

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

betreut am
Institut für Rechtsmedizin
Direktor: Prof. Dr. Marcel A. Verhoff

**Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von
2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für
Rechtsmedizin in Frankfurt am Main**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Constantin Dieterich

aus Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, 2021

Dekan:	Prof. Dr. Stefan Zeuzem
Referent/in:	Prof. Dr. Markus Parzeller
Korreferent/in:	Prof. Dr. Johannes Pantel
Tag der mündlichen Prüfung:	22.03.2022

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	3
2. Abkürzungsverzeichnis	5
3. Zusammenfassung	6
4. Summary	7
5. Übergreifende Zusammenfassung	8
5.1. Einleitung	8
5.2. Material und Methode	8
5.3. Ergebnisse	10
5.3.1. Alter und Geschlecht.....	10
5.3.2. Nationalität	10
5.3.3. Body-Mass-Index	10
5.3.4. Wirtschaftszweig	10
5.3.5. Unfallmonat.....	11
5.3.6. Unfallwochentag	11
5.3.8. Unfallmechanismus.....	11
5.3.9. Todesursache	12
5.3.10. Injury Severity Score.....	12
5.3.11. Blutalkoholkonzentration.....	12
5.4. Diskussion.....	12
5.5. Fazit	16
6. Veröffentlichte Publikationen	18
6.1. Dieterich C, Herrmann E, Parzeller M, Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main, Rechtsmedizin 2020 (30): 144 - 152 ..	18
6.2. Dieterich C, Parzeller M, Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt/Main, Rechtsmedizin 2018 (28): 362.....	27
7. Darstellung des eigenen Anteils an den Publikationen	28

8. Literaturverzeichnis	29
9. Anhang	32
10. Danksagung	38
11. Schriftliche Erklärung	39

2. Abkürzungsverzeichnis

AIS	Abbreviated Injury Scale
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
BAK	Blutalkoholkonzentration
BMI	Body Mass Index
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
ISS	Injury Severity Score
SGB VII	Sozialgesetzbuch VII

3. Zusammenfassung

Hintergrund: Tödliche Arbeitsunfälle sind persönliche Schicksale und zugleich ein gesellschaftliches Problem. Anhand der rechtsmedizinischen Untersuchung des tödlichen Arbeitsunfallgeschehens lassen sich Unfallschwerpunkte identifizieren und Präventionsstrategien ableiten.

Material und Methode: Es wurden die tödlichen Arbeitsunfälle im Einzugsbereich des rechtsmedizinischen Instituts Frankfurt am Main in den Jahren von 2005 bis 2016 analysiert. Neben den Obduktionsprotokollen wurden die dem Institut zur Verfügung gestellten staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsakten ausgewertet.

Ergebnisse: Insgesamt ereigneten sich 87 tödliche Arbeitsunfälle in dem genannten Zwölfjahreszeitraum. Zum größten Teil waren männliche Arbeiter (96,6%, $p < 0,0001$) betroffen, verhältnismäßig häufig ausländischer Nationalität (34,5%). Das Alter der Unfallopfer reichte vom jugendlichen Alter bis in das Rentenalter. In der 2. Jahreshälfte (58,6%), an Montagen (26,4%) sowie kurz vor und direkt nach der Mittagspause ereigneten sich die meisten Unfälle. Eine relevante Alkoholbeeinträchtigung von über 0,5‰ Blutalkoholkonzentration wurde in drei Fällen nachgewiesen. Der unfallträchtigste Wirtschaftszweig war die Baubranche (55,2%). Das Polytrauma (39,1%) war gemeinsam mit dem Schädel-Hirn-Trauma (24,1%) die häufigste Todesursache und der Absturz (28,7%) war der häufigste Unfallmechanismus.

Diskussion: Gemäß dieser Studie sollten bei der Ausführung risikoreicher Arbeiten im Baugewerbe das Alter der Arbeiter sowie die Tages-, Wochen- und Jahreszeit berücksichtigt werden. Vorschriftgemäße Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten in der Höhe sowie die Durchsetzung der Helmpflicht sind vielversprechende Ansatzpunkte für die Prävention tödlicher Arbeitsunfälle.

Fazit: Zukünftige Untersuchungen werden zeigen, ob durch Optimierung des Arbeitsschutzes und Sensibilisierung der Arbeiter für Risikoschwerpunkte eine weitere Reduzierung der tödlichen Arbeitsunfälle möglich ist.

4. Summary

Background: Fatal occupational accidents are personal fates and at the same time a problem for society as a whole. On the basis of the legal-medical examination of occupational fatalities, accident focal points can be identified, and prevention strategies derived.

Methods: Fatal occupational accidents in the catchment area of the Frankfurt am Main Institute of Forensic Medicine from 2005 to 2016 were analysed. In addition to the autopsy protocols, the prosecution investigation files made available to the Institute were evaluated.

Results: In total, 87 fatal occupational accidents were documented in the mentioned twelve-year period. For the most part, male workers (96.6%, $p < 0.0001$) were affected, relatively often of foreign nationality (34.5%). The age of accident victims ranged from adolescent age to retirement age. Most accidents occurred in the second half of the year (58.6%), on Mondays (26.4%), shortly before and after the lunch break. Relevant blood alcohol concentration above 0.05% was detected in three cases. The most accident-prone industry was the building sector (55.2%). Polytrauma (39.1%) was the most frequent cause of death along with traumatic craniocerebral injury (24.1%) and falling from heights (28.7%) was the most common accident mechanism.

Discussion: According to this study, the age of workers should be considered when performing high-risk work in the construction industry, as well as the time of day, week, and season. Proper safety precautions for work at heights and enforcement of compulsory use of helmets are promising approaches for the prevention of fatal occupational accidents.

Conclusion: Future studies will show whether further reductions of fatal occupational accidents are achievable by optimizing occupational safety and raising workers' awareness for risk focal points.

5. Übergreifende Zusammenfassung

5.1. Einleitung

Weltweit ereignen sich etwa 380.500 tödliche Arbeitsunfälle jährlich.¹ Jeder dieser Unfälle ist ein schreckliches Schicksal für die Betroffenen und deren Angehörige. In Hinblick auf die ausfallende Arbeitskraft und die Folgekosten in Form von Hinterbliebenenrenten, ist die Vermeidung tödlicher Arbeitsunfälle eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. In Deutschland ist die Anzahl tödliche Arbeitsunfälle von 1496 Fällen im Jahr 1991 auf 541 Unfälle im Jahr 2018 zurückgegangen.² Seit 2009 hat sich der Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle verlangsamt.

Die Auswertung rechtsmedizinischer Sektionsprotokolle bringt Erkenntnisse, anhand derer Unfallschwerpunkte identifiziert und Präventionsstrategien abgeleitet werden können. Zudem lässt sich in vielen Fällen nur anhand der Ergebnisse einer Obduktion entscheiden, ob es sich bei dem während der Arbeitszeit eingetreten Todesereignis tatsächlich um einen tödlichen Arbeitsunfall handelt. Betz und Eisenmenger geben ein spektakuläres Beispiel für eine vorsätzliche Tötung unter Vortäuschung eines Arbeitsunfalles in ihrer rechtsmedizinischen Obduktionsstudie von 1992.³

Einem Arbeitsunfall muss gemäß § 8 Abs. 1 S. 2 SGB VII ein von außen auf den Körper wirkendes Ereignis zugrunde liegen, das zu einem Gesundheitsschaden oder zum Tode des Versicherten führt. Außerdem setzen tödliche Arbeitsunfälle gemäß § 8 Abs. 1 S. 1 SGB VII eine den Versichertenschutz begründende Tätigkeit, die sog. versicherte Tätigkeit nach den §§ 2, 3 oder 6 SGB VII sowie nach § 8 Abs. 2 SGB VII (z. B. Wegeunfall) voraus. Zudem muss ein innerer Zusammenhang zwischen der versicherten und der unfallbringenden Tätigkeit bestehen.

5.2. Material und Methode

Untersucht wurden die tödlichen Arbeitsunfälle, die sich im Zeitraum von 2005 bis 2016 im Einzugsbereich der Rechtsmedizin Frankfurt am Main (Raum

Frankfurt, Offenbach, Darmstadt, Wiesbaden, Hanau, Süd Hessen) ereigneten und im Institut der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums der Goethe-Universität Frankfurt am Main obduziert worden sind. Unfälle auf dem Weg von oder zur Arbeitsstelle wurden nicht miteingeschlossen.

Die Obduktionsprotokolle und die zur Verfügung gestellten polizeilichen Ermittlungsakte wurden analysiert. Unter Berücksichtigung eines spezifischen Datenschutzkonzeptes wurde bei unvollständigen Angaben zusätzlich staatsanwaltschaftliche Akten zur Auswertung herangezogen.

Die Parameter Alter, Geschlecht, Nationalität, Wirtschaftszweig, Unfallzeitpunkt, Unfallmechanismus, Verletzungsmuster und Todesursache der Unfallopfer wurden ausgewertet. Anhand von Körpergewicht und Körpergröße wurde der Body-Mass-Index ($BMI = \text{kg/m}^2$) berechnet. Die erhobenen BMI-Werte wurden gemäß der Gewichtsklassifikation der World Health Organization in Normalgewicht ($BMI 18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$), Präadipositas ($BMI 25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$), Adipositas Grad I ($BMI 30,0\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$) und Adipositas Grad II ($BMI 35,0\text{--}39,9 \text{ kg/m}^2$) unterteilt.⁴

Das aus der Femoralvene entnommene Leichenblut wurde gaschromatographisch auf die Blutalkoholkonzentration (BAK) und toxikologisch auf Drogenkonsum untersucht.

Die Verletzungsmuster wurden nachträglich mittels Abbreviated Injury Scale (AIS) codiert.⁵ Die AIS ermöglicht eine objektive Klassifizierung und Vergleichbarkeit von Verletzungen unterschiedlicher Körperregionen in Bezug auf ihre Letalität und wird in der Notfallmedizin zur Beurteilung polytraumatisierter Patienten herangezogen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde anschließend der Injury Severity Score (ISS) berechnet.^{5,6}

Die statistische Signifikanz der Ergebnisse wurde mittels Chi²-Test bestimmt. Vergleichsdaten aus der Literatur und aus „GENESIS-Online“, der Hauptdatenbank des Statistischen Bundesamtes, wurden den Ergebnissen der eigenen Studie gegenübergestellt.

Vor Studienbeginn lag ein Votum der zuständigen Ethikkommission vor (Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Goethe Universität Frankfurt am Main, Nr.: 116/14).

5.3. Ergebnisse

5.3.1. Alter und Geschlecht

Von den insgesamt 87 tödlichen Arbeitsunfällen in dem untersuchten Zeitraum von 2005 bis 2016 entfielen statistisch signifikant ($p < 0,00001$) mehr Unfälle auf Männer (96,6 %) als auf Frauen (3,4%). Die Altersgruppe der 46- bis 50-Jährigen und die Altersgruppe der 51- bis 55-Jährigen waren mit 15 (17,2%), bzw. 14 (16,1%) Unfällen respektive am häufigsten betroffen (s. Anhang, Abb. 1).

5.3.2. Nationalität

Mit 48 (55,2%) Verunglückten war etwas über die Hälfte der Unfallopfer deutscher Nationalität (s. Anhang, Abb. 2). Von den 30 (34,5%) ausländischen Arbeitern waren polnische Staatsbürger mit 10 Unfällen am häufigsten betroffen. Der Anteil ausländischer Arbeiter an dem tödlichen Arbeitsunfallgeschehen ist in dieser Studie signifikant höher ($p = 0,00604$) als der für das Jahr 2016 mit 25% bezifferte Anteil ausländischer sozialversicherter Arbeitnehmer in Hessen.²

5.3.3. Body-Mass-Index

Die Auswertung der Sektionsdaten für Körpergröße und Körpergewicht ergaben in den meisten Fällen einen normalgewichtigen (37,9%) oder präadipösen (35,6%) BMI. Mit mindestens 30 kg/m² waren 23 (26,4%) der Unfallopfer übergewichtig (s. Anhang, Abb. 3).

5.3.4. Wirtschaftszweig

Im Baugewerbe ereigneten sich mit 48 (55,2%) Fällen die meisten tödlichen Arbeitsunfälle. Weitaus seltener waren die Wirtschaftszweige Verkehr und Lagerei (11,5%), das verarbeitende Gewerbe (10,3%) und die Land- und Forstwirtschaft (10,3%) betroffen (s. Anhang, Abb. 4).

5.3.5. Unfallmonat

Der unfallträchtigste Monat mit insgesamt 11 (12,6%) tödlichen Unfällen war der Sommermonat August (s. Anhang, Abb. 5). Im Frühlingsmonat Juni waren mit 4 (4,6%) Fällen die wenigsten tödlichen Arbeitsunfälle zu verzeichnen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Monaten konnte nicht nachgewiesen werden ($p = 0,8846$). In der zweiten Jahreshälfte wurden mit 51 (58,6%) Fällen im Vergleich zu der ersten Jahreshälfte mit 36 (41,4%) Fällen die meisten Unfälle beobachtet.

5.3.6. Unfallwochentag

Der Montag (26,4%) war der unfallträchtigste Wochentag (s. Anhang, Abb. 6). Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Werktagen von Montag bis Donnerstag wurde nicht gefunden ($p = 0,3491$). Lediglich für die Unfallhäufigkeit von Montag bis Donnerstag (79,3%) konnte im Vergleich zu dem erweiterten Wochenende von Freitag bis Sonntag (20,7%) ein signifikanter Unterschied ($p = 0,000029$) nachgewiesen werden.

5.3.7. Unfalluhrzeit

Der Unfallzeitpunkt fiel in jeweils 19 (21,8%) Fällen auf die Vormittagszeit zwischen 10:00 und 11:59 Uhr sowie auf nachmittags zwischen 14:00 und 15:59 Uhr. In der Zeit dazwischen ereigneten sich von 12:00–13:59 Uhr lediglich 10 (11,5%) Unfälle (s. Anhang, Abb. 7).

5.3.8. Unfallmechanismus

Bei dem weitaus größten Teil der untersuchten Arbeitsunfälle handelte es sich um mechanische Traumata. Der Absturz (28,7%) und das Getroffenwerden (27,6%) durch Gegenstände waren die häufigsten Unfallmechanismen (s. Anhang, Abb. 8). Die Abstürze ereigneten sich hauptsächlich von Dächern (32%), Gerüsten (32%) und Leitern (24%) in einer Höhe von meist 3,0 bis 6,99 m (56%) (s. Anhang, Abb. 9).

5.3.9. Todesursache

Die häufigste Todesursache war das Polytrauma mit 34 (39,1%) Fällen, gefolgt von dem Schädel-Hirn-Trauma mit 21 (24,1%) Fällen. 11 (12,6%) Verunglückte verstarben an einer Kompression des Thorax und 5 (5,7%) Arbeiter durch ein Trauma der Abdominalregion. Verbrennungsverletzungen zählten mit 3 (3,4%) Fällen ähnlich wie Vergiftung, Ertrinken und Stromtod mit jeweils 2 (2,3%) Fällen zu den selteneren Todesursachen (s. Anhang, Abb. 10).

5.3.10. Injury Severity Score

Die Ermittlung des ISS erbrachte bei der Auswertung der ausschließlich tödlichen Arbeitsunfälle dieser Studie naturgemäß meist hohe Punktzahlen (s. Anhang, Tab. 1). Der höchstmögliche ISS-Score von 75 Punkten wurde in 9 Fällen (11,1%) erreicht.

5.3.11. Blutalkoholkonzentration

Bei 2 (3,0%) der 67 Verunfallten, die bei der Sektion auf BAK untersucht worden waren, bestand zum Unfallzeitpunkt eine mit über 0,5‰ relevante Alkoholbeeinträchtigung (s. Anhang, Abb. 11). Da geringe Mengen Alkohol durch postmortale Fäulnisprozesse entstehen können, wurden häufig niedrige BAK-Werte bis 0,1‰ festgestellt. ⁷ Blutalkoholkonzentrationen von über 0,1 bis 0,5‰ wurden als nicht relevante Alkoholbeeinträchtigung gewertet.

5.4. Diskussion

Zur Identifikation von Unfallschwerpunkten und zur Ableitung möglicher Präventionsstrategien wurden die Ergebnisse der eigenen Studie vergleichbaren Untersuchungen gegenübergestellt.

An dem rechtsmedizinischen Institut Frankfurt am Main untersuchte Gawehn⁸ die Sektionsjahrgänge von 1991 bis 2004 und Kiehl⁹ die Sektionsjahrgänge von 1979 bis 1988. Während Kiehl⁹ eine Häufung tödlicher Arbeitsunfälle bei den 36- bis 40-Jährigen fand, waren in dem von Gawehn⁸ untersuchten Zeitraum, der eigenen Studie entsprechend, die 46- bis 50-Jährigen am häufigsten betroffen. Der Anteil von 61- bis 70-Jährigen dieser Studie war im bundesweiten Vergleich

zu allen Erwerbstätigen dieser Altersklasse, näherungsweise für das Jahr 2016, etwa doppelt so hoch.² Der Vergleich der Altersstruktur der Unfallopfer dieser Studie und der Altersstruktur der Erwerbstätigen in Hessen zeigt ein ausgewogenes Verhältnis der Altersklassen von 18 bis 64 Jahren. Der Anteil der bei der Arbeit tödlich Verunglückten von 65 und mehr Jahren ist wiederum etwa doppelt so hoch wie der Anteil gleichaltriger Erwerbstätiger in Hessen.² Diese verhältnismäßige Zunahme tödlicher Arbeitsunfälle ab 61 Jahren könnte einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit im Alter zuzuschreiben sein¹⁰. Der mit dem demographischen Wandel in Deutschland steigende Altersdurchschnitt der arbeitenden Bevölkerung² könnte die Häufung tödlicher Arbeitsunfälle im Alter verstärken und dem Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle zukünftig entgegenstehen. Um dem präventiv entgegenzuwirken, sollten Arbeitgeber angehalten werden, ältere Arbeitnehmer in risikoarmen Arbeitsbereichen einzusetzen.

Der niedrige Frauenanteil am tödlichen Arbeitsunfallgeschehen (3,4%) findet sich in den Analysen von Gewehn⁸ und Kiehl⁹ sowie in weiteren rechtsmedizinischen Untersuchungen anderer Institute¹¹⁻¹⁴ wieder. Die Vermutung, dass Frauen in risikoärmeren und physisch weniger belastenden Arbeitsbereichen eingesetzt werden, könnte die unterschiedliche Geschlechterverteilung erklären. Der Anteil weiblicher Arbeiter in dem unfallträchtigen Baugewerbe lag bundesweit im Jahr 2016 bei 15,3%.²

Ein weiterer Risikofaktor für das Erleiden eines tödlichen Arbeitsunfalles ist nach dieser Studie die Zugehörigkeit zu einer ausländischen Nationalität. So lag der Anteil ausländischer sozialversicherungspflichtig Beschäftigter in Hessen im Jahr 2016 bei 13,6%.² und auf das Baugewerbe bezogen bei 25,0%.² In dieser Studie war dahingegen ein Drittel (34,4%) der Unfallopfer ausländischer Nationalität. In den vorangegangenen Sektionsjahrgängen von 1991 bis 2004 desselben Instituts lag der Anteil ausländischer Unfallopfer noch bei 23%.⁸ Ein möglicher Grund für den hohen Anteil ausländischer Arbeitnehmer am tödlichen Arbeitsunfallgeschehen könnten fehlende Sprachkenntnisse sein. Die Förderung von Sprachunterricht und das Vermitteln von Sicherheitsbestimmungen auf Baustellen mit Hilfe von Piktogrammen und audiovisuellem Material könnte eine

wirksame Präventionsmaßnahme zur Reduzierung tödlicher Arbeitsunfälle ausländischer Arbeiter darstellen.¹⁵

Hinsichtlich der in dieser Studie erhobenen BMI-Werte ließen sich keine signifikanten Unterschiede zu der Gewichtsverteilung der männlichen Gesamtbevölkerung Deutschlands herausstellen. Übergewichtig waren in dieser Studie 27,1% der männlichen Unfallopfer mit einem BMI von 30 kg/m² oder mehr. Laut Mikrozensus des Statistischen Bundesamts lag im Jahr 2017 der Anteil übergewichtiger, männlicher Bundesbürger ab 18 Jahren bei 18,1%.²

Die Häufung tödlicher Arbeitsunfälle zur Sommerzeit stimmt mit den Ergebnissen vergleichbarer Studien überein.^{8,14,16-18} Die am häufigsten betroffenen Monate August (12,6%), und Juli (10,3%) liegen in der auftragsreichen Sommerarbeitszeit des Baugewerbes. Es ist vorstellbar, dass das Klima der Sommerzeit zu einer frühzeitigeren physischen sowie psychischen Ermüdung des Arbeiters führt.¹⁹ Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels könnte sich der negative Einfluss hoher Temperaturen auf die Belastbarkeit der Arbeiter noch verstärken. Einer Beeinträchtigung der Arbeiter durch hohe Außentemperaturen könnte das Bereitstellen geeigneter Arbeitskleidung²⁰, die Durchsetzung regelmäßiger Pausenzeiten und die Planung risikoreicher Arbeiten zu klimatisch günstigen Jahres- und Tageszeiten entgegenwirken.

In der eigenen Untersuchung sowie auch in der Literatur, wurde der Montag als häufigster Unfalltag identifiziert.^{8,11,18,21-24} Ein Grund hierfür könnten Schwierigkeiten der Arbeiter bei der Umstellung von dem arbeitsfreien Wochenende auf die arbeitsspezifischen Beanspruchungen zu Beginn der Arbeitswoche sein.

Die Abnahme tödlicher Arbeitsunfälle zur Mittagszeit von 12:00 – 13:59 Uhr lässt sich zwanglos mit der zu dieser Zeit im Baugewerbe üblichen Mittagspause erklären. Die ermittelten Hauptunfallzeiten unmittelbar vor und direkt nach dieser Mittagszeit finden sich in der Literatur wieder.^{9,12,17,18,24-26} Bratzke und Hamoser¹¹ sowie Gawehn⁸ und Schieche¹⁴ konnten im Tagesverlauf keinen Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle während der Mittagspause feststellen. Zur Vermeidung tödlicher Arbeitsunfälle sollten die Arbeiter für eine Häufung

tödlicher Arbeitsunfälle an Montagen sowie direkt vor und direkt nach der Mittagspause sensibilisiert werden.

In dieser Studie war ebenso wie in den Untersuchungen früherer Sektionsjahrgänge am selben Institut von Gawehn⁸ und Kiehl⁹ der Absturz die häufigste Todesursache. Tatsächlich finden sich im bundesweiten Vergleich fast ausschließlich Studien, die den Absturz als häufigste Unfallursache bei der Arbeit angeben.^{11,12,14,27-29} Es wurden Häufungen für Abstürze von Dächern, Gerüsten und Leitern in einer Höhen zwischen 3,0 und 6,99 m gefunden. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) sieht eine Absturzsicherung gemäß DGUV-Vorschrift 38/BGV C 22 für alle Arbeitsplätze ab 2 m Absturzhöhe vor. Die Durchsetzung dieser Vorschrift durch den Arbeitgeber, die engmaschige Kontrolle der vorschriftsgemäßen Arbeitsweise und die gezielte Aufklärung der Arbeiter über das arbeitsspezifische Risiko des tödlichen Absturzes, könnte in Zukunft die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle reduzieren.

Das Polytrauma war mit 34 (39,1%) Fällen die häufigste Todesursache. Innerhalb der Gruppe der polytraumatisierten Unfallopfer war der Kopf mit 20 (58,8%) Fällen die am häufigsten verletzte Körperregion. Hinzu kommen 21 (24,1%) todesursächliche Schädel-Hirn-Traumata. Zusammen ergeben sich 41 (47,1%) tödliche Arbeitsunfälle, bei denen das Schädel-Hirn-Trauma eigenständig oder zumindest maßgeblich todesursächlich war. Die verstärkte Durchsetzung der Helmpflicht auf Baustellen könnte zum Schutz des Schädels beitragen. Arbeiter sollten angehalten werden, ihre persönliche Schutzausrüstung gemäß § 15 Absatz 2 ArbSchG (Arbeitsschutzgesetz) bestimmungsgemäß zu verwenden.

Die Beeinträchtigung durch Alkoholkonsum bei der Arbeit und die damit einhergehende Gefahr einen Arbeitsunfall zu erleiden, hat in den vergangenen Jahren abgenommen. In der eigenen Untersuchung (3,0%) sowie in der Arbeit von Gawehn⁸ (2,9%) zu den Sektionsjahrgängen von 1991 bis 2004, war der Anteil tödlicher Arbeitsunfälle unter relevanter Alkoholbeeinträchtigung geringfügig. Die frühere Untersuchung am eigenen Institut von Kiehl⁹ und Analysen anderer deutscher Institute im Zeitraum von 1962 bis 1995 weisen Anteile tödlicher Arbeitsunfälle unter relevanter Alkoholbeeinträchtigung von 17,8% bis 39%^{14,27,30} nach. Der Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle unter

Alkoholeinfluss kann als Beispiel für die Verbesserung des Arbeitsschutzes in den letzten Jahrzehnten angeführt werden.

Die vorläufigen Unfallzahlen der DGUV für das Jahr 2020 zeigen, dass die COVID-19-Pandemie zumindest für den Moment einen Einfluss auf das tödliche Arbeitsunfallgeschehen in Deutschland hat. Die Zahl tödlicher Arbeitsunfälle verringerte sich im Vergleich zum Vorjahr um 20,1%.³¹ Ein Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle durch den verordneten Lockdown scheint plausibel.

Dem entgegen steht eine durch die Berufsgenossenschaft für Bauwirtschaft festgestellte Zunahme der tödlichen Arbeitsunfälle auf Baustellen im Zeitraum des bundesweiten Lockdowns. Von Mitte März bis Ende April 2020 ereigneten sich 15 tödliche Arbeitsunfälle auf deutschen Baustellen.³² In einem vergleichbaren 6-Wochen-Zeitraum ereigneten sich im Jahr 2018 nur durchschnittlich 11 tödliche Unfälle auf deutschen Baustellen. Laut einer Pressemitteilung der Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt (IG BAU) sind gemäß vorläufiger Unfallzahlen im Jahr 2020 insgesamt 97 Bauarbeiter bei ihrer Arbeit ums Leben gekommen. Dies entspräche einem Anstieg von 39 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.³³ Ein Grund hierfür könnte sein, dass auf den Baustellen trotz der Pandemie durchgearbeitet wurde, während die ohnehin schon knapp bemessenen staatlichen Kontrollen durch Aufsichtsbeamte der Arbeitsschutzbehörden eingeschränkt wurden.

Zukünftige Untersuchungen werden zeigen, in welcher Weise die COVID-19-Pandemie das tödliche Arbeitsunfallgeschehen beeinflusst. Sollte die bei der Ausübung der versicherten Tätigkeit erworbene COVID-19-Infektion im Einzelfall gerichtlich als Arbeitsunfall gewertet werden, könnte sich der Einfluss der Pandemie auf das tödliche Arbeitsunfallgeschehen noch verstärken.

5.5. Fazit

Von den Ergebnissen dieser Studie lassen sich Risikoschwerpunkte für tödliche Arbeitsunfälle und entsprechende Präventionsstrategien ableiten. Männliche Arbeiter in einem Alter ab 61 Jahren und Arbeiter ausländischer Nationalität sind

besonders gefährdet, einen tödlichen Arbeitsunfall zu erleiden. Ältere Arbeiter sollten zur Prävention tödlicher Arbeitsunfälle in risikoarmen Arbeitsbereichen eingesetzt werden. Ausländische Arbeiter könnten durch das Angebot von Sprachunterricht und durch Warnhinweise auf Baustellen geschützt werden.

Arbeiten montags, kurz vor und direkt nach der Mittagspause sowie zur Sommerjahreszeit gehen nach dieser Studie mit einem erhöhten Risiko für tödliche Arbeitsunfälle einher. Arbeitnehmer und Arbeitgeber sollten für diese Unfallhäufungen sensibilisiert werden.

Der Absturz wurde als häufigster Unfallmechanismus und das Schädel-Hirn-Trauma als am häufigsten verletzte Körperregion herausgestellt. Engmaschige Sicherheitskontrollen bei Arbeiten in der Höhe sowie die verstärkte Durchsetzung der Helmpflicht bei Arbeiten auf Baustellen könnten zu einer Reduzierung tödlicher Arbeitsunfälle in Deutschland beitragen.

Eine Einschränkung dieser Studie ist die geringe Fallzahl von 87 tödlichen Arbeitsunfällen in dem gewählten 12-Jahreszeitraum. Regelmäßige bundesweite Auswertungen der Daten mehrerer rechtsmedizinischer Institute im Rahmen eines standardisierten Studiendesigns könnte die Aussagekraft der forensischen Forschungsarbeit zum tödlichen Arbeitsunfallgeschehen steigern.

Ob durch Optimierung des Arbeitsschutzes und Sensibilisierung der Arbeiter für Risikoschwerpunkte eine weitere Reduzierung der tödlichen Arbeitsunfälle möglich ist, werden zukünftige Untersuchungen zeigen. Auch der Einfluss der COVID-19-Pandemie auf das tödliche Arbeitsunfallgeschehen ist ein interessantes Themenfeld zukünftiger rechtsmedizinischer Analysen.

6. Veröffentlichte Publikationen

6.1. Dieterich C, Herrmann E, Parzeller M, Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main, Rechtsmedizin 2020 (30): 144 - 152

Rechtsmedizin

Originalien

Rechtsmedizin 2020 · 30:144–152
<https://doi.org/10.1007/s00194-020-00372-6>
Online publiziert: 23. März 2020
© Der/die Autor(en) 2020



C. Dieterich¹ · E. Herrmann² · M. Parzeller¹

¹Institut für Rechtsmedizin, Universitätsklinikum, Goethe-Universität Frankfurt a. M., Frankfurt a. M., Deutschland

²Institut für Biostatistik und Mathematische Modellierung, Zentrum der Gesundheitswissenschaften, Klinikum und Fachbereich Medizin, Goethe-Universität Frankfurt a. M., Frankfurt a. M., Deutschland

Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main

Auf dem 20. Weltkongress für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit wurde 2014 das Konzept einer Welt ohne tödliche Arbeitsunfälle diskutiert. Dieses Konzept ist unter dem Begriff „vision zero“ bekannt. Laut der Internationalen Arbeitsorganisation, einem der Hauptveranstalter des Kongresses, ereignen sich weltweit mehr als 313 Mio. Arbeitsunfälle/Jahr. Der Anteil der davon tödlich verlaufenden Arbeitsunfälle wird mit über 350.000 Fällen angegeben [14].

In Deutschland ist die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach einer Erhebung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in dem Zeitraum von 1991 bis 2016 von 1496 auf 557 Unfälle zurückgegangen. Seit dem Jahr 2009 stagniert der zuvor kontinuierliche Rückgang tödlicher Arbeitsunfälle. Zuletzt hat die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle für das Jahr 2017 entgegen dem Trend auf 564 Fälle zugenommen [31]. Das genaue Wissen um die Umstände, Abläufe und Folgen eines jeden tödlichen Arbeitsunfalls ist Voraussetzung für die Identifizierung von Unfallschwerpunkten und ermöglicht eine effektive Präventionsarbeit im Sinne der „vision zero“.

Nicht jedes tödliche Ereignis, das während der Arbeitszeit eintritt, ist ein töd-

licher Arbeitsunfall. Arbeitsunfälle sind gemäß § 8 Abs. 1 S. 2 SGB VII (Sozialgesetzbuch VII) Unfälle von Versicherten, die durch ein zeitlich begrenztes, von außen auf den Körper einwirkendes Ereignis zu einem Gesundheitsschaden oder zum Tode führen. Tödliche Arbeitsunfälle im Sinne des SGB VII setzen gemäß § 8 Abs. 1 S. 1 SGB VII eine den Versicherungsschutz begründende Tätigkeit, die sog. versicherte Tätigkeit, nach den §§ 2, 3 oder 6 SGB VII sowie nach § 8 Abs. 2 SGB VII (z. B. Wegeunfall) voraus. Voraussetzung für die Anerkennung eines Arbeitsunfalls ist in der Regel ein innerer Zusammenhang zwischen der versicherten und der unfallbringenden Tätigkeit. Nach der ständigen Rechtsprechung des Bundessozialgerichts (BSG) ist für die Unfallkausalität und die haftungsbegründende Kausalität erforderlich, dass die Verrichtung der versicherten Tätigkeit den Tod bzw. den Gesundheitsschaden beim Versicherten „objektiv und rechtlich wesentlich“ verursacht hat (BSG, Urt. v. 27.11.2018 – B 2 U 15/17 R mwN).

Die Ergebnisse einer gerichtsmedizinischen Sektion sind wertvolle Beweismittel für den Nachweis der oben genannten Kausalzusammenhänge von Tätigkeit, Unfallereignis und Todesfolge. Gelegenheitsursachen, natürliche Todesfälle, Suizide und Tötungsdelikte lassen sich meist erst durch eine gerichtliche Lei-

cheneröffnung ausschließen. Die plötzlich eintretende Bewusstlosigkeit eines Dachdeckers mit nachfolgendem Sturz aus großer Höhe ist beispielsweise eine potenzielle Gelegenheitsursache. In diesem Fall lässt sich nur anhand von Sektionsergebnissen eruieren, ob das äußere Ereignis des Absturzes oder eine akute innere Erkrankung des Arbeiters die rechtlich wesentliche Todesursache ist. Ein spektakuläres Beispiel für eine vorsätzliche Tötung unter Vortäuschung eines Arbeitsunfalls geben Betz und Eisenmenger in ihrer rechtsmedizinischen Obduktionsstudie von 1992 [5].

Material und Methode

In der vorliegenden Studie wurden die tödlichen Arbeitsunfälle für einen Zwölfjahreszeitraum aus den Jahren 2005 bis 2016 untersucht, die sich im Einzugsbereich der Rechtsmedizin Frankfurt am Main (Raum Frankfurt, Offenbach, Darmstadt, Wiesbaden, Hanau, Südhessen) ereigneten und im Institut der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums der Goethe-Universität Frankfurt am Main obduziert worden sind. Nicht berücksichtigt wurden Wegeunfälle mit tödlichem Ausgang. Hierbei handelt es sich um Unfälle auf dem Weg von oder zur Arbeitsstelle (§ 8 Abs. 2 SGB VII).

Zur Auswertung kamen die Sektionsprotokolle und die dem Institut für

Tab. 1 Praktisches Beispiel für die Berechnung des International Severity Score (ISS) anhand der mittels Abbreviated Injury Scale (AIS) codierten Schwere des Verletzungsbildes eines Unfallopfers							
Verletzungen nach AIS-Code	Körperregion I	Schweregrad I	Körperregion II	Schweregrad II	Körperregion III	Schweregrad III	ISS
140662.3	Bauch	4	Brust	3	Kopf, inkl. Gesicht	3	34
310099.1							
410604.2							
442205.3							
441430.3							
441411.3							
450203.3							
541826.4							
541610.2							
650416.2							
650499.2							

ISS = (AIS-Körperregion I)² + (AIS-Körperregion II)² + (AIS-Körperregion III)²

Rechtsmedizin zur Verfügung gestellten polizeilichen Ermittlungsakten. Bei unvollständigen Angaben wurde bei den zuständigen Staatsanwaltschaften auf Basis eines spezifischen Datenschutzes um Akteneinsicht gebeten.

Es wurden Alter, Geschlecht, Nationalität, Wirtschaftszweig, Unfallzeitpunkt, Unfallmechanismus, Verletzungen und Todesursache der Unfallopfer untersucht.

Um das Körpergewicht zur Körpergröße in Relation zu setzen, wurde der Body-Mass-Index (BMI) berechnet. Der BMI ist der Quotient aus Gewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m²). Die Einteilung der BMI-Werte erfolgte nach der Gewichtsklassifikation der World Health Organization in Normalgewicht (BMI 18,5–24,9 kg/m²), Präadipositas (BMI 25,0–29,9 kg/m²), Adipositas Grad I (BMI 30,0–34,9 kg/m²) und Adipositas Grad II (BMI 35,0–39,9 kg/m²) [32].

Die toxikologische Untersuchung der Unfallopfer wurde im Hinblick auf Blutalkoholkonzentration (BAK) und Drogenmissbrauch ausgewertet. Zur Bestimmung der BAK wurde das aus der Femoralvene entnommene Leichenblut gaschromatographisch untersucht.

Zur Kodierung der in den Obduktionsprotokollen dokumentierten Verletzungen wurde nachträglich im Rahmen dieser Studie die Abbreviated Injury Scale (AIS) angewandt [13]. Die AIS ermöglicht eine objektive Klassifizierung

und Vergleichbarkeit von Verletzungen unterschiedlicher Körperregionen in Bezug auf ihre Letalität und wird in der Notfallmedizin zur Beurteilung polytraumatisierter Patienten eingesetzt. Um einen vergleichbaren Wert für die ganzheitliche Verletzungsschwere eines jeden Unfallopfers zu erhalten, wurde anschließend der International Severity Score (ISS) berechnet [3, 13]. Ein praktisches Beispiel für die Berechnung des ISS eines Unfallopfers wird in Tab. 1 gegeben.

Bei geeignet erscheinenden Fragestellungen wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse mittels Chi²-Test bestimmt.

Für die Diskussion der Ergebnisse wurden Vergleichsdaten aus der Literatur und aus „GENESIS-Online“, der Hauptdatenbank des Statistischen Bundesamtes, herangezogen.

Ergebnisse

Alter und Geschlecht

In dem untersuchten Zeitraum von 2005 bis 2016 ereigneten sich insgesamt 87 tödliche Arbeitsunfälle. Es entfielen 84 (96,6%) Unfälle auf männliche und 3 (3,4%) auf weibliche Arbeitnehmer. Der Unterschied in der Geschlechterverteilung war statistisch signifikant ($p < 0,00001$).

Die Altersstruktur reichte vom jugendlichen Alter bis in das Rentenalter. In der Altersgruppe der 46- bis 50-

Jährigen waren mit 15 (17,2%) Fällen die meisten Unfälle zu verzeichnen, gefolgt von der Altersklasse der 51- bis 55-Jährigen mit 14 (16,1%) Unfällen (Abb. 1).

Body-Mass-Index

Die Mehrheit der untersuchten tödlichen Arbeitsunfälle war nach BMI normalgewichtig (37,9%) oder präadipös (35,6%). Insgesamt waren 23 (26,4%) der tödlich Verunfallten mit einem BMI von 30 kg/m² und mehr übergewichtig.

Nationalität

In 48 (55,2%) der insgesamt 87 Fälle waren die betroffenen Arbeitnehmer deutscher Nationalität. Es fanden sich 30 (34,5%) ausländische Arbeitnehmer unter den Verunglückten. Dieser Anteil ist signifikant höher als der Anteil ausländischer sozialversicherter Arbeitnehmer im Baugewerbe Hessens, der im Jahr 2016 entsprechend den Angaben des Statistischen Bundesamtes 25% betrug ($p = 0,00604$) [31]. Polnische Staatsbürger waren unter den ausländischen Arbeitern mit 10 Fällen am häufigsten betroffen. Von 9 (10,3%) Unfallopfern konnte die Nationalität nicht ermittelt werden.

Zusammenfassung · Abstract

Rechtsmedizin 2020 · 30:144–152 <https://doi.org/10.1007/s00194-020-00372-6>
© Der/die Autor(en) 2020

C. Dieterich · E. Herrmann · M. Parzeller

Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main

Zusammenfassung

Hintergrund. Das genaue Wissen um die Umstände eines jeden tödlichen Arbeitsunfalls ist Voraussetzung für die Identifizierung von Unfallschwerpunkten und ermöglicht eine effektive Präventionsarbeit. Mit dieser rechtsmedizinischen Studie zum Arbeitsunfallgeschehen soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die Zahl tödlicher Arbeitsunfälle in Deutschland zu senken.

Material und Methode. Zur Untersuchung kamen die tödlichen Arbeitsunfälle, die sich im Einzugsbereich des rechtsmedizinischen Instituts Frankfurt am Main in den Jahren von 2005 bis 2016 ereigneten. Ausgewertet wurden Obduktionsprotokolle sowie die dem Institut zur Verfügung gestellten staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsakten.

Ergebnisse. Es fanden sich 87 tödliche Arbeitsunfälle in dem genannten Zwölfjahreszeitraum. Die Altersstruktur reichte vom jugendlichen Alter bis in das Rentenalter. Betroffen waren zum größten Teil männliche Arbeiter (96,6 %, $p < 0,0001$), verhältnismäßig häufig ausländischer Nationalität (34,5 %). Die meisten Unfälle ereigneten sich in der 2. Jahreshälfte (58,6 %), an Montagen (26,4 %), kurz vor und nach der Mittagspause. In 3 Fällen lag die Blutalkoholkonzentration über 0,5%. Die Baubranche (55,2 %) war der unfallträchtigste Wirtschaftszweig. Der Absturz (28,7 %) war der häufigste Unfallmechanismus und das Polytrauma (39,1 %) gemeinsam mit dem Schädel-Hirn-

Trauma (24,1 %) gemäß dem ISS die häufigste Todesursache.

Diskussion. Nach den Ergebnissen dieser Studie sollten Alter der Arbeiter sowie die Tages-, Wochen- und Jahreszeit bei der Ausführung risikoreicher Arbeiten im Baugewerbe berücksichtigt werden. Besonderes Augenmerk sollten Arbeitgeber auf die Kontrolle von Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten in der Höhe sowie auf die Durchsetzung der Helmpflicht gerade auch bei ausländischen Arbeitnehmern legen.

Schlüsselwörter

Tödlicher Arbeitsunfall · Unfallanalyse · Unfallprävention · Absturz · International Severity Score

Death at work—An analysis of fatal work accidents based on autopsies performed at the Institute of Legal Medicine in Frankfurt am Main from 2005 to 2016

Abstract

Background. Precise knowledge of the circumstances of each fatal work accident is a prerequisite to identify accident hot spots and to enable effective preventive measures. This forensic medical study on work accidents was initiated to contribute to attempts to reduce the number of fatal work accidents in Germany.

Methods. Fatal work accidents that occurred between 2005 and 2016 in the catchment area of the Institute of Legal Medicine in Frankfurt am Main were investigated. Besides autopsy protocols the files of the public prosecutor's office were also evaluated.

Results. During the 12-year period 87 fatal work accidents were documented. The age

structure of the persons involved ranged from adolescence to retirement age. Male workers (96.6%, $p < 0.0001$), often of foreign nationality (34.5%) represented the majority of cases. Most accidents occurred in the second half of the year (58.6%), on Mondays (26.4%), shortly before and after the lunch break. In three cases the blood alcohol concentration was found to be above 0.05%. The highest number of accidents occurred in the building sector (55.2%). Falling from heights (28.7%) was the most frequent accident and polytrauma (39.1%) together with craniocerebral trauma (24.1%) were the most frequent causes of death according to the ISS.

Conclusion. According to the results of this study when high-risk work in the building industry is carried out, the age of workers, the time of day, week and year should be taken into consideration. Employers should pay special attention to the control of safety precautions when work is done at heights, enforcing the obligation to wear helmets, particularly when foreign workers are concerned.

Keywords

Fatal work accident · Accident analysis · Accident prevention · Fall from heights · International severity score

Wirtschaftszweige

Der Großteil der untersuchten tödlichen Arbeitsunfälle ereignete sich mit 48 (55,2 %) Fällen im Baugewerbe. Innerhalb des Baugewerbes ereigneten sich die meisten Unfälle auf Hochbau- und Montagebaustellen (58,3 %). In dem Wirtschaftszweig Verkehr und Lagerei verstarben 10 (11,5 %) Arbeitnehmer nach einem Arbeitsunfall. Jeweils 9 (10,3 %) tödliche Arbeitsunfälle fanden

sich im verarbeitenden Gewerbe sowie in der Land- und Forstwirtschaft. Die übrigen 11 (12,6 %) Arbeitsunfälle ereigneten sich in Wirtschaftszweigen, die unter Sonstiges zusammengefasst wurden.

Unfalljahr und Unfallmonat

In dem untersuchten Zeitraum sank die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle von 11 (12,6 %) im Jahr 2005 auf 5 (5,7 %) im

Jahr 2016. Das Maximum tödlicher Arbeitsunfälle wurde 2006 mit 13 (14,9 %) Unfällen erreicht. In den Jahren 2010 und 2014 lag die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle mit jeweils 3 Fällen (3,4 %) am niedrigsten. In den Jahren von 2011 bis 2013 blieb die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle mit 6 bis 7 Vorkommnissen nahezu konstant. Im Jahr 2014 sank diese Zahl um mehr als die Hälfte auf 3 tödliche Arbeitsunfälle, um dann von 4 Fällen

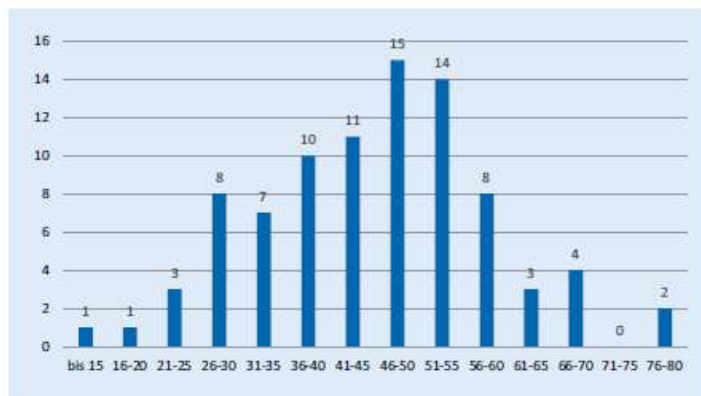


Abb. 1 ▲ Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Lebensjahren

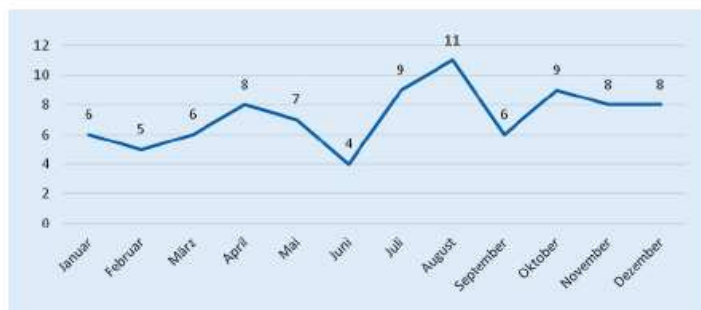


Abb. 2 ▲ Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Unfallmonat

im Jahr 2015 auf 5 Fälle im Jahr 2016 zu steigen.

Der unfallträchtigste Monat mit insgesamt 11 (12,6%) tödlichen Unfällen war der Sommermonat August. Im Frühlingsmonat Juni waren mit 4 (4,6%) Fällen die wenigsten tödlichen Arbeitsunfälle zu verzeichnen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Monaten konnte nicht nachgewiesen werden ($p=0,8846$). In der zweiten Jahreshälfte wurden mit 51 (58,6%) Fällen im Vergleich zu der ersten Jahreshälfte mit 36 (41,4%) Fällen mehr Unfälle beobachtet (Abb. 2).

Unfalltag und Unfalluhrzeit

Die meisten Unfälle ereigneten sich mit 23 (26,4%) Fällen an Montagen. Im weiteren Verlauf der Woche stieg die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle annähernd proportional von 13 (14,9%) an

Dienstagen, über 15 (17,2%) mittwochs auf 18 (20,7%) Fälle an Donnerstagen (Abb. 3). Für die Anzahl an Unfällen unter den Werktagen von Montag bis Donnerstag konnte kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p=0,3491$). Die wenigsten tödlichen Arbeitsunfälle waren mit insgesamt 18 (20,7%) Fällen am erweiterten Wochenende von Freitag bis Sonntag zu verzeichnen. Für die Anzahl der Unfälle von Montag bis Donnerstag und der Arbeitsunfälle am erweiterten Wochenende konnte ein signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p=0,000029$).

Bei der Auswertung des Unfallzeitpunkts zeigten sich 2 Peaks, zum einen vormittags zwischen 10:00 und 11:59 Uhr, zum anderen nachmittags zwischen 14:00 und 15:59 Uhr mit jeweils 19 (21,8%) Unfällen. Zwischen diesen Peaks ereigneten sich von 12:00–13:59 Uhr lediglich 10 (11,5%) Unfälle (Abb. 4).

Unfallmechanismus

Häufigste Unfallmechanismen waren der Absturz mit 25 (28,7%) und das Getroffenwerden von Gegenständen mit 24 (27,6%) Fällen. Es folgten schwere Quetschtraumata mit 15 (17,2%) und Überrolltraumata mit 6 (6,9%) Unfällen. Verbrennungen und Vergiftung mit Todesfolge sowie das Ertrinken und der Stromtod spielten mit jeweils einem bis 3 Fällen eine untergeordnete Rolle. Bei 9 (10,3%) tödlichen Arbeitsunfällen ließ sich der Unfallmechanismus keiner der Kategorien zuordnen. Es handelte sich bei der großen Mehrzahl der untersuchten Arbeitsunfälle um mechanische Traumata.

Absturz

Die insgesamt 25 tödlichen Absturzunfälle ereigneten sich von Dächern (32%), Gerüsten (32%) und Leitern (24%). Unter Sonstiges (12%) wurde der Absturz in einen Fahrstuhlschacht sowie der Sturz von einem Telefonmast und von einer Maschine zusammengefasst.

Mit 20 Abstürzen entfielen 80% aller Absturzunfälle auf das Baugewerbe. Der Absturz war mit 20 (41,7%) Fällen der häufigste Unfallmechanismus im Baugewerbe.

Die Absturzhöhe lag zwischen knapp unter 2 und 25 m. Von der Absturzhöhe zwischen 3,0 und 6,99 m ereigneten sich mit 14 (56%) Fällen über die Hälfte der tödlichen Abstürze (Abb. 5).

International Severity Score

Die beiden tiefsten Werte für den ISS wurden mit 2 und 4 Punkten nach Ertrinken resp. Verschüttung erreicht. Da in dieser Studie jedes nach ISS bewertete Verletzungsbild im Rahmen eines tödlichen Arbeitsunfalls entstanden ist, belegen die ermittelten ISS-Scores meist mittlere bis hohe Punktzahlen (Tab. 2). Das Maximum von 75 Punkten wurde mit 9 (11,1%) Fällen am häufigsten belegt. In 6 (6,9%) Fällen war aufgrund einer längeren Überlebenszeit keine Codierung der Verletzungen nach der AIS möglich.

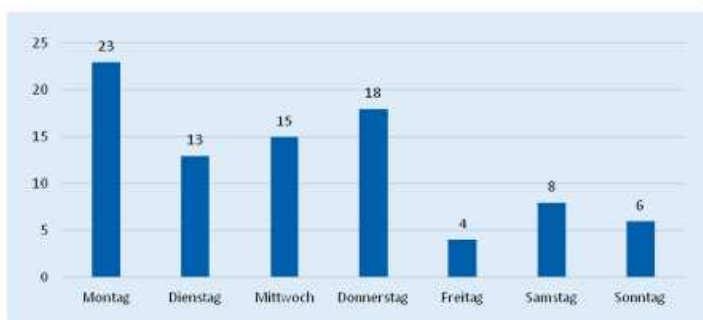


Abb. 3 ▲ Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Wochentag

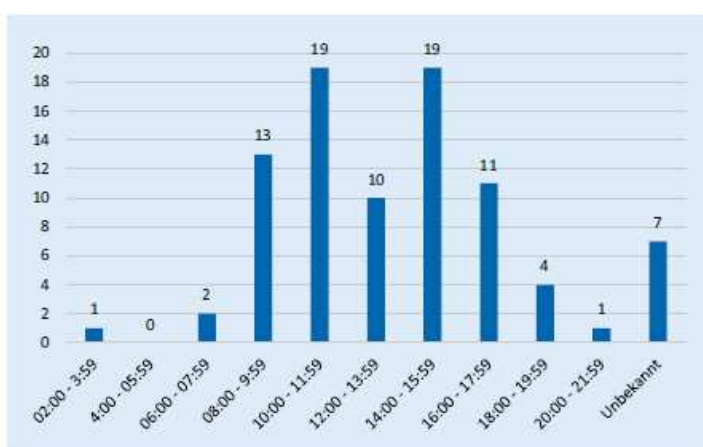


Abb. 4 ▲ Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Unfalluhrzeit

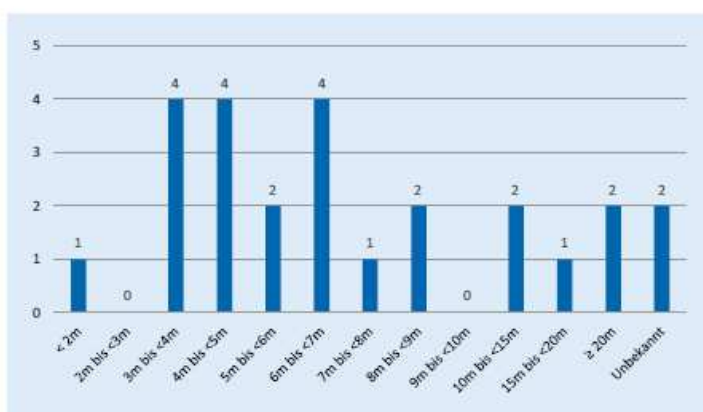


Abb. 5 ▲ Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Absturzhöhe in Metern

Blutalkoholkonzentration und Drogen

Die gaschromatographische Messung der BAK wurde bei 67 (77,0 %) Unfallopfern durchgeführt. Bei den übrigen 20 (23,0 %) Verunfallten erfolgte meist aufgrund einer längeren Überlebenszeit keine Bestimmung der BAK.

Bei 26 (38,8 %) der auf Alkohol im Blut untersuchten Todesopfer wurde eine BAK von 0,0‰ festgestellt. Weitere 31 (46,3 %) der toxikologisch untersuchten Unfallopfer wiesen eine BAK von 0–0,1‰ auf. Da eine geringe Menge von Alkohol im Blut aufgrund postmortaler Fäulnisprozesse entstehen kann [19], wurden diese als nichtrelevante Alkoholbeeinträchtigung gewertet.

Mit Werten von 0,1–0,5‰ standen 8 (11,9 %) Unfallopfer unter relativem Alkoholeinfluss. In 2 (3,0 %) Fällen bestand mit 0,51‰ und dem Höchstwert von 2,07‰ eine relevante Alkoholbeeinträchtigung. Beide Arbeitsunfälle ereigneten sich an einem Donnerstag.

In 3 (3,4 %) Fällen konnte im Rahmen der toxikologischen Untersuchung die Aufnahme von Cannabisprodukten festgestellt werden, wobei aber keine rauschwirksamen Bestandteile mehr nachweisbar waren.

Todesursache

Die häufigste Todesursache war das Polytrauma mit 34 (39,1 %) Fällen. Das todesursächliche Verletzungsbild wurde retrospektiv dann als Polytrauma gewertet, wenn nach ISS mindestens 2 Körperregionen betroffen waren und sich die jeweiligen Verletzungen mit nicht mehr als einem Punkt in ihrem Schweregrad voneinander unterschieden.

Die zweithäufigste Todesursache war das Schädel-Hirn-Trauma mit 21 (24,1 %) Fällen. Von den 87 Verunfallten verstarben weitere 11 (12,6 %) an einer Kompression des Thorax und 5 (5,7 %) durch ein Trauma der Abdominalregion. Verbrennungen waren in 3 (3,4 %) Fällen todesursächlich. Vergiftung, Ertrinken und Stromtod führten in jeweils 2 (2,3 %) Fällen zum Tod eines Unfallopfers.

Unter Sonstiges fällt eine Verletzung der Beinhauptschlagader mittels Hoch-

Tab. 2 Verteilung der Verletzungsschwere nach dem International Severity Score (ISS)

ISS-Wert	Anzahl der Arbeitsunfälle
1–15	4
16–30	20
31–45	26
46–60	19
61–75	18

druckstrahler und nachfolgendem Verbluten nach außen.

An Folgezuständen verstarben 6 (6,9%) der Verunfallten. Hierunter sind 2 Multiorganversagen nach Sepsis, 2 Herzversagen und 2 Lungenembolien zusammengefasst.

Diskussion

Die eigenen Ergebnisse wurden den Studien von Gawehn [12] und Kiehl [17], die am selben Institut vergleichbare Untersuchungen früherer Sektionsjahrgänge durchgeführt haben, gegenübergestellt.

In der Analyse der obduzierten tödlichen Arbeitsunfälle der Jahre 1979–1988 von Kiehl war die Altersgruppe der 36- bis 40-Jährigen am häufigsten betroffen. Für den von Gawehn [12] untersuchten Zeitraum von 1991 bis 2004 lag das Maximum der Altersverteilung ein Jahrzehnt darüber bei den 46- bis 50-Jährigen. Diese Altersgruppe war auch in der vorliegenden Studie am häufigsten betroffen.

Vergleicht man die Altersverteilung der tödlich Verunglückten dieser Studie mit der Altersverteilung der Erwerbstätigen in Deutschland näherungsweise für das Jahr 2016 zeigt sich, dass der Anteil der Verunglückten im Verhältnis zu dem Anteil Erwerbstätiger in den Altersklassen von 26 bis 60 Jahren relativ ausgewogen ist. In den Altersklassen von 61 bis 70 Jahre ist der Anteil der tödlich Verunfallten (8,0%) im Verhältnis zu dem Anteil der in diesen Altersklassen erwerbstätigen Personen hingegen etwa doppelt so hoch [31]. Bei dem Vergleich der Altersstruktur der Unfallopfer dieser Studie und der Altersstruktur der Erwerbstätigen in Hessen zeigt sich ein ausgewogenes Verhältnis der Altersklassen von 18 bis 64 Jahren. Der Anteil der bei der Arbeit tödlich Verunglückten von 65 und

mehr Jahren ist wiederum etwa doppelt so hoch wie der Anteil gleichaltriger Erwerbstätiger in Hessen [31].

Diese relative Zunahme der tödlichen Arbeitsunfälle ab 61 Jahren legt einen Zusammenhang tödlicher Arbeitsunfälle mit der Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit im Alter nahe [27]. Die mit dem demografischen Wandel in Deutschland einhergehende Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung [31] könnte zukünftig der Prävention tödlicher Arbeitsunfälle entgegenstehen. Arbeitgeber sollten dazu angehalten werden, ältere Arbeitnehmer verstärkt in risikoarmen Arbeitsbereichen einzusetzen.

Der niedrige Anteil von Frauen (3,4%) am tödlichen Arbeitsunfallgeschehen für den untersuchten Zeitraum von 2005 bis 2016 lässt sich zum einen auf die niedrige Frauenquote in dem unfallträchtigen Baugewerbe zurückführen. Laut dem Statistischen Bundesamt lag 2016 der Anteil weiblicher Erwerbstätiger im Baugewerbe bei 15,3% [31]. Zum anderen ist denkbar, dass weibliche Arbeitnehmer in risikoärmeren und physisch weniger belastenden Arbeitsbereichen eingesetzt werden.

Auch bei Gawehn [12] und Kiehl [17] sowie in weiteren rechtsmedizinischen Untersuchungen anderer Institute [7, 18, 24, 28] fanden sich niedrige Anteile weiblicher Arbeitnehmer an dem tödlichen Arbeitsunfallgeschehen mit Werten zwischen 0 und 6,2%.

Neben dem Alter über 60 Jahren sowie dem männlichen Geschlecht ist nach dieser Untersuchung auch die Zugehörigkeit

zu einer ausländischen Nationalität ein Risikofaktor, einen tödlichen Arbeitsunfall zu erleiden. Der Anteil von 34,4% ausländischer Unfallopfer dieser Studie deckt sich nicht mit dem Anteil ausländischer sozialversicherungspflichtig Beschäftigter in Hessen. Dieser betrug für das Jahr 2016 lediglich 13,6% [31]. Auch für das Baugewerbe findet sich in Hessen im Jahr 2016 lediglich ein Anteil von 25,0% ausländischer Beschäftigter [31].

Im zeitlichen Verlauf hat der Anteil ausländischer Unfallopfer unter den in der Rechtsmedizin Frankfurt am Main obduzierten tödlichen Arbeitsunfällen zuletzt zugenommen. In dem Zeitraum von 1991 bis 2004 betrug der Anteil ausländischer Arbeitnehmer unter den tödlichen Arbeitsunfällen 23% [12].

Ein möglicher Grund für den hohen Anteil ausländischer Arbeitnehmer am tödlichen Arbeitsunfallgeschehen sind fehlende Sprachkenntnisse. Förderung von Sprachunterricht sowie das Vermitteln von Sicherheitsbestimmungen mittels Piktogrammen und audiovisuellem Material können dazu beitragen, ausländischen Arbeitnehmern individuelle Sicherheitsrisiken bei der Arbeit besser verständlich zu machen [16].

Im Vergleich der männlichen Unfallopfer dieser Studie zu der männlichen Gesamtbevölkerung Deutschlands zeigen sich hinsichtlich der BMI-Werte geringe Unterschiede. In dieser Studie waren 27,1% der männlichen Unfallopfer mit einem BMI von 30 kg/m² oder mehr übergewichtig. Im Jahr 2017 lag laut Mikrozensus des Statistischen Bun-

desamts der Anteil übergewichtiger, männlicher Bundesbürger ab 18 Jahren bei 18,1% [31].

Die in dieser Studie unfallträchtigsten Monate August (12,6%), Juli (10,3%) und September (10,3%) liegen in der auftragsreichen Sommerarbeitszeit des Baugewerbes von April bis November. Die Häufung von tödlichen Arbeitsunfällen zur Sommerzeit deckt sich mit den Ergebnissen in der Literatur [2, 12, 15, 28, 29]. Nach dem Tarifrecht des unfallträchtigen Baugewerbes werden in der Sommerarbeitszeit 41 h und in der Winterarbeitszeit lediglich 38 h gearbeitet. In der Sommerzeit ist die Expositionszeit der Arbeiter gegenüber dem Risiko, einen Arbeitsunfall zu erleiden, entsprechend hoch. Zudem beeinträchtigen die erhöhten Temperaturen zur Sommerzeit die Arbeiter in ihrer Aufmerksamkeit und können zu einer frühzeitigen Ermüdung führen [1]. Das Einhalten regelmäßiger Pausenzeiten, die Anpassung der Bekleidung an das Umgebungsklima [20] und die Ausführung risikoreicher, körperlich anstrengender Arbeiten zu klimatisch günstigen Jahres- und Tageszeiten helfen, der Erschöpfung der Arbeiter entgegenzuwirken. Diese Präventionsmaßnahmen könnten vor dem Hintergrund des Klimawandels zukünftig noch an Bedeutung zunehmen.

Im Zeitraum von 2005 bis 2016 ereigneten sich im Einzugsgebiet der Rechtsmedizin Frankfurt am Main die meisten tödlichen Arbeitsunfälle montags. Der Montag wird auch in der Literatur als häufigster Arbeitsunfalltag ermittelt [6, 7, 10, 12, 21, 22, 29]. Entgegen der von Gawehn [12] beschriebenen Verstärkung der Montagshäufung durch vermehrte Krankmeldungen, ist der „blaue Montag“ laut Erhebungen mehrerer deutscher Krankenkassen ein Mythos. Die Barmer Ersatzkasse stellte für das Jahr 2017 eine Häufung der Krankmeldungen von Mittwoch bis Freitag mit einem Anteil von 15,4–15,7% [11] und die Allgemeine Ortskrankenkasse (AOK) für dasselbe Jahr eine Häufung der Krankmeldungen an Dienstagen mit 19,2% [23] fest. Für den Montag fanden sich lediglich Anteile von 13,9% bzw. 12,7% respektive. Es konnten keine Bezugsdaten ermittelt werden, ob an Montagen,

der geringeren Anzahl an Krankmeldungen entsprechend, tatsächlich die meisten Arbeitsstunden verrichtet wurden, wodurch eine Häufung tödlicher Arbeitsunfälle an diesem Wochentag erklärt werden könnte. Ein denkbarer Grund für die Montagshäufung sind mögliche physische und psychische Anpassungsschwierigkeiten bei der Umstellung von dem freien Wochenende auf die arbeitsspezifischen Risiken zum Wochenbeginn.

Zwischen den ermittelten Hauptunfallzeiten von 10:00–11:59 Uhr sowie von 14:00–15:59 Uhr halbiert sich die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle beinahe. In diese Zeit fällt üblicherweise die Mittagspause. Ein ähnlicher Kurvenverlauf mit 2 von der Mittagszeit getrennten Peaks findet sich auch in der Literatur [9, 15, 17, 18, 22, 26, 29]. Die Untersuchung von Schieche [28] zeigte einen gegenläufigen Trend. Hier lag das Maximum der zeitlichen Häufigkeitsverteilung tödlicher Arbeitsunfälle in der Mittagspause zwischen 12:00 und 13:59 Uhr. Auch Bratzke und Hamoser [7] sowie Gawehn [12] konnten keinen Abfall der Unfallhäufigkeit während der Mittagspause feststellen. Eine Begründung findet sich hierfür, abgesehen von evtl. flexiblen Mittagspausenzeiten im Baugewerbe, nicht.

Von den auf BAK untersuchten Unfalltopfern ist der Anteil relativer (11,9%) und relevanter (3,0%) Alkoholbeeinträchtigung im Vergleich zu früheren Untersuchungen gering. Bei Gawehn [12] war im untersuchten Zeitraum von 1991 bis 2004 der Anteil relevanter Alkoholbeeinträchtigung mit 2,9% ebenfalls niedrig. Bei der Erhebung am selben Institut von Kiehl [17] fand sich zwischen 1979 und 1988 ein Anteil von 19,1% mit BAK über 0,5%. An anderen rechtsmedizinischen Instituten fand Schieche [28] für dem Zeitraum von 1990 bis 1995 in Berlin einen Anteil relevanter Alkoholbeeinträchtigung von 17,8%, Bartsch [4] von 1971 bis 1983 in Hamburg von 26,8% und Naeve, Brinkmann et al. [25] von 1962 bis 1970 in Hamburg von 39%. In der Zusammenschau der genannten Untersuchungen hat sich das Problem der tödlichen Arbeitsunfälle unter Alkoholeinfluss im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte gebessert.

Anhand der Analyse des Unfallhergangs lassen sich weitere Erkenntnisse für die Prävention tödlicher Arbeitsunfälle gewinnen. In dem untersuchten Obduktionsgut war der Absturz mit 25 (28,7%) Fällen der häufigste Unfallmechanismus. Auch die Vergleichsarbeiten des Instituts für Rechtsmedizin Frankfurt am Main von Gawehn (41,9% Abstürze) [12] und Kiehl (32,5% Abstürze) [17] identifizierten den Absturz als Hauptunfallursache. Tatsächlich finden sich im bundesweiten Vergleich fast ausschließlich Studien, die den Absturz als häufigste Unfallursache bei der Arbeit angeben [4, 7, 8, 18, 28, 30].

Die meisten Absturzunfälle ereigneten sich von Dächern, Gerüsten und Leitern und von Höhen zwischen 3,0 und 6,99 m. Im Baugewerbe war der Absturz mit 20 (41,7%) Fällen besonders häufig. Der § 12 der DGUV-Vorschrift 38/BGV C 22 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung sieht für alle Arbeitsplätze ab 2 m Absturzhöhe eine Absturzsicherung vor. Ausnahmen für die verpflichtende Absturzsicherung bilden Arbeitsplätze auf Dächern bis 2,99 m Absturzhöhe sowie beim Mauern über die Hand und beim Arbeiten an Fenstern bei einer Absturzhöhe bis zu 4,99 m. Diese Maßnahmen gewährleisten, auch vor dem Hintergrund nur eines ermittelten Unfalls mit einer Absturzhöhe unter 3 m, in der Theorie einen sicheren Schutz vor tödlichen Absturzunfällen. Möglicherweise ist der Wille zur praktischen Umsetzung solcher Präventionsmaßnahmen nicht immer gegeben, v. a. hinsichtlich der Praktikabilität bei Arbeiten kurzer Dauer. Durch engmaschige Kontrollen der Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten in der Höhe und durch intensive Schulungen zu dem arbeitsspezifischen Risiko des tödlichen Absturzes bei Arbeiten auf Gerüsten, Leitern oder Dächern könnten tödliche Arbeitsunfälle durch Abstürze zukünftig reduziert werden.

Bei der Auswertung der Obduktionsprotokolle der 87 untersuchten tödlichen Arbeitsunfälle war das Polytrauma mit 34 Fällen (39,1%) die häufigste Todesursache. Innerhalb der Gruppe polytraumatisierter Unfalltopfer war der Kopf mit 20 (58,8%) Fällen die

am häufigsten verletzte Region unter den 3 jeweils am stärksten betroffenen Körperregionen. Zusammen mit den 21 (24,1 %) todesursächlichen Schädel-Hirn-Traumata ergeben sich 41 (47,1 %) tödliche Arbeitsunfälle, bei denen das Schädel-Hirn-Trauma eigenständig oder zumindest maßgeblich todesursächlich war. Demzufolge liegt es nahe, als allgemeine und einfache Schutzmaßnahme vor Schädel-Hirn-Verletzungen eine verstärkte Durchsetzung der Helmpflicht im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung von Baustellen abzuleiten, welche laut §§ 4 und 5 ArbSchG (Arbeitsschutzgesetz) dem Arbeitgeber obliegt. Mittels unangemeldeter Kontrollen sollten Arbeitnehmer durch den Arbeitgeber an ihre Verpflichtung nach § 15 Absatz 2 ArbSchG erinnert werden, die persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß zu verwenden.

Fazit für die Praxis

- Arbeitgeber sollten dazu angehalten werden, ältere Arbeiter in risikoarmen Arbeitsbereichen einzusetzen.
- Durch die Förderung von Sprachunterricht sollten ausländischen Arbeitnehmern die individuellen Sicherheitsrisiken bei der Arbeit besser verständlich gemacht werden.
- Für eine wirkungsvolle Präventionsarbeit sollten Arbeiter für die Häufung tödlicher Arbeitsunfälle in den Sommermonaten, an Montagen sowie kurz vor und direkt nach der Mittagspause sensibilisiert werden.
- Durch engmaschige Kontrollen der Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten in der Höhe und durch intensive Schulungen zu dem arbeitsspezifischen Risiko des tödlichen Absturzes bei Arbeiten auf Gerüsten, Leitern oder Dächern könnten tödliche Arbeitsunfälle durch Abstürze zukünftig reduziert werden.
- Erfahrungswerte beim Tragen von Schutzbekleidungen (z. B. Helmpflicht bei Motorradfahrern) sprechen dafür, dass das verstärkte Durchsetzen einer Helmpflicht durch den Arbeitgeber auf Baustellen im Hinblick auf die hohe Anzahl tödlicher Schädel-Hirn-Traumata zum

Erreichen der „vision zero“ beitragen könnte.

Korrespondenzadresse



C. Dieterich
Institut für Rechtsmedizin,
Universitätsklinikum, Goethe-
Universität Frankfurt a. M.,
Frankfurt a. M., Deutschland
constantin.dieterich@
outlook.de

Danksagung. Die Autoren bedanken sich bei Herrn Prof. Dr. Mebs für die Übersetzungshilfe.

Funding. Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Dieterich, E. Herrmann und M. Parzeller geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen oder an menschlichem Gewebe wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten unter Einhaltung der Vorgaben der Zentralen Ethikkommission der Bundesärztekammer.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Adam-Poupart A, Smargiassi A, Busque M-A et al (2015) Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). *Occup Environ Med* 72(5):338–345

2. Amiri M, Ardeshir A, Fazel Zarandi MH (2014) Risk-based analysis of construction accidents in Iran during 2007–2011—meta analyze study. *Iran J Public Health* 43(4):507–522
3. Baker SP, O'Neill B, Haddon W et al (1974) The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14(3):187–196
4. Bartsch N (1987) Analyse der tödlichen Betriebsunfälle in Hamburg der Jahre 1971 bis 1983 unter besonderer Berücksichtigung des Alkoholeinflusses, Diss. Hamburg
5. Betz P, Eisenmenger W (1992) Vorsätzliche Tötung mit Vortäuschen eines Arbeitsunfalles. *Arch Kriminol* 190:151–162
6. Böthig R, Lignitz E (1991) Tödliche Unfälle in Berlin (Ost) 1985–1987. In: Schütz H, Kaatsch H-J, Thomsen H (Hrsg) *Medizinrecht – Psychopathologie – Rechtsmedizin*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 349–361
7. Bratzke H, Hammoser C (1983) Tödliche Arbeitsunfälle in Berlin (West) aus forensischer Sicht. *Beitr Gerichtl Med* 41:263–270
8. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2017) *Tödliche Arbeitsunfälle, bau, Dortmund*
9. Camino López MA, Fontaneda I, González Alcántara OJ et al (2011) The special severity of occupational accidents in the afternoon: "the lunch effect". *Accid Anal Prev* 43(3):1104–1116
10. Campolieti M, Hyatt DE (2006) Further evidence on the "monday effect" in workers' compensation. *Ind Labor Relat Rev* 59(3):438–450
11. Grobe TG, Steinmann S, Gerr J (2018) *Gesundheitsreport 2018*. Müller Verlagsservice e.K., Siegburg
12. Gawehn S (2007) *Tödliche Arbeitsunfälle im Sektionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt am Main 1991–2004*, Diss. Frankfurt a. M.
13. Haasper C, Junge M, Ernstberger A et al (2010) Die Abbreviated Injury Scale (AIS). Potenzial und Probleme bei der Anwendung. *Unfallchirurg* 113(5):366–372
14. Hämaläinen P, Nenonen N, Saarela K, Takala J et al (2014) Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses 2014, made for the ILO report at XX world congress, Frankfurt. <https://doi.org/10.13140/2.1.2864.0647>
15. Huang X, Hinz J (2003) Analysis of construction worker fall accidents. *J Constr Eng Manag* 129(3):262–271
16. De Jesus-Rivas M, Conlon HA, Burns C (2016) The impact of language and culture diversity in occupational safety. *Workplace Health Saf* 64(1):24–27
17. Kiehl C (1990) Eine Analyse von tödlichen Arbeitsunfällen aus den Jahren 1979–1988 unter Berücksichtigung der Ursachen und der rechtlichen Folgen, Diss. Frankfurt a. M.
18. Klima M (1987) *Tödliche Arbeitsunfälle in den Jahren 1974, 1975, 1976 und 1982 sowie Auswertung des Obduktionsgutes der Jahre 1974 und 1975 des Instituts für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität zu München*, Diss. München
19. Kugelberg FC, Jones AW (2007) Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: a review of the literature. *Forensic Sci Int* 165(1):10–29
20. Leyk D, Hoitz J, Becker C et al (2019) Health risks and interventions in exertional heat stress. *Dtsch Arztebl Int* 116(31–32):537–544

-
21. López Arquillos A, Rubio Romero JC, Gibb A (2012) Analysis of construction accidents in Spain, 2003–2008. *J Safety Res* 43(5–6):381–388
 22. Mason K (1979) Accident patterns by time-of-day and day-of-week of injury occurrence. *J Occup Accid* 2(2):159–176
 23. Meyer M, Wenzel J, Schenkel A (2018) Krankheitsbedingte Fehlzeiten in der deutschen Wirtschaft im Jahr 2017. In: Badura B, Ducki A, Schröder H, Klose J, Meyer M (Hrsg.) *Fehlzeiten-Report 2018*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 5331–536
 24. Moschkau N, Kunz S, Fieseler S et al (2011) Sektionsdaten des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München aus dem Jahr 2003. *Rechtsmedizin* 21(6):541–548
 25. Naeve W, Brinkmann B, Janssen W (1973) Alkohol und Betriebsunfall. *Gerichtsmedizinischer Beitrag zur sozialmedizinischen Bedeutung alkoholbedingter Betriebsunfälle*. *Beitr Gerichtl Med* 30:317–323
 26. Pantke F (1970) Über tödliche Arbeitsunfälle in West-Berlin von 1960 bis 1965 unter der Berücksichtigung der Alkoholbeeinflussung, Diss. Berlin
 27. Rinkeauer G (2008) Motorische Leistungsfähigkeit im Alter. In: Schlag B (Hrsg.) *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. TÜV Media, Köln, 143–180
 28. Schieche C (2000) Tödliche Arbeitsunfälle in Berlin der Jahre 1990 bis 1995 – Eine rechtsmedizinische Analyse, Diss. Berlin
 29. Shao B, Hu Z, Liu Q et al (2019) Fatal accident patterns of building construction activities in China. *Saf Sci* 111:253–263
 30. Siefert A, Hermanns D (2004) Tödliche Arbeitsunfälle 2001–2002. *Wirtschaftsverl. NW, Dortmund*
 31. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020) *Genesis-Online*
 32. World Health Organization (2000) *Obesity—preventing and managing the global epidemic*. WHO, Genf

6.2. Dieterich C, Parzeller M, Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt/Main, Rechtsmedizin 2018 (28): 362

Abstracts

P-6

Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt/Main

C. Dieterich, M. Parzeller

Institut für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums der Goethe-Universität Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

Einleitung: Die Ergebnisse einer gerichtsmedizinischen Sektion sind oft wertvolle Beweismittel für den Nachweis der Kausalzusammenhänge von Tätigkeit, Unfallereignis und Todesfolge eines tödlichen Arbeitsunfalles. Anhand von Sektionsergebnissen lassen sich darüber hinaus Unfallprofile und mögliche Präventionsstrategien ableiten. Diese Arbeit möchte einen Beitrag zur Analyse und der Prävention von tödlichen Arbeitsunfällen leisten.

Material und Methode: Es wurden alle tödlichen Arbeitsunfälle, die im rechtsmedizinischen Institut in Frankfurt/Main im Zeitraum von 2005 bis 2016 obduziert wurden, anhand der Sektionsprotokolle sowie der dazugehörigen polizeilichen Ermittlungsakten retrospektiv analysiert. In ausgewählten Fällen wurde zusätzlich Akteneinsicht bei den zuständigen Staatsanwaltschaften beantragt. Es wurden personenbezogene Daten, wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, Nationalität und Beruf der Unfallopfer, ausgewertet. Weiterhin wurden unfallspezifische Parameter, wie Unfallmechanismus, -ort und -zeitpunkt, Überlebenszeit, Todesursache und toxikologische Befunde analysiert. Die Verletzungsschwere wurde nach dem International Severity Score bewertet.

Ergebnisse: In dem untersuchten Zeitraum ereigneten sich 87 tödliche Arbeitsunfälle. In 96,6 % der Fälle waren die Unfallopfer männlich. Die Altersverteilung lag zwischen 15 und 78 Jahren. Ein Drittel (35,2 %) der Unfallopfer war ausländischer Nationalität. Das Baugewerbe war der am häufigsten betroffene Wirtschaftszweig (55,2 %). Die meisten tödlichen Arbeitsunfälle ereigneten sich an einem Montag (26,4 %). Der häufigste Unfallmechanismus war der Absturz (28,7 %), gefolgt vom Getroffenwerden durch Gegenstände (27,6 %) und der Quetschung (17,2 %). Am Unfallort verstarben über die Hälfte der Verunglückten (58,6 %). Polytraumen (40,2 %) und Schädel-Hirn-Traumata (24,1 %) waren die häufigsten Todesursachen. Die Blutalkoholkonzentration lag bei 2 (3,0 %) der untersuchten tödlichen Arbeitsunfälle im Bereich einer relevanten Alkoholeinflussung von über 0,5 ‰.

Diskussion und Fazit: Die eigenen Ergebnisse werden den Daten vergleichbarer Arbeiten aus der Fachliteratur gegenübergestellt. Anhand der erstellten Unfallprofile werden mögliche Präventionsstrategien abgeleitet und diskutiert.

7. Darstellung des eigenen Anteils an den Publikationen

Constantin Dieterich, Eva Herrmann, Markus Parzeller, Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main, Rechtsmedizin 2020 (30): 144 - 152.

Constantin Dieterich, Markus Parzeller, Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt/Main, Rechtsmedizin 2018 (28): 362 (Vortragsabstract).

- Idee in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Literaturrecherche,
- Konzeption von Studiendesign und Methodologie mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Festlegung der Ein- und Ausschlusskriterien mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Auswertung der einzelnen Sektionsprotokolle,
- Beantragung von Akteneinsicht bei den entsprechenden Staatsanwaltschaften mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Analyse der staatsanwaltschaftlichen Unterlagen,
- Statistische Auswertung in Kooperation mit Frau Prof. Dr. Eva Herrmann,
- Darstellung, Interpretation und Diskussion der Ergebnisse mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Präsentation der vorläufigen Ergebnisse auf der 97. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2018 in Halle (Saale) mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller,
- Erstellung eines Artikels für die Zeitschrift Rechtsmedizin des Springer Verlages mit Prof. Dr. med. Dr. med. habil. Markus Parzeller, Frau Prof. Dr. med. Eva Herrmann und mit Übersetzungsunterstützung durch Prof. Dr. Dietrich Mebs bei der englischsprachigen Zusammenfassung.

8. Literaturverzeichnis

1. Hämäläinen P, Takala J, Kiat TB. Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses 2014: made for the ILO report at XX world congress. DOI: 10.13140/2.1.2864.0647.
2. Statistisches Bundesamt. *Genesis-Online*.
3. Betz P, Eisenmenger W. Vorsätzliche Tötung mit Vortäuschen eines Arbeitsunfalles. *Arch Kriminol*. 1992;(190):151-162.
4. World Health Organization. *Obesity - preventing and managing the global epidemic: report on a WHO consultation*. Genf; 2000.
5. Haasper C, Junge M, Ernstberger A, et al. Die Abbreviated Injury Scale (AIS): Potenzial und Probleme bei der Anwendung. *Unfallchirurg*. 2010;(113):366-372.
6. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187-196.
7. Kugelberg FC, Jones AW. Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: a review of the literature. *Forensic Sci Int*. 2007;165(1):10-29.
8. Gawehn S. *Tödliche Arbeitsunfälle im Sektionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt am Main 1991 - 2004*. [Dissertation]. Frankfurt am Main, Deutschland: Goethe-Universität; 2007.
9. Kiehl C. *Eine Analyse von tödlichen Arbeitsunfällen aus den Jahren 1979 - 1988 unter Berücksichtigung der Ursachen und der rechtlichen Folgen*. [Dissertation]. Frankfurt am Main, Deutschland: Goethe-Universität; 1990.
10. Rinke G. Motorische Leistungsfähigkeit im Alter. In: Schlag B, ed. *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Köln: TÜV Media; 2008:143-180.
11. Bratzke H, Hammoser C. Tödliche Arbeitsunfälle in Berlin (West) aus forensischer Sicht. *Beitr Ger Med*. 1983;(41):263-270.
12. Klima M. *Tödliche Arbeitsunfälle in den Jahren 1974, 1975, 1976 und 1982 sowie Auswertung des Obduktionsgutes der Jahre 1974 und 1975 des Instituts für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität zu München*. [Dissertation]. München, Deutschland: Ludwig-Maximilians-Universität; 1987.

13. Moschkau N, Kunz S, Fieseler S, Graw M, Zinka B. Sektionsdaten des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München aus dem Jahr 2003. *Rechtsmedizin*. 2011;21(6):541-548.
14. Schieche C. *Tödliche Arbeitsunfälle in Berlin der Jahre 1990 bis 1995: Eine rechtsmedizinische Analyse*. [Dissertation]. Berlin, Deutschland: Humboldt-Universität; 2000.
15. Jesus-Rivas M de, Conlon HA, Burns C. The impact of language and culture diversity in occupational safety. *Workplace Health Saf*. 2016;64(1):24-27.
16. Amiri M, Ardeshir A, Fazel Zarandi M H. Risk-based analysis of construction accidents in Iran during 2007-2011: meta analyze study. *Iran J Public Health*. 2014;43(4):507-522.
17. Huang X, Hinze J. Analysis of construction worker fall accidents. *J Construct Eng Mgt*. 2003;129(3):262-271.
18. Shao B, Hu Z, Liu Q, Chen S, He W. Fatal accident patterns of building construction activities in China. *Safety Science*. 2019;111:253-263.
19. Adam-Poupart A, Smargiassi A, Busque M-A, et al. Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). *Occup Environ Med*. 2015;72(5):338-345.
20. Leyk D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C. Health risks and interventions in exertional heat stress. *Dtsch Arztebl Int*. 2019;116(31-32):537-544.
21. Böthig R, Lignitz E. Tödliche Unfälle in Berlin (Ost) 1985–1987. In: Schütz H, Kaatsch H-J, Thomsen H, eds. *Medizinrecht -- Psychopathologie -- Rechtsmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer; 1991:349-361.
22. Campolieti M, Hyatt DE. Further evidence on the “monday effect” in workers' compensation. *ILR Review*. 2006;59(3):438-450.
23. López Arquillos A, Rubio Romero JC, Gibb A. Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. *J Safety Res*. 2012;43(5-6):381-388.
24. Mason K. Accident patterns by time-of-day and day-of-week of injury occurrence. *J. Occup. Accid*. 1979;2(2):159-176.
25. Camino López MA, Fontaneda I, González Alcántara OJ, Ritzel DO. The special severity of occupational accidents in the afternoon: "the lunch effect". *Accid Anal Prev*. 2011;43(3):1104-1116.

26. Pantke F. *Über tödliche Arbeitsunfälle in West-Berlin von 1960 bis 1965 unter der Berücksichtigung der Alkoholbeeinflussung*. [Dissertation]. Berlin (West), Deutschland: Freie Universität; 1970.
27. Bartsch N. *Analyse der tödlichen Betriebsunfälle in Hamburg der Jahre 1971 bis 1983 unter besonderer Berücksichtigung des Alkoholeinflusses*. [Dissertation]. Hamburg, Deutschland: Universität Hamburg; 1987.
28. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Tödliche Arbeitsunfälle: Absturzunfälle. Published Jan, 2017.
https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Fakten/Absturzunfaelle.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Accessed August 25, 2021.
29. Siefer A, Hermanns D. *Tödliche Arbeitsunfälle 2001 - 2002: Statistische Analyse nach einer Erhebung der Gewerbeaufsicht*. Dortmund: Wirtschaftsverl. NW; 2004. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung.
30. Naeve W, Brinkmann B, Janssen W. Alkohol und Betriebsunfall: Gerichtsmedizinischer Beitrag zur sozialmedizinischen Bedeutung alkoholbedingter Betriebsunfälle. *Beitr Gerichtl Med.* 1973;30:317-323.
31. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Vorläufige Unfallzahlen 2020: UV der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand (Allgemeine UV). Published March 3, 2021
https://www.dguv.de/de/mediencenter/pm/pressearchiv/2021/quartal_1/details_1_422086.jsp#:~:text=Die%20Zahl%20der%20meldepflichtigen%20Arbeit sunf%C3%A4lle,2%20Prozent%20weniger%20als%202019. Accessed August 25, 2021.
32. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Alarmierende Zahlen am Bau: Tödliche Arbeitsunfälle deutlich angestiegen.
https://www.dguv.de/medien/inhalt/mediencenter/pm/pressearchiv/2020/4_quartal/dguv_halfjahreszahlen_2019_2020.pdf. Accessed August 25, 2021.
33. Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt. Im letzten Jahr fast 100 Beschäftigte auf dem Bau tödlich verunglückt: Zunahme um 39 Prozent - IG BAU fordert mehr Anstrengungen beim Arbeitsschutz. Published March 15, 2021.
<https://igbau.de/Binaries/Binary15660/Fast-100-Beschaefigte-auf-Baustellen-toedlich-verunglueckt-IG-BAU-fordert-mehr-Anstrengungen-beim-Arbeitsschutz.pdf>. Accessed August 25, 2021.

9. Anhang

Abb. 1: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Lebensjahren

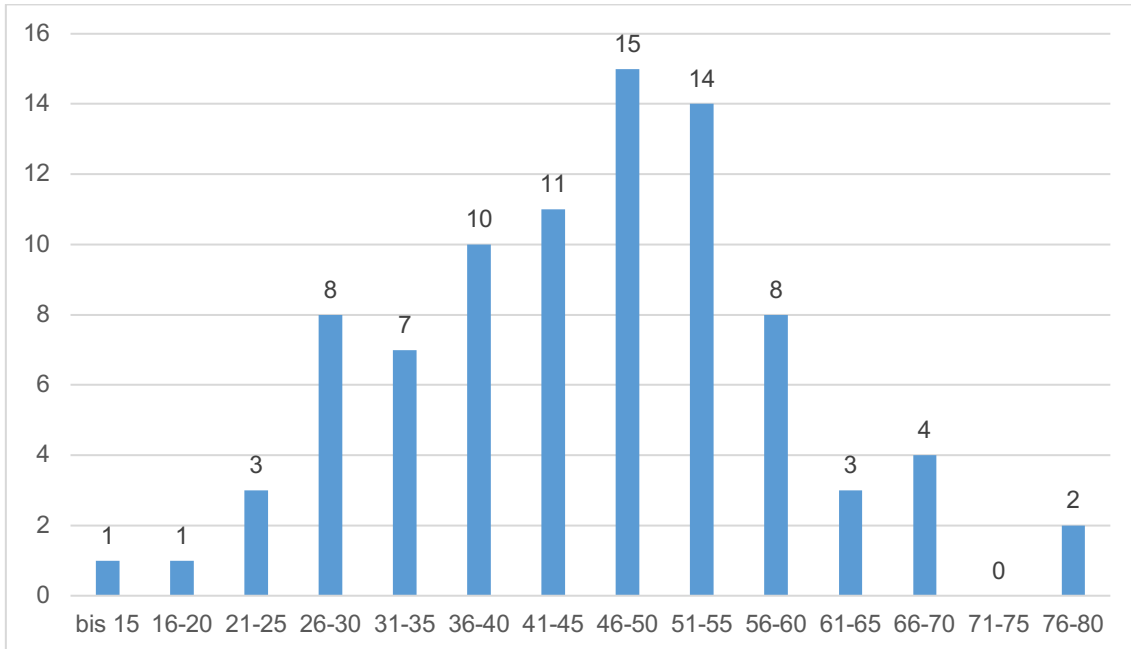


Abb. 2: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Nationalität

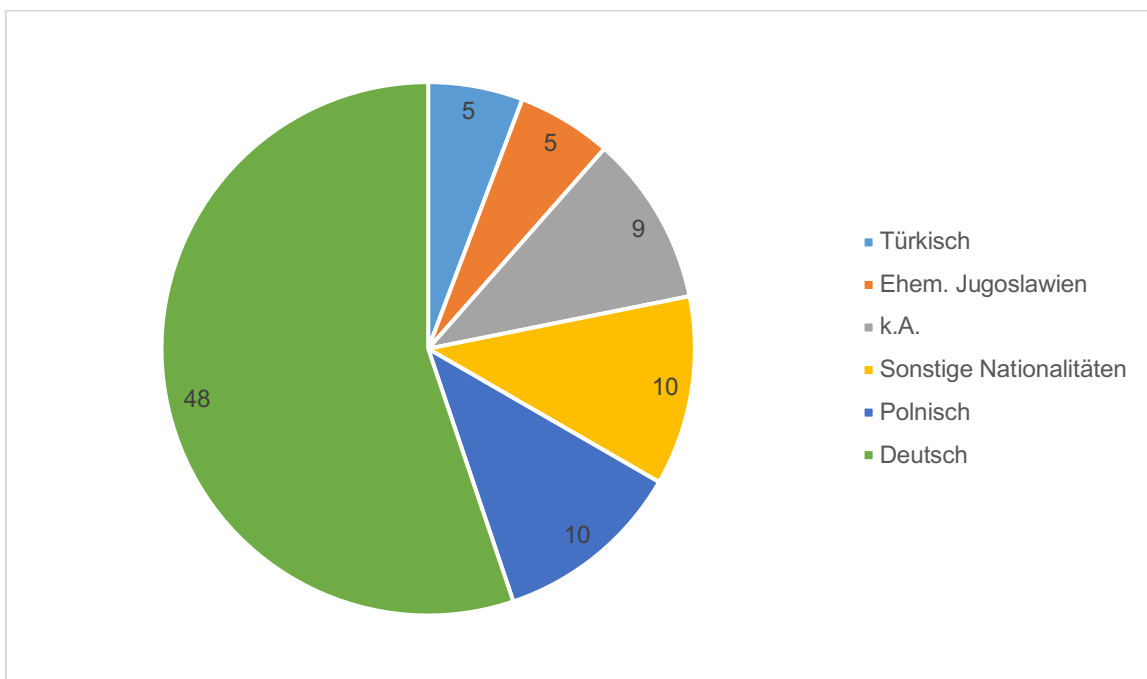


Abb. 3: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Body-Mass-Index (BMI)

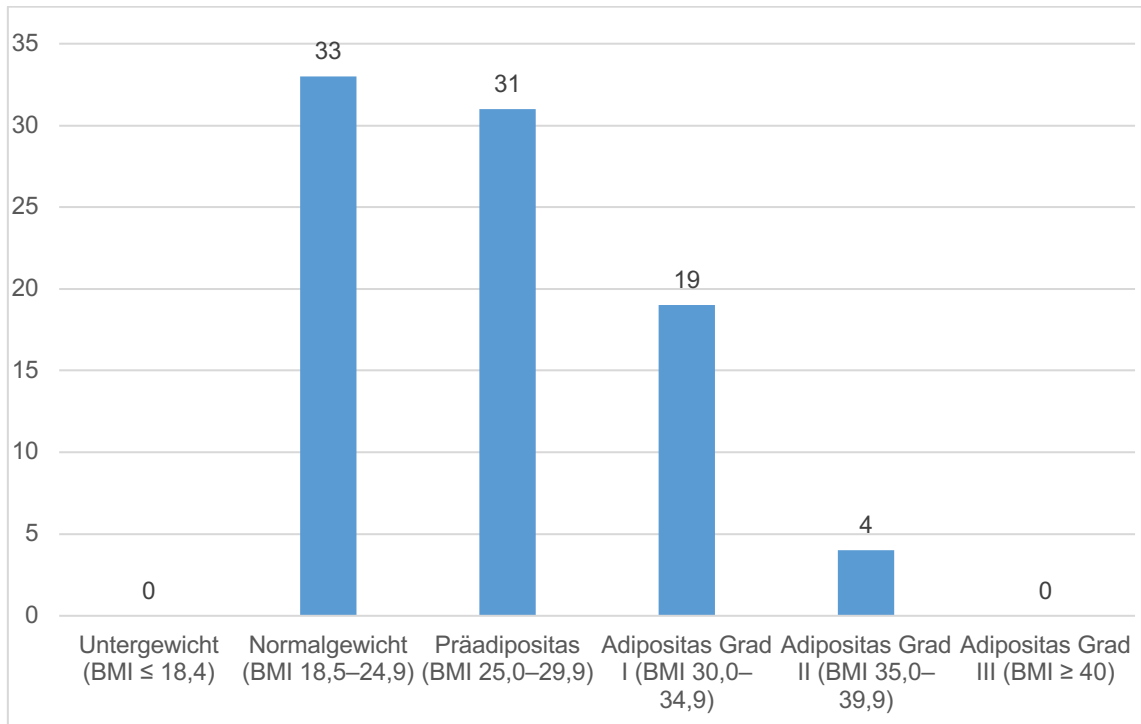


Abb. 4: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Wirtschaftszweig

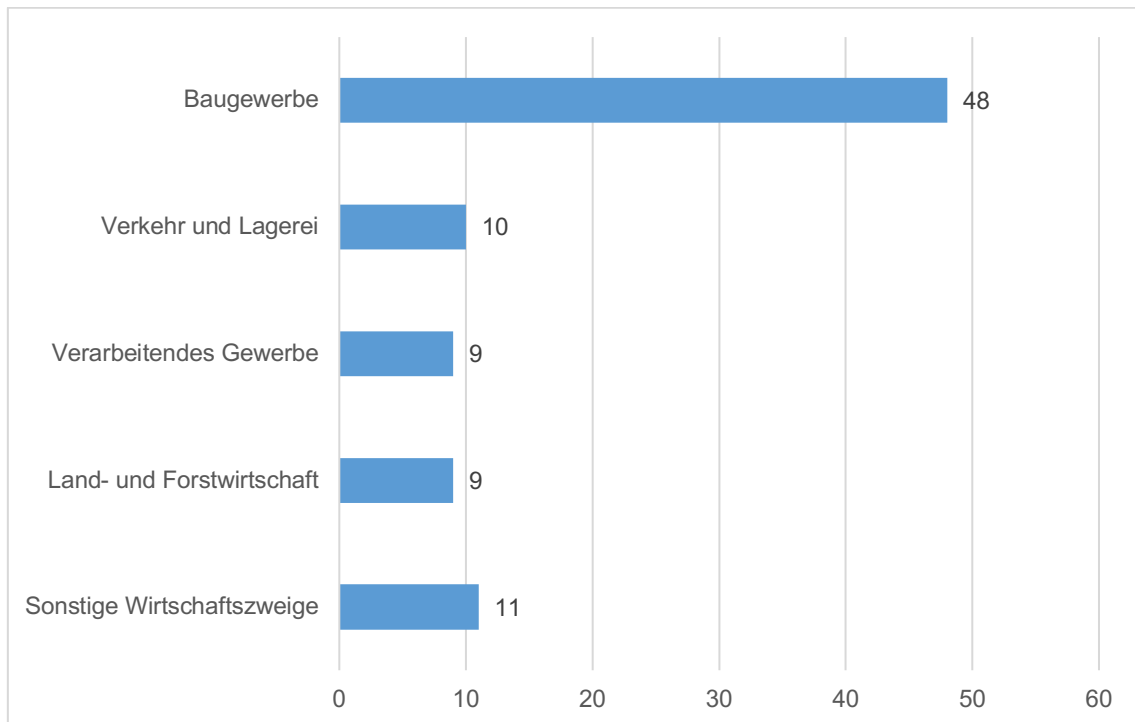


Abb. 5: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Monat

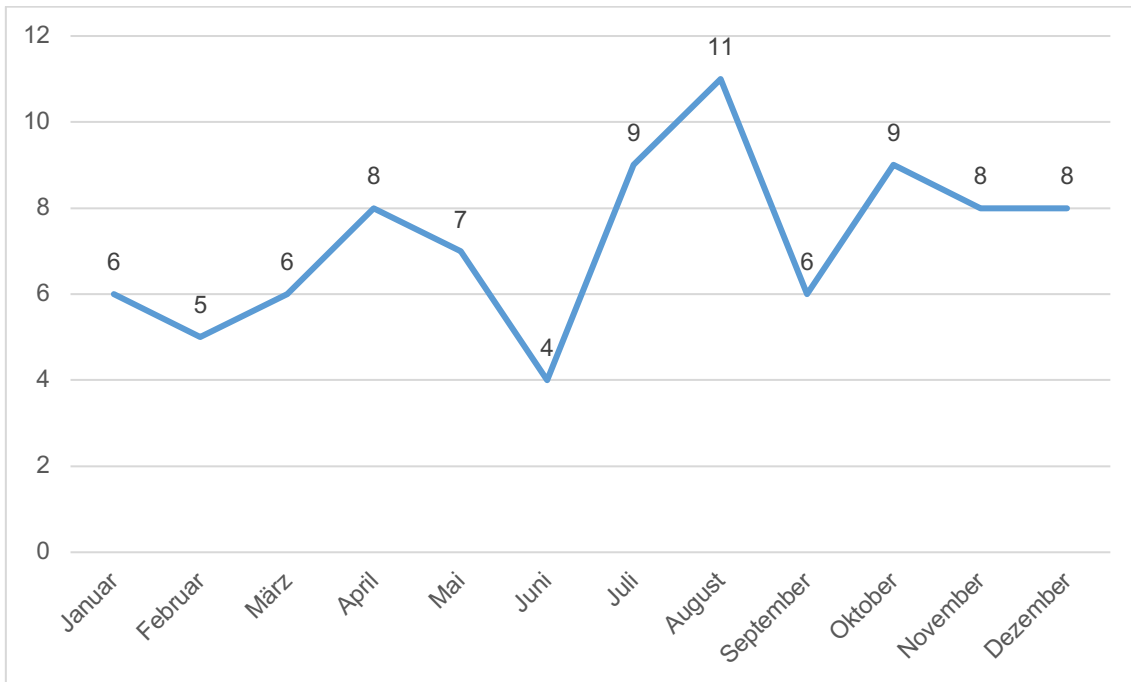


Abb. 6: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Wochentag

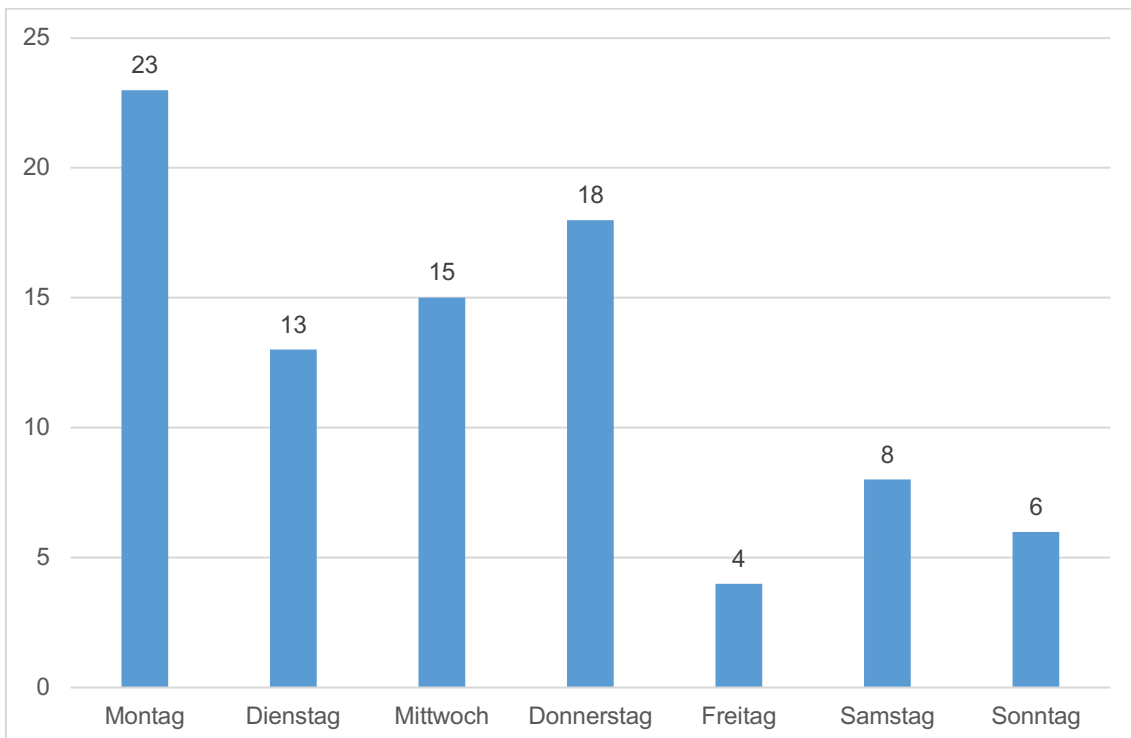


Abb. 7: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Unfalluhrzeit

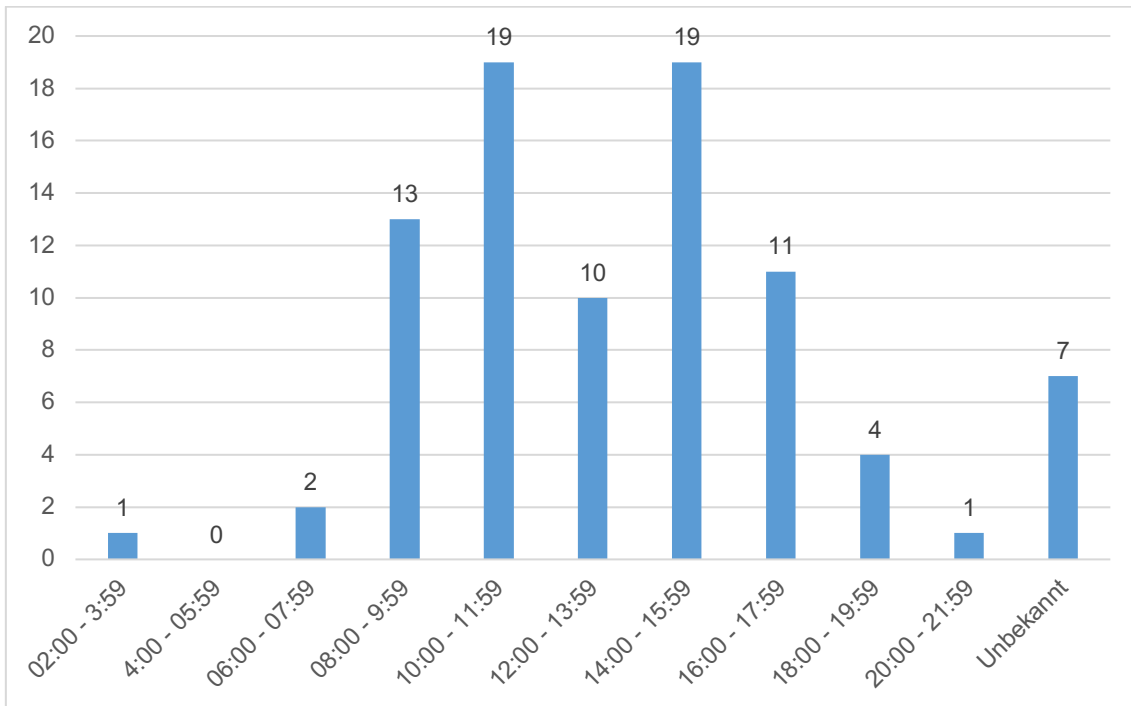


Abb. 8: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Unfallmechanismus

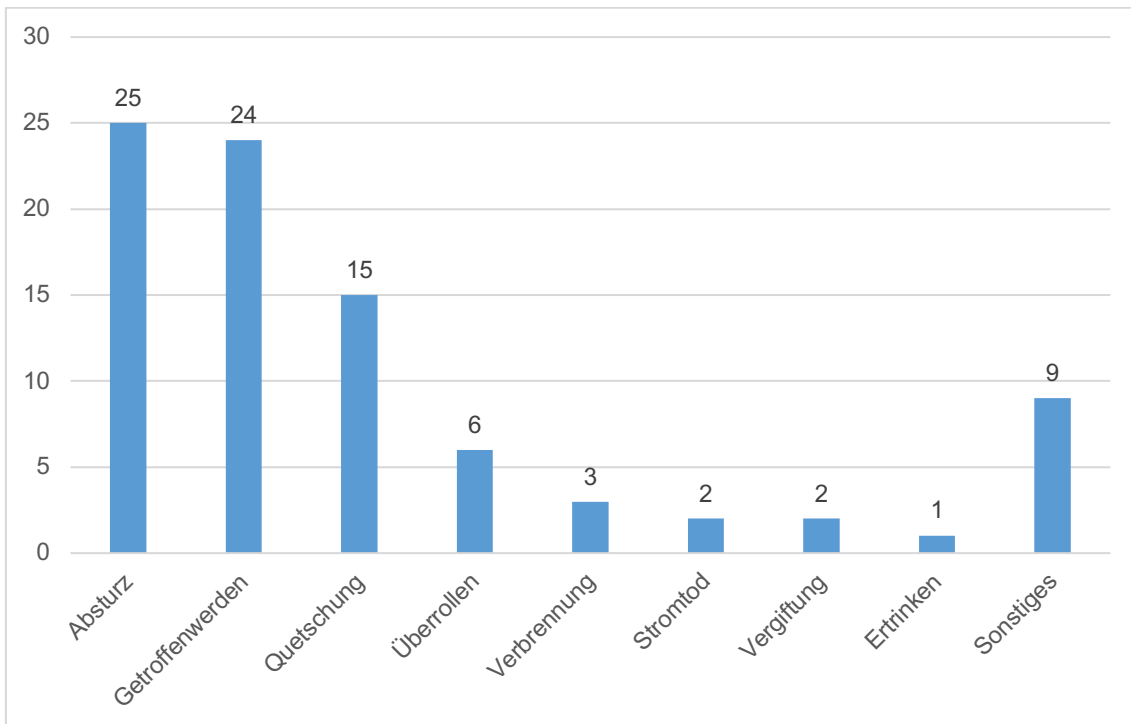


Abb. 9: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Absturzhöhe in Metern

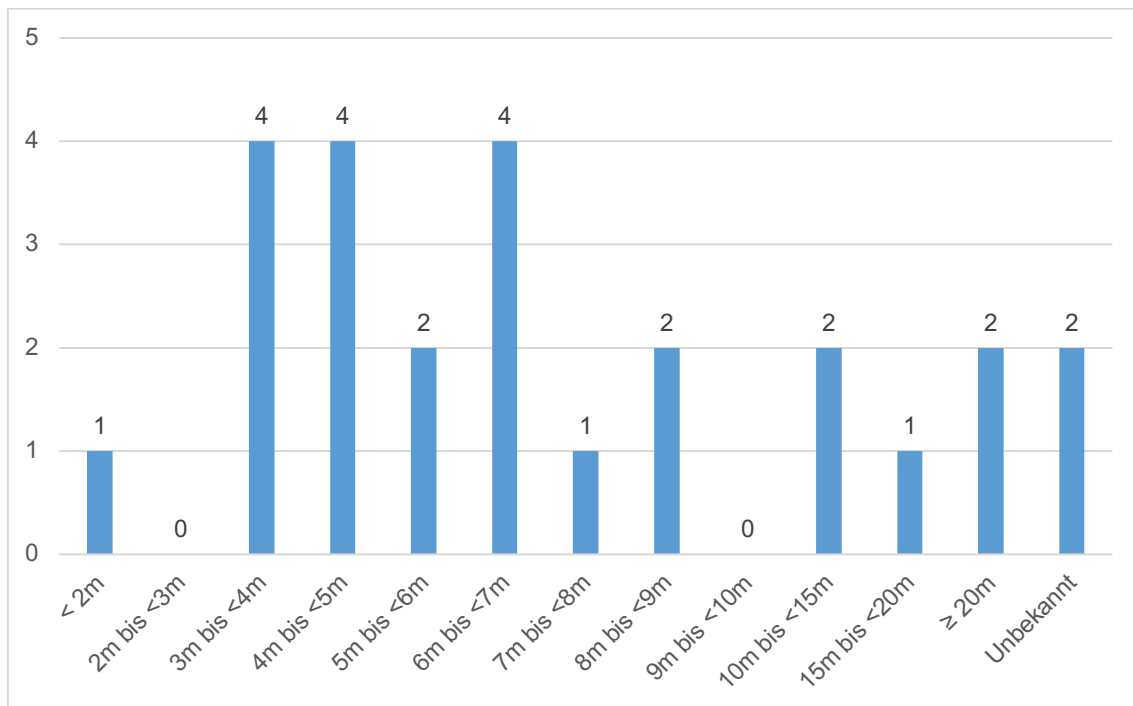


Abb. 10: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Todesursache

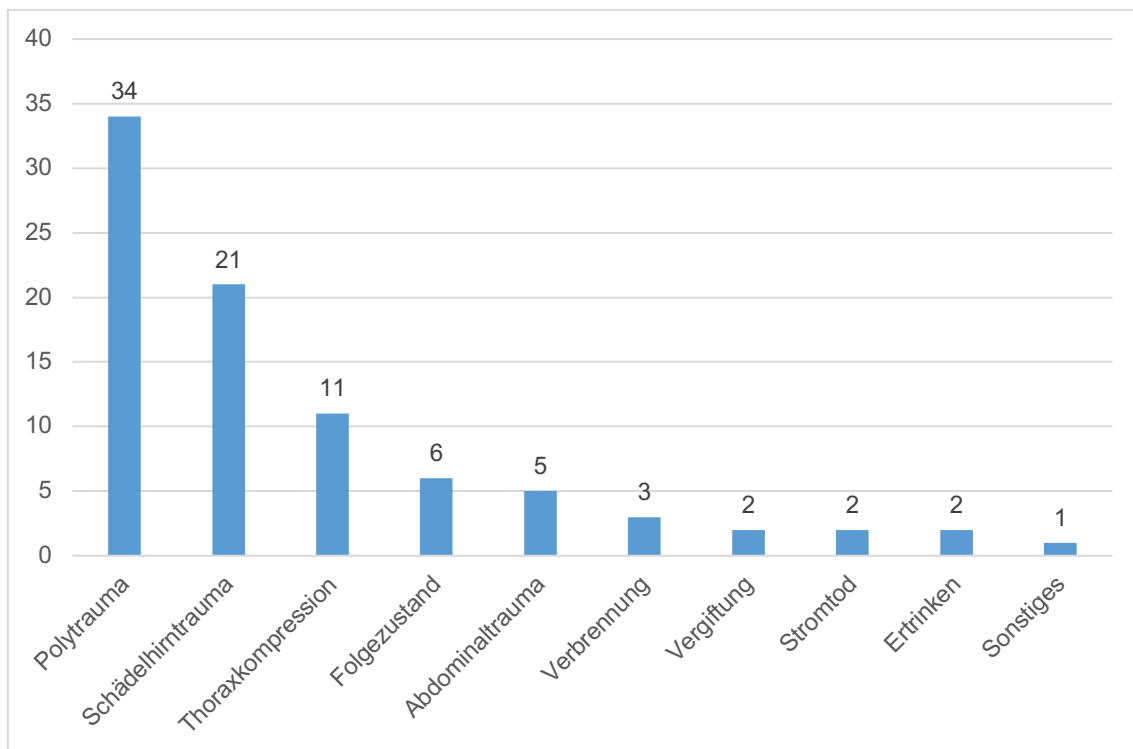
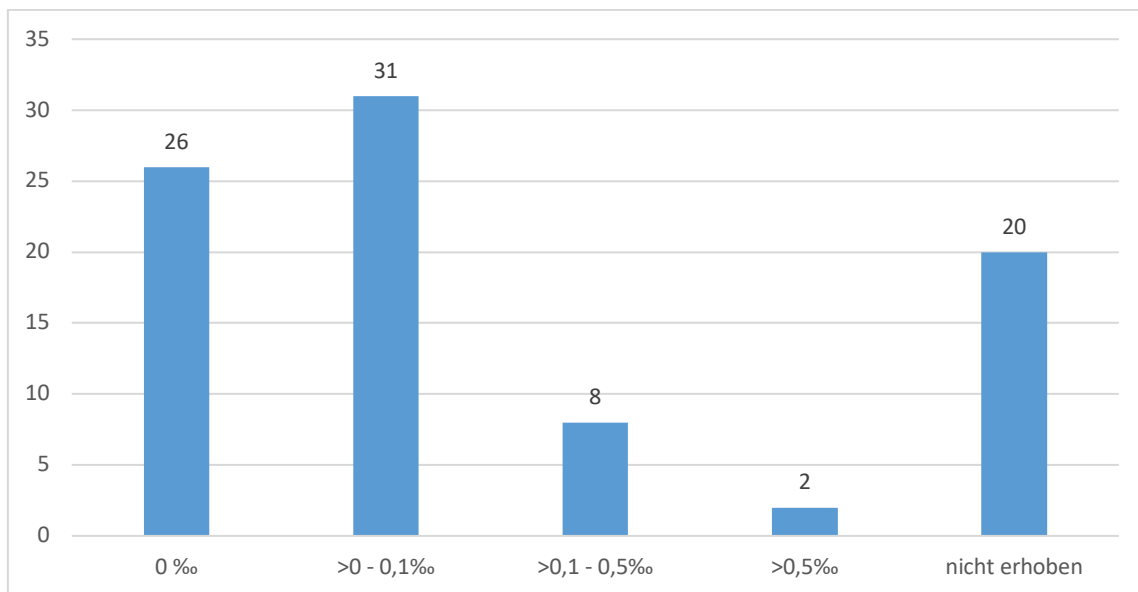


Abb. 11: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle nach Blutalkoholkonzentration in Promille



Tab. 1: Verteilung der Verletzungsschwere nach Injury Severity Score (ISS)

ISS-Wert	Anzahl Arbeitsunfälle
1 bis 15	4
16 bis 30	20
31 bis 45	26
46 bis 60	19
61 bis 75	18

10. Danksagung

Herrn Professor Dr. Parzeller danke ich ganz herzlich für die Bereitstellung des Themas und die Forschungsmöglichkeit an dem Institut für Rechtsmedizin. Mit seiner umfassenden Expertise und seiner präzisen Arbeitsweise hat er meine Arbeit stets mit konstruktiver Kritik begleitet.

Frau Professor Dr. Herrmann danke ich für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten. Herrn Prof. Dr. Mebs gebührt zusätzlicher Dank für die Hilfe bei der Übersetzung.

Abschließend bedanke ich mich bei meinen Eltern für ihre Ermutigungen und Ratschläge während des Studiums und der Arbeit an der Dissertation.

11. Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main

in dem Institut der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums der Goethe-Universität Frankfurt am Main unter Betreuung und Anleitung von Herrn Prof. Dr. Markus Parzeller mit Unterstützung durch Frau Prof. Dr. Eva Herrmann und Herrn Prof. Dr. Dietrich Mebs ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Vorliegende Ergebnisse der Arbeit wurden (oder werden) in folgendem Publikationsorgan veröffentlicht:

Constantin Dieterich, Eva Herrmann, Markus Parzeller, Tod bei der Arbeit – eine Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in Frankfurt am Main, Rechtsmedizin 2020 (30): 144 - 152.

Constantin Dieterich, Markus Parzeller, Analyse tödlicher Arbeitsunfälle von 2005 bis 2016 im Obduktionsgut der Rechtsmedizin Frankfurt/Main, Rechtsmedizin 2018 (28): 362 (Vortragsabstract).

(Ort, Datum)

(Unterschrift)