 2: Zugehörigkeit der Verkehrsteilnehmer 11
Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Verkehrstoten nach Unfallort..... 13
Abbildung 4 : Unfallorte der jeweiligen Verkehrsteilnehmergruppen..... 15
Abbildung 5: Fallzahlen nach Uhrzeit des Todeseintritts in Zeitintervallen 16
Abbildung 6: Todesursachen nach Fallzahl 18
Abbildung 7: Blutalkoholkonzentration der Unfallopfer nach Geschlecht und im Kollektiv . 21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Fallkollektiv nach Jahren und Geschlecht 9
Tabelle 2 : Verkehrsteilnehmer nach Unfallort aufgelistet 14
Tabelle 3 : Durchschnittliches Alter der Verstorbenen nach Tageszeit 17
Tabelle 4 : Schädigungen des Rückenmarks (Schirmer 2005) 37

1. Einleitung

1.1. Hintergrund der Dissertation

Der Tod durch Verkehrsunfall zählt in Deutschland zu den häufigsten nicht natürlichen Todesursachen. In der Altersgruppe der 20–29 Jährigen ist es sogar die häufigste nicht natürliche Todesursache. Durchschnittlich versterben aktuell ca. 2.700 Personen in Deutschland jährlich an den unmittelbaren Folgen eines Verkehrsunfalls (Statistisches Bundesamt 2021).

Seit den 1970er Jahren ist die Anzahl der Verkehrstoten in Deutschland stark zurückgegangen. Sie reduzierte sich um ca. 80% von 21.332 Toten im Jahr 1970 auf 3648 im Jahr 2010 (Statistisches Bundesamt 2016). Die Gründe hierfür sind vielfältig:

Den ersten drastischen Rückgang der Verkehrstoten in Deutschland gab es nach der Einführung der Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h auf Landstraßen im Jahr 1972. Dennoch ereignen sich bis heute die häufigsten tödlichen Verkehrsunfälle weiterhin auf Landstraßen (Statistisches Bundesamt 2019). Ein weiterer deutlicher Rückgang der Verkehrstoten ließ sich in den 1980er Jahren verzeichnen. So verunglückten im Jahr 1980 ca. 13.000 Personen bei einem Verkehrsunfall tödlich, im Jahr 1989 waren es noch ca. 7.900 (Statistisches Bundesamt 2019). Zurückzuführen ist dies auf die zu diesem Zeitpunkt durch die Bundesregierung eingeführte allgemeine Gurtpflicht bei PKW-Insassen ab 01. Januar 1976 für die Vordersitze. Zusätzlich erfolgte zeitgleich die Einführung einer Helmpflicht für Motorradfahrer. Die Einführung eines Bußgeldes bei Fahren ohne Gurt ab dem 01. August 1984 führte zu einem Anstieg der Anschnallquote von von 60% auf 90%. Im Jahr 2001 wurde der zulässige Blutalkoholwert im Straßenverkehr auf 0,5 ‰ beim Führen eines Kraftfahrzeugs gesenkt. Auch darunter konnte ein weiterer Rückgang der Verkehrstoten beobachtet werden von ca 11.000 tödlich verunglückten Verkehrsteilnehmern im Jahr 1990 auf ca. 5.000 Unfallopfern im Jahr 2005 trotz Wiederveieinigung und einem damit größeren Kollektiv (Statistisches Bundesamt 2019). Zudem machten technische Erneuerungen wie Front- und Seitenairbags in Autos, Spurhalteassistenten und Warnsysteme die Fahrzeuge bis heute immer sicherer.

Des Weiteren sind die Rettungszeiten in Deutschland aufgrund der Durchsetzung von medizinischen Standards und der kontinuierlichen Verbesserung der Akut- und Notfallmedizin mittlerweile sehr kurz. So erreichen 90% der Einsatzkräfte den Einsatzort bereits nach maximal 15 Minuten (Kleber et al. 2020). Innerhalb Deutschlands gibt es außerdem nur sehr wenige

Orte, die nicht innerhalb eines 30 km-Umkreises eines zertifizierten Traumazentrums liegen (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2020). Krankenhäuser, die durch die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) als Traumazentrum zertifiziert werden, definieren sich durch vielfältige Anforderungen, um eine strukturierte und prozessorientierte Versorgung Schwerverletzter zu gewährleisten (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2022). Zu diesen Kriterien gehören unter anderem eine ganzjährige 24h-Bereitschaft zur Aufnahme von Patienten, eine Meldung der Patienten an das TraumaRegister®, regelmäßige Fortbildungen der Mitarbeitenden und Versorgung der Patienten nach S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung der DGU.

In Deutschland existiert seit 1993 das TraumaRegister® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, welches u.a. Fälle von Polytrauma-Patienten verzeichnet, die in Deutschland behandelt wurden. Was als Arbeitskreis ‚Polytrauma' der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie begann, ist heute (2023) eine Datenbank mit mehr als 450.000 Datensätzen. Es erfasst so detailliert wie möglich die Verletzungsmuster, aber auch die klinischen Todesursachen von Patienten, die in Traumazentren behandelt wurden. Intention der Datenbank ist eine interne Qualitätssicherung, aber auch die ständige Verbesserung der Rettungsstruktur. Mittlerweile beinhaltet es nicht nur Daten von Trauma-Patienten in Deutschland, sondern weltweit, wie beispielsweise Finnland, der Schweiz oder den Vereinigten Arabischen Emiraten. Über die Todesursachen bei Personen, die unmittelbar am Unfallort verstorben sind, bietet das Register allerdings keinerlei Informationen. Da diese Patienten nicht in Kliniken zur Versorgung verbracht werden, werden sie auch nicht im TraumaRegister® aufgeführt. Infolgedessen existieren bislang nur wenig Daten darüber, welche genauen Verletzungen ursächlich für das präklinische Versterben von Personen nach Trauma sind. Rechtsmedizinische Obduktionsergebnisse können zur Aufklärung dieses Dunkelfeldes beitragen (Buschmann et al. 2020).

1.2. Ziel der Arbeit

Zielsetzung dieser Untersuchung ist es, die Todesursache aller unmittelbar an der Unfallstelle Verstorbenen und im Insitut für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck obduzierten Personen zu erfassen und zu analysieren. Die Analyse der unmittelbar tödlichen Verletzungsmuster bezieht sich auf solche Personen, die in den Jahren 2010–2016 im Zuge eines Verkehrsunfalls präklinisch im Einzugsgebiet des Instituts für Rechtsmedizin des

Universitätsklinikums Schleswig-Holstein verstorben sind. Durch die Analyse können Rückschlüsse auf die aktuelle Situation der modernen Rettungsmedizin und das Traumamanagement bzw. auf deren Effektivität gezogen werden. Zudem ermöglicht die Untersuchung Rückschlüsse auf die Unfallursachen und Begleitumstände.

Folgende Fragen wurden unter anderem versucht in vorliegender Arbeit zu beantworten:

- Wie viele am Unfallort verstorbene Personen wurden in den Jahren 2010–2016 in der Rechtsmedizin des Uniklinikums Schleswig-Holstein Campus Kiel und Lübeck obduziert?
- Was sind die Todesursachen der unmittelbar am Unfallort verstorbenen Patienten?
- Welche Verletzungsmuster gibt es bei den Verstorbenen?
- Welche dieser Verstorbenen werden zur Obduktion angeordnet und aus welchen Gründen?
- Wären einzelne Todesfälle durch eine andere notfallmedizinische Versorgung vermeidbar gewesen?
- Wie ist die aktuelle Notfallversorgung bei Verkehrsunfällen einzuschätzen?
- Welche Möglichkeiten ergeben sich zur weiteren Reduzierung der Verkehrstoten in Deutschland?

1.3. Definition Verkehrstote

Zu den Verkehrstodesopfern in Deutschland werden per Definition alle Personen gezählt, die innerhalb von 30 Tagen unmittelbar an den Folgen eines Verkehrsunfalls versterben (Statistisches Bundesamt 2016). Hierzu zählen alle Personen, die bereits präklinisch an der Unfallstelle zu Tode kommen, diejenigen, die im Zuge der Rettungsmaßnahmen auf dem Weg in eine klinische Einrichtung versterben, die Personen, die während der Erstversorgung in der Notaufnahme ihren Verletzungen erliegen, sowie Unfallopfer, die während des Klinikaufenthaltes und diejenigen, die in ihrem häuslichen Umfeld nach Entlassung in Folge des Unfalls versterben. Die Zahlen beziehen sich jeweils auf ein Kalenderjahr, in dem der Tod eintrat. Einbezogen werden alle Arten von Verkehrsteilnehmern. Hierzu zählen laut Traumaregister® Personen, die in einem Kraftfahrzeug unterwegs waren, Zweiradfahrer und Fußgänger, außerdem Personen, die bei Schienenverkehrsunfällen verunglücken. Als

Kraftfahrzeuge gelten PKW und LKW. Zu den Zweirädern gehören sowohl die motorisierten, wie Motorräder und Motorroller, als auch Fahrräder, E-Roller und E-Bikes. Wasserfahrzeuge und die damit verbundenen Todesfälle wurden nicht in die Untersuchung einbezogen.
Grundsätzlich ist der Rettungsdienst in Deutschland und Boden-, Berg- und Seenotrettung untergliedert. Ärztlicher Bestandteil der Rettungsdienststruktur sind sowohl Notärzte als auch der ärztliche Bereitschaftsdienst. Zudem wird im Rettungsdienst die Notfallrettung vom Krankentransport unterschieden. Die gesetzliche Grundlage des Rettungsdienstes ist durch das Landesrettungsdienstgesetz geregelt, die Organisation der einzelnen Strukturen obliegt den jeweiligen Kommunen (Niehus 2012).

1.4. Qualifikation Notärzte

Die Qualifikation eines Notarztes ist in Schleswig-Holstein durch die zuständige Ärztekammer geregelt. Um die Zusatzweiterbildung zu erlangen, ist eine qualifizierte Weiterbildung von mindestens 24 Monaten in einem Gebiet der unmittelbaren Patientenversorgung notwendig, davon müssen 6 Monate in der Intensivmedizin oder Anästhesiologie absolviert werden. Zusätzlich muss ein 80 Std. Kurs nach §4 Absatz 8 WBO in allgemeiner und spezieller Notfallbehandlung absolviert werden, gefolgt von 50 Notarzteinsätzen im öffentlichen Rettungsdienst (Notarztfahrzeug oder Rettungshubschrauber) unter Anleitung eines verantwortlichen Notarztes. 25 dieser Einsätze können durch standartisierte Simulationskurse erfolgen (Ärztekammer Schleswig-Holstein 2020).

1.5. Definition Polytrauma

Das Polytrauma (griechisch Poly = mehrfach; Trauma = Verletzung) beschreibt einen Zustand, bei dem ein Patient ein oder mehrere Verletzungen erleidet, von denen jede allein für sich oder alle in Kombination einen potentiell lebensbedrohlichen Zustand darstellen. Dabei ist die Art der betroffenen Organsysteme unerheblich (Siewert und Brauer 2007; 2010).

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign, Untersuchungszeitraum- und Gebiet

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie.
Der Untersuchungszeitraum beinhaltet die Kalenderjahre 2010 - 2016. Das Untersuchungsgebiet umfasst das Einzugsgebiet des Instituts für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck. Am 31.12.2016 lebten im Land Schleswig-Holstein 2.830. 864 Personen, davon 1.381.451 Männer und 1.449.413 Frauen. Das Land Schleswig-Holstein ist in 4 Langerichtsbezirke unterteilt, Flensburg, Kiel, Lübeck und Itzehoe. Durch die internen Organisationsstrukturen werden gerichtliche Leichenöffnungen der Bezirke Flensburg, Kiel und Lübeck im Institut für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck durchgeführt. Aufträge des Langerichtbezirks Itzehoe werden dort nicht untersucht und wurden nicht in die vorliegende Arbeit mit aufgenommen.

2.2. Datenerhebung und Untersuchungsmaterial

Die Datenerhebung erfolgte aus den Archivdaten des Instituts für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck. Die Standorte führen eine hauseigene Aufzeichnung der zur Sektion angeordnete Leichen, ein sogenanntes ‚Sektionsbuch', in dem alle durchgeführten gerichtlichen Obduktionen mit Sektionsnummer, Alter der verstorbenen Person, Fundort und Todesursache nach Sektionsbefund dokumentiert werden. Zunächst wurden alle zur Leichenschau oder Sektion angeordnete Verstorbenen der Jahre 2010–2016 nach Todesursache eingruppiert. Daraus wurden alle Todesfälle mit Verkehrsbeteiligung ermittelt. Für die vorliegende Arbeit wurden alle Todesfälle, die nach o.a. Definition einem Verkehrstodesfall entsprachen, in die Auswertung übernommen. Weiter analysiert wurden nur die Fälle, bei denen die Personen unmittelbar am Unfallort verstarben. Anschließend erfolgte die Analyse der Sektionsprotokolle hinsichtlich der folgenden Kriterien:

- Todesursache nach Sektion
- Ort des Unfalls (Innerorts, Außerorts, Autobahn, Landstraße)
- Alter zum Zeitpunkt des Versterbens
- Verletzungsmuster

- Verkehrsteilnehmer (PKW-Insasse, Motorradfahrer, Fußgänger, Fahrradfahrer, Zugunfall)
- Uhrzeit des Unfalls, soweit rekonstruierbar
- Blutalkoholkonzentration zum Zeitpunkt des Versterbens, soweit untersucht

Eine Analyse bestehender Vorerkrankungen sowie Befunden der Sektion, die nicht in einem kausalen Zusammenhang zum Verkehrsunfall standen, erfolgte nicht. Lediglich bei zwei Fällen mit einer natürlichen Todesart wurde die Todesursache als Befund aufgenommen, die keine Verbindung zu dem Verkehrsunfall hatte. Diese Fälle wurde in die Untersuchung mit aufgenommen, da sich der Unfall im Zusammenhang mit dem Versterben ereignete und zunächst von einem nicht-natürlichen Tod ausgegangen wurde. Zudem dokumentieren sie die Diskrepanz zwischen klinischer Todesursache in der Todesbescheinigung und dem tatsächlichem Sektionsergebnis. Zusätzlich zu den Sektionsprotokollen findet sich in den rechtsmedizinischen Unterlagen zumeist auch eine polizeiliche Dokumentation des Unfallhergangs sowie staatsanwaltschaftliche Ermittlungsberichte und toxikologische Gutachten. Diese wurden zur Datenerhebung hinzugezogen.
Zur Wahrung des Datenschutzes erfolgte eine Anonymisierung der untersuchten Daten, so dass zur Auswertung nur die Sektionsnummern sowie das Geburtsdatum und das Geschlecht verwendet wurden. Des Weiteren erfolgte die Datenerhebung unter Verwendung der Auswertung des Statistischen Bundesamtes zur Erhebung von Verkehrsunfällen in den Jahren 2010–2016. Nach telefonischer Rücksprache mit dem Statistischen Bundesamt erfolgt die Klassifizierung der Verstorbenen als Verkehrstote gemäß o.a. Definition. Ausgeschlossen wurden Verkehrsunfalltote, die > 30 Tage nach Zeitpunkt des Unfalls verstarben, sowie Personen, die im Rettungswagen oder innerklinisch verstarben. Es erfolgte zusätzlich eine telefonische Rücksprache mit der Landespolizei Schleswig-Holstein. Diese führt keine eigene Statistik über verunfallte Personen in Schleswig-Holstein und die Obduktionsrate.

2.3. Äußere Leichenschau

Nach dem Versterben eines Menschen ist die äußere Leichenschau zur Feststellung des Todes unverzüglich durch einen Arzt/Ärztin durchzuführen (§3-6 Bestattungsgesetz Schleswig-Holstein). Die Leichenschau wird durch das Bestattungsgesetz geregelt und ist Ländersache. In Ausnahmefällen (auf Halligen und Inseln) darf die Leichenschau und die damit einhergehende

Todesfeststellung durch nicht-ärztliches Personal erfolgen, wenn nicht ständig ein Arzt verfügbar ist. Nach erfolgter Feststellung des Todes ist eine Todesbescheinigung durch den feststellenden Arzt auszufüllen. Eine Ausnahme bilden Notfallmediziner. Stellt ein herbeigerufener Notarzt im Einsatz den Tod einer Person fest, so ist das Ausstellen einer vorläufigen Todesbescheinigung, zumindest in vielen Rettungsdientsbereichen v.a. in Goßstädten, ausreichend. Die endgültige Ausstellung der Todesbescheinigung kann anschließend z. B. durch die Ärzte der Rechtsmedizin erfolgen. Ist eine Person verstorben, müssen die Todesfeststellung und damit die äußere Leichenschau in Schleswig-Holstein unverzüglich erfolgen. Die äußere Leichenschau ist regelmäßig am vollständig entkleideten Leichnam am Fundort durchzuführen. Dabei werden alle Körperöffnungen inspiziert und der Körper vollständig untersucht. Nur bei sicheren Todeszeichen kann der Tod festgestellt werden. Als sichere Todeszeichen werden sowohl frühe Leichenerscheinungen wie Totenflecke, Totenstarre und mit dem Leben nicht vereinbare Verletzungen, als auch fortgeschrittene Leichenerscheinungen, wie z. B. Fäulnis, gezählt. Der Hirntod gilt ebenfalls als sicheres Todeszeichen (Madea 2007). Dieser lässt sich jedoch nicht unmittelbar am Fundort diagnostizieren und ist präklinisch irrelevant. Nach der Feststellung des Todes erfolgt die Feststellung der Todesart. Ein natürlicher Tod liegt vor, wenn die verstorbene Person aufgrund einer inneren, natürlichen Ursache verstorben ist (Madea 2007). Ein nicht natürlicher Tod ist jeder Todeseintritt, der aufgrund eines Unfalls, einer Selbsttötung, einer Vergiftung, eines Behandlungsfehlers oder anderer Fremdeinwirkung erfolgt (Madea und Rothschild 2010). Auch bei fortgeschrittenen Fäulnisveränderungen oder unklarer Identität liegt in Schleswig-Holstein per Definition eine nichtnatürliche Todesart vor. Je nach Bundesland kann die Eingruppierung in ‚natürlicher' und ‚nicht natürlicher' Tod, sowie zusätzlich bspw. in Hamburg in ‚ungeklärt' erfolgen. Bei einem nicht natürlichen oder ungeklärten Todesfall ist unverzüglich die Polizei zu verständigen. Ggf. wird in der Folge im Auftrag der zuständigen Staatsanwaltschaft ein Todesermittlungsverfahren zur genauen Klärung der Todesumstände eingeleitet.

Bei den untersuchten Todesfällen der vorliegenden Arbeit handelt es sich zunächst nach Annahme der Ermittler ausschließlich um nicht natürliche Tode in Folge eines Verkehrsunfalles. Der Tod wurde am Ort des Versterbens durch die zuständigen Notärzte festgestellt. Die Todesbescheinigungen wurden sowohl von den Notfallmedizinern als auch durch die Ärzte der Rechtsmedizin ausgestellt. Nach Einleitung eines Todesermittlungsverfahrens durch die Staatsanwaltschaft erfolgte die innere Leichenschau

(gerichtliche Sektion) im Institut für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck.

2.4. Sektion

Wird ein Todesermittlungsverfahren zur Klärung der genauen Todesursache durch die Staatsanwaltschaft eröffnet, folgt unter Umständen zur weiteren Untersuchung der genauen Todesumstände ein gerichtlicher Beschluss zur Sektion. Zweck dieser inneren Leichenschau ist u.a. die Bestimmung der Todesursache und die Probensicherung zur weiteren toxikologischen Untersuchung. Die Sektion beinhaltet die Eröffnung aller drei Körperhöhlen (Kopf, Brustraum und Bauchraum) und die jeweilige Präparation aller Organe (§89 Strafprozessordnung). Die rechtliche Grundlage der gerichtlichen Sektionen bieten die Paragraphen 87-91 der Strafprozessordnung (StPO). Eine gerichtliche Sektion ist stets durch einen Facharzt für Rechtsmedizin und eine zweite ärztliche Person durchzuführen. Staatsanwaltschaft und Polizei können ebenfalls anwesend sein.
Da es sich bei Verkehrsunfällen um nicht natürliche Todesufälle handelt, wird nach dem Versterben einer Person bei einem Unfall regelhaft ein Todesermittlungsverfahren eingeleitet. Jedoch werden nicht alle bei einem Verkehrsunfall verstorbene Personen obduziert. Ist der Unfallhergang nicht eindeutig geklärt, die genaue Todesursache nicht eindeutig feststellbar oder es ergeben sich Hinweise auf eine Intoxikation oder Fremdverschulden, erfolgt die staatsanwaltschaftlich beantragte bzw. Gerichtlich angeordnete Leichenöffnung.
Die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit sind die Sektionen der Verkehrstoten, die im o.a. Untersuchungszeitraum durchgeführt wurden.

2.5. Literaturrecherche

Die Datenerhebung der obduzierten Verkehrstoten erfolgte aus den Archiven des Instituts für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck. Die Daten wurden zunächst mit dem Bearbeitungsprogramm „Excel“ in Tabellen eingefügt und anschließend mit dem Programm „Pivot“ ausgewertet.
Die Literaturrecherche erfolgte über PubMed und Google Scholar mit Schlagworten wie ‚aortic rupture’, ‚Vertebral Fracture’ oder ‚driving style in older ages’. Des Weiteren wurden die Daten

des Statistischen Bundesamtes zu der Studie verwandten Themen hinzugezogen. Zusätzlich erfolgte eine Literaturrecherche mit Fachliteratur der medizinischen Abteilung der Bibliothek der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

3. Ergebnisse

3.1. Patientenkollektiv

Insgesamt wurden für die vorliegende Arbeit 102 Todesfälle untersucht. 61 (59,8%) Verstorbene wurden im Institut für Rechtsmedizin in Kiel obduziert, 41 (40,2%) in Lübeck. Zwei Drittel aller Verstorbenen waren männlich: 68 Personen (66,7%). Ein Drittel, 34 Personen (33,3%), weiblich. Die jährliche Obduktionszahl der Verkehrstoten in Schleswig-Holstein lag insgesamt bei 10–19 Fällen.
Die Tabelle zeigt die Obduktionszahlen der jeweiligen Jahre im Untersuchungszeitraum nach Geschlechtern differenziert.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Männer	12	6	5	11	14	14	12
Frauen	4	5	5	7	4	5	4
Gesamt	16	11	10	18	18	19	16

Tabelle 1 : Fallkollektiv nach Jahren und Geschlecht

3.2. Altersverteilung

Das durchschnittliche geschlechterunabhängige Alter zum Zeitpunkt des Versterbens der untersuchten Personen lag bei 49,9 Jahren. Das Altersmaximum war 93 Jahre, das Minimum betrug 8 Jahre. Bei den verunfallten Frauen lag das durchschnittliche Alter bei 51,2 Jahren. Die älteste Frau war 87 Jahre alt, die jüngste Frau war vierzehn Jahre alt. Das durchschnittliche Alter der Männer lag bei 48,7 Jahren. Der älteste Mann war 93 Jahre und die jüngste männliche Person acht Jahre alt.

Das folgende Diagramm zeigt die Altersverteilung in Gruppen nach Geschlechtern und des gesamten Obduktionskollektivs auf.

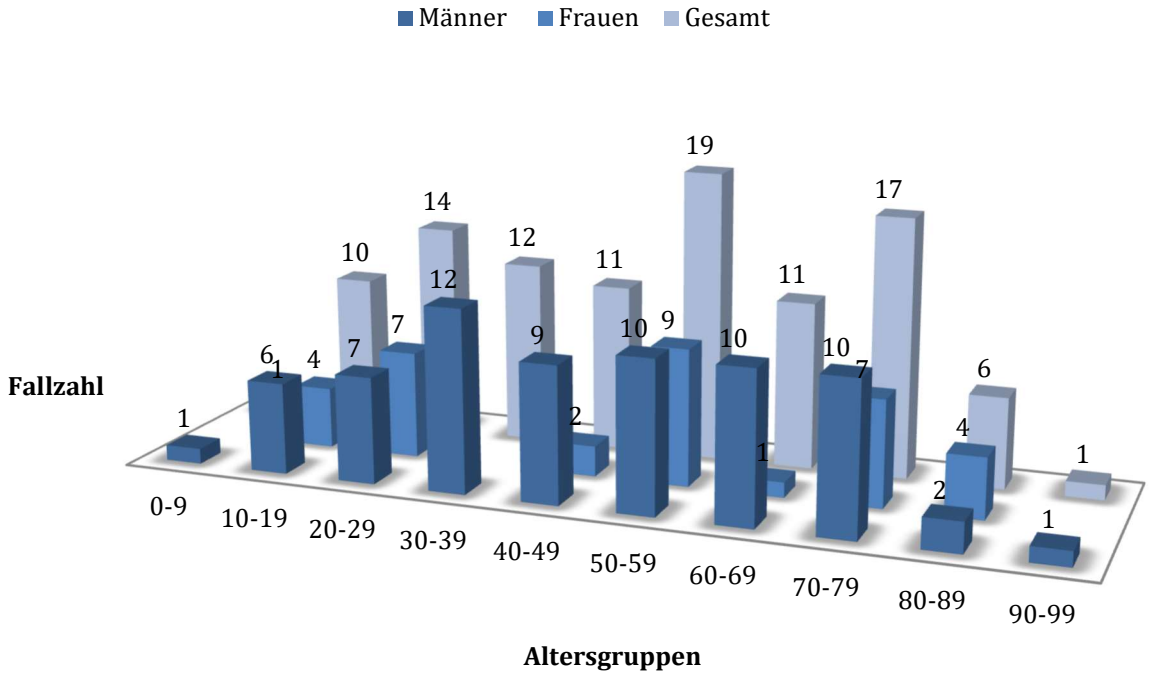


Abbildung 1: Altersverteilung der Verkehrstoten nach Geschlecht und im Kollektiv

Geschlechterunabhängig fanden sich die meisten Verkehrstoten in der Altersspanne zwischen 50 und 59 Jahren (18,6%). Eine zweite Häufung fand sich in der Altersspanne zwischen 70 und 79 Jahren (16,7%), gefolgt von der Altersspanne zwischen 20–29 Jahren (13,7%).

Bei den weiblichen Verunglückten fanden sich die meisten Personen in der Altersgruppe von 50–59 Jahren (26,5%), gefolgt von der Altersgruppe von 20–29 Jahren (20,6%) und der Altersgruppe von 70–79 Jahren (20,6%).

Bei den Männern fanden sich die meisten Verstorbenen in der Altersgruppe von 30–39 Jahren (17,6%), ranggleich gefolgt von den Kohorten 50–59 Jahre, 60–69 Jahre und 70–79 Jahre mit jeweils zehn Verstorbenen (je 14,7%).

Insgesamt gehörten 30 verstorbene Personen mit dem Alter > 65 Jahren und somit ca. ein Drittel der Fälle der Gruppe der Senioren an (29,4%).

Sechs Verunglückte waren minderjährig (unter 18 Jahren, (5,9%).)

3.3. Verkehrsteilnehmer

Bei dem untersuchten Obduktionskollektiv handelte es sich um Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr sowie Opfer von Schienenverkehrsunfällen.

Die häufigste Unfallart war der PKW-Unfall mit 41 Fällen (40,2%). Die zweitgrößte Gruppe mit 27 Fällen (26,5%) stellten die verunfallten Personen dar, die als Fußgänger verunglückten. Eine Zugüberrollung fand in achtzehn Fällen (17,6%) statt. Dabei handelte es sich in sechzehn Fällen um Unfälle bzw. Ereignisse in suizidaler Absicht, in zwei Fällen um einen Unfall. Eine Person verstarb in ihrem Auto bei einem Zugzusammenstoß mit einen Schienenfahrzeug. Auch dieser Unfallhergang ereignete sich nach Ermittlungslage in suizidaler Absicht. Zehn Personen (9,8%) verstarben bei einem Motorradunfall. Bei vier Fällen (3,9%) verstarben die Personen durch einen Fahrradunfall. Eine Person verunglückte während eines Busunfalls, und eine Person (jeweils 1%) war mit Inlineskatern unterwegs.

Abbildung 2 zeigt die Art der Verkehrsteilnahme der verunglückten Verkehrsteilnehmer nach Häufigkeit aufgetragen.

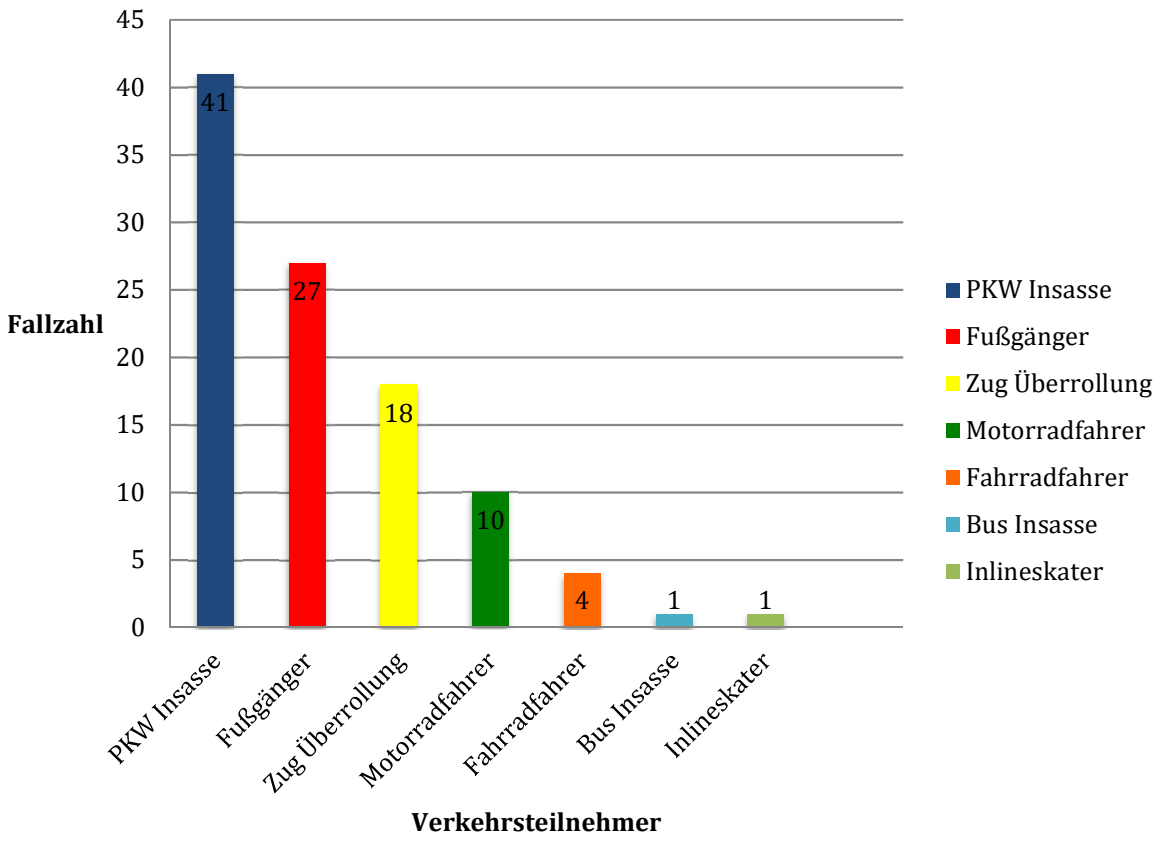


Abbildung 2: Zugehörigkeit der Verkehrsteilnehmer

3.3.1. Sitzposition bei PKW Insassen

Insgesamt verunglückten 41 Personen in einem PKW. 31 Personen (75,6%) befanden sich zum Zeitpunkt des Unfalls in der Fahrerposition. Sieben Personen (17%) waren als Beifahrer in Fahrzeug unterwegs. Drei Personen (7,4%) saßen auf der Rückbank.

3.4. Ortslage

Für die vorliegende Arbeit wurden Todesfälle bei Verkehrsunfällen untersucht, die sich innerhalb des Straßen- und Schienenverkehrs in Schleswig-Holstein ereigneten. Die untersuchten Unfälle mit Todesfolge ereigneten sich sowohl innerorts als auch außerorts. Die außerörtlichen Unfälle wurden wiederum in zwei Gruppen unterteilt: Landstraße oder Autobahn. Innerorts kam es sowohl zu Unfällen auf Gemeindestraßen als auch Privatgrundstücken (Parkplatz, Kompostanlage mit Privatstraße, Privatgrundstück mit Auffahrt).
In Abbildung 3 sind die Fallzahlen nach Verkehrsteilnehmern und Unfallort dargestellt.

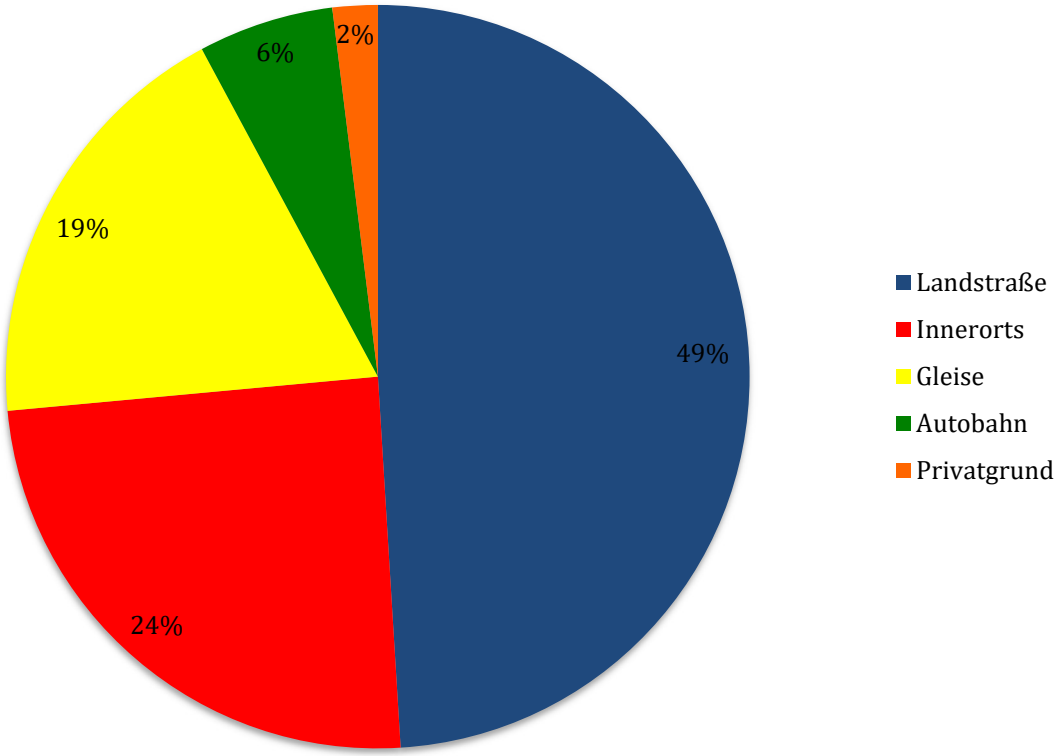


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Verkehrstoten nach Unfallort

Die meisten Unfälle mit knapp der Hälfte der Fälle (50 Fälle = 49%) ereigneten sich außerorts auf einer Landstraße. Etwa ein Viertel der Personen (25 Fälle, 24%) verstarben bei einem innerörtlichen Unfall. Neunzehn Fälle (19%) ereigneten sich im Bereich von Gleisen. Ebenfalls außerorts, jedoch auf einer Autobahn, verstarben sechs Personen (6%). Zwei initial tödliche Unfälle ereigneten sich auf Privatstraßen (2%).

Zusätzlich erfolgte die Eingruppierung nach Verkehrsteilnehmern und Unfallort. Tabelle 2 zeigt die jeweiligen Verkehrsteilnehmer am Ort des Unfalls.

	Innerorts	Landstraße	Autobahn	Gleise	Privatgrund
PKW-Insasse	5	33	2	1	-
Motorradfahrer	2	8	-	-	-
Fahrradfahrer	4	-	-	-	-
Fußgänger	14	7	4	-	2
Inlineskater	-	1	-	-	-
Bus-Insasse	-	1	-	-	-
Zug Überrollung	-	-	-	18	-
Gesamt	25	50	6	19	2

Tabelle 2 : Verkehrsteilnehmer nach Unfallort aufgelistet

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, verstarben 80,5% (33 Fälle) der PKW-Insassen auf einer Landstraße. 12,2% (5 Fälle) der initial tödlichen Unfälle, ereigneten sich innerorts. 5% (2 Fälle) der Unfälle ereigneten sich auf einer Autobahn. Ein Fall (2,4%) ereignete sich auf Gleisen.

Die häufigsten Unfälle mit Motorradfahrern ereigneten sich mit 80% (8 Fälle) ebenfalls im Bereich von Landstraßen. Zwei Personen und somit 20% verunfallten innerhalb einer Ortschaft.

Bei den Fahrradfahrern war der Unfallort mit 100% (4 Fälle) innerhalb einer Ortschaft.

51,9% (14 Fälle) der initial tödlichen Unfälle, bei denen ein Fußgänger ums Leben kam, ereigneten sich innerhalb einer Ortschaft. 25,9% (7 Fälle) der Unfälle ereigneten sich im auf Landstraßen. Vier Personen (16,7%), die zu Fuß unterwegs waren, kamen auf Autobahnen ums Leben. Zwei Fußgänger (8,3%) starben bei jeweils einem Verkehrsunfall auf einem Privatgrundstück.

Die Person, die mit Inlineskatern unterwegs war, und die Person, die als Busfahrer verunglückte, verstarben beide auf einer Landstraße.

Alle Personen, die bei einem Zugunfall ums Leben kamen, verunglückten auf Gleisen außerhalb einer Ortschaft. Eine Person befand sich dabei in ihrem PKW.

Abbildung 4 zeigt die jeweiligen Verkehrsteilnehmergruppen mit den anteiligen Unfallorten.

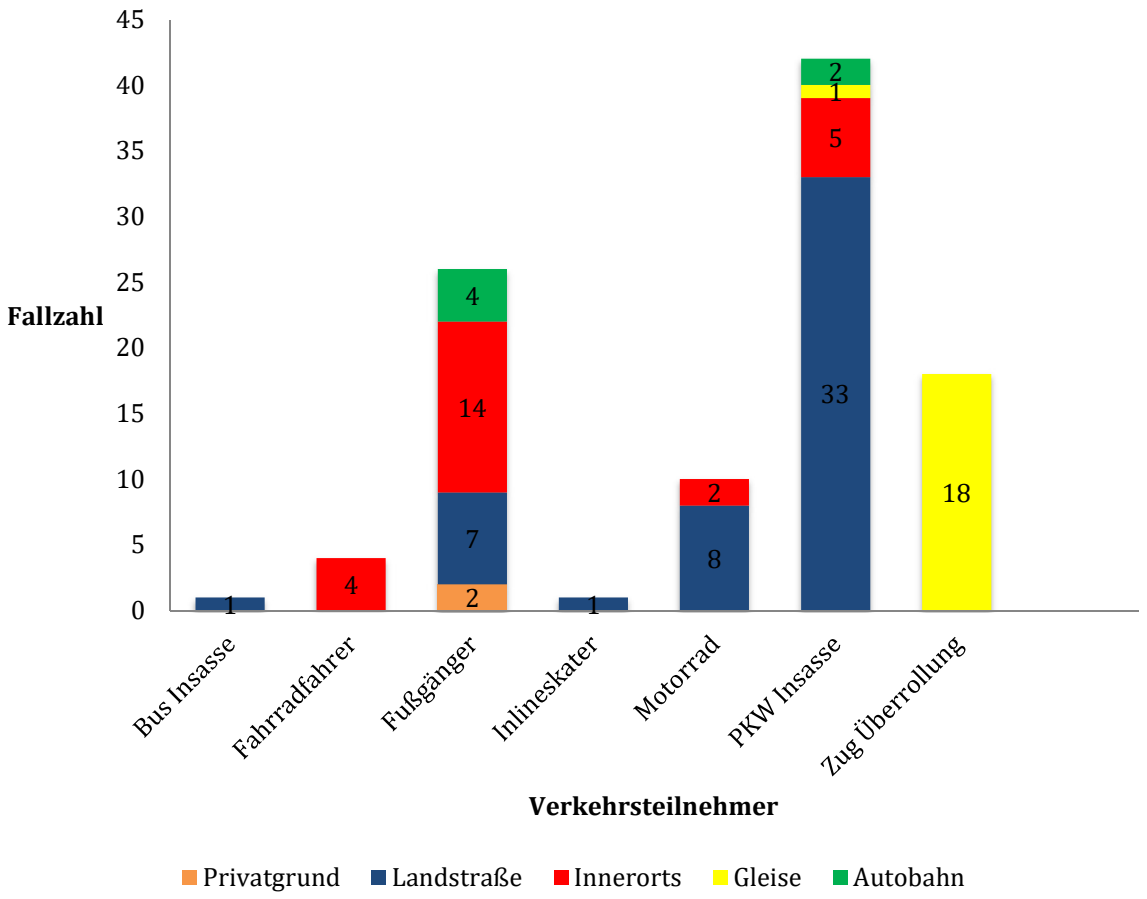


Abbildung 4 : Unfallorte der jeweiligen Verkehrsteilnehmergruppen

3.5. Tageszeit

In 94 Fällen (92%) konnte aufgrund der Aktenlage die genaue Unfallzeit ermittelt werden. Die genauen Uhrzeiten wurden zu Zeitintervallen von je 6 Stunden zusammengefasst. Das erste Zeitintervall erfasst den Vormittag von 06:00 Uhr bis 12:00 Uhr. Anschließend erfolgt ein Nachmittagsintervall von 12:00 Uhr bis 18:00 Uhr. Das dritte Intervall beinhaltet die Abendstunden von 18:00 Uhr bis 00:00 Uhr. Das letzte Intervall fasst alle Unfälle zusammen, die sich in den Nachstunden zwischen 00:00 Uhr und 06:00 Uhr ereigneten.
Abbildung 5 zeigt die Fälle nach Zeitintervallen sortiert.

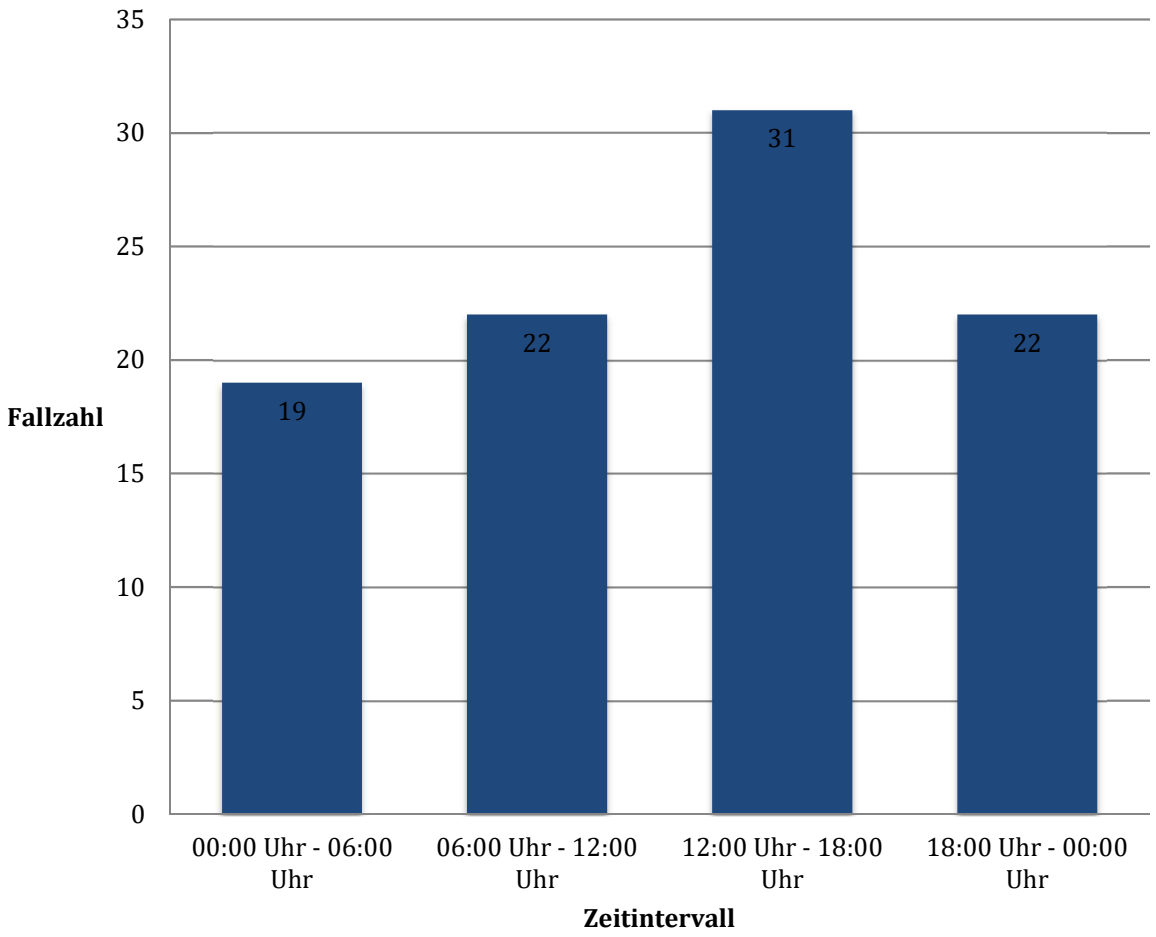


Abbildung 5: Fallzahlen nach Uhrzeit des Todeseintritts in Zeitintervallen

Wie in Abbildung 5 ersichtlich, ereigneten sich mit einem Drittel der Fälle (31 Fälle, 33%) die häufigsten Unfälle im Zeitintervall zwischen 12:00 Uhr mittags und 18:00 Uhr am Abend. In den Zeiten am Vormittag zwischen 06:00 Uhr und 12:00 Uhr und nachmittags zwischen 12:00 Uhr und 18:00 Uhr ereigneten sich jeweils 24,4% (22 Fälle) der Unfälle. Die wenigsten Unfälle mit 20,2% (n=19) fanden in der Nacht zwischen 00:00 Uhr und 06:00 Uhr statt.

3.5.1. Tageszeit und Altersverteilung

In den Zeitintervallen der Unfälle zeigten sich unterschiedliche Altersverteilungen. In folgender Tabelle sind die Zeitintervalle des Unfallgeschehens und das durchschnittliche Alter der Verkehrsopfer dargestellt. Zusätzlich ist die Abweichung zum Gesamtkollektiv aufgezeigt.

	00:00 Uhr – 06:00 Uhr	06:00 Uhr – 12:00 Uhr	12:00 Uhr – 18:00 Uhr	18:00 Uhr – 00:00 Uhr
Alter im Ø	36,7 Jahre	47,7 Jahre	58,8 Jahre	48,8 Jahre
Abweichung Gesamtkollektiv	- 13 Jahre	- 2 Jahre	+ 9,1 Jahre	- 0,9 Jahre

Tabelle 3 : Durchschnittliches Alter der Verstorbenen nach Tageszeit

Im Zeitintervall von 00:00 Uhr bis 06:00 Uhr morgens waren die Verstorbenen im Durchschnitt 36,7 Jahre alt und somit am jüngsten. Es ergab sich eine Abweichung von dreizehn Jahren (27,3%) zum durchschnittlichen Alter des Gesamtkollektivs. In der Zeit zwischen 06:00 Uhr und 12:00 Uhr fand sich die zweitjüngste Gruppe mit einer durchschnittlichen Abweichung von 2 Jahren (4,2%) im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt. Die Kohorte, die zwischen 12:00 Uhr mittags und 18:00 Uhr verunglückte, war mit 58,8 Jahren im Durchschnitt die älteste. Es ergab sich eine Abweichung von 9,1 Jahren (19%) zum durchschnittlichen Alter aller Verstorbenen. Die geringste Abweichung fand sich in der Tageszeit von 18:00 Uhr bis 00:00 Uhr. Die verunglückten Personen waren im Durchschnitt 48,8 Jahre alt und nur 0,9 Jahre jünger als das Gesamtkollektiv im Durchschnitt (1,9%).

3.6. Todesursachen

Insgesamt gab es bei den untersuchten Fällen der Verkehrsopfer zehn verschiedene Todesursachen, nach Obduktion: Polytrauma, Verbluten, Schädel-Hirn Trauma, Ersticken, HWK-Fraktur mit Hirnstammverletzung, Thoraxtrauma, CO-Intoxikation, Dekapitation und Myokardinfarkt. Dabei handelte es sich bei 100 Fällen (98%) um einen nicht natürlichen Tod infolge des Verkehrsunfalls. Zwei Personen verstarben an einer natürlichen Todesursache, die nach Rekonstruktion des Unfallhergangs einen Verkehrsunfall zur Folge hatte.
Abbildung 6 zeigt die Todesursachen nach Fallzahlen.

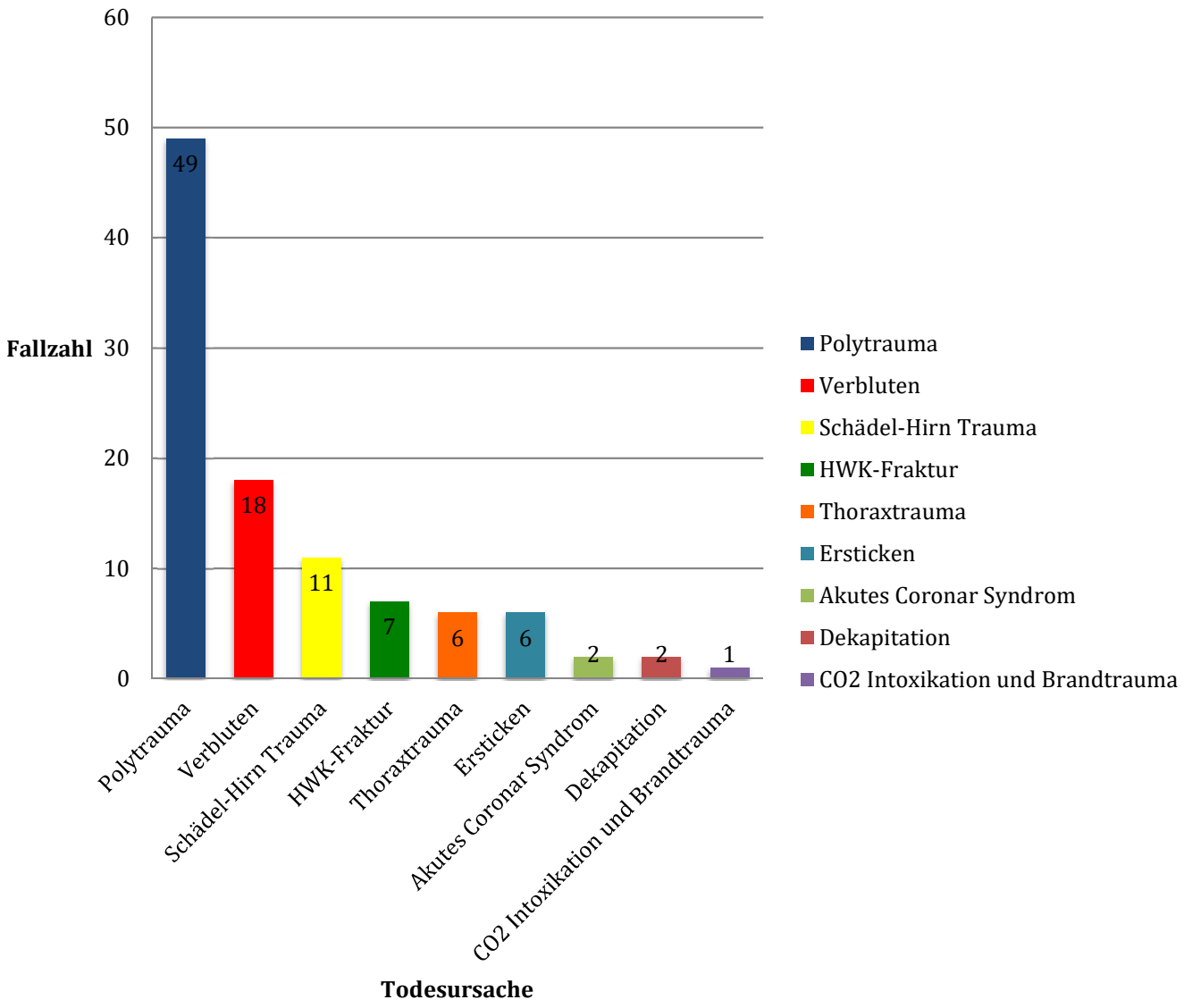


Abbildung 6: Todesursachen nach Fallzahl

Geschlechterunabhängig war die häufigste Todesursache bei ungefähr der Hälfte aller Verunglückten mit 49 Fällen (48%) das Polytrauma, gefolgt von Verbluten mit achtzehn Fällen (17,6%), Schädel-Hirn-Trauma mit elf Fällen (10,8%), HWK-Fraktur mit Rückenmarksverletzung in 7 Fällen (6,9%), Thoraxtrauma und Ersticken mit jeweils sechs Fällen (5,9%), akutes Koronarsyndrom und Dekapitation in jeweils zwei Fällen (2%) und in einem Fall mit der Todesursache CO-Intoxikation und Brandtrauma (1%).

In fünf der sechs Erstickungsfälle lag eine Aspiration von Blut oder Speisebrei als Ursache vor. Eine Person erstickte aufgrund einer massiven Thoraxkompression.

Bei den Todesopfern, deren unmittelbare Todesursache Verbluten war (n=18), fand sich bei fünfzehn Fällen (83,3%) eine Aortenruptur als todesursächliche Blutungsquelle. Als weitere

Blutungsquellen wurden in einem Fall (5,6%) eine Ruptur der Leber und in zwei Fällen (11,1%) ein Abriss der Lungenvenen festgestellt.

3.7. Obduktionsbefunde

Zusätzlich zu den unmittelbaren Todesursachen beinhalteten die Sektionsprotokolle eine genaue Dokumentation aller Verletzungsmuster und Nebenbefunde der Verstorbenen. Bei den Verkehrsunfallopfern fanden sich zahlreiche ausgeprägte Verletzungsmuster.
Bei den Obduktionsbefunden handelte es sich hauptsächlich um Zeichen von stumpfer Gewalteinwirkung.
Alle Verunglückten (102 Fälle = 100%) wiesen Frakturen der Extremitäten oder der Wirbelsäule auf .
Der zweithäufigste Obduktionsbefund war ein Schädel-Hirn-Trauma mit ausgeprägten Verletzungen oder Zerstörung des zentralen Nervensystems in Form eines Abrisses des Rückenmarks, Schädelfrakturen mit Hirnblutungen oder eine Exenteration des Gehirns bei mehr als zwei Dritteln aller Fälle (70 Fälle = 68,6%).
Die dritthäufigste Verletzung der verunfallten Personen waren die Rippenserienfrakturen in 65 Fällen (63,7%). In mehr als der Hälfte der Fälle (64 Fälle, 62,7%) fand sich in der Obduktion eine Ruptur der Aorta mit massivem Blutverlust nach innen. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Rupturen im thorakalen Bereich und am Aortenisthmus. Intraabbdominelle Aortenrupturen zeigten sich nur in wenigen Fällen bei ausgeprägten Bauchtraumata. In 15 Fällen war die Todesursache mit Verbluten aufgrund einer Aortenruptur angegeben.
Insgesamt fanden sich bei 37 Patienten (36,3%) Frakturen der Halswirbelkörper HWK 1-4 mit Verletzungen des Rückenmarks. Darunter wurde bei 7 Personen die HWK-Fraktur mit Rückenmarksverletzung als Todesursache angegeben

3.7.1 Besondere Verletzungsmuster Fußgänger

Die Gruppe der Fußgänger (n= 27) wies insgesamt massivste Traumata mit jeweils ähnlichem Verletzungsmuster auf. Bei allen Verunglückten, die als Fußgänger von einem PKW oder einem LKW erfasst wurden, zeigten sich Frakturen der unteren Extremitäten und/oder des Beckens.

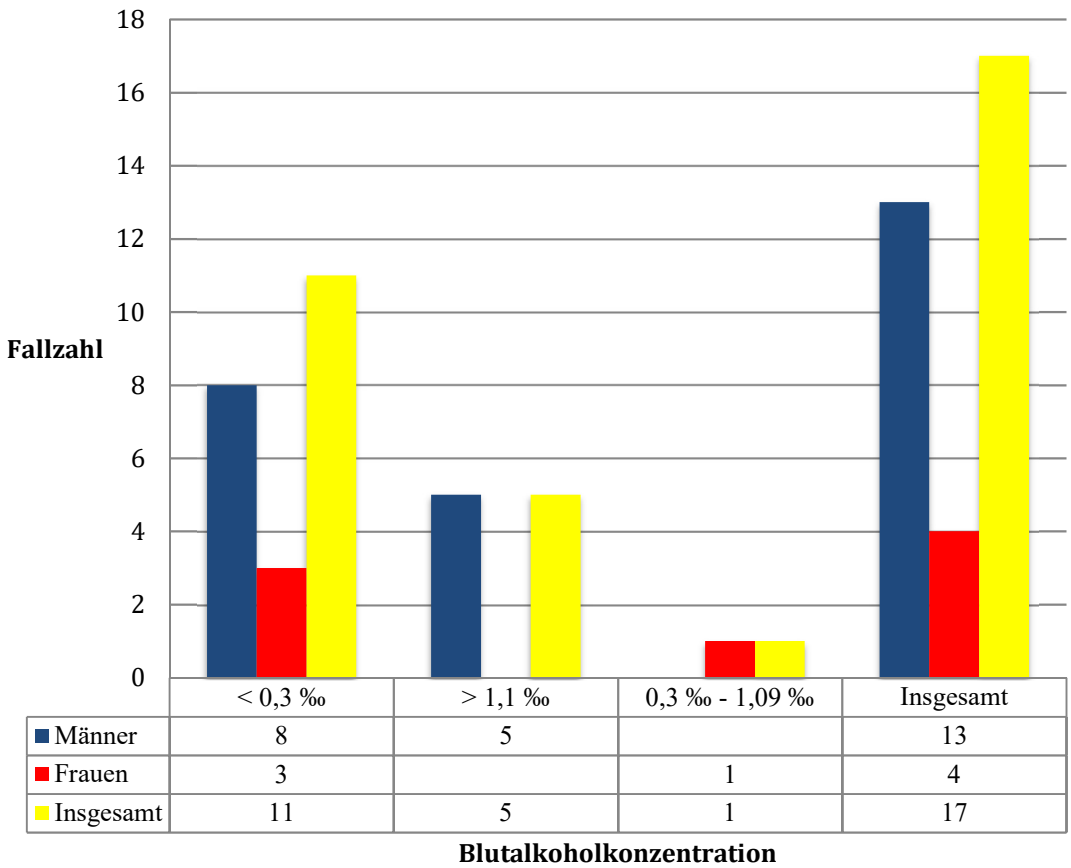
16 Personen (61,5%) wiesen Verletzungen des Schädels mit Schädelfrakturen und/oder Schädel-Hirn-Traumata auf.
21 Personen (80,8%) zeigten ein Thoraxtrauma mit Rippenserienfrakturen, Hämatothorax und/oder Pneumothorax.

3.7.2. Aortenrupturen bei PKW-Insassen

Insgesamt fanden sich bei 26 von 41 verunglückten PKW-Insassen eine Aortenruptur (63,4 %). Davon waren 20 Fahrer, vier Beifahrer und zwei Personen Insassen auf der Rückbank.
Insgesamt erlitten 20 der 31 Personen in Fahrerposition eine Aortenruptur (64,5 %). Vier der sieben Beifahrer (57,1%) und zwei der drei Personen (66,7%) auf der Rückbank erlitten eine Aortenruptur.

3.8. Blutalkoholkonzentration

Bei insgesamt siebzehn Personen (16,7 %) erfolgte eine Blutalkoholbestimmung. Es wurden bei dreizehn männlichen Verunglückten und bei vier Frauen die Blutalkoholwerte bestimmt. Der höchste BAK-Wert lag bei 3,6‰. Insgesamt 10 Werte lagen bei 0,0‰. Abbildung 7 zeigt die gemessenen Blutalkoholwerte in Intervallen unter 0,3‰, 0,3‰ – 1,09‰ und mehr als 1,1‰. Zusätzlich wurden die Intervalle nach Geschlecht unterteilt.



	< 0,3 ‰	> 1,1 ‰	0,3 ‰ - 1,09 ‰	Insgesamt
Männer	8	5		13
Frauen	3		1	4
Insgesamt	11	5	1	17

Abbildung 7: Blutalkoholkonzentration der Unfallopfer nach Geschlecht und im Kollektiv

Wie aus der Abbildung 7 hervorgeht, waren elf Fälle (64,7%) und somit ca. zwei Drittel aller Blutalkoholkonzentrationen in einem Bereich von 0,3‰ und weniger. In diesem Intervall stammten drei untersuchte Proben von Frauen, acht Proben wurden von männlichen Verunglückten asserviert. Im Intervall zwischen 0,3 ‰ und 1,09‰ wurde bei zwei Personen Blutalkoholwerte bestimmt. Jeweils eine Person war männlich und weiblich. Das entspricht 11,8% der Personen, die einen erhöhten BAK-Wert aufwiesen.
Im Intervall mit einem BAK-Wert von über 1,1 ‰ waren alle fünf Personen (29,4%) männlich. Insgesamt fanden sich bei 6,9% der verunfallten Personen BAK-Werte von mehr als 0,3 ‰.

3.8.1. Blutalkoholkonzentrationen und Uhrzeit

Die Unfälle, bei denen Personen mit einem BAK-Wert von mehr als 0,3‰ verstarben, ereigneten sich alle in der Zeit zwischen 21:12 Uhr und 06:45 Uhr. Ein Unfall fiel in das Zeitintervall von 18:00 Uhr bis 00:00 Uhr. Vier von sechs Unfällen ereigneten sich im

Zeitintervall von 00:00 Uhr bis 06:00 Uhr morgens. Ein Unfall ereignete sich im Zeitintervall von 06:00 Uhr bis 12:00 Uhr.

3.8.2. Blutalkoholkonzentration und Alter

Das durchschnittliche Alter der Personen, die einen BAK-Wert von mehr als 0,3 ‰ zum Zeitpunkt des Todes hatten, lag bei 40,4 Jahren. Die jüngste Person war 21 Jahre und die älteste Person 70 Jahre alt. Somit lag das durchschnittliche Alter der Personen, die alkoholisiert am Straßenverkehr teilnahmen, 9,3 Jahre unter dem durchschnittlichen Alter des Gesamtkollektivs.

4. Diskussion

4.1. Patientenkollektiv

Bei den untersuchten Todesfällen handelte es sich um insgesamt 102 Personen, die im Verkehr ums Leben kamen. Dabei zeigte sich eine Geschlechterverteilung von 2/3 männlicher Verstorbener zu 1/3 weiblicher Opfer. Bundesweit verstarben im Jahr 2016 58 Männer pro eine Million Einwohner bei einem tödlichen Verkehrsunfall. Bei den Frauen handelte es sich um 21 (Statistisches Bundesamt 2016). Die Analyse der Daten des UKSH spiegelt auch den Durchschnitt in der Bundesrepublik wider.
Insgesamt ist das Fahrverhalten von Männern und Frauen unterschiedlich. Männer neigen im Gegensatz zu Frauen häufiger zu riskantem Fahrverhalten und provozieren so häufiger Verkehrsunfälle (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012). Dabei verursachen sie häufiger schwere Verkehrsunfälle. Bei 1.000 Unfällen, die durch einen Mann verursacht werden, sterben im Durchschnitt zwölf Personen. Bei 1.000 von Frauen verursachten Unfällen kommen deutschlandweit sechs Personen ums Leben (Statistisches Bundesamt 2016). Riskantes Fahrverhalten begründet sich häufig in Umgang mit Stresssituation im Straßenverkehr. Eine Stressstudie vom Institut für Rechts- und Verkehrsmedizin der Universität Heidelberg für den ADAC aus dem Jahr 2006 untersuchte das Verhalten von Männern und Frauen im Berufsverkehr. Männer zeigten dabei deutlich häufiger aggressives und proaktives Verhalten

in Stresssituationen im Straßenverkehr, während Frauen deutlich defensiver und umsichtiger fuhren (ADAC 2006).

Zudem besitzen Frauen, trotz stetiger Zunahme in den letzten Jahren, weiterhin weniger Führerscheine als Männer und sind weniger als Fahrerinnen im Straßenverkehr unterwegs (Nobis et al. 2019). Zudem unterscheidet sich das Fahrverhalten von Männern und Frauen auch bezüglich der Wegestrecke sowie in den Gründen der Fahrten (Nobis et al. 2019). Die befragten Männer nutzen PKW häufiger für berufliche Strecken, bei den Frauen handelt es sich häufig um ‚Wegeketten' zur Arbeitsstätte anschließend zum Kindergarten, zum Einkaufen und dann nach Hause.

Insgesamt kamen im Untersuchungszeitraum in Schleswig-Holstein 741 Personen bei Verkehrsunfällen im Straßenverkehr ums Leben (Statistisches Bundesamt 2016). Diese Zahl beinhaltet aber nicht nur präklinisch verstorbene Personen, sondern bezieht sich auf alle innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfallereignis eingetretenen Tode infolge des Unfalls. Eine Obduktion wird richterlich nur angeordnet, wenn die Klärung der genauen Todesursache und der Verletzungsmuster oder beispielsweise eine Beeinträchtigung durch Alkohol und andere Substanzen genauere Aufschlüsse zum Unfallhergang oder der Schuldfrage machen können.

Die Sektionsrate, insbesondere bei Verkehrsunfällen, ist in Deutschland sehr gering. Sie liegt bundesweit bei ca. 2%-5% (Brinkmann et al. 2002).

In den meisten untersuchten Unfällen konnte aufgrund der Zeugenaussagen oder des Unfallortes der Unfallhergang nicht exakt rekonstruiert werden. In zwei Fällen stand die Frage einer vorsätzlichen Tötung im Raum. Bei den Unfällen mit beteiligten Fußgängern stellte sich die Frage nach dem Unfallhergang insbesondere darauf bezogen, in welcher Position sich die angefahrene Person zum Zeitpunkt des Unfalls befand. Insbesondere die Frage, ob die Person im Moment des Zusammenpralls bereits auf der Straße lag oder stand und aus welcher Richtung sie die Straße betrat, war zur genauen Unfallrekonstruktion von Relevanz.

Laut Definition handelt es sich bei Verkehrsopfern um Personen, die innerhalb von 30 Tagen an den Folgen eines Verkehrsunfalles versterben (Statistisches Bundesamt 2016). Bei den obduzierten Personen handelt es sich lediglich um Opfer, die unmittelbar an der Unfallstelle verstorben waren. Personen, die auf dem Weg in eine Klinik, während des Klinikaufenthaltes oder in der Häuslichkeit verstarben wurden nicht in die Analyse mit aufgenommen. Somit lässt sich eine genaue Obduktionsrate der Verkehrstoten in Schleswig-Holstein anhand der hier analysierten Daten nicht ermitteln.

4.2. Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter der verunfallten Personen lag mit 49,9 Jahren im mittleren Lebensalter. Die insgesamt größte Gruppe fand sich geschlechterunabhängig in der Alterskohorte zwischen 50–59 Jahren. In den vergangenen zehn Jahren stieg die Fahrleistung in dieser Altersgruppe überproportional stark um über 30% an (Nobis et al. 2019). Insbesondere Berufspendler sind in dieser Gruppe stark vertreten. Dies könnte eine Erklärung sein, warum gerade diese Altersgruppe häufig verunglückt. Zudem gehört Schleswig-Holstein zu den Flächenländern, welches ggf. längere Wegstrecken und somit eine höhere Wahrscheinlichkeit eines Verkehrsunfalls mit sich bringt.

Die zweitgrößte Gruppe fand sich im Alter von 70–79 Jahren. Der Anteil der Personen über 65 Jahren, die im Besitz eines PKWs sind, hat sich in den letzten Jahren deutlich erhöht (Nobis et al. 2019). Wie eine Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur zeigt, hat sich die zurückgelegte Wegstrecke der über 65 Jährigen in den Jahren von 2002 bis 2017 ebenfalls erhöht, jedoch nur um wenige Kilometer pro Tag (Nobis et al. 2019). Ältere Personen sind somit häufiger im Straßenverkehr unterwegs, haben aber nicht mehr Fahrpraxis als früher und sind somit unsicherer im Straßenverkehr. Insbesondere im verkehrsreichen Berufsverkehr steigen folglich der Stressfaktor und das Unfallrisiko.

Am dritthäufigsten verunglückten Personen im untersuchten Kollektiv im Alter von 20–29 Jahren. Obwohl die Unfälle mit jungen Fahrern seit der Einführung des begleitenden Fahrens ab siebzehn Jahren zurückgegangen sind, ist die Gruppe junger Verkehrsopfer noch immer deutschlandweit anteilig hoch (Statistisches Bundesamt 2016). Im Jahr 2018 lag der Anteil Verkehrstoter unter 25 Jahren bei 16% (Statistisches Bundesamt 2022). Insbesondere junge Menschen können aufgrund ihrer noch nicht lang andauernden Fahrpraxis Gefahrensituationen schlechter einschätzen. Zudem ist die Fahrleistung bezogen auf das Jahr bei dieser Altersgruppe an drittletzter Stelle im deutsche Bundesdurchschnitt (Nobis et al. 2019). Die jungen Fahrer legen verhältnismäßig wenige Kilometer zurück und erlangen so auch weniger Sicherheit (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012). Der Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen über das Fahrverhalten von jungen Menschen spricht unter anderen vom ‚Junge-Männer-Syndrom', welches das Fahrverhalten junger Männer beschreibt (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012). Darin werden als Unfallursachen insbesondere bei jungen Männern häufig Einflussfaktoren wie aggressiveres Verhalten, höhere Risikobereitschaft und ein Imponieren des Umfelds angegeben. Gemeinsam mit der geringen Fahrerfahrung birgt dies ein hohes Unfallpotenzial und erklärt die Häufung im untersuchten Kollektiv.

Bei den Männern verunglückten die meisten Personen in der Altersgruppe zwischen 30–39 Jahren. Diese Gruppe steht im Bundesdurchschnitt an zweiter Stelle der Fahrleistungen auf das Jahr gerechnet (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012). Sie sind zwar etwas weniger unterwegs als die Kohorte der Männer zwischen 40–49 Jahren, haben aber auch noch nicht ganz so viel Fahrpraxis erlangt wie ebendiese.
Die Gruppe der untersuchten Frauen verunglückte am häufigsten im Alter zwischen 50–59 Jahren. Wie bereits erwähnt stieg die Fahrleistung dieser Altersgruppe sowie die Pro-Kopf-Anzahl der PKW im Bundesdurchschnitt in den letzten Jahren um 30% an (Nobis et al. 2019). Somit sind auch mehr Frauen dieser Altersgruppe im Verkehr unterwegs, haben aber weniger Fahrerfahrungen. Dies könnte die Ursache der gehäuften Todesfälle dieser Altersgruppe sein.

4.3. Verkehrsteilnehmer

Bei den Verkehrsteilnehmern fand sich die größte Gruppe unter den PKW-Insassen. Dabei wurden sowohl die Fahrer als auch die Beifahrer dieser Gruppe zugeordnet. Insgesamt stellten 40,2% der verunfallten Personen PKW-Insassen dar. Im bundesweiten Durchschnitt verunglückten im Jahr 2018 44% der Personen in einem PKW (Statistisches Bundesamt 2019). Aufgrund der relativ kleinen Kohortenzahl im untersuchten Kollektiv ist diese Abweichung durchaus erklärbar. Die Daten stimmen in etwa mit denen des Bundesdurchschnitts überein.
Die zweitgrößte Gruppe fand sich bei den Fußgängern mit einem Viertel der Unfälle. Fußgänger verunglücken hauptsächlich bei innerörtlichen Unfällen. Deutschlandweit ereignen sich die meisten Unfälle innerorts (Statistische Bundesamt 2016). Wird dabei ein Fußgänger involviert, ist die Wahrscheinlichkeit von massiveren Verletzungen weit höher als bei Personen, die sich in einem Fahrzeugs befinden. Obwohl sich die meisten tödlichen Unfälle auf Landstraßen ereignen, ziehen innerörtliche Unfälle mit Personenschäden oftmals die schwereren Verletzungen mit sich (Statistisches Bundesamt 2016). Fußgänger werden im Straßenverkehr oftmals übersehen, insbesondere bei Abbiege- und Rückwärtsmanövern. Somit erklärt sich der relativ große Anteil dieses Kollektivs. Deutschlandweit sind Fußgänger die drittgrößte Unfallgruppe nach den Zweiradfahrern und den PKW-Insassen.
Die drittgrößte Gruppe des untersuchten Kollektivs dieser Arbeit machten die Schienenunfälle aus. Dabei handelte es sich bei sechzehn Fällen um Unfälle, bei denen im Nachhinein durch die Ermittlungen eine suizidale Absicht ermittelt werden konnte. Nur in zwei Fällen kam es aufgrund von nicht angepasstem Verhalten und illegalem Betreten der Gleise zu tödlichen

Unfällen. Insgesamt sind Schienenverkehrsunfälle, die nicht aufgrund von suizidalen Absichten erfolgen, in Deutschland sehr selten. Im Jahr 2015 starben 146 Personen deutschlandweit an den Folgen eines Bahnunfalls. Darin sind sowohl Unfälle als auch Suizide beinhaltet (Statistisches Bundesamt 2019). Insgesamt ist der Schienenverkehr 63-mal so sicher wie das Fahren eines PKW unter Betrachtung der zurückgelegten Kilometer und der tödlichen Unfälle (Statistisches Bundesamt 2016). Eine mögliche Ursache der relativ hohen Anzahl an Verunfallten auf Gleisen im untersuchten Kollektiv könnte sein, dass aufgrund der meistens extremen Zerstörung des Körpers durch die extreme Gewalteinwirkung durch den Zug eine Identifizierung am Unfallort und eine genaue Unfallrekonstruktion schwer möglich ist. Die Sektion wird in den meisten Fällen zur Klärung der Identität des Verstorbenen angeordnet. Daher werden im Vergleich zu den übrigen Verkehrsunfällen viele Schienenverkehrsopfer zur Sektion in die jeweiligen rechtsmedizinischen Institute verbracht.

In knapp 10% der Fälle des untersuchten Kollektivs waren die verunfallten Personen Motorradfahrer. In Schleswig-Holstein betrug die Anzahl der mit einem Motorrad tödlich verunglückten Personen in den untersuchten Jahren ca. 7–10% der Verkehrsopfer (Statistisches Bundesamt 2019). Somit stimmen die Daten des ausgewählten Kollektivs in etwa mit der tatsächlichen Rate der Verunfallten überein. Motorradfahrer sind seltener in Verkehrsunfälle verwickelt als PKW-Insassen (Statistisches Bundesamt 2016). Aufgrund der relativ ungeschützten Umgebung und der meist hohen Geschwindigkeit außerhalb von Ortschaften bei Motorradfahrern enden Unfälle jedoch meist mit schwersten Verletzungen. Insbesondere in den Sommermonaten verunglücken Motorradfahrer gehäuft (Statistisches Bundesamt 2016). Das gute Wetter lädt zu Ausfahrten ein. Da in den Wintermonaten aufgrund der Witterungsverhältnisse jedoch tendenziell weniger Motorradfahrer unterwegs sind, unterschätzen diese im Sommer häufig die Gefahren, die vom Straßenverkehr ausgehen. Insbesondere bei Überholmanövern ereignen sich häufig schwerwiegende Unfälle (Statistisches Bundesamt 2016).

Knapp 4% der Verunfallten des untersuchten Kollektivs verunglückten mit dem Fahrrad. Alle Fahrradunfälle ereigneten sich innerorts. Fahrradfahrer werden, wie auch Fußgänger, durch PKW- oder LKW-Fahrer häufig übersehen und tragen ähnlich wie Fußgänger oder Motorradfahrer bei einem Unfall meist schwere Verletzungen davon. In Schleswig-Holstein verunglückten im untersuchten Zeitraum etwa 1/3 weniger Fahrradfahrer als Fußgänger tödlich (Statistisches Bundesamt 2019). Fahrradfahrer sind schneller unterwegs als Fußgänger und können eventuellen Unfällen noch ausweichen. Zudem tragen sie häufig einen Helm, der

schwerste Schädelverletzungen zu verhindern vermag. Daraus ließe sich möglicherweise eine Helmpflichtempfehlung ableiten.
Eine Person kam bei einem Linienbusunfall ums Leben. Dabei handelte es sich um den Fahrer des Busses, der in einen Frontalunfall bei hoher Geschwindigkeit außerorts verwickelt gewesen ist. Grundsätzlich sind Businsassen sehr sicher unterwegs. In Deutschland verunglückten in den Jahren 2010–2016 durchschnittlich lediglich zwischen 1,3% und 2,5% der getöteten Personen im Straßenverkehr in einem Bus des öffentlichen Nahverkehrs (Statistisches Bundesamt 2016). Reisebusunfälle ereigneten sich nicht. Die Daten aus der vorliegenden Arbeit entsprechen somit in etwa denen der Bundesrepublik im Durchschnitt. Aufgrund der Größe und der Masse sind die Schäden bei einem Bus nach einem Verkehrsunfall mit kleineren Unfallgegnern (PKW, Motorrad) oftmals geringer. Nur in seltenen Fällen kommt es bei den Insassen zu schweren Verletzungen oder zum Tod.
In einem Fall des untersuchten Kollektivs kam es zu einem Verkehrsunfall mit einer Person, die auf Inlineskatern unterwegs war. In der Zuordnung des Statistischen Bundesamtes werden diese Fälle zu den Fußgängern gezählt.

4.3.1. Sitzposition bei PKW Insassen

Von den insgesamt 41 verstorbenen PKW Insassen befanden sich 31 Personen und damit die größte Gruppe zum Zeitpunkt des Unfalls in der Fahrerposition. Sieben PKW Insassen verunglückten auf der Beifahrerpostition und drei Personen befanden sich zum Zeitpunkt des Unfalls auf der Rückbank.
Aus diesen Zahlen könnte der Rückschluss gezogen werden, dass die Fahrerposition im Hinblick auf einen tödlichen Verkehrsunfall die gefährlichste Position in einem KFZ ist. Dies lässt sich aber anhand der hier vorliegenden Analyse nicht feststellen, da sich nicht in allen Fahrzeugen mehrere Insassen befanden. Somit kann hier keine Kausalität hergestellt werden.
Auch die Frage, ob die verunglückten Insassen angeschnallt waren, konnte sich aus den Polizeiprotokollen, sowie aufgrund fehlender Gurtmarken bei den meisten verunfallten Personen nicht vollständig nachvollziehen lassen. Somit kann keine Aussage bezüglich einer Kausalität zwischen missachteter Gurtpflicht und Verletzungsschwere getroffen werden.

4.4. Ortsabhängigkeit

Straßen, die sich außerhalb einer Ortschaft befinden und keine Autobahn oder Kraftfahrtstraße sind, werden Landstraßen oder Außerortsstraßen genannt. Deutschlandweit herrscht dort kein einheitliches Tempolimit. In der Regel beträgt die zugelassene Geschwindigkeit 100 km/h. Die Außerortsstraßen charakterisieren sich u.a. dadurch, dass es in jede Fahrtrichtung meist nur eine Spur gibt und in der Fahrbahnmitte keine Fahrbahntrennung wie Grünstreifen oder eine Bebauung existiert.

48% der hier untersuchten Unfälle fanden auf außerörtlichen Landstraßen statt. Aufgrund der hohen erlaubten Geschwindigkeit kann eine kurze Ablenkung bereits fatale Folgen haben. Bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h werden in 3 Sekunden bereits ca. 80 Meter Wegstrecke zurückgelegt. Anders als auf Autobahnen gibt es bei außerörtlichen Straßen keine Mittelfeld- oder Fahrbahnbegrenzungen, sodass ein Abkommen der eigenen Fahrbahn verheerende Folgen auch für den Gegenverkehr haben kann. Die Wahrscheinlichkeit eines tödlichen Unfalls bei einem Zusammenprall mit einem anderen Fahrzeug oder einem Hindernis wie einem Baum ist somit im Vergleich zu geringeren Geschwindigkeiten deutlich erhöht. Die meisten Unfälle des vorliegenden Kollektivs ereigneten sich mit Beteiligung des Gegenverkehrs mit Frontalzusammenstößen oder bei Überholmanövern. Auch diese Unfallhergänge decken sich mit denen deutschlandweit (Statistische Bundesamt 2016). Obwohl deutschlandweit die meisten Verkehrsunfälle aufgrund der hohen Populationsdichte und dem hohen Verkehrsaufkommen innerorts passieren, ereignen sich die tödlichen Unfälle hauptsächlich auf Landstraßen (Statistisches Bundesamt 2016). 2010 ereigneten sich ca. zwei Drittel der tödlichen Verkehrsunfälle in Deutschland auf Landstraßen (Statistisches Bundesamt 2016). Diese Daten decken sich in etwa mit den Daten der vorliegenden Arbeit.

Die größte Gruppe der außerörtlich verstorbenen Personen stellten PKW-Insassen dar. Dies lässt sich dadurch erklären, dass innerorts eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h oder 50 km/h herrscht. Durch das umgebene Fahrzeug sind die Insassen geschützt, sodass bei niedrigeren Geschwindigkeiten die Insassen eines Fahrzeugs seltener schwerwiegend oder tödlich verletzt werden.

Der zweithäufigste Unfallort war innerhalb einer Ortschaft mit 23%. In dieser Gruppe dominierte die Unfallzahl von Fußgängern und Fahrradfahrern. Diese halten sich öfter innerhalb von Ortschaften auf. Zudem ist das Verkehrsaufkommen und somit der Stress bei Verkehrsteilnehmern innerhalb einer Ortschaft höher als außerhalb von Ortschaften. Durch das

ungleiche Massenverhältnis zwischen einer Person und einem Fahrzeug genügen schon geringe Geschwindigkeiten, um bei den Opfern schwerste Verletzungen zu verursachen (Madea 2007). Der dritthäufigste Unfallort waren Bahnanlagen. Dabei ereigneten sich alle Unfälle außerhalb einer Ortschaft. Dort fahren Züge in Reisegeschwindigkeit von bis zu 280 km/h (Deutsche Bahn 2018). Bereits bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h benötigt ein Zug ca. 1000 m Bremsweg (Deutsche Bahn 2016). Die Verkehrsunfälle mit Schienenverkehr ereigneten sich insbesondere nachts und in suizidaler Absicht. Auch mit adäquater Beleuchtung ist eine Sichtweite von 1.000 m aus dem Führerhaus des Zuges nicht geboten. Ein rechtzeitiger Bremsvorgang kann somit kaum stattfinden und die Kollision in den meisten Fällen nicht verhindert werden.
Auf Autobahnen verunglückten die wenigsten Personen des untersuchten Kollektivs. Nur insgesamt 9% der Unfälle mit tödlichem Ausgang ereignen sich auf Autobahnen (Statistisches Bundesamt 2019). Im Gegensatz zu Landstraßen sind Autobahnen mit mindestens zwei und bis zu vier Spuren und einer Standhaltespur pro Richtung ausgestattet. Zusätzlich trennt die Mittelleitplanke die unterschiedlichen Fahrtrichtungen voneinander. Ein Verkehrsunfall mit Beteiligung des Gegenverkehrs außerhalb von Baustellen ist somit sehr unwahrscheinlich. Aufgrund der hohen Geschwindigkeiten sind Unfälle auf Autobahnen jedoch gehäuft mit ausgeprägten Verletzungen der Verunglückten vergesellschaftet. Nur auf 30% der deutschen Autobahnen gilt ein allgemeines Tempolimit von 60 km/h bis 120 km/h (ZEIT online 2019).
Die kleinste Gruppe der Verunglückten starb auf Privatgrundstücken. Dabei handelte es sich um Wohngrund, einen Parkplatz eines Supermarktes und die Anlage eines Wertstoffhofes. Insbesondere auf Privatgrundstücken sind die Fußgänger weniger achtsam, da sie nicht mit Verkehr rechnen. Bei allen Unfällen wurden die verunfallten Personen durch die Fahrzeugführer übersehen, die nicht mit einer Person in ihrem Umfeld gerechnet hatten. In der deutschlandweiten Statistik werden die Privatgrundstücke zu den innerörtlichen Unfällen gezählt.

4.5. Tageszeit

In der Tageszeit von 00:00 Uhr nachts bis 06:00 Uhr morgens verunglückten mit insgesamt 20,2% die wenigsten der untersuchten Unfallopfer. Zu dieser Tageszeit ist das Verkehrsaufkommen auf deutschen Straßen am geringsten. Zusätzlich verunglückten in dieser Kohorte die jüngsten Opfer mit durchschnittlich minus dreizehn Jahren des Gesamtkollektivs und einem Durchschnittsalter von 36,7 Jahren. Insbesondere junge Menschen überschätzen ihr

Fahrkönnen und können aufgrund ihrer Fahrerfahrungen riskante Situationen weniger gut einschätzen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012). Zusätzlich ist die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit in den Nachstunden am niedrigsten, sodass eine erhöhte Unfallgefahr durch mangelnde Aufmerksamkeit entsteht (Seiwert 1984). Zu dieser Zeit ereignen sich auch die sogenannten ‚Disco-Unfälle', bei denen insbesondere junge Fahrer nach Diskothekenbesuchen oder Abendveranstaltungen tödlich verunglücken. Bei den jungen Fahrern ist die Hauptunfallursache ‚nicht angepasste Geschwindigkeit' (Statistische Bundesamt 2016). Grade in den Nachtstunden auf wenig befahrenen Straßen überschätzen junge Fahrer häufig ihr Fahrkönnen. Sie fahren oftmals mit überhöhter, unangepasster Geschwindigkeit und können mögliche Gefahren aufgrund ihrer geringen Fahrerfahrung schlechter einschätzen. Zudem ist der Anteil der unter Alkoholeinfluss verunglückten Verkehrsteilnehmer in dieser Altersgruppe besonders hoch (Statistisches Bundesamt 2016). Beide Faktoren sorgen für eine Häufung von Verunglückten jungen Fahrern in den Nachtstunden.

Im Abschnitt zwischen 06:00 Uhr morgens und 12:00 Uhr mittags verunglückten ein Viertel der untersuchten Personen. In dieses Zeitintervall fällt auch der morgendliche Berufsverkehr. Dadurch lässt sich erklären, dass der Altersdurchschnitt des Kollektivs bei 47,7 Jahren liegt, denn Personen im mittleren Lebensalter haben den größten Anteil am Berufsverkehr.

Die meisten Unfälle (33%) ereigneten sich während des Tages im Zeitintervall von 12:00 Uhr mittags bis 18:00 Uhr. Zu dieser Zeit sind, anders als am Vormittag, auf den Straßen nicht nur die berufsbedingten Pendler unterwegs, sondern auch ältere Menschen, die nicht an den morgendlichen Berufsverkehr gebunden sind. Auch Personen, die sich während der Dämmerung und im Dunkeln unwohl fühlen, fahren während des Tages. Dadurch erklärt sich auch der höhere Altersdurchschnitt der verunglückten Personen mit 58,8 Jahren und somit das höchste durchschnittliche Kohortenalter.

Im Tagesverlauf kommt es zu einer Abnahme der Konzentrationsfähigkeit. Dadurch kann die Reaktionsfähigkeit vermindert sein. Zwischen 12:00 Uhr und 18:00 ist die allgemeine Konzentrationsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit deutlich herabgesetzt (Seiwert 1984). Zusätzlich fällt in dieses Zeitintervall auch der sogenannte Feierabendverkehr, in dem die meisten Berufstätigen ihren Heimweg antreten. Bei vollen Straßen im Berufsverkehr kommt es somit zu Stresssituationen und damit verbunden gehäuft zu Verkehrsunfällen, was die ausgewerteten Daten aus dem UKSH deutlich zeigen.

In der Uhrzeit von 18:00 Uhr bis 24:00 Uhr verunglückten ebenfalls wie in der Zeit von 06:00 Uhr bis 12:00 Uhr 22 Personen und damit ein Viertel des untersuchten Kollektivs. Das durchschnittliche Alter betrug 48,8 Jahre. Eine mögliche Erklärung ist, dass es sich bei den hier

verunfallten Personen um Berufstätige handelt, deren Konzentration aufgrund der fortgeschrittenen Tageszeit deutlich herabgesetzt ist. Übermüdung ist die häufigste Unfallursache, die nicht durch Fremdstoffe bedingt ist (Dettmeyer et al. 2019). Zudem ist es zu dieser Tageszeit, je nach Jahreszeit, bereits dunkel oder beginnt zu dämmern. Auch dieser Umstand erhöht die Wahrscheinlichkeit eines Verkehrsunfalls.

4.6. Todesursachen und Obduktionsbefunde

Bei einem Verkehrsunfall kommt es aufgrund der Kollision zu einer abrupten Änderung der Beschleunigung und der Richtung der Krafteinwirkung. Jedes Gewebe besitzt eine individuelle Elastizität und Belastbarkeit. Wird diese durch die Krafteinwirkung überschritten, kommt es zu Schädigungen bzw. Verletzungsmustern. Auch der Aufprall auf Hindernisse, wie z.B. Bäume oder das Armaturenbrett, bei nicht angeschnallten Personen kann für massivste Verletzungen verantwortlich sein (Dettmeyer et al. 2019). Bei Verkehrsunfällen handelt es sich meist ausschließlich um Verletzungsmuster durch stumpfe Gewalt. Auch bei den untersuchten Todesfällen zeigten sich die Hauptbefunde als Ausdruck stumpfer Gewalt auf den Körper. Der Hauptbefund bei allen Verunglückten waren Frakturen der Extremitäten oder der Wirbelsäule. Diese zeigten sich bei allen untersuchten Opfern.
Als häufigste Todesursache mit 48% der Verunglückten fand sich bei dem untersuchten Fällen das Polytrauma. Laut Deutscher Gesellschaft für Unfallchirurgie liegt die klinische Letalität bei Polytrauma in Deutschland bei 10-12% (TraumaRegister® 2022).
Statistisch gesehen sind Verkehrsunfälle die zweithäufigste Ursache eines Polytraumas (Siewert und Stein 2012). Die Todesursache Polytrauma fand sich bei jeder Art von Verkehrsteilnehmern. Am häufigsten vertreten war das Polytrauma bei den Zugverunglückten. Von allen untersuchten Fahrzeugen besitzen Schienenfahrzeuge die größte Masse, so dass die entstandenen Verletzungen der Unfallopfer am massivsten ausgeprägt waren.
28 Unfallopfer, deren Todesursache das Polytrauma war, wiesen massivste Verletzungen im Sinne eines Schädel-Hirn-Traumas auf (s. Absatz 4.6.1). Die Verletzungsmuster der untersuchten Fälle zeigten offene Schädelfrakturen mit Teilexenterationen des Hirns, Abrisse des Hirns vom Hirnstamm und Schädelbasisfrakturen mit Einblutungen in das Hirn. Alle diese Verletzungen hätten auch als isolierter Befund den Todeseintritt zur Folge gehabt.
Die Hälfte der Opfer (24 Fälle), deren Todesursache ein Polytrauma war, wies eine Ruptur der thorakalen Aorta auf. Auch diese wäre für sich allein genommen tödlich gewesen (s. 4.6.2).

In 20 Fällen fand man zusätzlich eine Fraktur der Halswirbelsäule in Kombination mit einer Verletzung des Rückenmarks. Auch diese Verletzungen wären höchstwahrscheinlich alleinig tödlich gewesen (s. 4.6.3.).

Als zweithäufigste Todesursache fand sich im untersuchten Kollektiv das Verbluten mit 18 Fällen (17,6 %). Bei über 80 % dieser Unfallopfer lagen dem Verbluten eine oder mehrere Rupturen der Aorta zugrunde (vergl. Absatz 4.6.2). Diese hätten auch bei sofortigen Rettungsmaßnahmen innerhalb eines Krankenhauses unmittelbar zum Tode geführt. Der Verblutungstod nach Aortenruptur tritt innerhalb kürzester Zeit ein (Siewert und Stein 2012).

An dritter Stelle der Todesursachen fand sich die Fraktur eines hohen Halswirbels mit begleitender ausgeprägter Verletzung des Rückenmarks (s. Absatz 4.6.3.) Durch die abrupten Abbremsvorgänge ausgelöst, bei Aufprall oder einen Kopfanprall gegen ein Hindernis kommt es zu massiven Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen. Insbesondere bei fehlenden Kopfstützen kann es zum sogenannten ‚Peitscheneffekt' kommen, der Luxationsbrüche der HWK hervorrufen kann (Madea 2007). Kopfstützen in PKW sind seit 1999 gesetzlich vorgeschrieben. Doch bei unsachgemäßen Einstellungen der Kopfstützen ist eine Sicherung durch diese nicht gewährleistet.

An vierter Stelle der Todesursachen im untersuchten Kollektiv befinden sich das Thoraxtrauma und das Ersticken. Das Thoraxtrauma beschreibt einen Zustand nach Gewalteinwirkung von außen, bei dem es zu ausgeprägten Verletzungen des Brustkorbs, des Herzens, des Mediastinums oder der Aorta kommt (Amboss o.J.). Die Patienten des untersuchten Kollektivs mit Thoraxtrauma zeigten häufig Kombinationen mit zeitgleichem Verbluten und Ersticken. Dabei zeigten sich Rupturen der thorakalen Aorta und der Lungengefäße als Blutungsursache. Die Verletzungsmuster beinhalteten u.a. Rippenserienfrakturen, vollständige Zermalmung des Brustkorbes oder Zerstörung des Lungengewebes wie z.B. nach Überrollen durch einen LKW. Differentialdiagnostisch kommen bei Rippenserienfrakturen auch Reanimationsverletzungen in Betracht. Eine Untersuchung bezüglich einer möglich stattgehabten Reanimation erfolgte in den hier untersuchten Fällen nicht.

Beim Ersticken unterscheidet man grundsätzlich zwei Formen, nämlich das äußere Ersticken und das innere Ersticken (Madea 2007). Beim äußeren Ersticken kommt es aufgrund einer zu geringen Sauerstoffmenge in der Atemluft oder aufgrund einer Verlegung der Atemwege oder einer verhinderten Atembewegung zum Tod. Das innere Ersticken ist dadurch charakterisiert, dass der Gasaustausch im Blut und somit die Anreicherung mit Sauerstoff behindert ist (Madea 2007,b). Bei allen in dieser Arbeit untersuchten Todesfällen in der Kategorie Ersticken lag ursächlich ein äußeres Ersticken vor. Bei fünf Personen fand sich in der Sektion eine Aspiration

von Blut oder Speisebrei als Ursache für das Ersticken. Die Blutungen waren Folge von Verletzungen im Bereich des Schädels durch Schädel-Hirn-Traumata oder einer knöchernen Durchspießung der Lungengefäße durch frakturierte Rippen oder das Brustbein. Bei einer Person zeigte sich eine massive Aspiration von Speisebrei, die durch einen erhöhten intraabdominellen Druck, am ehesten durch den Sicherheitsgurt, hervorgerufen wurde. Eine Person erstickte aufgrund einer Thoraxkompression durch Einklemmung im Fahrzeug bedingt, was eine Atemexkursion unmöglich machte.

Beim Ersticken unterscheidet man zwischen fünf Phasen. Jede dieser Phasen kann zwischen 1–2 Minuten andauern (Madea 2007). Es lässt sich also davon ausgehen, dass bei den durch Ersticken Verstorbenen eine Rettungszeit von maximal zehn Minuten ab Unfallzeitpunkt hätte vorliegen müssen, um ein Überleben zu ermöglichen. Auch bei sofortigen notfallmedizinischen Maßnahmen wäre eine Rettung allerdings sehr ungewiss.

Bei zwei der Verstorbenen ergab die Sektion eine natürliche Todesursache in Form eines Akuten Koronarsyndroms. In beiden Fällen zeigten die Verletzungsmuster keine Anzeichen von Vitalität. Es kann also davon ausgegangen werden, dass beide Personen leblos waren, als es zum Unfall kam. Bei einem akuten ST-Hebungsinfarkt sterben ca. 20% der Patienten, bevor sie eine Klinik erreichen, 40% der Patienten überleben den ersten Postinfarkttag nicht (Herold 2019). Aufgrund des möglichen kardiogenen Schocks oder auftretenden Herzrhythmusstörungen kann es beim akuten Myokardinfarkt zur Bewusstlosigkeit, Benommenheit bis hin zum plötzlichen Herztod kommen (Herold 2019). Dies ist eine plausible Erklärung der Unfallursache und auch für das plötzliche Versterben der Patienten. Eine Rettung wäre in diesem Fällen zumindest fraglich gewesen.

In zwei Fällen wurde als Todesursache eine Dekapitation durch ein Schienenfahrzeug angegeben. Dies ist eine nicht mit dem Leben vereinbare Verletzung und hätte unter keinen Umständen durch Rettungsmaßnahmen den Tod verhindern können. Durch die massive Krafteinwirkung des Fahrzeugs auf die Halsweichteile erfolgt eine Abtrennung des Kopfes vom Rumpf.

Bei einer verunfallten Person ergab die gerichtliche Sektion eine CO-Intoxikation mit Brandtrauma als Todesursache. CO-Intoxikationen gehören definitionsgemäß zu den Erstickungstoden (Dettmeyer et al. 2019). Dabei handelt es sich um eine Form des inneren Erstickens, bei dem der Gasaustausch gestört und eine Sauerstoffanreicherung des Blutes nicht mehr möglich ist (Dettmeyer et al. 2019). Bei dem untersuchten Fall handelte es sich um eine Kombination inneren Erstickens und einem Brandtrauma. Verbrennungen sind Verletzungen und Schädigungen des Körpers aufgrund von Hitze (Madea 2007,b). Kommt es zu einem

Ungleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe, folgen Schäden. Eine Prognose der Überlebenswahrscheinlichkeit kann anhand der sogenannten ‚Neuner Regel' getroffen werden. Dabei werden Anteil der verbrannten Körperoberfläche, Alter und Verbrennungsgrad einbezogen (Madea 2007,a). Auch bei optimaler Therapie beträgt bei einem Verbrennungsindex von 100 (verbrannte Körperoberfläche plus Alter) die maximale Überlebenswahrscheinlichkeit 50%. Vitalitätszeichen bei Brandleichen sind u.a. ein erhöhter CO-Gehalt des Blutes, sowie Verbrennungen der Atemwege und Rußeinatmung (Madea 2007,a). Im vorliegenden Fall konnten in der Sektion Vitalitätszeichen in den betroffenen Organen gefunden werden. Die verstorbene Person war zum Zeitpunkt des Brandes also noch am Leben, mutmaßlich jedoch nicht imstande, der Brandsituation zu entkommen. Diese Konstellation ist insgesamt sehr selten. Bei sofortiger Befreiung wäre aber auch ein Überleben nicht sicher anzunehmen gewesen. Im vorliegenden Fall erfolgte die Kollision mit einem Baum bei erhöhter Geschwindigkeit auf einer Landstraße. Beim Eintreffen der Rettungskräfte war das Fahrzeug bereits vollständig ausgebrannt. Der Unfall erfolgte in suizidaler Absicht.
Wie bereits bekannt ist der Anteil der vermeidbaren Traumatoten in Deutschland, auch in Bezug auf Verkehrsunfälle, gering (Buschmann et al. 2020).

4.6.1. Schädel-Hirn-Trauma

Die dritthäufigste festgestellte Todesursache war mit 11 Fällen das Schädel-Hirn-Trauma. Auch bei den 49 Polytraumapatienten konnte in 28 Fällen ein Schädel-Hirn-Trauma in der Sektion festgestellt werden.
Ein Schädel-Hirn-Trauma bezeichnet einen Zustand, bei dem nach Gewalteinwirkung auf den Kopf Schäden des Gehirns resultieren (Siewert und Stein 2012). Die Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas wird klinisch durch die sogenannte Glasgow-Coma Scale abgebildet. Dabei werden Pupillenreaktion, Motorik und verbale Kommunikation in die Beurteilung mit einbezogen (Siewert und Stein 2012). Bei einem Wert von 13–15 Punkten besteht ein leichtes Schädel-Hirn-Trauma, bei 9–12 Punkten ein mittelschweres Schädel-Hirn-Trauma und 3–8 Punkte beschreiben ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit einem komatösen Patienten in akuter Lebensgefahr. Bei den Patienten im untersuchten Kollektiv handelte es sich bei allen Fällen um ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit einem GCS-Score von 3 Punkten beim Eintreffen des Rettungsteams. Bei elf Personen konnte das Schädel-Hirn-Trauma als Todesursache festgestellt werden, bei weiteren 28 Personen zeigte sich ein Schädel-Hirn-

Trauma im Zuge eines Polytraumas. Alle Personen mit Schädel-Hirn-Trauma wiesen derart massive Verletzungen des Hirns, dass ein Überleben unmöglich gewesen wäre. Per Definition handelte es sich dabei um mit dem Leben nicht vereinbare Verletzungen, die als sicheres Todeszeichen gelten.

4.6.2. Aortenruptur

Die Aortenruptur beschreibt eine Verletzung, bei der alle drei Wandschichten der Aorta, die Intima, Media und Adventitia, vollständig zerreißen. Diese Rupturen entstehen häufig bei zuvor bestehenden degenerativen Pathologien der Aorta, können aber auch im Rahmen eines Traumas hervorgerufen werden. Degenerativ bedingt reißt zumeist die innere Schicht, die Intima, aufgrund von artheriosklerotischen Veränderungen ein. Von dort aus kann sich entweder eine Wühlblutung im Sinne einer Aortendissektion zwischen Intima und Adventitia entwickeln oder alle Wandschichten rupturieren gemeinsam. Eine weitere Möglichkeit einer Aortenruptur ist ein vorbestehendes Aortenaneurysma, also eine vorbestehende Aussackung der Hauptschlagader, welches spontan rupturiert.
Hochrasanztraumata, die bei Verkehrsunfällen auftreten, sind die häufigste Ursache von traumatischen Aortenverletzungen (Steenburg et al. 2008). Es handelt sich dabei um stumpfe Traumata in einer Kombination aus Zug- und Scherverletzungen (Benz et al. 2021). Die Ruptur kann dabei an unterschiedlichsten Stellen der Aorta entstehen. Am häufigsten findet sich ein Einriss im Aortenisthmus ‚Locus minoris resistentiae', also am Ort der größten Schwachstelle. Durch ein Dezelerations- oder Akzelerationstrauma wirken massive Scherkräfte auf den Aortenisthmus und die Aorta descendens ein, denn Blut ist nicht komprimierbar. Durch diese unnatürliche Bewegung kommt es zum Abknicken und schließlich zum Einriss der gesamten Wandschichten. Bei vollständiger Ruptur aller Wandschichten beträgt die Mortalität nahezu 100% (Siewert und Stein 2012). Kommt es zu einer gedeckten Blutung mit Sickerblutung in den Thorax,ist ein Überleben möglich. Seltener, nur in ca. 10% der Fälle, findet sich eine Ruptur der Aorta ascendens, die aber fast immer mit einem unvermeidbaren schnellen Tod aufgrund von innerem Verbluten mit Perikardtamponade vergesellschaftet ist (Benz et al. 2021).
Bei 53% der verunfallten Personen fanden sich in der Obduktion eine oder mehrere Rupturen der Aorta. Diese lassen sich aufgrund der massiven Krafteinwirkung während des Unfalls erklären. Bei allen Aortenrupturen handelte es sich dabei um offene, d.h. nicht gedeckte Rupturen, die mit einem massiven und raschen Blutverlust einhergingen. Diese Verletzungen

führten unmittelbar zum Tode und hätten durch Rettungsmaßnahmen nicht verhindert werden können.

4.6.3. Halswirbelkörperfraktur

Die Halswirbelsäule besteht aus sieben Wirbelkörpern. Die ersten beiden Wirbel werden Atlas und Axis genannt. Ab dem dritten Wirbel erfolgt die Benennung nach Zahlen. Funktionell besteht die Wirbelsäule aus zwei Säulen, einer vorderen, der ventralen und einer hinteren, der dorsalen Säule. Die Wirbelkörper bilden dabei die vordere, die Wirbelfortsätze die hintere Säule.

Eine Fraktur der Wirbelkörper entsteht häufig durch ein indirektes Trauma. Frakturen durch direkte Traumata kommen vor, sind aber statistisch gesehen sehr selten. Durch indirekte Krafteinwirkung aufgrund einer Stauchung, Rotation, Hyperextension oder Flexion kommt es zum Bruch des Wirbels (Weigel und Nerlich 2011).

Kommt es bei einer Wirbelfraktur zur Beteiligung der Hinterkante, besteht die Möglichkeit einer Beschädigung des Rückenmarks mit schwerwiegenden Folgen. 20–40% der Wirbelfrakturen gehen mit einer Schädigung des Rückenmarks und damit schwerwiegenden Folgen einher (Schirmer 2005). Mögliche Folgen einer Wirbelkörperfraktur mit Beteiligung des Rückenmarks sind Querschnittslähmungen mit teilweiser oder vollständiger Zerstörung der afferenten und efferenten Nervenbahnen. Bei sehr hohen Verletzungen im Halswirbelsäulenbereich kommt es häufig zum unmittelbaren Eintreten des Todes, da lebensnotwendige Regionen im Hirnstammbereich verletzt oder zerstört werden. Bei Verletzungen des Rückenmarks spricht man von einem sogenannten Primär- oder Sekundärschaden. In Tabelle 4 sind die möglichen Schäden einer Rückenmarksverletzung im Halsbereich dargestellt.

Höhe der Schädigung	Mögliche Schädigungsmuster
C1 – Cauda Equina	Bewusstseinsstörungen
C1-C4	Atemlähmung
C1-Th11	Lähmung der Intercostalmuskeln (Atemhilfsmuskulatur)

Tabelle 4 : Schädigungen des Rückenmarks (Schirmer 2005)

Wirbelfrakturen oberhalb des HWK 4 werden nur in den seltensten Fällen überlebt (Schirmer 2005). Die häufigste Fraktur der HWS ist mit 25% die Densfraktur. Diese tritt insbondere häufig als Unfallfolge auf (Hahn et al. 2021).

Bei den untersuchten Todesfällen kam es insgesamt in 37 Fällen zu einer Fraktur der Halswirbelkörper oberhalb von HWK 4 mit Beteiligung des Rückenmarks. Durch die massiven Krafteinwirkungen auf die Wirbelsäule beim Aufprall im Zuge eines Verkehrsunfalls insbesondere durch die unerwartete Dezelerations- und Akzelerationsbewegung des Kopfes kommt es häufig zu dieser Art Fraktur (Schirmer 2005). Als alleinige Todesursache oder als Teilverletzung eines Polytraumas ist diese Form der Unfallfolge also eine durchaus häufige und plausible Verletzung. Bei Atemlähmung mit Bewusstseinsstörungen tritt der Tod innerhalb kürzester Zeit ein. Eine Rettung der verunfallten Personen wäre auch mit einer unmittelbaren Anwesenheit eines Notfallteams aller Wahrscheinlichkeit nicht möglich gewesen.

4.6.4. Rippenserienfrakturen

Im Zuge eines Verkehrsunfalls wirken massive Kräfte auf den Körper ein. Aufgrund der Wucht des Aufprall eines PKW-Insassen auf das Lenkrad, oder die Kraftverteilung eines sich plötzlich öffnenden Airbags kommt es häufig im Zusammenspiel mit dem Sicherheitsgurt zu Rippenfrakturen (Dettmeyer et al. 2019).

Auch bei einer Überrollung durch einen PKW, einen LKW oder ein Schienenfahrzeug kommt es häufig aufgrund der Kraftübertragung und des massiven Drucks zu Rippenserienfrakturen (Dettmeyer et al. 2019). Bei 63,7% der verunfallten Personen konnten Frakturen mehrerer Rippen festgestellt werden. Diese Verletzung ist nicht per se tödlich, kann aber im Zuge eines Verkehrsunfalls Folgeverletzungen nach sich ziehen, die einen unmittelbaren Tod zur Folge haben. Dies sind eine Durchspießung von Gefäßen mit folgender Blutung oder eine Verletzung des Rippenfells mit einem folgenden Spannungspneumothorax.

Die Rippenserienfrakturen sind somit in ihrem Auftreten und der Häufigkeit eine zu erwartende Folge eines Verkehrsunfalls.

4.7. Besondere Verletzungsmuster bei Fußgängern

Kommt es zu einer Kollision zwischen einem Fußgänger und einem Fahrzeug (PKW, LKW), so entstehen häufig massivste Verletzungen bei den Fußgängern, aufgrund des großen Masseungleichgewichts zwischen Fußgänger und Fahrzeug (Dettmeyer et al. 2019). Im untersuchten Kollektiv kam es bei 26 Fußgängern zu einem initial tödlichen Unfall. Die Verletzungsmuster der Opfer zeigten deutliche Ähnlichkeiten.

Ein Großteil der Fußgänger (46%) kam innerorts zu Tode. Dies lässt sich damit begründen, dass sich Fußgänger gehäuft innerhalb einer Ortschaft bewegen. Zudem kommt es innerorts zum höchsten Verkehrsaufkommen und insbesondere im Berufsverkehr häufig zu stressreichen Situationen, in denen Fußgänger leicht übersehen werden können. Fußgänger sind besonders bei Abbiege- oder Rückwärtsmanövern gefährdet. Zudem kam es häufig zu Unfällen, sobald die Fußgänger plötzlich und unerwartet die Fahrbahn betraten.

Bei einem Unfall zwischen einem Fußgänger und einem Fahrzeug werden drei Phasen unterschieden (Madea 2007). Zunächst kommt es zur sogenannten ‚Anstoßphase', in der das Fahrzeug die verunfallte Person trifft. Diese verursacht häufig Verletzungen im Bereich der Unterschenkel, die sich in etwa auf Stoßstangenhöhe befindet (Dettmeyer et al. 2019). Bei Unfällen mit LKW kann diese Anstoßstelle auch höher lokalisiert sein, etwa auf Höhe der Oberschenkel. Typisch für das Verletzungsmuster sind Frakturen der unteren Extremitäten, insbesondere der Unterschenkel, oder bei LKW-Anstoß auch der Oberschenkel. Teilweise weisen die Frakturen einen sogenannten ‚Messerer-Keil' auf, eine keilförmige Fraktur des Unterschenkels, bei der die Keilspitze in Fahrtrichtung zeigt. Durch diese Verletzung lassen sich Rückschlüsse auf die Position der Opfer zum Unfallzeitpunkt ziehen (Madea 2007). Ebenfalls kann festgestellt werden, ob die Person zum Zeitpunkt des Unfalls aufrecht stand oder bereits auf der Straße lag. Auch vorsichtige Aussagen zur Bewegungsrichtung der Fußgänger, bspw. ob sie von links oder rechts auf die Fahrbahn traten, können getroffen werden (Madea 2007,b). Alle verunfallten Fußgänger, die innerorts verstarben, wiesen Anstoßverletzungen mit Frakturen der Beine auf. Bei zwei Personen, die als Fußgänger auf einer Autobahn verunglückten, zeigten sich keine Anstoßverletzungen. Aufgrund dessen und

der jeweiligen Polizeiberichte, denen die Zeugenaussagen entnommen werden konnten, ist bei den beiden genannten Unfallhergängen von einer suizidalen Absicht der Personen auszugehen. Anhand der Verletzungsmuster schien ein Liegen auf der Straße zum Kollisionszeitpunkt plausibel.

Die zweite typische Phase beim Unfall zwischen einem Kraftfahrzeug und einem Fußgänger ist die ‚Aufladephase'. Dabei ‚lädt' das Fahrzeug die angefahrene Person ‚auf'. Es kommt meist zunächst zu einem Aufprall auf die Motorhaube, wobei das Becken und der Rumpf Verletzungen davontragen können. Anschließend kommt es zu einer Rotationsbewegung und einem Anschlagen des Thorax und ggf. des Kopfes an die Windschutzscheibe. Dies hat häufig massive thorakale Verletzungen und ein Schädel-Hirn-Trauma zur Folge (Madea 2007,b). Bei hohen Geschwindigkeiten kann die Aufladephase u.U. entfallen. Bei den hier untersuchten Fällen fanden sich bei 81% der Fußgänger massive Thoraxtraumata mit Rippenserienfrakturen, Sternumfrakturen, Durchspießungen der Lungen und der Pleuren, Hämatothoraces und Pneumothoraces. Diese entsprechen den Verletzungsmustern einer klassischen Aufladephase. Zusätzlichen wiesen über 60% der Fußgänger Zeichen eines schweren Schädelhirntraumas auf. Dieses lässt sich unschwer aufgrund des Unfallhergangs und der ‚Aufladephase' erklären. Eine weitere mögliche Ursache eines schweren Schädel-Hirn-Traumas bei verstorbenen Fußgängern ist das Überrollen des Kopfes. Dabei bricht der Schädel meist in Querrichtung (Madea 2007,b). Auch im vorliegenden Kollektiv kam es teilweise zur Überrollung der Verunglückten, was zu massiven Kopfverletzungen führte.

Bei der dritten und letzten Phase handelt es sich um die ‚Abwurfphase', bei der der aufgeladene Körper vom Fahrzeug geschleudert wird. Durch den Bremsvorgang bedingt, den der Fahrer des Fahrzeugs häufig unmittelbar einleitet, erfolgt der Abwurf meist in Fahrtrichtung. Dabei kommt es typischerweise zu Schürfverletzungen und Ablederungen der Haut (Dettmeyer et al. 2019). Auch hierbei ist die Entstehung eines Thoraxtraumas bzw. eines Schädel-Hirn-Traumas möglich.

Die Verletzungen der verunfallten Fußgänger wiesen alle typische Muster auf. Somit konnten bei unklaren Unfallhergängen Rückschlüsse auf die Positionen, die Gangrichtung und die Unfallsituation gezogen werden.

4.7.1. Aortenrupturen bei PKW-Insassen

Die Aortenruptur gehörte mit 53% zu den häufigsten Obduktionsbefunden des untersuchten Kollektivs. Bezogen auf die PKW-Insassen ist der Anteil dieses Verletzungsmusters sogar deutlich höher (63,4%). In einem Fahrzeug werden die Akzelerations- und Dezelerationskräfte durch das Armaturenbrett, einen angelegten Sicherheitsgurt und einen Airbag noch verstärkt. Die Postition innerhalb des Fahrzeugs schien hierbei eine untergeordnete Rolle zu spielen, da sich eine Aortenruptur mit ähnlicher Häufigkeit an allen Sitzpositionen (Fahrerposition, Beifahrerpostition und Rücksitz) fanden. Wie bereits in Abschnitt 4.6.2. erläutert, handelte es sich bei den untersuchten Rupturen häufig um offene Verletzungen, die mit einem massiven Blutverlust nach innen und einem schnellen Versterben einhergingen.
Somit ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Personen, die bei einem Unfall in einem PKW tödlich verunglücken, auch bei sofortiger notfallmedizinischer Intervention die Klinik nicht lebend erreicht hätten (Benz et al. 2021).

4.8. Blutalkoholkonzentration

Bei dem Konsum von Alkohol kommt es zu vielen erwünschten und unerwünschten Wirkungen. Diese wiederum wirken sich alle auf die Fahrweise und das Verhalten im Straßenverkehr aus. Subjektiv kommt es nach dem Genuss von alkoholischen Getränken zu einem Gefühl der Sorglosigkeit, der Überlegenheit und einer gehobenen Stimmung (Madea 2007,b). Auf die Fahrweise zeigt sich diese Wirkung oftmals durch eine erhöhte Risikobereitschaft, ein Überschätzen der eigenen Fahrfähigkeiten und Rücksichtslosigkeit aus. Nicht nur die Fahrer selbst bzw. etwaige weitere PKW-Insassen sind durch dieses Verhalten gefährdet, auch unbeteiligte Verkehrsteilnehmer werden einem erheblichen Risiko ausgesetzt (Madea 2007,b). Zudem kommt es häufig zu ungewollten Nebenwirkungen des Alkohols, die sich zusätzlich negativ auf die Fahrweise auswirken können. Diese sind bspw. Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Beeinträchtigung des Hörvermögens und Beeinträchtigung des Sehvermögens (Madea 2007,b). Dadurch wird die Reaktionsfähigkeit verlangsamt und mitunter gefährliche Situationen verkannt.

In Deutschland beträgt die zulässige Promillegrenze für Fahranfänger unter 21 Jahren und bei Personen, die in der Probezeit sind, 0,0‰ (ADAC 2019). Bei einem BAK Wert von 0,0‰ – 0,3‰ besteht bei Personen, die keine Fahranfänger oder älter als 21 Jahre sind, keine Ordnungswidrigkeit oder Straftat. Überschreitet der BAK Wert 0,3‰, kann bei auffälliger Fahrweise oder bei Verwicklung in einen Verkehrsunfall bereits der Straftatbestand für Trunkenheit im Verkehr erfüllt sein (ADAC 2019). Auch bei unauffälliger Fahrweise liegt ab einem BAK-Wert von 0,5‰ bereits eine Ordnungswidrigkeit vor. Zudem beginnt hier die relative Fahruntüchtigkeit. Bei Verstößen muss mit hohen Geldbußen und Führerscheinentzug gerechnet werden. Bei auffälliger Fahrweise oder bspw. einem Unfallgeschehen kann der Straftatbestand bereits erfüllt sein. Ab 1,1‰ besteht absolute Fahruntauglichkeit. Das Führen eines Fahrzeugs ist nicht mehr erlaubt (Madea 2007). Bei Fahrradfahrern besteht die absolute Fahruntauglichkeit und somit das Verbot an der Teilnahme im Straßenverkehr ab einem BAK-Wert von 1,6‰.

Im untersuchten Kollektiv fanden sich bei 6,8% der Verkehrsopfer BAK-Werte > 0,3‰. In den Jahren 2010–2016 lag der bundesweite Durchschnitt der unter Alkoholeinfluss Verunglückten im Straßenverkehr bei 7%–9,4% (Statistisches Bundesamt 2011–2017). Damit liegt das untersuchte Kollektiv nur leicht unter dem Bundesdurchschnitt. Allerdings wurde bei nicht allen Verunglückten eine BAK-Untersuchung durchgeführt. Bei einigen Verstorbenen erfolgte die Blutentnahme bereits am Unfallort durch die Polizei und war nicht Teil des Obduktionsprotokolls. Dadurch ist eine Abweichung vom Bundesdurchschnitt durchaus zu erklären. Generell zeigt sich in der gesamten Bundesrepublik erfreulicherweise ein jährlicher Rückgang der Unfälle unter Alkoholeinfluss (Statistisches Bundesamt 2011–2017).

Von den Personen, die unter Alkoholeinfluss verunglückten, waren 83% Männer und 17% Frauen. Im Bundesdurchschnitt lag der weibliche Anteil im Jahr 2011 bei 12,5% (Statistisches Bundesamt 2011–2017). Aufgrund der geringen Populationszahl (sechs Personen) ist eine Aussage kaum zu treffen. Die Zahlen decken sich jedoch trotz dieses Umstandes in etwa mit dem Bundesdurchschnitt. Der geringe Frauenanteil unter den alkoholisierten Verunfallten lässt sich sicherlich erneut durch das unterschiedliche Fahrverhalten von Männern und Frauen erklären. Männer überschätzen ihr Fahrvermögen häufig, was durch die Wirkung von Alkohol noch verstärkt wird (ADAC 2006) (Madea 2007,b). Zudem sind Männer im Bereich des Verkehrs risikofreundlicher und schätzen ihren BAK-Wert zu niedrig ein. Die subjektive Fahrtauglichkeit wird von den Männern häufiger falsch eingeschätzt.

Auffällig war auch, dass sich alle alkoholbedingten Unfälle in den Abend- und Nachtstunden ereigneten. Alle diese Unfälle passierten in der Zeit zwischen 21:12 Uhr und 06:45 Uhr. Dies sind die Tageszeiten, zu denen gesellschaftlich bedingt Alkohol konsumiert wird.
Das durchschnittliche Alter der unter Alkoholeinfluss verunglückten Personen lag bei 40,4 Jahren und somit 9,5 Jahre unter dem Altersdurchschnitt des untersuchten Gesamtkollektivs. Dies lässt sich damit erklären, dass insbesondere junge Fahrer ihr eigenes Fahrvermögen auch unter Alkoholeinfluss überschätzen und am Verkehr teilnehmen, ohne objektiv fahrtauglich zu sein (Bundesanstalt für Straßenwesen 2012).

4.9. Fallvorstellung

Bei dem vorgestellten Fall handelt es sich um einen Unfall mit einem PKW. Das Unfallopfer war zum Zeitpunkt des Unfalls am 26 Jahre alt, männlich und allein in seinem Fahrzeug unterwegs. Der Verkehrsunfall ereignete sich in den frühen Morgenstunden um 4:12 Uhr auf einer Landstraße.
Das Opfer war mit deutlich überhöhter Geschwindigkeit auf der Landstraße unterwegs und verlor während der Fahrt die Kontrolle über seinen PKW. Dieser kollidierte zunächst mit einem am Fahrbahnrand stehenden Baum und wurde anschließend erneut zurück auf die Straße geschleudert. Dort kam es zu einer weiteren Kollision der Fahrerseite mit einem entgegenkommenden PKW.
Ein unmittelbar verständigter Notarzt konnte vor Ort nur noch den Tod des Unfallverursachers feststellen. Reanimationsmaßnahmen erfolgten nicht.
Die Obduktion erfolgte am folgenden Tag im Institut für Rechtsmedizin des UKSH am Standort Lübeck.
Bei der Obduktion fanden sich passend zu den ausgeprägten Hautdefekten des Kopfes ein ausgeprägtes Schädel-Hirn-Trauma mit Schädelfraktur, beidseitiger Orbitadachfraktur, Einblutungen unter und über die harten und weichen Hirnhäute, sowie ein Hirnödem.
Es fand sich ein Thoraxtrauma mit Einblutungen in Form einer Gurtmarke, dass den Rückschluss zuließ, dass die Person zum Zeitpunkt des Unfalls angeschnallt war.
Im Bauchraum fand sich ein stumpfes Bauchtrauma mit Einrissen des Leber- und Milzparenchyms und ca. 650 ml freiem Blut in der Bauchhöhle.

Das linke Bein wies eine Fraktur des Oberschenkels, sowie eine Trümmerfraktur des oberen Sprunggelenkes auf.
Todesursache war ein Schädel-Hirn-Trauma.
In der toxikologischen Untersuchung konnte ein Blutalkoholgehalt von 1,8% festgestellt werden.

5. Ausblick

Wie bereits eingangs erwähnt ist die Zahl der Verkehrstoten seit den 1970er Jahren deutlich zurückgegangen. Technischen Innovationen sowie gesetzlichen Regelungen ist es zu verdanken, dass der Straßenverkehr immer sicherer wurde. Die hier analysierten Daten zeigen, dass alle unmittelbar an der Unfallstelle verstorbenen Personen auch bei einer sofortigen notfallmedizinischen Versorgung wahrscheinlich nicht überlebt hätten.
Moderne technische Systeme wie Spurhalteassistenten oder selbstfahrende Fahrzeuge können in der Zukunft eventuell für eine noch sicherere Verkehrsteilnahme sorgen. Die meisten Verkehrsunfälle entstehen aufgrund von Selbstüberschätzung, Missachtung der Verkehrsrichtlinien und menschlichem Versagen (Nobis et al., 2019).
Zudem zeigen aktuelle Daten, dass der Anteil an Fahrrädern pro Haushalt deutlich zunimmt. Die ist politisch gewollt, um die Anzahl an motorisierten Fahrzeugen zu reduzieren. Eine mögliche Ursache sind die stetig steigenden Spritpreise und die zunehmenden Unterhaltskosten für PKW. Insbesondere in Städten steigen die Verkehrsteilnehmer aller Altersgruppen auf das Fahrrad um. Es konnte in den letzten Jahren ein deutlicher Zuwachs von Radfahrern auch bei den Berufstätigen und Studenten festgestellt werden (Nobis et al. 2019). Insbesondere in Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen wird es prognostisch zur einer Zunahme der Fahrradfahrer und einer entsprechend geringeren Verkehrsteilnahme von PKW kommen. Ein weiterer Rückgang der PKW-Verkehrsunfälle ist zu erwarten.
Aktuell drehen sich viele politische Debatten um autofreie Innenstädte. In einer PKW-freien Zone sind Fahrradfahrer und Fußgänger geringeren Risiken eines Verkehrsunfalls ausgesetzt. Es würde somit weniger zu Unfällen im Bereich der Städte kommen und zugleich zu weniger tödlich verunglückten Radfahrern und Fußgänger.
Der Deutsche Verkehrsgerichtstag berät unter anderem über die Verlängerung der Probezeit der Fahranfänger von aktuell zwei Jahren auf drei Jahre, eine allgemeine 0,0‰-Grenze für Kraftfahrzeugführer sowie ein Fahrverbot für junge Fahrer und Fahranfänger von Fahrzeugen

über 100 PS (Deutscher Verkehrsgerichtstag 2021). Insbesondere die Gruppe der jungen männlichen Fahranfänger ist durch den meist aggressiven Fahrstil von Unfällen stark betroffen. Durch die zusätzlichen Maßnahmen erhoffen sich Bund und Länder eine geringere Unfallquote bei den jungen Verkehrsteilnehmern und somit eine weitere Abnahme der Verkehrstoten. Ob diese Pläne umzusetzen sind, bleibt abzuwarten.
Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf den Zuwachs der PKW-Besitzer über 65 Jahren gelegt werden. Die Definition von Alter und die Aktivität von Senioren hatten sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Zudem erreichen die geburtenstarken Jahrgänge zunehmend das Rentenalter und die Anzahl der PKW-Nutzer in gehobenen Alter wird demnach weiter ansteigen. Dies würde ggf. zu einer Zunahme der Unfälle in diesen Altersgruppen führen.

6. Zusammenfassung

In den Jahren 2010–2016 verstarben 24.266 Personen innerhalb von 30 Tagen in Folge von Verkehrsunfällen in Deutschland, davon 741 in Schleswig-Holstein. Die meisten dieser Personen wurden im Zuge der Rettungsmaßnahmen noch lebend in ein Klinikum gebracht und erlagen dort oder innerhalb der ersten 30 Tage in der häuslichen Situation ihren Verletzungen. Diese Fälle, im Jahr 2020 bspw. insgesamt 3.260 Patienten mit Polytrauma, werden im TraumaRegister® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie aufgenommen und hinsichtlich Verletzungsmuster, Todesursachen und weiteren Daten analysiert. Eine Differenzierung, welche Personen direkt am Unfallort versterben und welche nach erfolgten Rettungsmaßnahmen präklinisch oder klinisch versterben, erfolgt nicht.
In der vorliegenden Arbeit wurden alle Todesfälle analysiert, bei denen Personen im Zuge eines Verkehrsunfalls in Schleswig-Holstein (ausgenommen Fälle aus dem Langerichtsbezirk Itzhoe) in den Jahren 2010–2016 unmittelbar an der Unfallstelle verstarben. Die Daten stammen aus dem Institut für Rechtsmedizin des UKSH mit den Standorten Kiel und Lübeck. Zur Analyse wurden die Sektionsprotokolle und Ermittlungsunterlagen hinsichtlich der genauen Todesursachen, der Verletzungsmuster und der Begleitumstände der Unfälle wie Tageszeit und Alkoholkonsum analysiert. Insgesamt ergab sich ein Fallkollektiv von 102 Fällen.
In 100 Fällen handelte es sich um eine nicht-natürliche Todesursache infolge des Unfalls, zwei Personen erlitten einen Myocardinfarkt und verursachten anschließend einen Unfall. Auffällig war eine Häufung von männlichen Verunfallten von mehr als 60% der untersuchten Fälle.

Bundesweit findet sich eine fast identische Geschlechterverteilung. Mögliche Gründe dafür sind aggressiveres Verhalten im Straßenverkehr und Selbstüberschätzung der männlichen Fahrer. Auch junge Fahranfänger und Senioren sind besonders gefährdet, da sie aufgrund von Unerfahrenheit oder Unsicherheit Gefahrensituation fehleinschätzen.

Haupttodesursache der Verunfallten stellte mit der Hälfte der untersuchten Todesfälle das Polytrauma dar. Es zeigte sich aber bei allen verunfallten Personen ein ausgeprägtes Verletzungsprofil, häufig ‚mit dem Leben nicht vereinbare Verletzungen', sodass das Überleben selbst bei sofortiger notfallmäßiger Versorgung aller Wahrscheinlichkeit nach nicht möglich gewesen wäre. In 6,8% der untersuchten Fälle zeigte sich eine BAK-Konzentration von über 0,3‰. Auch hier zeigte sich eine deutliche Häufung der männlichen Verstorbenen. Auch diese Daten decken sich weitgehend mit denen des deutschen Bundesdurchschnitts.

Maßnahmen zur weiteren Reduzierung von Verkehrsunfällen werden aktuell bei den Deutschen Verkehrsgerichtstagen behandelt. Insbesondere junge Fahranfänger sollen besonderen Schutz erhalten durch bspw. eine Verlängerung der Probezeit, höhere Auflagen bei den erlaubten BAK-Konzentrationen oder eine Leistungseinschränkung der erlaubten Fahrzeuge. Auch eine regelmäßige Fahrtauglichkeitsprüfung für ältere Fahrer steht aktuell zu Debatte. Insgesamt ist von einem weiteren Rückgang der Verkehrstodesopfer in Deutschland zu auszugehen.

Bereits durch vorherige Untersuchungen konnten durch das TraumaRegister® klinische Todesursachen von Verkehrsopfern ermittelt werden. Jedoch beruhen diese Daten auf klinische Befunden. Obduktionsberichte wurden nicht mit in die Untersuchungen mit einbezogen.

In dieser Arbeit nicht untersucht wurden die Sektionsergebnisse von Verkehrsteilnehmern, die innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Unfall und nicht unmittelbar an der Unfallstelle verstarben und somit definitionsgemäß auch zu den Verkehrstoten gezählt werden. Basierend auf der vorliegenden Arbeit könnten weitere Untersuchungen diese bspw. mit einbeziehen.

Als limitierender Faktor ist zu beachten, dass der Landkreisbezirk Itzehoe und die damit verbundenen initial tödlichen Verkehrsunfälle nicht in die vorliegende Arbeit mit aufgenommen wurden, obwohl dieser Bereich zu Schleswig-Holstein gehört.

7. Literaturverzeichnis

ADAC (2006): "Stress am Steuer." Aufgerufen am 22.01.2020, von https://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/richtiges-verhalten/stress-am-steuer/.

ADAC (2019): "Promillegrenzen für Auto- und Radfahrer in Deutschland." Aufgerufen am 13.12.2022, von https://www.adac.de/verkehr/recht/verkehrsvorschriften-deutschland/alkohol/

Ärztekammer Schleswig-Holstein (2020): Zusatz-Weiterbildungen | Ärztekammer Schleswig-Holstein. (2020). Aufgerufen am 20.12.2022 von https://www.aeksh.de/aerztinnen-und-aerzte/weiterbildung/zusatz-weiterbildungen

Amboss (o.J.): "Thoraxtrauma." Aufgerufen am 14.12.2023 von https://next.amboss.com/de/article/8h0Off?q=thoraxtrauma#Z7b3dc7528e05c3d64c9dfb00464ce263

Aschenbrenner, I.; Biberthaler, P. (2012): "Polytrauma." Aufgerufen am 14.12.2023, von https://register.awmf.org/assets/guidelines/187-023l_S3_Polytrauma-Schwerverletzten-Behandlung_2023-02.pdf

Benz, R.; Makaloski, V.; Brönnimann, M.; Mertineit, N. ; Von Tengg-Kobligk, H. (2021): Diagnostik und Therapie traumatischer Aortenverletzungen. In: Unfallchirurg, 124(8), S. 601–609. https://doi.org/10.1007/s00113-021-01044-0

Brinkmann, B.; Du Chesne, A.; Vennemann, B. (2002): Aktuelle Daten zur Obduktionsfrequenz in Deutschland. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, 127(15), S. 791–795. https://doi.org/10.1055/s-2002-25021

Bundesanstalt für Straßenwesen (2012): Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer. Bergisch-Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen.

Buschmann, C.; Schmidt, U.; Ondruschka, B. ; Kleber, C. (2020): Traumaassoziierte Reanimation und vermeidbare Todesfälle bei Trauma. In: Notarzt, 36(05), 293–302. https://doi.org/10.1055/a-0919-7919

Dettmeyer, R.,; Veit, F. ; Verhoff, M. (2019): Rechtsmedizin (3., aktualisierte Aufl. 2019). Springer Verlag, Heidelberg

Deutsche Bahn AG (2016): "Gefährlicher Trend: Selfies im Bahngleis." Aufgerufen am 14.12.2023, von https://www.deutschebahn.com/resource/blob/265374/14dd5ad60d64902774663d8a43780581/themendienst_selfies-data.pdf

Deutsche Bahn (2018). "Unsere ICE Flotte." Aufgerufen am 14.12.2023, von https://www.deutschebahn.com/resource/blob/6859100/d189afdc0c55a4a5cecc6eacf1c637aa/IG_Baureihen_ICE_Vergleich-data.pdf.

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2020): "Traumanetzwerk DGU." Aufgerufen 09.07.2023, von https://www.traumanetzwerk-dgu.de/

Deutscher-Verkehrsgerichtstag - VGT. (2021). Aufgerufen am 09.07.2023 von https://www.deutscher-verkehrsgerichtstag.de

Gesetz über das Leichen-, Bestattungs- und Friedhofswesen des Landes Schleswig-Holstein (Bestattungsgesetz - BestattG) vom 4. Februar 2005, Schleswig-Holstein, Fassung vom 16.02.2009. Aufgerufen am 20.01.2020, von http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/kvi/page/bsshoprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=0&eventSubmit_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-BestattGSH2005rahmen&doc.part=R&toc.poskey=#focuspoint

Hahn, M.; Dreimann, M.; Matschke, J.; Lohner, L.; Püschel, K. (2021): Ein Airbag kann auch tödlich sein. In: Rechtsmedizin, 32(2), S. 131–135. https://doi.org/10.1007/s00194-021-00484-7

Herold, G. (2019): Innere Medizin, Köln, Herold

Madea, B. (2007): Basiswissen Rechtsmedizin, Heidelberg, Springer-Verlag

Madea, B. (2007): Praxis Rechtsmedizin, Heidelberg, Springer-Verlag

Madea, B. ; Rothschild M (2010): "Ärztliche Leichenschau." In: Deutsches Ärzteblatt (Bd. 33): S 575–588.

Niehues, C. (2012): Notfallversorgung in Deutschland: Analyse des Status quo und Empfehlungen für ein patientenorientiertes und effizientes Notfallmanagement (1. Aufl.), Kohlhammer Verlag

Nobis, C.; Kuhnimhof, T.; Follmer, R.; Bäumer, M. (2019):
Mobilität in Deutschland – Zeitreihenbericht 2002 – 2008 – 2017. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin.

Parmley, L. F.; Mattingly, T. W.; Manion, W. C.; Jahnke, E. J. (1958): Nonpenetrating Traumatic Injury of the Aorta. In: Circulation, 17(6), S. 1086–1101. https://doi.org/10.1161/01.cir.17.6.1086

Schirmer, M. (2005): Neurochirurgie. München, Elsevier, Urban&Fischer Verlag,

Seiwert, L. J. (1984): Das 1 × 1 des Zeitmanagement, Heidelberg, Berlin, Springer Verlag,

Siewert, J. R. & Brauer, R. B. (2010): Basiswissen Chirurgie, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag

Statistisches Bundesamt Wiesbaden: Fachserie 8 Reihe 7 Verkehrsunfälle. Wiesbaden, Germany, 12. Juli 2016. Aufgerufen am 20.01.2020, von https://www.destatis.de/GPStatistik/receive/DESerie_serie_00000097

Statistisches Bundesamt (2011 - 2017). Unfälle unter dem Einfluss von Alkohol oder anderen berauschenden Mitteln im Straßenverkehr. Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.

Statistisches Bundesamt (2019). "Getötete im Straßenverkehr nach Verkehrsbeteiligung und Ortslage." Aufgerufen am 28.01.2020, von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/_inhalt.html.

Statistisches Bundesamt (2019). "Unfälle und Verunglückte im Eisenbahnverkehr." Aufgerufen am 28.01.2020, von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/eisenbahnunfaelle.html;jsessionid=2F122EAF3D5BE0553521C5572BC56BD8.internet711.

Statistisches Bundesamt (2019): "Zahl der Verkehrstoten sinkt im Jahr 2019 voraussichtlich auf neuen Tiefststand." Aufgerufen am 31.01.2020, von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/12/PD19_469_46241.html.

Steenburg, S. D.; Ravenel, J. G.; Ikonomidis, J. S.; Schönholz; C. ; Reeves, S. (2008): Acute Traumatic Aortic injury: imaging evaluation and management. In: Radiology, 248(3), S. 748–762. https://doi.org/10.1148/radiol.2483071416

Strafprozeßordnung (StPO)

§ 87 Leichenschau, Leichenöffnung, Ausgrabung der Leiche

§ 88 Identifizierung des Verstorbenen vor Leichenöffnung

§ 89 Umfang der Leichenöffnung

§ 90 Öffnung der Leiche eines Neugeborenen

§ 91 Untersuchung der Leiche bei Verdacht einer Vergiftung

Aufgerufen am 20.12.2,22 von https://www.gesetze-im-internet.de/stpo/__87.html

TraumaRegister DGU® (2022) "Jahresbericht 2022 - TraumaRegister DGU® für das Unfalljahr 2021" aufgerufen am 06.07.2023 von https://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/TR-DGU-Jahresbericht_2022.pdf

Weigel, B.; Nerlich M. L. (2011): Praxisbuch Unfallchirurgie, Heidelberg, Springer-Verlag,

ZEIT online (2019): "Wo Deutschland rast." Aufgerufen am 03.10.2022 von https://www.zeit.de/mobilitaet/2019-02/autobahnen-geschwindigkeit-tempo-schnelligkeit-raser-verkehr

Bouillon, B., Wafaisade, A., Helm, P., Tinschmann, T., Schenkel, M., Maegele, M., Probst, C. & Paffrath, T. (2013). Reanimation nach Trauma. *Notfall + Rettungsmedizin*, *16*(7), 527–531. https://doi.org/10.1007/s10049-013-1714-x