

# Die Häufigkeit von Augenverletzungen in Deutschland von 2008 bis 2022: eine Analyse der Qualitätsberichte der Krankenhäuser

## Eye Injury Incidence in Germany from 2008 to 2022: An Analysis of Hospital Quality Reports

### Autorinnen/Autoren

Stefan J. Lang<sup>1</sup>, Daniel Böhringer<sup>2</sup>, Hansjürgen Agostini<sup>2</sup>, Martin Kuklinski<sup>2</sup>, Thomas Reinhard<sup>2</sup>, Annette Sturm<sup>1</sup>, Hien Le-Deffge<sup>1</sup>, Amelie Gabel-Pfisterer<sup>1,3</sup>

### Institute

- 1 Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Brandenburg an der Havel, Deutschland
- 2 Augenklinik, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland
- 3 Klinik für Augenheilkunde, Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH, Potsdam, Deutschland

### Schlüsselwörter

Verletzung, Verbrennung, Routinedaten, Versorgungsforschung

### Keywords

injury, burn, routine data, health services research

eingereicht 19. 6. 2024

angenommen 5. 7. 2024

### Bibliografie

Klin Monatsbl Augenheilkd 2024; 241: 1145–1155

DOI 10.1055/a-2364-2461

ISSN 0023-2165

© 2024, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Prof. Stefan J. Lang

Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Brandenburg an der Havel

Hochstraße 29, 14770 Brandenburg an der Havel,  
Deutschland

Tel.: + 49(0) 33 81 41 19 70, Fax: + 49(0) 33 81 41 19 69

stefan.lang@mhb-fontane.de

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund** Augenverletzungen können von leichten bis hin zu schweren Verletzungen reichen und zu dauerhaften Sehkrafteinschränkungen führen. Für Deutschland existieren bisher wenige epidemiologische Daten zu Augenverletzungen.

**Ziel** Ziel dieser Arbeit ist die objektive Erfassung leichter und schwerer Augenverletzungen in Deutschland mittels Auswertung der Qualitätsberichte der Krankenhäuser. Zudem soll die Relevanz von feuerwerksbedingten Verletzungen in Relation

zur Gesamtzahl der Augenverletzungen und der Bevölkerung gesetzt werden.

**Methoden** In dieser retrospektiven Routinedatenuntersuchung wurden die Qualitätsberichte der Krankenhäuser aus den Jahren 2008 bis 2022 im XML-Format ausgewertet. Die Datenverarbeitung und statistische Auswertung erfolgten mit der Programmiersprache R. Die Anzahl der codierten Augenverletzungen wurde zusammen mit den Ortsdaten auf Ebene der Bundesländer exportiert und analysiert. Zusätzlich wurden Daten einer prospektiven Umfragestudie zu feuerwerksbedingten Augenverletzungen von 2016 bis 2023 einbezogen.

**Ergebnisse** Die häufigste behandelte Augenverletzung in Deutschland ist die Prellung des Augapfels und/oder der Orbita mit bis zu 2500 Fällen pro Jahr. Bei den schweren Verletzungen treten am häufigsten traumatische Augapfeleröffnungen mit Verlust von intraokularem Gewebe auf (bis zu 990 Fälle pro Jahr). Ab 2020 zeigt sich ein Rückgang aller Augenverletzungen. Prozentual werden in Mecklenburg-Vorpommern mit bis zu 0,017% am meisten Augenverletzungen behandelt, absolut gesehen in Nordrhein-Westfalen mit bis zu 1600 Verletzungen. Private Feuerwerkskörper sind vermutlich für 1,4% der jährlichen Bulbusrupturen und 8,3% der Bulbusprellungen verantwortlich.

**Schlussfolgerung** Die Auswertung der Krankenhausqualitätsberichte liefert erstmals umfassende epidemiologische Daten zu Augenverletzungen in Deutschland. Feuerwerksbedingte Verletzungen machen einen relevanten Anteil der Gesamtverletzungen aus. Die Ergebnisse können als Grundlage für präventive Maßnahmen und gesundheitspolitische Entscheidungen dienen.

### ABSTRACT

**Background** Eye injuries range from minor to severe and may lead to permanent visual impairment. There is still little in the way of epidemiological data on eye injuries in Germany.

**Aim** The aim of this study was to obtain an objective record of minor and severe eye injuries in Germany by evaluating hospital quality reports. We also investigated the relevance of injuries from fireworks in relation to the total number of eye injuries and the general population.

**Methods** This retrospective routine data study entailed analysing hospital quality reports from 2008 to 2022 in XML format. The R programming language was used for data processing and statistical analysis. The number of ICD-coded eye injuries was exported and analysed together with location data. We also included data from a prospective survey study on fireworks-related eye injuries from 2016 to 2023.

**Results** Eyeball and/or orbital contusions are the most common eye injuries treated in Germany at up to 2,500 cases per year. The most severe injuries comprise traumatic globe rupture with loss of intraocular tissue at up to 990 cases per year. Numbers of eye injuries of any type have been declining since

2020. As a percentage of population, Mecklenburg-Western Pomerania treats the most eye injuries at up to 0.017%; in absolute numbers, North Rhine-Westphalia leads the country at up to 1,600 injuries. Private firework displays are probably responsible for 1.4% of annual globe ruptures and 8.3% of eyeball contusions.

**Conclusion** Our analysis of hospital quality reports has provided the first comprehensive epidemiological record on eye injuries in Germany. Firework-related injuries account for a relevant proportion of total injuries. These results could serve as a basis for preventive measures and health policy decisions.

## Einleitung

Das Ausmaß von Augenverletzungen reicht von leichten bis zu schweren oberflächlichen Verletzungen, über Prellungen, Verletzungen mit Eröffnung des Auges bis hin zum Ausriss des Sehnervs oder Abriss des gesamten Augapfels. Schwere Verletzungen enden oft mit massiven dauerhaften Sehkrafteinschränkungen [1]. Bei schwerwiegenden Verletzungen müssen oft aufwendige Rekonstruktionsmaßnahmen zur Stabilisierung und Heilung der Oberfläche mit operativem Wundverschluss und komplexer vitreoretinaler Chirurgie erfolgen [2]. Für den betroffenen Patienten ist dies mit Visusverlust und Einschränkungen der Lebensqualität und oft Berufsunfähigkeit verbunden [3].

Es gibt aus verschiedenen Ländern höchst unterschiedliche Berichte über die Häufigkeit schwerer Augenverletzungen. Eine prospektive Fragebogenstudie aus Schottland zeigte 2014 eine Häufigkeit von 1,96 schweren Augenverletzungen pro 100 000 [4]. In einer Auswertung aus dem Verletzungsregister der USA aus dem Jahr 2005 fand sich eine Häufigkeit von 3,15 schweren Augenverletzungen auf 1000 [5]. Eine kanadische Telefonumfrage aus dem Jahr 2012 mit insgesamt 4974 Teilnehmern zeigte eine Inzidenz von 2,09% im Zeitraum eines Jahres. Jeweils 30% der Verletzungen ereigneten sich zu Hause oder am Arbeitsplatz, 8% traten beim Sport auf. Scharfe Traumata lagen bei 23% der Fälle vor, stumpfe Traumata bei 6,7% [6].

Verbrennungen und Verätzungen haben, wie mechanische Verletzungen auch, ein hohes Risiko für eine dauerhafte schwere Visusminderung. Häufig müssen auch hier aufwendige Rekonstruktionsverfahren verwendet werden, um einen Bulbuserhalt und ggf. eine Sehverbesserung zu erzielen [7]. Verbrennungen und Verätzungen treten meist im Rahmen von Berufsunfällen auf [8].

Aus Deutschland existiert eine standardisierte prospektive Umfragestudie zu Augenverletzungen an Silvester, die von der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft unterstützt wird. Zwischen Dezember 2016 und Januar 2023 wurden 2989 anonyme Daten zu Betroffenen mit Verletzungen durch privates Feuerwerk erfasst. Davon waren rund 25% der Patienten schwer verletzt und mussten stationär behandelt werden [9]. Während der Pandemie wurde in Deutschland der Verkauf von privatem Feuerwerk untersagt. Eine Umfragestudie zeigte, dass es dadurch einen

signifikanten Rückgang der Augenverletzungen im Zeitraum um Silvester gegeben hat [10].

Mit den Krankenhausqualitätsberichten steht in Deutschland seit dem Jahr 2008 ein objektives Werkzeug zur Verfügung, welches die Auswertung von ICD-Codes und OPS-Codes an deutschen bettenführenden Krankenhäusern ermöglicht.

Die Codierung im ICD-System unterscheidet zwischen mechanischen Augenverletzungen, die unter S05 codiert werden, von thermischen und chemischen Augenverletzungen im Abschnitt T26.

In der Versorgungsforschung der Augenheilkunde konnten bereits objektive Auswertungen zur Kataraktchirurgie, Vitrektomie und eindellende Operation, Glaukomchirurgie und Keratoplastik durchgeführt werden [11–16].

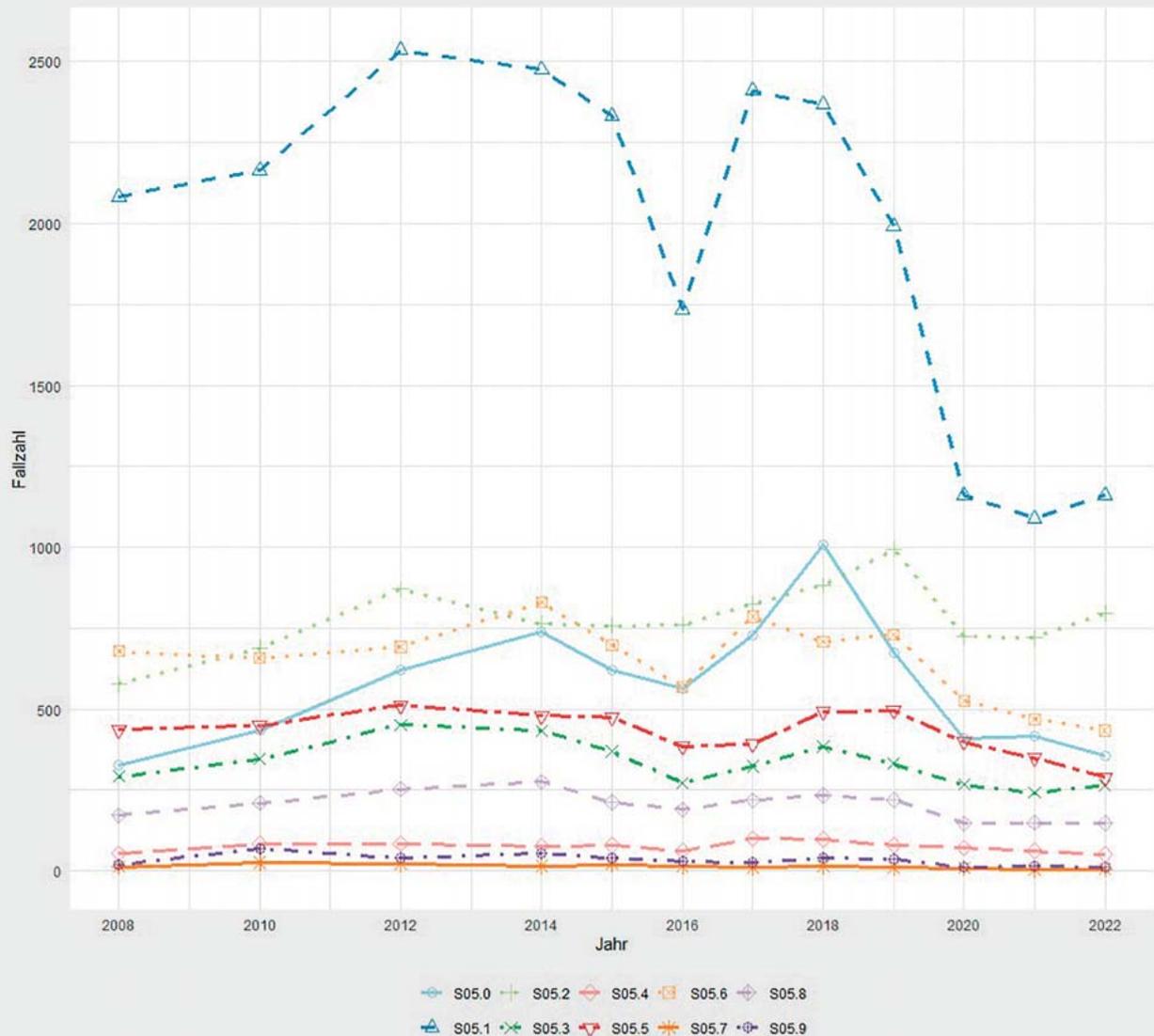
Ziel dieser Arbeit ist die objektive Erfassung leichter und schwerer Augenverletzungen mittels Auswertung der Qualitätsberichte der Krankenhäuser des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA). Es sollen sowohl die mechanischen Verletzungen (S05) als auch die thermischen/chemischen Verletzungen (T26) erfasst werden. Um regionale Unterschiede aufzudecken, soll zudem eine Analyse auf Ebene der Bundesländer in Relation zur jeweiligen Bevölkerungszahl erfolgen.

Um die Relevanz eventueller Schutzmaßnahmen beim Umgang mit privatem Feuerwerk abzuschätzen, setzen wir zudem die Anzahl der feuerwerksbedingten Verletzungen in Relation zur Gesamtzahl der Augenverletzungen.

## Methoden

Die Arbeit basiert auf 2 unterschiedlichen Datenquellen:

- Der 1. Teil der Arbeit ist eine retrospektive Routinedatenuntersuchung. Hier sollen sowohl die mechanischen (S05) als auch die thermischen Verletzungen (T26) erfasst werden und sowohl insgesamt als auch bezogen auf die Bundesländer ausgewertet werden.
  - Die Datenquellen sind die Qualitätsberichte der Krankenhäuser aus den Berichtsjahren 2008, 2010 und 2012–2022 im XML-Format.
  - Bei den Qualitätsberichten der Krankenhäuser handelt es sich um objektive Daten aus dem Gesundheitswesen. Die Krankenhäuser sind gesetzlich dazu verpflichtet, Qualitäts-



► **Abb. 1** Anzahl der Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern. S05.0: Verletzung der Konjunktiva und Abrasio corneae ohne Angabe eines Fremdkörpers. S05.1: Prellung des Augapfels und des Orbitagewebes. S05.2: Rissverletzung und Ruptur des Auges mit Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes. S05.3: Rissverletzung und Ruptur des Auges ohne Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes. S05.4: penetrierende Wunde der Orbita mit oder ohne Fremdkörper. S05.5: penetrierende Wunde des Augapfels mit Fremdkörper. S05.6: penetrierende Wunde des Augapfels ohne Fremdkörper. S05.7: Abriss des Augapfels. S05.8: sonstige Verletzung des Auges und der Orbita. S05.9: Verletzung des Auges und der Orbita nicht näher bezeichnet.

berichte zu erstellen. Diese enthalten u. a. die erhobenen Diagnosen in Form der ICD-10-Codierung.

- Die Qualitätsberichte der Krankenhäuser werden vorliegend nur teilweise bzw. auszugsweise genutzt. Eine vollständige unveränderte Darstellung der Qualitätsberichte der Krankenhäuser erhalten Sie unter [www.g-ba.de/qualitaetsberichte](http://www.g-ba.de/qualitaetsberichte).
- Die Datenverarbeitung und statistische Auswertung erfolgten mit der Programmiersprache R (R-Project.org, R-Studio).
- Die Anzahl der codierten Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern wurde zusammen mit den Orts-

daten exportiert. Um die Anonymität der Meldestandorte zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung auf Ebene der Bundesländer, wobei die Bundesländer Berlin, Bremen und Hamburg zusammengefasst wurden.

- Es wurden alle Krankenhäuser berücksichtigt, um keine Verletzungen, die durch eine Beschränkung auf Augenkliniken möglich wäre, zu übersehen.
- Die Unterscheidung zwischen schweren und leichten Verletzungen ist im ICD-System schwierig, da auch oberflächliche Verletzungen und Verätzungen mit massiven Visuseinschränkungen einhergehen können. Da sich dies aus dem Code allein nicht unterscheiden lässt, beschränken wir uns

► **Tab. 1** Anzahl der Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern.

ICD	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
S05.0	326	434	621	738	622	563	728	1007	676	408	415	354
S05.1	2081	2163	2535	2475	2332	1735	2409	2369	1992	1162	1089	1160
S05.2	577	689	870	764	758	762	826	881	994	725	720	796
S05.3	292	346	451	433	370	272	323	384	332	267	242	265
S05.4	53	83	84	76	80	63	100	97	79	71	62	51
S05.5	437	449	512	480	475	385	393	493	495	400	349	290
S05.6	679	658	692	830	698	568	785	708	730	526	469	435
S05.7	13	26	23	15	20	14	12	15	12	9	5	6
S05.8	172	210	253	275	212	189	218	233	220	147	149	148
S05.9	20	68	42	53	39	31	27	41	36	13	14	10

S05.0: Verletzung der Konjunktiva und Abrasio corneae ohne Angabe eines Fremdkörpers; S05.1: Prellung des Augapfels und des Orbitagewebes; S05.2: Rissverletzung und Ruptur des Auges mit Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.3: Rissverletzung und Ruptur des Auges ohne Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.4: penetrierende Wunde der Orbita mit oder ohne Fremdkörper; S05.5: penetrierende Wunde des Augapfels mit Fremdkörper; S05.6: penetrierende Wunde des Augapfels ohne Fremdkörper; S05.7: Abriss des Augapfels; S05.8: sonstige Verletzung des Auges und der Orbita; S05.9: Verletzung des Auges und der Orbita nicht näher bezeichnet

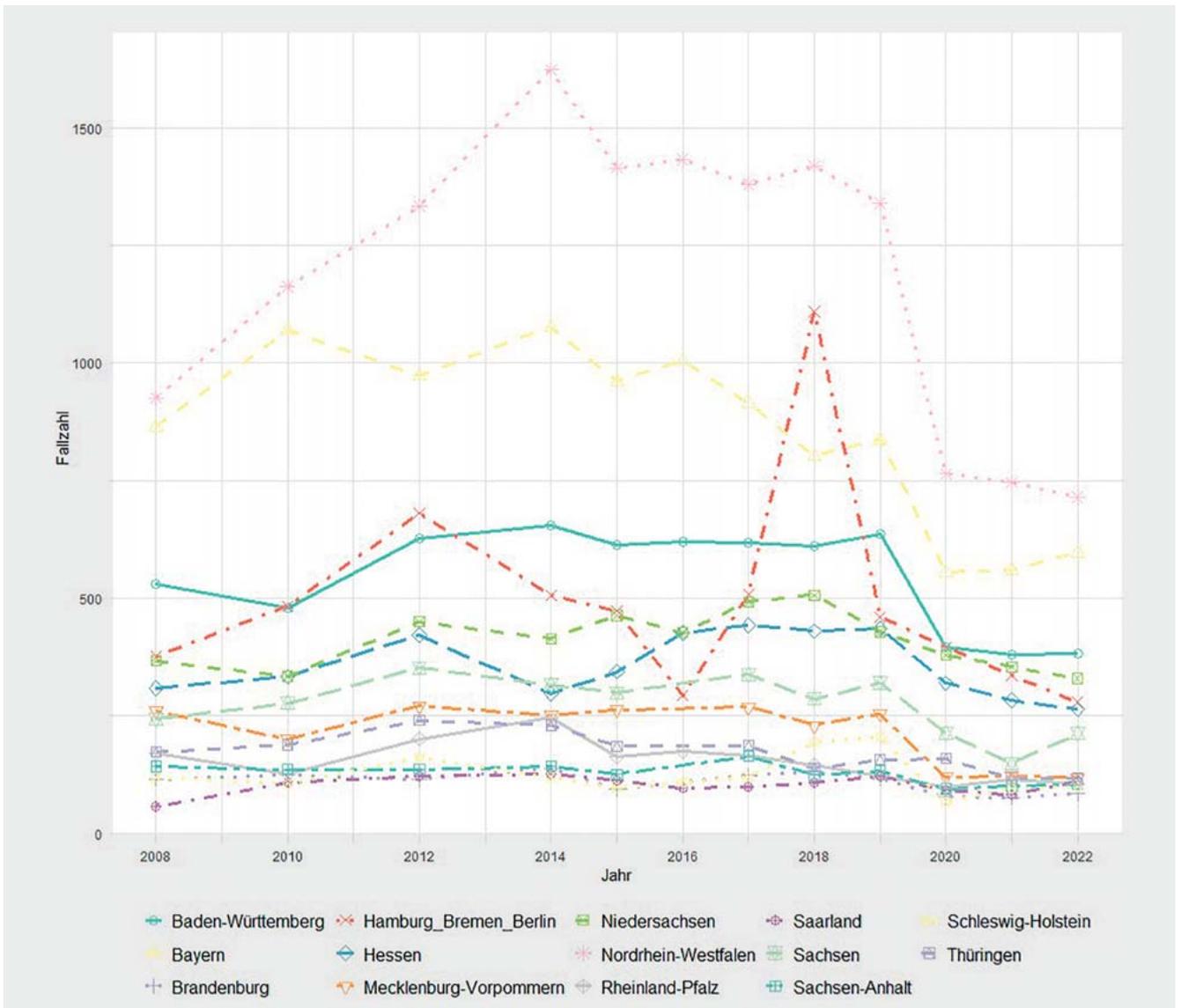
► **Tab. 2** Anzahl aller Augenverletzungen an deutschen Bettenführenden Häusern pro Bundesland pro Jahr.

Bundesland	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baden-Württemberg	531	480	628	655	613	619	618	610	637	395	381	383
Bayern	864	1070	973	1077	961	1006	916	802	837	555	560	596
Brandenburg	115	124	114	137	94	0	123	130	117	77	76	84
Hamburg, Bremen, Berlin	375	483	681	506	473	293	508	1110	460	395	336	278
Hessen	308	333	422	297	344	426	442	430	435	319	283	264
Mecklenburg-Vorpommern	261	200	271	251	262	0	268	229	254	120	121	118
Niedersachsen	367	334	450	414	463	427	492	506	428	379	354	329
Nordrhein-Westfalen	926	1163	1334	1624	1415	1433	1380	1420	1340	765	746	715
Rheinland-Pfalz	170	125	201	245	162	174	166	145	122	98	114	106
Saarland	57	107	121	126	113	97	99	108	121	92	81	110
Sachsen	243	277	352	316	299	0	338	286	320	213	148	212
Sachsen-Anhalt	142	136	136	142	125	0	164	123	134	94	101	104
Schleswig-Holstein	118	106	160	119	97	107	120	192	204	67	96	99
Thüringen	173	188	240	230	185	0	187	137	157	159	117	117

im Folgenden auf die Differenzierung von bulbuseröffnenden Verletzungen, Verbrennungen und Verätzungen sowie kompletten Bulbusabrissen als schwere Verletzungen.

- Um einen Vergleich der Gesamtzahl der Verletzungen zu den feuerwerksbezogenen Verletzungen herzustellen, werden auch Daten der Umfragestudie zu den feuerwerksbedingten Augenverletzungen herangezogen. Dies ist eine onlinebasierte prospektive Studie, die seit 2016 an den 5 Tagen um Silvester in

standardisierter Form an allen am augenärztlichen Notdienst teilnehmenden Augenkliniken durchgeführt wird [9,10]. In die vorliegende Auswertung gehen die Daten zu Augapfelprellungen und traumatischen Bulbusrupturen ein. Die Anzahl dieser Verletzungen für den Jahreswechsel 2022/23 wurde hälftig in die Auswertung einbezogen.



► **Abb. 2** Anzahl der Augenverletzungen pro Bundesland pro Jahr.

## Ergebnisse

### Mechanische Verletzungen (S05)

Die mit bis zu 2500 Fällen pro Jahr häufigste behandelte Augenverletzung an deutschen Krankenhäusern stellt die Prellung des Augapfels und/oder der Orbita dar. Bei den schweren Verletzungen finden sich am häufigsten Rissverletzungen des Auges mit Verlust von intraokularem Gewebe mit bis zu 990 Fällen pro Jahr. Bei allen Augenverletzungen, sowohl leicht als auch schwer, zeigt sich ein Rückgang ab dem Jahr 2020, der je nach Art der Verletzung unterschiedlich stark ausfällt (► **Abb. 1, Tab. 1**).

In Relation zur Bevölkerung der Bundesländer werden prozentual in Mecklenburg-Vorpommern mit bis zu 0,017% am meisten Augenverletzungen behandelt. Bezogen auf die absoluten Zahlen werden in Nordrhein-Westfalen mit bis zu 1600 Verletzungen ins-

gesamt die meisten Augenverletzungen behandelt. In allen Bundesländern zeigt sich ab 2020 ein Rückgang der absoluten und relativen Anzahl der Verletzungen (► **Abb. 2, Tab. 2** und **3**). Bei den schweren Augenverletzungen zeigt sich insgesamt kein großer Unterschied bei den relativen Zahlen mit bis zu 0,008% in einigen Bundesländern. Der kleinste relative Anteil an schweren Augenverletzungen kommt in Brandenburg vor (bis zu 0,001%). Die meisten Augenverletzungen absolut gesehen werden ebenfalls in Nordrhein-Westfalen behandelt. Interessanterweise sind in einigen Bundesländern im Jahr 2016 weder schwere noch leichte Verletzungen codiert (► **Abb. 3, Tab. 4** und **5**).

### Thermische Verletzungen (T26)

Die häufigste thermische/chemische Verletzung in Deutschland ist die Verätzung der Kornea und des Konjunktivalsackes mit bis zu 1400 Fällen pro Jahr. Schwere thermische/chemische Verlet-

► **Tab. 3** Prozent bezogen auf Bevölkerung: Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern pro Bundesland pro Jahr.

Bundesland	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baden-Württemberg	0,005	0,004	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,003	0,003
Bayern	0,007	0,008	0,007	0,008	0,007	0,008	0,007	0,006	0,006	0,004	0,004	0,005
Brandenburg	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0	0,005	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003
Hamburg, Bremen, Berlin	0,006	0,008	0,011	0,008	0,008	0,005	0,008	0,018	0,007	0,006	0,005	0,005
Hessen	0,005	0,005	0,007	0,005	0,005	0,007	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,004
Mecklenburg-Vorpommern	0,016	0,012	0,017	0,016	0,016	0	0,017	0,014	0,016	0,007	0,008	0,007
Niedersachsen	0,005	0,004	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004
Nordrhein-Westfalen	0,005	0,006	0,007	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,007	0,004	0,004	0,004
Rheinland-Pfalz	0,004	0,003	0,005	0,006	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003
Saarland	0,006	0,011	0,012	0,013	0,011	0,01	0,01	0,011	0,012	0,009	0,008	0,011
Sachsen	0,006	0,007	0,009	0,008	0,007	0	0,008	0,007	0,008	0,005	0,004	0,005
Sachsen-Anhalt	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0	0,007	0,006	0,006	0,004	0,005	0,005
Schleswig-Holstein	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,004	0,004	0,007	0,007	0,002	0,003	0,003
Thüringen	0,008	0,009	0,011	0,011	0,009	0	0,009	0,006	0,007	0,007	0,005	0,005

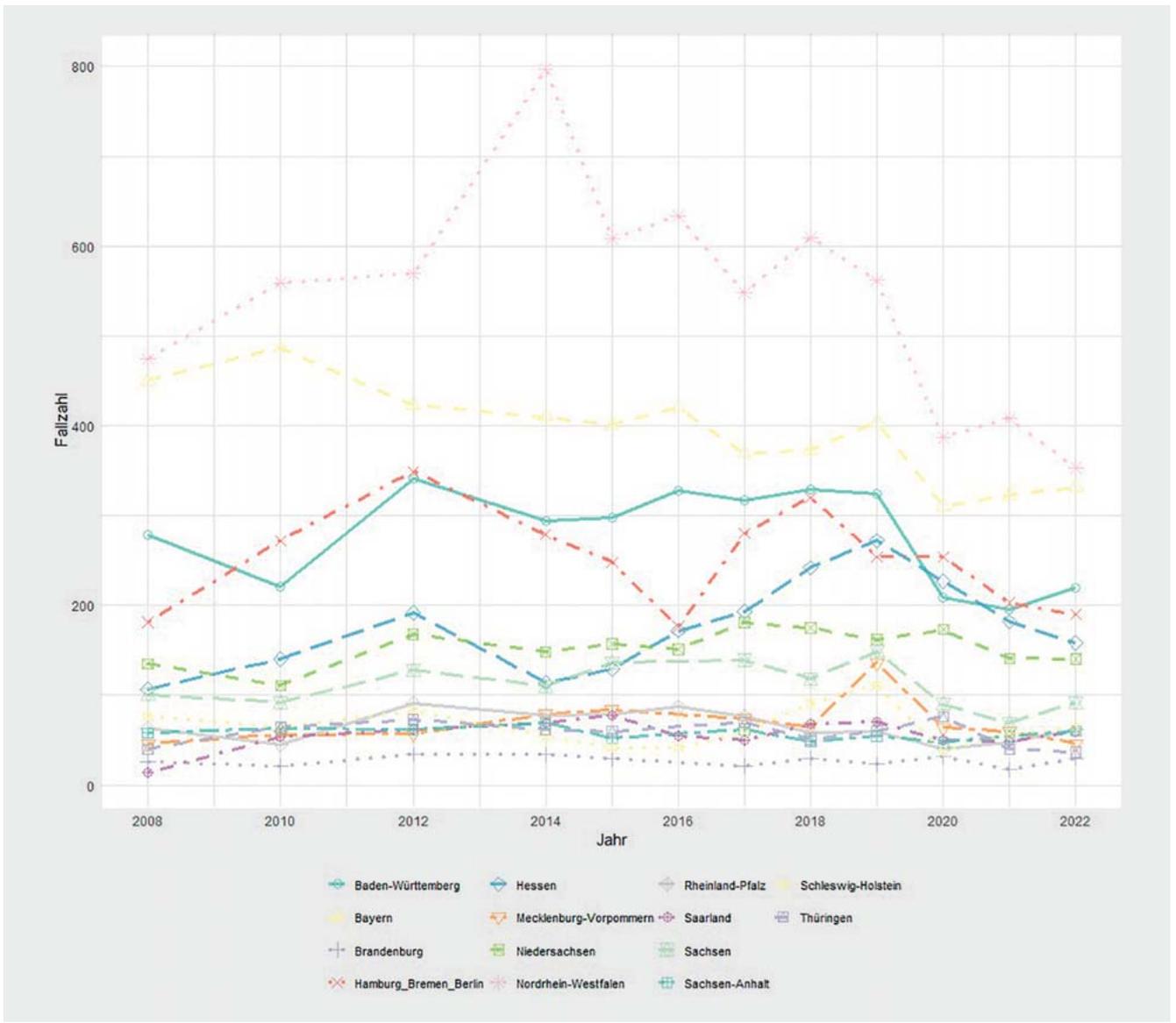
► **Tab. 4** Anzahl aller schweren Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern pro Bundesland pro Jahr.

Bundesland	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baden-Württemberg	279	221	341	294	298	328	317	329	324	209	195	219
Bayern	450	487	423	410	401	420	369	373	404	311	323	332
Brandenburg	26	21	34	34	29	0	21	30	23	32	17	30
Hamburg, Bremen, Berlin	181	272	349	279	248	176	280	320	254	254	203	190
Hessen	107	140	192	114	129	172	193	242	272	227	182	158
Mecklenburg-Vorpommern	46	56	57	79	84	0	74	65	136	64	60	46
Niedersachsen	135	111	168	148	157	151	181	175	162	173	141	140
Nordrhein-Westfalen	474	559	569	797	608	633	548	609	562	387	408	353
Rheinland-Pfalz	63	45	91	78	79	87	77	58	60	40	48	62
Saarland	14	54	62	69	78	55	50	68	70	50	49	59
Sachsen	101	92	128	110	136	0	139	118	149	90	69	92
Sachsen-Anhalt	58	63	62	69	52	0	62	49	55	47	55	60
Schleswig-Holstein	77	65	83	55	42	42	58	91	111	38	57	65
Thüringen	40	65	73	62	60	0	70	51	60	76	40	37

Enthalten sind: S05.2: Rissverletzung und Ruptur des Auges mit Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.3: Rissverletzung und Ruptur des Auges ohne Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.4: penetrierende Wunde der Orbita mit oder ohne Fremdkörper; S05.5: penetrierende Wunde des Augapfels mit Fremdkörper; S05.6: penetrierende Wunde des Augapfels ohne Fremdkörper; S05.7: Abriss des Augapfels

zungen wie die Verbrennung/Verätzung mit nachfolgender Ruptur und Destruktion des Augapfels sind insgesamt selten. Bezogen auf die Bundesländer kommen wie bei den mechanischen Verletzungen auch die meisten thermischen/chemischen Verletzungen in den bevölkerungsreichen Bundesländern am häufigsten

vor (► **Abb. 4, Tab. 6** und **7**). Auch bei den thermischen/chemischen Verletzungen zeigt sich ein deutlicher Rückgang 2020 und 2021, der sich bis 2022 nicht wieder auf das Ausgangsniveau bewegt hat (► **Abb. 3**).



► **Abb. 3** Schwere Augenverletzungen pro Bundesland pro Jahr. Enthalten sind: S05.2: Rissverletzung und Ruptur des Auges mit Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes. S05.3: Rissverletzung und Ruptur des Auges ohne Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes. S05.4: penetrierende Wunde der Orbita mit oder ohne Fremdkörper. S05.5: penetrierende Wunde des Augapfels mit Fremdkörper. S05.6: penetrierende Wunde des Augapfels ohne Fremdkörper. S05.7: Abriss des Augapfels.

### Umfragedaten zu Feuerwerksverletzungen

Zwischen Dezember 2016 und Dezember 2020 dokumentierten wir 12–20 feuerwerksbedingte Bulbusrupturen, in den Pandemie-jahren von Dezember 2020 bis Januar 2022 5 bzw. 9 Fälle. Im gleichen Zeitraum 2016–2020 erfassten wir 112–174 feuerwerksbedingte Bulbusprellungen, an den Pandemie-Jahreswechselln 25 bzw. 56 Fälle. Damit sind private Feuerwerkskörper, die nur zwischen dem 31. Dezember 0 Uhr und 1. Januar 24 Uhr gezündet werden dürfen, im Mittel für 1,4% der jährlichen Bulbusrupturen und für 8,3% der Bulbusprellungen verantwortlich gewesen (► **Tab. 8** und **9**).

### Diskussion

Unsere Arbeit zeigt, dass Augenverletzungen in Deutschland in allen Bundesländern mit leichten regionalen Unterschieden ähnlich häufig auftreten.

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass die Zahlen vergleichbar zu der verfügbaren schottischen Studie sind mit einer Häufigkeit im Bereich von 0,001% bis zu 0,007% in Deutschland und 0,0019% in Schottland [4]. Einschränkend muss angemerkt werden, dass die Definition von schweren Augenverletzungen etwas unterschiedlich ist. Während wir uns auf das Verletzungsmuster bezogen haben, unterscheiden die Autoren der Studie anhand der Notwendigkeit eines Krankenhausaufenthaltes.

► **Tab. 5** Prozent bezogen auf Bevölkerung aller schweren Augenverletzungen an deutschen bettenführenden Häusern pro Bundesland pro Jahr.

Bundesland	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baden-Württemberg	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
Bayern	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003
Brandenburg	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Hamburg, Bremen, Berlin	0,003	0,004	0,006	0,005	0,004	0,003	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
Hessen	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003
Mecklenburg-Vorpommern	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0	0,005	0,004	0,008	0,004	0,004	0,003
Niedersachsen	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Nordrhein-Westfalen	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
Rheinland-Pfalz	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Saarland	0,001	0,005	0,006	0,007	0,008	0,006	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	0,006
Sachsen	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0	0,003	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002
Sachsen-Anhalt	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Schleswig-Holstein	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002
Thüringen	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002

Enthalten sind: S05.2: Rissverletzung und Ruptur des Auges mit Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.3: Rissverletzung und Ruptur des Auges ohne Prolaps oder Verlust intraokularen Gewebes; S05.4: penetrierende Wunde der Orbita mit oder ohne Fremdkörper; S05.5: penetrierende Wunde des Augapfels mit Fremdkörper; S05.6: penetrierende Wunde des Augapfels ohne Fremdkörper; S05.7: Abriss des Augapfels

► **Tab. 6** Verbrennungen/Verätzungen pro Jahr an bettenführenden Häusern in Deutschland.

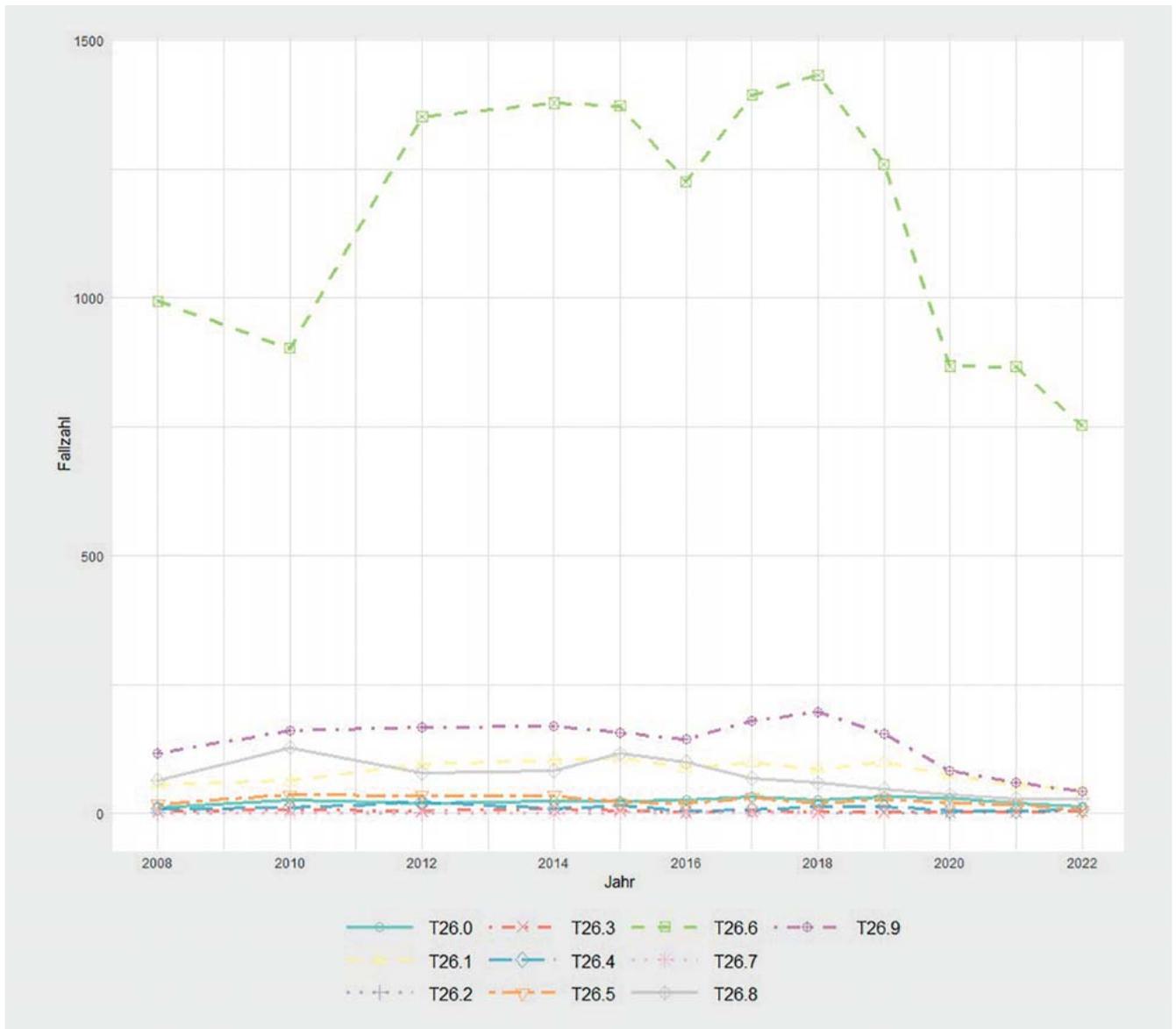
ICD-10	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
T26.0	12	25	20	24	23	26	32	26	32	31	19	14
T26.1	56	63	96	105	108	89	99	86	99	75	55	44
T26.2	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0
T26.3	5	7	5	9	6	3	4	3	3	3	2	4
T26.4	9	11	21	9	16	4	7	14	14	5	5	8
T26.5	18	36	35	35	21	19	30	20	28	19	17	6
T26.6	993	902	1351	1378	1372	1225	1393	1432	1259	867	866	752
T26.7	3	1	3	1	2	1	1	1	0	0	0	0
T26.8	65	128	79	83	116	100	68	59	48	36	28	29
T26.9	117	160	167	170	157	145	179	197	155	82	60	42

T26.0: Verbrennung des Augenlides und der Periorbitalregion; T26.1: Verbrennung der Kornea und des Konjunktivalsackes; T26.2: Verbrennung mit nachfolgender Ruptur und Destruktion des Augapfels; T26.3: Verbrennung sonstiger Teile des Auges und seiner Anhangsgebilde; T26.4: Verbrennung des Auges und seiner Anhangsgebilde, Teil nicht näher bezeichnet; T26.5: Verätzung des Augenlides und der Periorbitalregion; T26.6: Verätzung der Kornea und des Konjunktivalsackes; T26.7: Verätzung mit nachfolgender Ruptur und Destruktion des Augapfels; T26.8: Verätzung sonstiger Teile des Auges und seiner Anhangsgebilde; T26.9: Verätzung des Auges und seiner Anhangsgebilde, Teil nicht näher bezeichnet

Im Vergleich zu den Zahlen aus Nordamerika sind die von uns erfassten Häufigkeiten deutlich geringer. In den USA zeigt sich die Häufigkeit von schweren Augenverletzungen bei 0,3% [5]. In Kanada wurde bei einer Telefonumfrage eine Häufigkeit von über 2% gezeigt [6]. Auch bei diesem Vergleich gibt es Einschränkun-

gen: Während aus den USA objektive Registerdaten vorliegen, ist die Vergleichbarkeit mit der Telefonumfrage aus Kanada nur eingeschränkt möglich.

Eine Registerstudie aus den USA hat die Häufigkeit von chemischen Verätzungen erhoben. Es zeigte sich eine Inzidenz von



► **Abb. 4** Verbrennungen/Verätzungen pro Jahr an bettenführenden Häusern in Deutschland. T26.0: Verbrennung des Augenlides und der Periokularregion. T26.1: Verbrennung der Kornea und des Konjunktivalsackes. T26.2: Verbrennung mit nachfolgender Ruptur und Destruktion des Augapfels. T26.3: Verbrennung sonstiger Teile des Auges und seiner Anhangsgebilde. T26.4: Verbrennung des Auges und seiner Anhangsgebilde, Teil nicht näher bezeichnet. T26.5: Verätzung des Augenlides und der Periokularregion. T26.6: Verätzung der Kornea und des Konjunktivalsackes. T26.7: Verätzung mit nachfolgender Ruptur und Destruktion des Augapfels. T26.8: Verätzung sonstiger Teile des Auges und seiner Anhangsgebilde. T26.9: Verätzung des Auges und seiner Anhangsgebilde, Teil nicht näher bezeichnet.

51,1 auf 1 000 000 pro Jahr [17]. Bei unserer Studie lag die höchste Inzidenz bei 20,6 auf 1 000 000.

Die Inzidenz von feuerwerksbedingten Augenverletzungen in Deutschland wurde in den Jahren vor der Pandemie mit 0,6/100 000 angegeben, sank zwischen 2020 und 2022 deutlich auf 0,15/100 000 ab und stieg nach Beendigung der pandemiebedingten Maßnahmen auf 1/100 000 an (Gabel-Pfisterer et al. DOG 2023 und Graefes Archive submitted 2024).

Leider enthalten die Qualitätsberichte der Krankenhäuser keine genauere zeitliche Auflösung, die über das Meldejahr hinausgeht, sodass eine spezifische Analyse der silvesterbedingten Ver-

letzungen auf diese Grundlage nicht möglich ist. Trotzdem weist der Vergleich zu den Silvestererhebungen eine interessante Parallele auf.

Durch die Verknüpfung mit dem „DOG-Böller-Register“ [9] lässt sich schätzen, dass mindestens 8% der Bulbusprellungen und 1,4% der Bulbusrupturen auf privates Silvesterfeuerwerk zurückgehen. Dass annähernd jedes 10. Ereignis mit dem Silvesterfeuerwerk assoziiert ist, mag erklären, dass die COVID-19-Pandemie in unserer Analyse mit einem Rückgang der Augenverletzungen einhergeht [9, 10]. Das Verkaufsverbot und das umsichtige Verhalten der Bevölkerung während der Pandemie reduzierten

► **Tab. 7** Anzahl aller Augenverbrennungen und -verätzungen an deutschen bettenführenden Häusern pro Bundesland pro Jahr.

Bundesland	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baden-Württemberg	128	70	182	193	190	207	118	130	128	84	80	56
Bayern	150	202	205	331	321	304	273	218	196	162	186	196
Brandenburg	16	17	23	24	22	0	25	32	42	11	25	14
Hamburg, Bremen, Berlin	35	55	121	83	96	62	89	112	85	66	48	35
Hessen	121	210	163	202	199	227	176	182	180	153	141	114
Mecklenburg-Vorpommern	152	96	147	99	88	0	130	115	134	38	27	47
Niedersachsen	109	84	141	144	138	159	151	167	127	110	97	54
Nordrhein-Westfalen	333	371	510	440	444	505	530	525	400	227	227	170
Rheinland-Pfalz	50	38	49	59	72	69	70	71	78	59	54	31
Saarland	46	58	41	44	45	44	40	30	27	17	22	22
Sachsen	44	35	67	78	70	0	96	89	73	68	63	80
Sachsen-Anhalt	61	51	50	41	67	0	46	57	57	52	37	29
Schleswig-Holstein	21	22	30	39	36	37	41	66	87	34	29	24
Thüringen	13	24	49	38	33	0	28	44	24	38	16	27

► **Tab. 8** Absolute Anzahl feuerwerksbedingter (FW) Bulbusrupturen (ICD S05.2 und S05.2) an den Jahreswechselln in Relation zur Anzahl der G-BA-Verletzungen.

Jahreswechsel	FW-Bulbusrupturen	G-BA-Rupturen	%	Jahr
2016/17	15	1034	1,5	2016
2017/18	20	1149	1,7	2017
2018/19	12	1265	1	2018
2019/20	13	1362	1	2019
2020/21	5	992	0,5	2020
2021/22	9	962	0,9	2021
nur 2022	19	1061	1,8	2022

G-BA: Gemeinsamer Bundesausschuss

► **Tab. 9** Absolute Anzahl feuerwerksbedingter (FW) Bulbusprellungen (ICD S05.1) an den Jahreswechselln in Relation zur Anzahl der G-BA-Verletzungen.

Jahreswechsel	FW-Bulbusprellungen	G-BA-Bulbusprellungen	%	Jahr
2016/17	134	1735	7,7	2016
2017/18	139	2409	5,8	2017
2018/19	112	1369	8,2	2018
2019/20	174	1992	8,7	2019
2020/21	25	1162	2,2	2020
2021/22	56	1089	5,1	2021
nur 2022	128	1160	11	2022

die Zahlen um mehr als die Hälfte. Ob der Effekt in den Qualitätsberichten allein auf das Verbot des Feuerwerksverkaufs zurückzuführen ist, muss bezweifelt werden. Stumpfe Bulbustramata sind bspw. auch durch Faustverletzungen erklärbar. Hier könnte der Rückgang evtl. durch die mehrwöchentlichen Kontakteinschränkungen erklärbar sein.

Unsere Studie weist folgende Limitationen auf: Die Analyse der Qualitätsberichte der Krankenhäuser ist zwar objektiv, jedoch sind geringe Fallzahlen aufgrund der Anonymisierung teilweise vergrößert. Auch kann eine vollständige Erfassung nicht garantiert werden. Insbesondere die fehlenden Augenverletzungen in einigen Bundesländern im Jahr 2016 sind auffällig. Es ist davon auszugehen, dass hier die Erfassung nicht vollständig ist. Aufgrund der Struktur der Daten lässt sich keine Verbindung von Diagnosen

(ICD) und Behandlung (OPS) herstellen. Ein Vergleich der ICD-10-Daten und der Daten aus dem Onlinefragebogen birgt insbesondere für komplexe Verletzungen möglicherweise die Unsicherheit, dass Mehrfachverletzungen, die bei Feuerwerksunfällen nicht unüblich sind, unterschiedlich eingegeben wurden. Da wir jedoch nur die beiden als führende Diagnosen zu codierenden ICD-Codes verglichen haben, sollte dies nur einen geringen Einfluss haben. Der ICD-Code W49.9 ist unspezifisch und erlaubt keine Differenzierung von Verletzungen, die durch die Explosion von Feuerwerkskörpern hervorgerufen sind. Auch kann die Codierung im Bereich der Verletzungen (S05.0–S05.9) ungenau sein. Dies liegt daran, dass es in der Bezeichnung teils nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Ziffern gibt und zum anderen daran, dass

die Codierung nicht immer zwingend vom behandelnden Arzt durchgeführt wurde.

Die hohe Anzahl der schweren Augenverletzungen und die deutliche Zunahme während der Tage um den Jahreswechsel unter den derzeit in Deutschland bestehenden gesetzlichen Bedingungen zeigt die Notwendigkeit einer zuverlässigen und hochqualifizierten augenärztlichen Versorgung auch im Notdienst in allen Bundesländern und damit den Bedarf zur Ausbildung hochqualifizierter Augenärzt\*innen in allen Bundesländern.

Zusammenfassend zeigt unsere retrospektive Analyse von Routinedaten ein deutschlandweit ähnlich häufiges Vorkommen von Augenverletzungen. Die häufigste schwere Verletzung ist die Rissverletzung des Auges mit Verlust von intraokularem Gewebe. Interessant ist der Rückgang von Augenverletzungen im Rahmen der Pandemie, der im Jahr 2022 weiterhin bestanden hat.

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

- [1] Scott R. The injured eye. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2011; 366: 251–260. DOI: 10.1098/rstb.2010.0234
- [2] Feng K, Xie X, Chen HJ et al. Prognostic factors and long-term outcomes of eye-globe perforation: eye injury vitrectomy study. *Injury* 2021; 52: 286–291. DOI: 10.1016/j.injury.2020.09.064
- [3] Sia RK, Ryan DS, Brooks DI et al. The Impact of Combat Ocular Trauma and Traumatic Brain Injury on Vision- and Health-Related Quality of Life Among U.S. Military Casualties. *Mil Med* 2022; 187: 209–215. DOI: 10.1093/milmed/usab233
- [4] Morris DS, Willis S, Minassian D et al. The incidence of serious eye injury in Scotland: a prospective study. *Eye (Lond)* 2014; 28: 34–40. DOI: 10.1038/eye.2013.213
- [5] McGwin G jr., Owsley C. Incidence of emergency department-treated eye injury in the United States. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 662–666. DOI: 10.1001/archophth.123.5.662
- [6] Gordon KD. The incidence of eye injuries in Canada. *Can J Ophthalmol* 2012; 47: 351–353. DOI: 10.1016/j.cjco.2012.03.005
- [7] Bizrah M, Yusuf A, Ahmad S. An update on chemical eye burns. *Eye (Lond)* 2019; 33: 1362–1377. DOI: 10.1038/s41433-019-0456-5
- [8] Kuckelkorn R, Luft I, Kottek AA et al. [Chemical and thermal eye burns in the residential area of RWTH Aachen. Analysis of accidents in 1 year using a new automated documentation of findings]. *Klin Monbl Augenheilkd* 1993; 203: 34–42. DOI: 10.1055/s-2008-1045646
- [9] Gabel-Pfisterer A, Böhringer D, Agostini H et al. [3-year results of the German nationwide survey on eye injuries caused by fireworks]. *Ophthalmologie* 2019; 116: 1138–1151. DOI: 10.1007/s00347-019-00967-9
- [10] Gabel-Pfisterer A, Böhringer D, Agostini H et al. [Pandemic-related sales ban of fireworks in Germany leads to a significant reduction of firework-related eye injuries]. *Ophthalmologie* 2022; 119: 1257–1266. DOI: 10.1007/s00347-022-01778-1
- [11] Lang SJ, Wenzel M, Böhringer D et al. [Systematic analysis of the annual quality reports of the Federal Joint Committee with regard to cataract surgery]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2014; 231: 1115–1119. DOI: 10.1055/s-0034-1383067
- [12] Daniel MC, Böhringer D, Reinhard T et al. Die Bedeutung der Krankenhäuser für die Versorgung von Patienten mit Katarakt in Deutschland: Systematische Auswertung der Krankenhausqualitätsberichte der Jahre 2006 bis 2016. *Klin Monbl Augenheilkd* 2019; 236: 964–968. DOI: 10.1055/a-0838-5734
- [13] Bucher F, Daniel MC, Böhringer D et al. [Scleral Buckling Surgery in Germany for Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Spirit of the Past or Current Practice?]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2020; 237: 780–786. DOI: 10.1055/a-1078-1378
- [14] Daniel MC, Böhringer D, Lapp T et al. [Keratoplasty in Germany: Systematic Analysis of the Quality Reports of German Hospitals between 2006 and 2017]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2021; 238: 288–292. DOI: 10.1055/a-1035-9442
- [15] Luebke J, Boehringer D, Anton A et al. Trends in Surgical Glaucoma Treatment in Germany Between 2006 and 2018. *Clin Epidemiol* 2021; 13: 581–592. DOI: 10.2147/CLEP.S310542
- [16] Luebke J, Böhringer D, Evers C et al. Glaucoma Treatment in German Hospitals in 2019. *Klin Monbl Augenheilkd* 2023; 240: 86–91. DOI: 10.1055/a-1725-8605
- [17] White ML, Chodosh J, Jang J et al. Incidence of Stevens-Johnson Syndrome and Chemical Burns to the Eye. *Cornea* 2015; 34: 1527–1533. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000646