Ins Deutsche mittel generativer KI übersetzt für die Abbildungen verwenden sie bitte das Original in Englisch unter https://link.springer.com/article/10.1007/s00068-025-03002-6 :

Auswirkungen eines staatlichen Feuerwerksverbots auf die Inanspruchnahme von Notaufnahmen zum Jahreswechsel

[1]Saskia Ehrentreich[1] · Nele Kamer[2] · Susanne Drynda[1] · Ronny Otto[1] · Felix Walcher[1] · Benjamin Lucas[2]

Zusammenfassung (Abstract)

Ziel
Die alljährlichen Diskussionen über die Inanspruchnahme der Notaufnahmen (ED = Emergency Departments) zu Silvester aufgrund vermeidbarer Notfälle und mögliche „Feuerwerksverbote“ stützen sich häufig auf Medienberichte über schwere Verletzungen. Es liegen jedoch nur begrenzte Daten zur tatsächlichen Belastung der Notaufnahmen und zu spezifischen Verletzungsmustern vor. Ziel dieser Studie war es, feuerwerksassoziierte Notaufnahmekontakte in Deutschland rund um den Jahreswechsel im Zusammenhang mit dem während der COVID-19-Pandemie ausgesprochenen Feuerwerksverbot zu untersuchen.

Methoden
Es wurden Daten aus dem AKTIN-Notaufnahmeregister für den Zeitraum von 2019 bis 2023 analysiert. Fälle an Silvester (im Vergleich zu Samstagen) und am Neujahrstag (im Vergleich zu Sonntagen) wurden gemittelt. Die Ergebnisse wurden nach Jahr stratifiziert und daraufhin bewertet, wie sich pandemiebedingte Feuerwerks- und Kontaktverbote auswirkten. Es erfolgte eine deskriptive Analyse der Notaufnahmekontakte anhand von Patientenmerkmalen, Aufenthaltsdauer (LOS), Vorstellungsgründen gemäß CEDIS-PCL und ausgewählten Diagnosegruppen (ICD-10). Die statistische Signifikanz wurde mit Chi-Quadrat- bzw. Fisher-Exakt-Test ($p < 0,05$) geprüft; Effektstärken wurden mit Cohen’s w und Phi abgeschätzt.

Ergebnisse
31 Notaufnahmen nahmen an der Datenauswertung teil; drei davon mussten aufgrund von Dubletten im Datensatz ausgeschlossen werden. Die Analyse von 134.763 Fällen aus 28 Notaufnahmen zeigte an Silvester weniger Fälle und am Neujahrstag mehr Fälle im Vergleich zu Samstagen bzw. Sonntagen, ohne signifikante Unterschiede in der Aufenthaltsdauer. Am

[1] Institut für Öffentliche Gesundheit in der Akutmedizin, Universitätsmedizin Magdeburg, Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg, Deutschland
[2] Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Magdeburg, Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg, Deutschland

Saskia Ehrentreich und Nele Kamer trugen in gleichem Maße bei und sind Co-Erstautorinnen.

E-Mail-Kontakt: saskia.ehrentreich@med.ovgu.de

Neujahrstag zeigte sich eine höhere Rate von Beschwerden aus den Bereichen Haut, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (HNO) sowie Orthopädie/Unfallchirurgie. Es wurde ein leichter Anstieg von Kopfverletzungsdiagnosen (ICD-10-Codes) beobachtet. Die pandemiebedingten Feuerwerksverbote hatten keinen Einfluss auf die Nutzung der Notaufnahmen oder auf die Verletzungsmuster.

Schlussfolgerung
Das Feuerwerksverbot während der COVID-19-Pandemie führte nicht zu einer relevanten Reduktion der Gesamtinanspruchnahme von Notaufnahmen oder der Verletzungsmuster rund um den Jahreswechsel. Die Fallzahlen zeigten über alle Jahre, einschließlich der Jahre mit Verbot, konsistente zeitliche Peaks zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden. Ein leichter Anstieg der Fallzahlen nach Aufhebung des Verbots deutet nicht auf eine substanzielle Veränderung der Belastung der Notaufnahmen hin.

Schlüsselwörter
Notaufnahme · Feuerwerk · Verletzungen · Pandemiebedingtes Verbot · Silvester · Neujahr

Eingegangen: 15. April 2025 / Angenommen: 5. Oktober 2025
© Die Autor:innen 2025

Einleitung

Neben ihren Umweltauswirkungen [1] verursachen Feuerwerkskörper vermeidbare Verletzungen durch unsachgemäßen Gebrauch oder nicht zugelassene Pyrotechnik. In Deutschland treten die meisten feuerwerksbedingten Verletzungen rund um den Jahreswechsel auf. Jedes Jahr werden die erhöhte Arbeitsbelastung in Notaufnahmen (ED) sowie mögliche Feuerwerksverbote diskutiert. Die Bandbreite der Verletzungen reicht von oberflächlichen Schürfwunden über schwere Verbrennungen [2], Hörschäden [3, 4], Sehstörungen [5–11], schwere Handverletzungen und Amputationen [12–15]. Während einige Fälle ambulant behandelt werden können, erfordern andere operative Eingriffe oder enden tödlich [16–18]. Frühere Studien [5, 15, 16, 19] zeigen, dass insbesondere junge Männer von feuerwerksbedingten Verletzungen in dieser Jahreszeit betroffen sind, wobei schwere Fälle potenziell lebensverändernde Behinderungen nach sich ziehen [16].

Der Präsident der Bundesärztekammer forderte bis zum Jahr 2022 ein bundesweites Verbot von privatem Feuerwerk [20]. Van Ypern et al. [21] zeigten zudem, dass selbstgezündete bzw. selbstgebaute Feuerwerkskörper den größten Anteil der operativ versorgten Verletzungen (rund um Silvester) ausmachen. Daher spricht sich die Niederländische Gesellschaft für Plastische Chirurgie für ein Verbot oder strengere Regulierungen von Feuerwerk aus [12]. Andere Studien weisen darauf hin, dass eingeschränkter Zugang zu Feuerwerk feuerwerksbedingte Verletzungen reduziert [2, 9], während eine Liberalisierung den gegenteiligen Effekt hat [8, 22].

Das Bundesinnenministerium lehnte ein generelles Feuerwerksverbot jedoch ab [23]. Zudem betont der Verband der pyrotechnischen Industrie (VPI), dass „keine verlässlichen bundesweiten Zahlen vorliegen, die die Behauptung einer erhöhten Zahl von Notfällen durch Feuerwerk an Silvester stützen“ [24]. Die wirtschaftliche Bedeutung des Feuerwerksverkaufs spiegelt sich in veröffentlichten Umsatzstatistiken wider [25].

Angesichts der angespannten Situation in den Krankenhäusern während der COVID-19-Pandemie untersagte die Bundesregierung den privaten Verkauf von Feuerwerkskörpern der Kategorie F2 für die Jahreswechsel 2020/2021 und 2021/2022 [26, 27]. Neben exzessivem Alkoholkonsum blieben Sorgen hinsichtlich Explosionsverletzungen und eines damit verbundenen Anstiegs der Notaufnahmekontakte bestehen. Die Entscheidung über das Feuerwerksverbot sowie zusätzliche Kontakt- und Versammlungsverbote und teilweise Ausgangssperren zum Jahreswechsel zielte darauf ab, Krankenhäuser zu entlasten.

Frühere Untersuchungen von Winicki et al. [15] zeigten, dass illegale Pyrotechnik am häufigsten mit schweren Verletzungen verbunden ist, die eine stationäre Aufnahme erforderlich machen. Solche Verletzungen gehen oft mit längeren Behandlungsdauern einher, gemessen an der Aufenthaltsdauer (LOS). Da die LOS als Indikator für die Behandlungsintensität dienen kann [28], bedeuten längere Aufenthalte in der Notaufnahme einen höheren Arbeitsaufwand pro Patient:in und spiegeln indirekt eine höhere Belastung der Ressourcen der Notaufnahme wider.

Abgesehen von einigen detaillierten Studien aus der Augenheilkunde und der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde [3–5, 29] sind Daten zur Arbeitsbelastung von Notaufnahmen und zum Einfluss gesetzlicher Änderungen auf feuerwerksbedingte Verletzungen weiterhin begrenzt. Vorliegende Studien sind hinsichtlich Zeit, Ort und/oder Fachbereich eingeschränkt, sodass Vergleiche erschwert sind [2, 10, 13, 16, 22].

In dieser Studie untersuchten wir den Einfluss von Einschränkungen des legalen Zugangs zu Feuerwerk und pandemiebedingten Regelungen auf die Zahl der Notfallbehandlungen wegen pyrotechnischer Verletzungen rund um Silvester in den Jahren 2019 bis 2023. Insbesondere analysierten wir den Einfluss eines nationalen Feuerwerksverbots auf die Inanspruchnahme von Notaufnahmen und auf Muster der Verletzungsschwere.

Wir erwarteten, dass das Feuerwerksverbot während der COVID-19-Pandemie zu einem signifikanten Rückgang der Fallzahlen in den Notaufnahmen führt, bei gleichzeitig steigender Schwere der Verletzungen und längeren Behandlungszeiten (bedingt durch den vermehrten Gebrauch illegaler Feuerwerkskörper).

Material und Methoden

Patient:innen, Studienumfeld und Datengrundlage

Diese retrospektive multizentrische Studie nutzte Daten aus 31 Notaufnahmen in Deutschland, die alle drei Stufen der Notfallversorgung gemäß Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) abbilden: Basis-, erweiterte und umfassende Notfallversorgung [30]. Es wurden Daten aus elektronischen Patientenakten auf Grundlage des deutschen Notaufnahmedatensatzes Version 2015.1 verwendet. Enthalten waren demografische Daten (Alter, Geschlecht), Transportart, initiale Einschätzung der Behandlungsdringlichkeit (Triage), Vorstellungsgründe nach der Canadian Emergency Department Information System – Presenting Complaint List (CEDIS-PCL, Version 3.0) [31], Notfalldiagnosen bei Aufnahme, Zeitpunkt von Aufnahme und Entlassung sowie Weiterversorgung (Disposition).

Die anonymisierten Behandlungsdaten wurden aus dem AKTIN-Notaufnahmeregister gewonnen. Das AKTIN-Notaufnahmeregister ist eine dezentrale, föderierte Forschungsinfrastruktur. Das Register ermöglicht die Wiederverwendung von im Rahmen der Routineversorgung in der Notaufnahme erhobenen elektronischen Gesundheitsdaten. Dadurch ist eine Datenerhebung ohne zusätzlichen Aufwand für das Personal der Notaufnahmen möglich [32]. Ein Datenauswertungsantrag (Projekt-ID 2023-002) wurde gestellt und vom Data Use and Access Committee des Registers genehmigt. Die Datenanalyse erfolgte durch das Trusted Data Analytics Center (TDAC). Das AKTIN-Projekt wurde von der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität, Medizinische Fakultät, Magdeburg, genehmigt (160/15–23.11.2015).

Ein- und Ausschlusskriterien sowie Plausibilitätsprüfung

In dieser Studie wurden Daten aus einem wachsenden Register verwendet; während des Studienzeitraums traten zusätzliche Notaufnahmen dem AKTIN-Register bei (Tab. 1). Alle Patient:innen, die zwischen dem 01.01.2019 und dem 28.02.2023 in den teilnehmenden Notaufnahmen behandelt wurden, wurden angefragt. 182 Patient:innen wurden aufgrund nicht plausibler Altersangaben (120–130 Jahre) von der Analyse ausgeschlossen. Zusätzlich wurden drei Notaufnahmen (448.438 Fälle) aufgrund von Dubletten im Data Warehouse aus allen Analysen ausgeschlossen.

Für weitergehende Analysen wurden acht Notaufnahmen aufgrund fehlender Dokumentation von Vorstellungsgründen und fünf aufgrund fehlender Notfalldiagnosen ausgeschlossen. Für alle Analysen wurden die Behandlungsdaten vom 28. Dezember bis 28. Februar der Folgejahre verglichen (Abb. 1). Diese Zeiträume wurden für alle Variablen jährlich betrachtet.

Die Identifikation schwerer Einzelverletzungen war durch das verwendete Kodiersystem für Vorstellungsgründe limitiert. Die Vorstellungsgründe wurden auf Basis der CEDIS-PCL erfasst, die entwickelt wurde, um den Hauptvorstellungsgrund der Patient:innen in standardisierten Kategorien abzubilden. Innerhalb einer Kategorie wird jedoch nicht nach Schweregrad differenziert. Eine „Kopfverletzung“ kann beispielsweise von einer kleinen Platzwunde bis zu einem schweren Schädel-Hirn-Trauma reichen, erhält aber denselben CEDIS-PCL-Code. Zudem können Codes – abhängig von der lokalen Dokumentationspraxis – mit anderen Vorstellungsgründen oder Diagnosen kombiniert werden. Daher lassen sich schwere Verletzungen allein anhand der Codes für Vorstellungsgründe ohne zusätzliche klinische Informationen nicht zuverlässig isolieren.

Statistische Analyse

Zunächst wurde eine deskriptive Analyse der Kohorte (Mittelwerte bzw. Häufigkeiten) für einzelne Variablen (Alter, Geschlecht, Transport, Triage, Disposition und Vorstellungsgründe nach CEDIS-PCL) durchgeführt. Weiterhin wurden die Fallzahlen pro Tag (Samstag, Silvester; Sonntag, Neujahr) und die Aufenthaltsdauer (LOS) analysiert. Die LOS wurde als Zeitspanne zwischen Aufnahme und Disposition berechnet; Fälle mit LOS > 24 Stunden wurden ausschließlich für diese Analyse ausgeschlossen (519.239 Fälle). Ein Aufenthalt in der Notaufnahme von mehr als 24 Stunden wird im Rahmen der Routineversorgung in der Regel als nicht plausibel angesehen und weist häufig auf atypische Umstände oder

Datenqualitätsprobleme hin (z. B. fehlerhafte Zeitstempel, administrative Verzögerungen, extreme Überlastung). Deshalb wurde LOS > 24 Stunden als Grenzwert definiert, um Ausreißer zu identifizieren und aus der Analyse zu entfernen und so Validität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen. Zur besseren Einschätzung feuerwerksassoziierter Notaufnahmekontakte wurden Verkaufsdaten für Feuerwerk einbezogen [25].

Anschließend wurden Patient:innengruppen, die sich an Silvester bzw. Neujahr vorstellten, mit Kontrolldaten (Samstage und Sonntage der folgenden acht Wochen) verglichen. Es wurden die Häufigkeiten der Vorstellungsgründe aus den Hauptgruppen Haut, HNO, Orthopädie/Unfallchirurgie, Augenheilkunde, Substanzmissbrauch und die Notfalldiagnosen nach ICD-10, einschließlich Verletzungen der Hände, des Kopfes sowie der oberen und unteren Extremitäten (S00–S99), analysiert. Die statistischen Analysen wurden mit der Software R (Version 2023.06.2) durchgeführt [33].

Zur Prüfung der statistischen Signifikanz ($p < 0,05$) wurden Kreuztabellen und der Pearson-Chi-Quadrat-Test verwendet. Aufgrund der großen Fallzahl können auch kleine Unterschiede signifikant werden. Daher berechneten wir Cohen's w zur Abschätzung der Effektstärken: w 0,00 bis < 0,1 (vernachlässigbar), 0,1 bis < 0,3 (kleiner Effekt), 0,3 bis < 0,5 (mittlerer Effekt), > 0,5 (großer Effekt). Für 2×2-Tabellen wurden bei Signifikanz ($p < 0,05$) der Fisher-Exakt-Test und das Phi-Korrelationsmaß verwendet, wobei Phi-Werte von 0 (keine Korrelation) bis 1 (perfekte Korrelation) reichen.

Ergebnisse

Demografische Daten

Im Studienzeitraum wurden Daten von 469.722 Patient:innen analysiert. Basierend auf der spezifischen Auswahl der Jahreswechsel sowie der Einschränkung auf Samstage, Sonntage, Silvester und Neujahr wurden 134.763 Fälle aus den Jahren 2019 bis 2023 einbezogen: 69.513 männliche und 65.086 weibliche Patient:innen (Tab. 1). Von den 2019/2020 eingeschlossenen 15 Notaufnahmen wurden 25.900 Fälle an Samstagen, Sonntagen sowie an Silvester und Neujahr registriert. In den Jahren 2020/2021 waren 22 Notaufnahmen mit 26.012 Fällen eingeschlossen; 2021/2022 waren es 27 Notaufnahmen mit insgesamt 42.010 Fällen und 2022/2023 28 Notaufnahmen mit 40.841 Fällen.

Die meisten Patient:innen kamen ohne organisierten Transport in die Notaufnahme. Der Jahreswechsel 2019/2020 wies den höchsten Anteil dieser Gruppe auf (65,2 %), gefolgt von 2022/2023 (61,6 %), 2021/2022 (60,3 %) und 2020/2021 (55,7 %).

Für die Analyse wurden die beiden Triage-Systeme Manchester Triage System (MTS) und Emergency Severity Index (ESI) zusammengefasst. 17 Notaufnahmen verwendeten MTS und 11 den ESI. Wie in Tabelle 1 dargestellt, waren die Anteile der höchsten Dringlichkeitsstufe zwischen 2019 und 2023 vergleichbar (1,5 % vs. 1,8 % vs. 1,9 % vs. 1,7 %).

Mehr als die Hälfte der Patient:innen wurden ambulant behandelt. Die höchste Hospitalisierungsrate lag im Jahr 2020/2021 bei 38,0 %, gefolgt von 2019/2020 (33,5 %), 2021/2022 (32,5 %) und 2022/2023 (30,1 %).

Feuerwerksverkaufszahlen und Fallaufkommen

Tabelle 2 zeigt die Verkaufszahlen für jedes Jahr im Verhältnis zur Fallzahl. Die Umsätze mit Feuerwerk waren während der Pandemiejahre am niedrigsten (2020/2021: 20 Mio. €, 2021/2022: 21 Mio. €) im Vergleich zu 2019/2020 (122 Mio. €) und 2022/2023 (180 Mio. €); dies spiegelt das Verbot des privaten Feuerwerksverkaufs wider [25].

Die Zahl der Notaufnahmenkontakte an Silvester blieb jedoch ähnlich wie an Referenzsamstagen. So war die Fallzahl am Silvesterabend 2019/2020 (1.311 Fälle) nahezu identisch mit der an Samstagen (1.308 ± 127).

Im Gegensatz dazu wurden am Neujahrstag mehr Patient:innen behandelt als an Sonntagen (2019/2020: 1.485 vs. 1.258 ± 138,4). Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Jahreswechsel 2020/2021 (1.445 vs. 1.235 ± 94,4), 2021/2022 (2.494 vs. 2.170 ± 100,4) und 2022/2023 (2.372 vs. 2.212 ± 117,6) (Tab. 2).

Altersverteilung und Risikogruppen

Die meisten Patient:innen waren ≥ 61 Jahre alt. An Silvester war der Anteil dieser Altersgruppe in allen Jahren signifikant höher als an Referenzsamstagen (2019/2020: 41,1 % vs. 35,1 %; 2020/2021: 41,9 % vs. 38,6 %; 2021/2022: 38,3 % vs. 35,1 %; 2022/2023: 40,8 % vs. 35,3 %; alle $p < 0{,}001$; Cohen's $w = 0{,}06–0{,}08$; vernachlässigbare Effekte).

Die Altersgruppe der 21- bis 40-Jährigen war an Neujahr im Vergleich zu Referenzsonntagen in allen Jahren überrepräsentiert (2019/2020: 28,3 % vs. 26,9 %; 2020/2021: 25,8 % vs. 24,3 %; 2021/2022: 28,8 % vs. 27,4 %; 2022/2023: 28,5 % vs. 26,9 %; alle $p < 0{,}01$; Cohen's $w = 0{,}03–0{,}05$; vernachlässigbare Effekte).

Der Anteil der 0- bis 20-Jährigen blieb über die Jahre weitgehend stabil; ein signifikanter Rückgang trat nur 2020/2021 auf (14,8 % vs. 16,1 %; $p = 0{,}02$; Cohen's $w = 0{,}02$; vernachlässigbare Effekte) (Abb. 2a).

Die Altersverteilungsmuster waren bei beiden Geschlechtern vergleichbar; es fanden sich keine signifikanten Unterschiede im Verhältnis männlich/weiblich hinsichtlich der Überrepräsentation älterer Patient:innen an Silvester bzw. jüngerer Erwachsener an Neujahr (alle $p > 0{,}05$; nicht signifikant) (Abb. 2b, c).

Aufenthaltsdauer (LOS)

Die mediane Aufenthaltsdauer unterschied sich in keinem Jahr signifikant zwischen Silvester und Referenzsamstagen bzw. zwischen Neujahr und Referenzsonntagen (alle $p > 0{,}05$; nicht signifikant) (Abb. 3).

Verletzungsmuster

Zunächst wurde die Verteilung der Vorstellungsgründe an Silvester und Neujahr mit den Referenztagen Samstag und Sonntag verglichen. Im Vergleich zu den Referenztagen nahmen Traumafälle am Neujahrstag 2019/2020 (16,1 % vs. 17,0 %), 2020/2021 (15,6 % vs. 17,5 %) und 2022/2023 (13,1 % vs. 15,6 %) ab, stiegen aber 2021/2022 leicht an (15,2 % vs. 14,7 %).

HNO-Fälle traten an Neujahr häufiger auf als an Referenzsonntagen in den Jahren 2019/2020 (2,9 % vs. 2,8 %), 2021/2022 (3,0 % vs. 2,0 %) und 2022/2023 (3,7 % vs. 3,2 %).

Die Zahl der ophthalmologischen Fälle blieb insgesamt konstant, mit etwas mehr Augenverletzungen an Neujahr in allen betrachteten Jahren.

Hautbezogene Beschwerden nahmen an Neujahr im Vergleich zu Sonntagen in allen Jahren zu (2019/2020: 3,8 % vs. 3,7 %; 2021/2022: 4,5 % vs. 3,1 %; 2022/2023: 4,3 % vs. 3,7 %) und erreichten ihren Spitzenwert 2020/2021 (5,0 % vs. 3,7 %).

Insgesamt ergab sich ein signifikanter Unterschied im Vergleich aller Vorstellungsgründe über die Jahre (Chi-Quadrat-Test nach Pearson, $p < 0{,}0001$; Cohen's W = 0,04467). Die Analyse der 2×2-Kontingenztafeln zeigte signifikant höhere Anteile von orthopädisch/unfallchirurgischen Fällen ($p = 0{,}008$; Phi = 0,05) und hautbezogenen Beschwerden ($p = 0{,}02$; Phi = 0,08) an Neujahr im Vergleich zu Sonntagen (Abb. 4).

Zeitbasierte Subgruppenanalyse – CEDIS-PCL

Zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr waren an Neujahr über alle Jahre hinweg Trauma- und hautbezogene Beschwerden überrepräsentiert – verglichen mit demselben Zeitfenster an Referenzsonntagen. Hautfälle erreichten ihren Höhepunkt im zweiten Pandemiejahr 2021/2022 (7,3 %) und gingen 2022/2023 auf 4,5 % zurück. Die Zahl der ophthalmologischen Patient:innen war im Zeitraum zwischen 00:00 und 06:00 Uhr an Neujahr konsistent höher als an Referenzsonntagen.

Wir schlossen außerdem die Kategorie Substanzmissbrauch in die Auswertung ein. Die Substanzmissbrauchsfälle gingen im Studienzeitraum kontinuierlich zurück, lagen jedoch in allen Jahren höher als an Referenzsonntagen (2019/2020: 5,7 % vs. 4,2 %; 2020/2021: 5,3 % vs. 4,1 %; 2021/2022: 4,9 % vs. 3,8 %; 2022/2023: 3,8 % vs. 3,0 %).

Aufgrund der CEDIS-PCL-Klassifikation gehören Kopfverletzungen (CEDIS-Code 407) zur Gruppe der neurologischen Störungen. Da wir Neurologie nicht separat abbildeten, wurden diese Fälle für die Subgruppenanalyse zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr der HNO-Gruppe zugerechnet. Die kombinierte Gruppe „neurologische Störungen inkl. Kopfverletzungen (CEDIS-Code 407)“ zeigte in den meisten Jahren keine Unterschiede, mit Ausnahme eines moderaten Anstiegs im Jahr 2022/2023 (6,2 % vs. 7,2 %).

Insgesamt waren – mit Ausnahme der HNO-Kategorie beim Jahreswechsel 2022/2023 – die Anteile der einzelnen Subgruppen im Vergleich zum Referenzzeitraum erhöht (Chi-Quadrat-Test nach Pearson, $p < 0{,}0001$; Cohen's W = 0,1249). Bei Aufschlüsselung in einzelne Vorstellungsgründe ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Sonntag und Neujahr (Abb. 5).

Zeitbasierte Subgruppenanalyse – ICD-10

Basierend auf der Literatur untersuchten wir die vom Feuerwerk am häufigsten betroffenen Körperregionen anhand der entsprechenden dreistelligen ICD-10-Kategorien. Wir betrachteten dabei speziell Verletzungen am Kopf (S00), an Handgelenk und Hand (S60)

sowie der oberen Extremitäten (S40–S50) im Zeitraum zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr an Neujahr im Vergleich zu Referenzsonntagen.

Kopfverletzungen (S00) traten an Neujahr in allen Jahren häufiger auf (2019/2020: 0,8 % vs. 0,3 %; 2020/2021: 0,9 % vs. 0,3 %; 2021/2022: 0,7 % vs. 0,2 %; 2022/2023: 0,6 % vs. 0,4 %).

Handverletzungen (S60) waren an Neujahr ebenfalls in allen Jahren häufiger (2019/2020: 0,6 % vs. 0,1 %; 2020/2021: 0,5 % vs. 0,1 %; 2021/2022: 0,3 % vs. 0,1 %; 2022/2023: 0,3 % vs. 0,1 %).

Verletzungen der oberen Extremität (S40–S50) folgten einem ähnlichen Muster mit höheren Anteilen an Neujahr (2019/2020: 0,4 % vs. 0,1 %; 2020/2021: 0,5 % vs. 0,1 %; 2021/2022: 0,3 % vs. 0,1 %; 2022/2023: 0,3 % vs. 0,1 %).

Insgesamt waren die Anteile der einzelnen Kategorien größer als im Referenzzeitraum (Chi-Quadrat-Test nach Pearson, $p < 0{,}0001$; Cohen's W = 0,9518). Die Analyse der 2×2-Kontingenztafeln ergab bei Vergleich Neujahr vs. Sonntag einen signifikanten Anstieg der Kategorie S00 ($p = 0{,}008$; Phi = 0,14) (Abb. 6).

Zeitbezogene Aufnahmefrequenzen

Die stundenweise Berechnung der Fallzahlen zeigte eine Zunahme der Fälle zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr an Neujahr. Am Jahreswechsel 2019/2020 gab es beispielsweise einen Anstieg zwischen 01:00 und 02:00 Uhr (62 vs. 31 Fälle) sowie zwischen 04:00 und 05:00 Uhr (53 vs. 21 Fälle). Im Folgejahr nahmen die Fallzahlen zwar ab, blieben an Neujahr jedoch weiterhin höher als im Referenzzeitraum. Ein ähnliches Muster zeigte sich am Jahreswechsel 2021/2022.

Den stärksten Anstieg beobachteten wir am Jahreswechsel 2022/2023 mit Spitzen von 144 Patient:innen zwischen 00:00 und 01:00 Uhr und 101 Patient:innen zwischen 01:00 und 02:00 Uhr (Abb. 7).

Diskussion

In dieser Studie untersuchten wir die Auswirkungen des staatlichen Feuerwerksverbots auf die Inanspruchnahme von Notaufnahmen rund um den Jahreswechsel während der COVID-19-Pandemie. Insgesamt konnte kein relevanter Einfluss des Verbots auf Fallzahlen und Aufenthaltsdauer an Silvester und Neujahr nachgewiesen werden. Allerdings beobachteten wir eine Zunahme der Notaufnahmenkontakte zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr, insbesondere an Neujahr 2023, nach Aufhebung des corona-bedingten Feuerwerksverbots in Deutschland.

Die Studie verwendete Daten aus einem wachsenden Register; während des Studienzeitraums traten weitere Notaufnahmen dem AKTIN-Register bei. Daher haben wir Zeitbereiche verglichen. Da Silvester in Deutschland kein gesetzlicher Feiertag ist und üblicherweise einem regulären Samstag bezüglich Arbeits- und Geschäftsablauf ähnelt, nutzten wir kumulierte Daten der folgenden Samstage bis zum 28. Februar des Folgejahres

als Referenz. Da Neujahr ein gesetzlicher Feiertag ist, wurde diese Konstellation als Wochenende betrachtet und mit den kumulierten Daten der folgenden Sonntage verglichen.

Aufgrund des corona-bedingten Feuerwerksverbots in Deutschland gingen die Umsatzzahlen für Feuerwerk ab Beginn der Pandemie zurück. Im Gegensatz dazu wurden in den USA zunehmend öffentliche Feuerwerksshows abgesagt, obwohl es kein Verbot privater Käufe gab. Maassel et al. berichteten über einen Anstieg privater Käufe um 55 % [34] und einen 47%igen Anstieg feuerwerksbedingter Verletzungen im Vergleich zum Vorjahr. Morrissey zeigte einen positiven Zusammenhang zwischen steigenden Feuerwerksumsätzen und zunehmenden Verletzungen der oberen Extremitäten [13].

Mit dem Jahreswechsel 2022/2023 wurden die Verkaufsbeschränkungen für Feuerwerk in Deutschland aufgehoben, und die Umsätze der pyrotechnischen Industrie stiegen auf 180 Mio. € [25]. Entsprechend der Literatur erwarteten wir einen Anstieg feuerwerksbedingter Verletzungen. Viele Studien haben sich gezielt mit feuerwerksassoziierten Verletzungen der Augen und der HNO befasst [4, 5, 7–11, 29, 35]. Einige Untersuchungen zeigten bereits vor den COVID-19-Lockdowns eine erhöhte Zahl von Patient:innen rund um den Jahreswechsel [4, 5]. Gabel-Pfisterer et al. wiesen während der Pandemie einen deutlichen Rückgang feuerwerksbedingter Augenverletzungen nach [5]. Auch außerhalb der Pandemie fanden Faber et al. eine reduzierte Verletzungsrate aufgrund strengerer Feuerwerksauflagen [19].

Gabel-Pfisterer et al. zeigten hingegen, dass die Zahl der Patient:innen von der ersten zur zweiten Pandemiejahreswende trotz anhaltenden Feuerwerksverbots zunahm [5].

Framme et al. berichteten über einen signifikanten Anstieg der Inzidenz von Augenverletzungen nach Aufhebung des Feuerwerksverbots [11]. In unserer Studie konnten wir dies nicht bestätigen, da der prozentuale Anteil der Augenverletzungen rund um den Jahreswechsel ähnlich blieb (Abb. 4). Es zeigte sich lediglich eine leichte Zunahme an Neujahr verglichen mit Sonntagen für jeden Jahreswechsel.

Wir konnten zeigen, dass die Tagesgesamtbelastung nicht beeinflusst war, jedoch die Zahl der Patient:innen zwischen 00:00 und 06:00 Uhr – insbesondere zum Jahreswechsel 2022/2023 – signifikant anstieg. Dieses erhöhte Aufkommen kann als zusätzliche Belastung interpretiert werden und steht im Einklang mit früheren Befunden [11]. Im Gegensatz dazu konnten wir keinen Zusammenhang zwischen dem zusätzlichen Fallaufkommen und einer höheren Rate an HNO-bezogenen Vorstellungsgründen nachweisen. Die ICD-Auswertung ergab jedoch eine höhere Zahl von Kopfverletzungen; deren Anteil stieg während der Pandemie.

Im Gegensatz zu anderen Studien [5, 15, 16, 19] beobachteten wir keinen Anstieg der männlichen Patientenzahl. Da wir Registerdaten analysierten, könnte ein Bias zwischen feuerwerksbedingten Verletzungen und Verletzungen anderer Ursache das Ergebnis beeinflusst haben. Gabel-Pfisterer et al. zeigten eine Überrepräsentation von Augenverletzungen bei Minderjährigen [36], insbesondere in den Jahren nach den Lockdowns. In unserer Analyse der 0- bis 20-Jährigen fanden sich keine Unterschiede. Wir fokussierten auf Augenverletzungen sowie Verletzungen von Kopf und Extremitäten; damit unterscheidet sich unsere Datengrundlage leicht von anderen Studien, was auch Unterschiede in der Altersverteilung erklären kann.

Limitationen

Eine wesentliche Limitation ist, dass schwere Einzelverletzungen nicht eindeutig identifizierbar waren, da sie nicht explizit in den Vorstellungsgründen gemäß CEDIS-PCL abgebildet sind. Solche Fälle könnten im allgemeinen „Hintergrundrauschen“ der Daten untergehen. Die Dokumentation der Fälle in den einzelnen Notaufnahmen konnte im Detail nicht nachvollzogen werden. Beispielsweise wurde nicht erhoben, ob eine Kopfverletzung immer als Vorstellungsgrund dokumentiert wird oder in Kombination mit anderen Vorstellungsgründen.

Eine weitere Einschränkung betrifft die Identifikation feuerwerksassoziierter Verletzungen. Diese konnten nur an Silvester und Neujahr präzise unterschieden werden, indem Freitextangaben in den CEDIS-PCL-Vorstellungsgründen analysiert wurden. Insgesamt waren 75 Fälle feuerwerksbedingter Verletzungen über die vier betrachteten Jahreswechsel hinweg eindeutig identifizierbar. Daher sollten alle Aussagen, Trends und Beobachtungen in Bezug auf diese Verletzungen als vorläufig bzw. hypothetisch interpretiert werden.

Obwohl viele Analysen hohe statistische Signifikanzwerte ergaben, waren die Effektstärken meist klein, was darauf hindeutet, dass die Signifikanz vor allem durch die große Fallzahl und weniger durch starke zugrundeliegende Effekte bedingt ist. Zudem wächst das AKTIN-Notaufnahmeregister kontinuierlich, sodass sich die Zahl der einzelnen Notaufnahmen und die Gesamtfallzahlen an den Jahreswechseln im Verlauf unterscheiden.

Schlussfolgerung

In dieser Studie zeigten wir einen signifikanten Anstieg verletzter Patient:innen zwischen Mitternacht und 06:00 Uhr an Neujahr nach Aufhebung des corona-bedingten Feuerwerksverbots in Deutschland. Damit lässt sich auch eine relevante Zunahme der Arbeitsbelastung ableiten. Diese multizentrische Untersuchung liefert neue Einblicke in pyrotechnikassoziierte Verletzungen und soll zukünftige Forschung erleichtern. Aufbauend auf diesen Ergebnissen ist eine detaillierte Analyse auf Ebene der Krankenhäuser zu schweren Kopfverletzungen und weiteren schweren Verletzungen bei Patient:innen, die zwischen 00:00 und 06:00 Uhr aufgenommen werden, in einem multizentrischen Ansatz notwendig, um fundierte Empfehlungen in der Diskussion um ein generelles Feuerwerksverbot aussprechen zu können.

Danksagung

Wir danken den Notaufnahmen des AKTIN-Notaufnahmeregisters für die Bereitstellung der Daten für diese Studie:

PD Dr. med. Jörg Brokmann & Dr. med. Carsten Mach, Uniklinik RWTH Aachen;
Dr. med. Caroline Grupp, Ostalb-Klinikum Aalen;
Dr. med. Hardy Wenderoth, Klinikum Aschaffenburg-Alzenau;
Prof. Dr. med. Christian Wrede, Helios Berlin-Buch;
Dr. med. Rene Schiffner, Städtisches Klinikum Braunschweig;
Dr. med. Heike Höger-Schmidt & Dr. med. Thomas Baitz, Klinikum Chemnitz;
Prof. Dr. med. Michael Bernhard, Universitätsklinikum Düsseldorf;
Dr. med. Alexander Dinse-Lambracht, Kliniken Region Emden, Aurich, Norden;
Prof. Dr. med. Clemens Kill & Dr. med. Joachim Riße, Universitätsmedizin Essen;
Prof. Dr. med. Hans-Jörg Busch & Dr. med. Felix Hans, Universitätsklinik Freiburg;
Prof. Dr. med. Harald Dormann & Dr. med. Marina Karg, Klinikum Fürth;
Dr. med. Thomas Händl, Klinikum Garmisch-Partenkirchen;
Prof. Dr. med. Sabine Blaschke-Steinbrecher, Universitätsmedizin Göttingen;
Dr. med. Norbert Pfeufer, Kliniken Landkreis Heidenheim;
Dr. med. Britta Raitschew, Paracelsus Klinikum Henstedt-Ulzburg;
Dr. med. Jan Christoph Lewejohann, Universitätsklinikum Friedrich-Schiller-Universität Jena;
Dr. med. Domagoj Schunk, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel;
PD Dr. med. Volker Burst, Universitätsklinikum Köln;
Prof. Dr. med. André Gries & Dr. med. Eric Handmann, Universitätsklinikum Leipzig;
Dr. med. Tobias Hofmann, Universitätsklinikum Magdeburg;
Dr. med. Thomas Peschel, Elblandklinikum Meißen;
Dr. med. Rupert Grashey, Klinikum Memmingen;
Dr. med. Hartmut Stefani, Carl-von-Basedow-Klinikum Saalekreis Merseburg;
Prof. Dr. med. Matthias Klein, Klinikum Großhadern & Klinikum Innenstadt LMU München;
Prof. Dr. med. Philipp Kümpers, Universitätsklinikum Münster;
Dr. med. Thomas Henke, Evangelisches Krankenhaus Oldenburg;
Prof. Dr. med. Bernhard Kumle, Schwarzwald-Baar Klinikum Villingen-Schwenningen;
Dr. med. Bernadett Erdmann, Klinikum Wolfsburg.

Außerdem danken wir Editage (www.editage.com) für das Lektorat und die Plagiatsprüfung der englischen Originalfassung.

Autor:innenbeiträge

SE, SD, RO und FW konzipierten die Studie und entwickelten das Studienprotokoll. SE, SD, RO und FW waren für die Vorbereitung des Datenantrags an das AKTIN-Notaufnahmeregister verantwortlich. SE und NK führten die Literaturrecherche durch. Die Datenanalyse wurde von SE, SD und RO durchgeführt; SE und RO waren für das Datenmanagement zuständig. SE, SD und RO entwickelten den initialen Analyseplan; NK und BL trugen zur Weiterentwicklung des Analyseplans bei. FW und BL überwachten die finalen Ergebnisse. Der erste Manuskriptentwurf wurde von SE, NK und BL verfasst. SE, NK, SD, RO, FW und BL überarbeiteten das Manuskript. SE und RO hatten vollen Zugriff auf die Rohdaten; SE, NK,

SD, RO, FW und BL hatten vollen Zugriff auf die aggregierten Daten und Ergebnistabellen. Alle Autor:innen trugen zur Überarbeitung bei und genehmigten die endgültige Fassung.

Finanzierung

Open-Access-Förderung und -Organisation durch Projekt DEAL. Die AKTIN-Plattform für Akut-, Intensiv- und Notfallmedizin wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und das Netzwerk Universitätsmedizin 2.0: „NUM 2.0“ (01KX2121), Projekt „AKTIN 2.0“ (01KX2121).

Verfügbarkeit der Daten

Die in dieser Studie verwendeten Daten stammen aus dem AKTIN-Notaufnahmeregister. Aufgrund datenschutzrechtlicher Vorgaben und zum Schutz der Patient:innen sind die Datensätze nicht öffentlich zugänglich. Der Zugang zu aggregierten Daten kann jedoch bei der korrespondierenden Autorin beantragt werden.

Deklarationen

Ethikvotum
Das AKTIN-Projekt wurde von der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität, Medizinische Fakultät, Magdeburg (160/15–23.11.2015) genehmigt. Das Register folgt einem strengen Datenschutzkonzept. Sämtliche Patient:innendaten wurden vor der Analyse aggregiert; es lagen den Forschenden keine direkt identifizierbaren Daten vor. Nach nationalen und institutionellen Regularien war daher keine explizite Einwilligung der Patient:innen zur Nutzung anonymisierter bzw. pseudonymisierter Registerdaten erforderlich. Das AKTIN-Register arbeitet mit einem Opt-out-Verfahren: Patient:innen können jederzeit der Übermittlung ihrer Daten an das TDAC widersprechen. Die teilnehmenden Notaufnahmen sind verpflichtet, Patient:innen über das Register und ihr Widerspruchsrecht zu informieren.

Einsatz von generativer KI
Es wurde keine generative KI für Erstellung oder Analyse dieses Artikels verwendet.

Interessenkonflikte
Die Autor:innen erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Open-Access-Lizenz
Dieser Artikel steht unter der Creative Commons Attribution 4.0 International License, die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jedem Medium und Format erlaubt, sofern die ursprünglichen Autor:innen und die Quelle ordnungsgemäß genannt werden, ein Link zur Lizenz beigefügt ist und angegeben wird, ob Änderungen vorgenommen wurden. Bilder oder sonstiges Drittmaterial in diesem Artikel sind, sofern in der Quellenangabe nicht anders vermerkt, in dieser Lizenz enthalten. Ist das Material nicht in der Creative-Commons-Lizenz des Artikels enthalten und ist die beabsichtigte Nutzung nicht gesetzlich zulässig oder durch eine gesetzliche Ausnahme gedeckt, ist eine gesonderte Genehmigung der Rechteinhaber:innen einzuholen. Eine Kopie der Lizenz ist einsehbar unter http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Referenzen:

1. Burki TK. Are fireworks a hazard for respiratory health? Lancet Respir Med. 2017;5:103–4.
2. Galanis DJ, Koo SS, Puapong DP, Sentell T, Bronstein AC. Decrease in injuries from fireworks in Hawaii: associations with a county policy to limit access. Inj Prev. 2022;28:325–9. https://doi.org/10.1136/injuryprev-2021-044402.
3. Flockerzi V, Schick B, Bozzato A. Schlag auf schlag –Bericht über Feuerwerksbedingte knalltraumata zum Jahreswechsel 2021/2022. [Thunder and lightning-a report on firework-associated acoustic trauma at new year 2021/2022]. HNO. 2023;1–6. https://doi.org/10.1007/s00106-022-01260-z.
4. Werz J, Greve J, Hoffmann TK, Hahn J. New year's eve in otorhinolaryngology: a 16-year retrospective evaluation. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2023. https://doi.org/10.1007/s00405-023-07966-2.
5. Gabel-Pfisterer A, Böhringer D, Agostini H. Pandemiebedingtes Verkaufsverbot von Feuerwerkskörpern in Deutschland führt Zu einer deutlichen abnahme der Augenverletzungen. [Pandemic-related sales ban of fireworks in Germany leads to a significant reduction of firework-related eye injuries]. Ophthalmologie. 2022;119:1257–66. https://doi.org/10.1007/s00347-022-01778-1.
6. Gabel-Pfisterer A, Böhringer D, Agostini H. Dreijahresergebnisse der Deutschlandweiten umfrage Zu augenverletzungen durch Feuerwerkskörper. [3-year results of the German nationwide survey on eye injuries caused by fireworks]. Ophthalmologe. 2019;116:1138–51. https://doi.org/10.1007/s00347-019-00967-9.
7. Lenglinger MA, Zorn M, Pilger D, von Sonnleithner C, Rossel M, Salchow DJ, et al. Firework-inflicted ocular trauma in children and adults in an urban German setting. Eur J Ophthalmol. 2021;31:709–15. https://doi.org/10.1177/1120672120902033.
8. Chan WC, Knox FA, McGinnity FG, Sharkey JA. Serious eye and adnexal injuries from fireworks in Northern Ireland before and after lifting of the firework ban–an ophthalmology unit'sexperience. Int Ophthalmol. 2004;25:167–9. https://doi.org/10.1007/s10792-004-1958-z.
9. Thygesen J. Ocular injuries caused by fireworks. 25 years of experience with preventive campaigns in Denmark. Acta Ophthalmol Scand. 2000;78:1–2.
10. Turgut F, Bograd A, Jeltsch B, Weber A, Schwarzer P, Ciotu IM, et al. Occurrence and outcome of firework-related ocular injuries in Switzerland: a descriptive retrospective study. BMC Ophthalmol. 2022;22:296. https://doi.org/10.1186/s12886-022-02513-9.
11. Framme C, Book B, Hufendiek K, Panidou-Marschelke E, Sinicin E, Lindziute M, et al. Spektrum von Feuerwerksverletzungen an einer Universitäts-Augenklinik Nach dem COVID-19-Lockdown. [Spectrum of firework injuries at a university eye clinic after the COVID-19 lockdown]. Ophthalmologie. 2023. https://doi.org/10.1007/s00347-023-01927-0.
12. van der Zee C, Smeulders M, van de Kar A. Vuurwerkhandletsel behandeld door Plastisch chirurgen. [Hand injuries caused by fireworks and treated by plastic surgeons]. Ned Tijdschr Geneeskd. 2014;158:A8381.
13. Morrissey PJ, Scheer RC, Shah NV, Penny GS, Avoricani A, Koehler SM. Increases in firework-related upper extremity injuries correspond to increasing firework sales: an analysis of 41,195 injuries across 10 years. J Am Acad Orthop Surg. 2021;29:e667– 74. https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-20-00201.
14. Bitter CC, Zhang Z, Talbert AW, Weber AK, Hinyard L. Firework injuries are increasing in the United States: an analysis of the National Emergency Department Sample. JACEP Open. 2021;2:e12600. https://doi.org/10.1002/emp2.12600.
15. Winicki NM, Waldrop I, Orozco JV, Novak D, Sheets NW. The epidemiology of firework-related injuries in the US, 2012–2022. Inj Epidemiol. 2023;10:32. https://doi.org/10.1186/s40621-023-00446-5.
16. Sandvall BK, Jacobson L, Miller EA, Dodge RE, Alex Quistberg D, Rowhani-Rahbar A, et al. Fireworks type, injury pattern, and permanent impairment following severe fireworks-related injuries. Am J Emerg Med. 2017;35:1469–73. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.04.053.
17. U.S. Consumer Product Safety Commission. Fireworks-Related Injuries and Deaths Spiked During the COVID-19 Pandemic. 05.08.2025. https://www.cpsc.gov/Newsroom/News-Releases/2021/Fireworks-Related-Injuries-and-Deaths-Spiked-During-the-COVID-19-Pandemic#. Accessed 6 Aug 2025.
18. AerzteZeitung.de. Silvesternacht: Fünf Tote und etliche Verletzte durch Unfälle mit Böllern, Angriffe auf Rettungskräf. 2025. https://www.aerztezeitung.de/Politik/Silvesternacht-Fuenf-Tote-und-etliche-Verletzte-durch-Unfaelle-mit-Boellern-Angri-auf-Rettungskraef-455480.html. Accessed 6 Aug 2025.
19. de Faber JT, Kivelä TT, Gabel-Pfisterer A. Landesweite studien Aus Den Niederlanden und Finnland Zur Häufigkeit von augenverletzungen durch Feuerwerkskörper unter dem einfluss verschiedener Schutzmaßnahmen. Englische Version. [National studies from the Netherlands and Finland and the impact of regulations on incidences of fireworks-related eye injuries]. Ophthalmologe. 2019;116:1177–83. https://doi.org/10.1007/s00347-019-00998-2.
20. Bundesärztekammer R. Silvesterböller dauerhaft verbieten. Bundesärztekammer. 19.12.2022.
21. van Yperen DT, van Lieshout EMM, Dijkshoorn JN, van der Vlies CH, Verhofstad MHJ. Injuries, treatment, and impairment caused by different types of fireworks; results of a 10 year multicenter retrospective cohort study. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2021;29:11. https://doi.org/10.1186/s13049-020-00811-z.
22. Rudisill TM, Preamble K, Pilkerton C. The liberalization of fireworks legislation and its effects on firework-related injuries in West Virginia. BMC Public Health. 2020;20:137. https://doi.org/10.1186/s12889-020-8249-0.
23. So regeln. andere Länder privates Feuerwerk. Panorama. 02.01.2023.
24. Fischer B, Giesel J. Wie Das Verkaufsverbot für Böller die Feuerwerksbranche bedroht. Frankfurter Allgemeine Ztg. 23.12.2021.

25. Statista S. Umsatz mit Feuerwerk bis 2022 | Statista. 15.04.2024. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/284913/umfrage/umsatz-der-deutschen-pyrotechnischen-industrie/. Accessed 15 Apr 2024.
26. Bundesministerium des Inneren und für Heimat. 2020 kein Verkauf von Silvesterfeuerwerk. Pressemitteilung. 22.12.2020.
27. Bundesministerium des Inneren und für Heimat. 2021 kein Verkauf von Silvesterfeuerwerk. Pressemitteilung. 21.12.2021.
28. Otto R, Blaschke S, Schirrmeister W, Drynda S, Walcher F, Greiner F. Length of stay as quality indicator in emergency departments: analysis of determinants in the German emergency department data registry (AKTIN registry). Intern Emerg Med. 2022;17:1199–209. https://doi.org/10.1007/s11739-021-02919-1.
29. Diederich LM, Pudszuhn A, Hofmann VM. Pyroverbot an Silvester 2020/2021 - Analyse von Feuerwerksbedingten verletzungen und ihrer behandlungen. Abstract- und posterband – 93. Jahresversammlung der Deutschen gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V., Bonn Interface - Fokus mensch Im zeitalter der technisierten medizin. Volume 5. Georg Thieme; 2022. https://doi.org/10.1055/s-0042-1747452. /25/2022– 5/28/2022; Deutsche Messe Hannover.
30. Gemeinsamer Bundesausschuss. Gestuftes System von Notfallstrukturen in Krankenhäusern. 2018. https://www.g-ba.de/themen/bedarfsplanung/notfallstrukturen-krankenhaeuser/. Accessed 20 Sep 2024.
31. Brammen D, Greiner F, Dormann H, Mach C, Wrede C, Ballaschk A, et al. Lessons learned in applying the international society for pharmacoeconomics and outcomes research methodology to translating Canadian emergency department information system presenting complaints list into German. Eur J Emerg Med. 2018;25:295–9. https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000450.
32. Brammen D, Greiner F, Kulla M, Otto R, Schirrmeister W, Thun S, et al. Das AKTIN-Notaufnahmeregister – kontinuierlich Aktuelle Daten Aus der akutmedizin: ergebnisse des registeraufbaus und erste Datenauswertungen Aus 15 Notaufnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Vorgaben des gemeinsamen bundesausschusses Zur Ersteinschätzung. Med Klin Intensivmed Notfmed. 2022;117(1):24–33. https://doi.org/10.1007/s00063-020-00764-2.
33. Johannes K, Peter D, Robert G, Kurt H, Ross I, Tomas K et al. R: The R Project for Statistical Computing.
34. Maassel N, Saccary A, Solomon D, Stitelman D, Xu Y, Li F, et al. Firework-related injuries treated at emergency departments in the united States during the COVID-19 pandemic in 2020 compared to 2018–2019. Inj Epidemiol. 2021;8:65. https://doi.org/10.1186/s40621-021-00358-2.
35. Frimmel S, de Faber JT, Wubbels RJ, Kniestedt C, Paridaens D. Type, severity, management and outcome of ocular and adnexal firework-related injuries: the Rotterdam experience. Acta Ophthalmol. 2018;96(6):607–15. https://doi.org/10.1111/aos.13711.
36. Gabel-Pfisterer A, Lang SJ, Boehringer D, Agostini H, de Geus LC, de Faber JT. Significant increase of firework induced eye injuries in Germany and the Netherlands- are we doing enough to protect minors and bystanders? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2024. https://doi.org/10.1007/s00417-024-06677-6.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.