



Akzidentelle Selbsttötung mit Feuerwerkskörper

Julius Schneider · Julian Gerhards · Cora Wunder · Tanja Germerott

Institut für Rechtsmedizin der Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland

Zusammenfassung

Verletzungen durch Feuerwerkskörper, gerade zu Silvester, sind im klinischen Alltag häufig zu beobachten, selten kommt es dabei jedoch zu tödlichen Verletzungen. Im dargestellten Fall ist ein Jugendlicher durch die unsachgemäße Handhabung eines Feuerwerkskörpers der Klasse F4 durch ein schwerstes Schädel-Hirn-Trauma zu Tode gekommen. Die Abgabe von pyrotechnischem Material dieser Kategorie ist gemäß dem Sprengstoffgesetz erst nach Erwerb einer Fachkunde möglich. Eine solche lag im vorgestellten Fall nicht vor. Es wird der Unfallmechanismus beschrieben und ein kurzer Abriss über den Aufbau und die Funktionsweise des in diesem Fall verwendeten Feuerwerkskörpers gegeben.

Schlüsselwörter

Feuerwerk · Kugelbombe · Schädel-Hirn-Trauma · Explosion · Sprengstoff · Silvester

Einleitung

Tödliche Verletzungen durch Feuerwerkskörper stellen im alltäglichen Sektionsgut eher eine Seltenheit dar. Zwar kommt es gerade zu Silvester in der klinischen Praxis regelmäßig zu Verletzungen durch den unsachgemäßen Umgang mit pyrotechnischen Artikeln [1, 2, 5, 6, 8, 10], tödliche Verletzungen sind jedoch relativ selten beschrieben [3, 4, 9]. Hiervon abzugrenzen sind weiterhin die Fälle, in denen pyrotechnisches Material zum Zwecke eines Suizides verwendet wird [1]. Als Mechanismus der Schädigung lässt sich die Art von Verletzungen in die Kategorie der Explosionsverletzungen eingruppiert [7], entsprechend dem Schädigungsmechanismus sind sie als thermomechani-

sche Kombinationsverletzungen zu klassifizieren. Vorgestellt wird ein Fall eines tödlichen Unfalls durch eine Kugelbombe, einen nicht frei verkäuflichen Feuerwerkskörper.

Falldarstellung

Vorgeschichte

Drei junge Erwachsene im Alter zwischen 16 und 18 Jahren hatten zu Silvester eine sog. Kugelbombe erworben. Hierbei handelt es sich um einen nicht frei verkäuflichen Feuerwerksartikel, der von einem Mörser (Abschussrohr) aus gestartet werden muss und dann in der Luft detoniert. Die Beteiligten hatten den Feuerwerkskör-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Tab. 1 Feuerwerkskategorien in Deutschland

F1	Kleinstfeuerwerk	Knallerbsen, Tischfeuerwerk, Wunderkerzen	Ab 12 Jahren frei
F2	Kleinf Feuerwerk	Silvesterfeuerwerk	Ab 18 Jahren zu Silvester
F3	Mittelf Feuerwerk	Mittelgroßes pyrotechnisches Material und Raketen, Zündung mit 15 m Sicherheitsabstand	Erlaubnis oder Befähigungsschein, ab 18 Jahren
F4	Großfeuerwerk	Zylinder-/Kugelbomben, große Raketen	Erlaubnis oder Befähigungsschein, ab 21 Jahren



Abb. 1 ▲ Abschuss (Schritt 1: Zündung; Schritt 2: Explosion der Treibladung, die die Sphäre nach oben katapultiert; Schritt 3: weiterer Anstieg bis an den Kulminationspunkt mit Abbrennen des Verzögerungszünders; Schritt 4: Explosion des Feuerwerkskörpers)



Abb. 2 ◀ Rechtsseitiger Schädel: offenes Schädel-Hirn-Trauma mit Rußantragungen und Pulvereinsprengungen im Gesichtsbereich

per auf einem Feld mittels einer selbst errichteten Mörserkonstruktion gezündet.

Unfallrekonstruktion

Ein mitgebrachtes Metallrohr wurde von den beteiligten Personen auf einem landwirtschaftlichen Feld ins Erdreich getrieben, um eine Abschussvorrichtung zu konstruieren. Die Kugelbombe wurde im Verlauf angezündet und in das Rohr verbracht. Die Treibladung der Kugelbombe zündete (Abb. 1), während der Geschädigte noch seinen Kopf über der Mündung des Rohres hatte. Er wurde durch den ausgetriebenen Sprengkörper und die Hitzeent-

wicklung der Treibladung im Gesichtsbereich und im Schädelbereich tödlich verletzt.

Auffindesituation und weitere medizinische Maßnahmen

Durch die weiteren anwesenden Personen erfolgte sofort nach dem Unfallereignis die Alarmierung der Rettungskräfte. Aufgrund der schlechten Sicht bei bereits eingesetzter Dunkelheit konnte der hinzugezogene Notarzt das vorliegende Verletzungsausmaß initial nicht komplett einschätzen. Daher erfolgten noch eine Intubation und Beatmung sowie Verbringung des Geschädigten in den Schockraum. Hier wurde er nach Ankunft, aufgrund von vorliegenden,

nicht mit dem Leben zu vereinbarenden Verletzungen, für tot erklärt.

Obduktion

In der Obduktion zeigte sich bereits bei der äußeren Besichtigung eine großflächige Zerstörung der Gesichtshaut mit unregelmäßigen Wundrändern, einhergehend mit einer hochgradigen rechtsseitig betonten Destruktion des Hirnschädels sowie des rechten Jochbogens (Abb. 2). Auch konnten hier bereits Verletzungen im Bereich des rechten Stirnlappens des Gehirns festgestellt werden. Die durchgeführte postmortale Computertomographie (CT) bestätigte die bereits klinisch festgestellten multiplen Frakturen des Schädels (Abb. 3). Darüber hinaus zeigten sich pulverartige Einsprengungen im Gesichtsbereich bis in beide Vorderohrregionen. Ebenso fiel eine Ansammlung der noch vorhandenen linksseitigen Kopfhaut auf.

Die innere Besichtigung erbrachte v.a. eine großflächige Zerstörung des rechten Frontalhirns mit Knocheneinsprengungen in tiefer gelegene Anteile, weiterhin flächige Einblutungen unter die weichen Hirnhäute im Bereich von Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm. Darüber hinaus fielen Einblutungen in die Hirnkerne, das Stammhirn und das verlängerte Mark auf. Rußeinatemungen im Sinne einer vitalen Reaktion konnten nicht beobachtet werden. Als Todesursache wurde dementsprechend ein schweres offenes Schädel-Hirn-Trauma (SHT) bescheinigt.

Darüber hinaus konnten keine weiteren Verletzungen oder krankhafte Organbefunde festgestellt werden. In den durchgeführten Blutalkohol- und chemisch-toxikologischen Analysen konnte kein Alkohol nachgewiesen werden; der THC-Spiegel (Tetrahydrocannabinol) lag mit einer Konzentration von 1,2 ng/ml, bei einer THC-COOH-Konzentration von 3,7 ng/ml, in einem niedrigen Bereich.

Diskussion

Verwendetes pyrotechnisches Material

Pyrotechnische Artikel werden in Deutschland in 4 Klassen (F1–F4) unterteilt

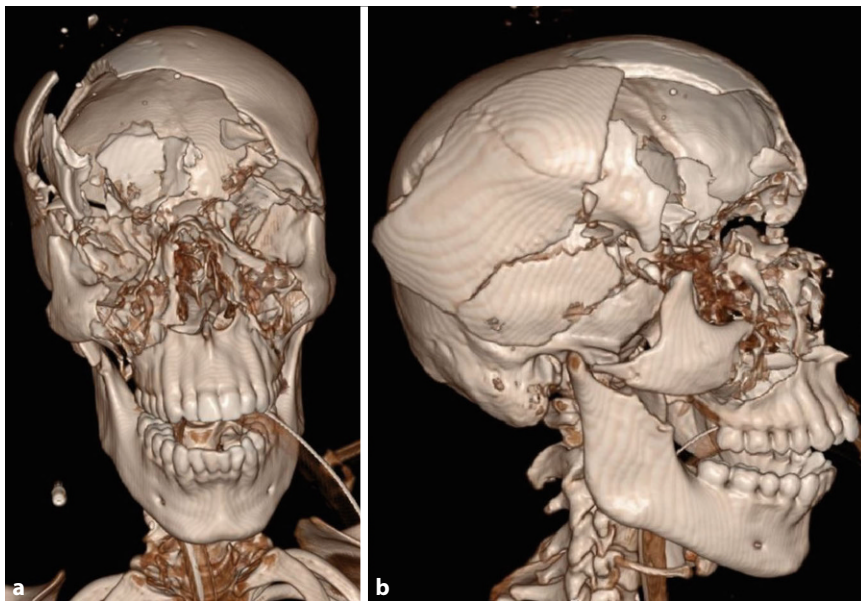


Abb. 3 ▲ Computertomographie: Schädel frontal (a) und seitlich (b)

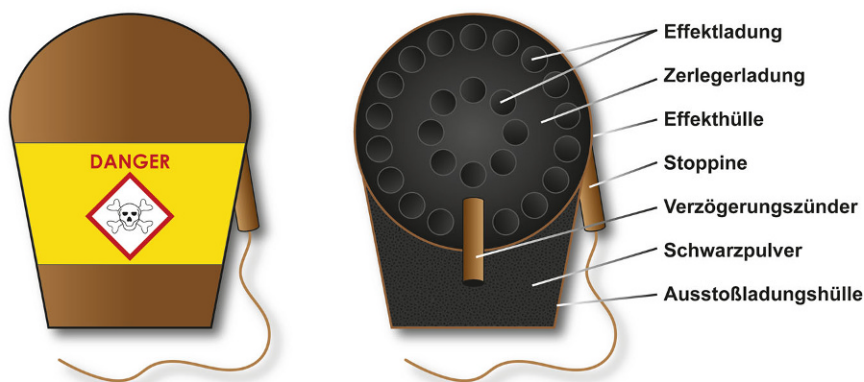


Abb. 4 ▲ Aufbau einer Kugelbombe

(Tab. 1). In die Kategorie F1 fallen die sog. Kleinstfeuerwerke, wie etwa Tischfeuerwerke, Wunderkerzen und Knallerbsen. Klasse F2 beinhaltet das klassische Silvester-Feuerwerk, das kurz vor dem Jahreswechsel von Personen über 18 Jahren in den meisten Geschäften frei käuflich erworben werden kann. In den Klassen F3 und F4 sind die sog. professionellen Feuerwerke verortet. In die Kategorie F3 fällt das sog. Mittelfeuerwerk, für dessen Erwerb bereits eine Lizenz oder Berechtigung nach dem Sprengstoffgesetz notwendig ist. In Kategorie F4 fallen Feuerwerkskörper, die als sehr gefährlich einzustufen sind und nur an Personen mit Fachkundenachweis abgegeben werden dürfen. Hierzu zählen neben Zylinderbomben, großen Raketen oder Batterien auch die im vorliegenden

Fall verwendete Kugelbombe. Zum legalen Erwerb und zur Verwendung derer wird eine Erlaubnis nach § 7, § 27 oder ein Befähigungsschein nach § 20 des Sprengstoffgesetzes benötigt. Das Mindestalter für die Abgabe jeglicher Artikel dieser Kategorie beträgt 21 Jahre.

Kugelbomben bestehen aus 2 Halbschalen (Pappe oder Plastik), gefüllt mit einem Treibsatz und Zerlegerladung mit Effekten (Abb. 4). Die Funktion wird über das Zünden der sog. Stoppine gewährleistet. Eine Stoppine besteht aus Baumwollfäden, die mit einem Schwarzpulverbrei getränkt und dann in einem Papierschlauch verpackt werden. Dieser kann bei wetterfesten Produkten auch mit Kunststoff ummantelt sein. In den meisten Fällen wird die Stoppine über einen elektrischen

Zünder gezündet, wobei auch noch Konstruktionen mit einer klassischen Zündschnur verwendet werden. Eine Stoppine brennt mit einer Geschwindigkeit bis zu 10 m/s sehr schnell ab. Mithilfe einer im Treibsatz enthaltenen Schwarzpulverladung wird die Kugelbombe aus einem Mörser (Abschussrohr) katapultiert (Abb. 1). Gleichzeitig wird ein Verzögerungszünder, der sich an der Unterseite der Bombe befindet, aktiviert. Dieser zündet im Idealfall die Bombe am Kulminationspunkt. Dabei zerreißt die Zerlegerladung die Bombenschale, entzündet die enthaltenen Effekte und treibt diese kugelförmig auseinander.

Wie in der Schilderung des Aufbaus der Kugelbombe beschrieben, wird die Stoppine heutzutage über einen elektrischen Zünder oder, etwas seltener, via einer daran angebrachten Zündschnur in Brand gesetzt. Durch den elektrischen Zünder lässt sich der Zeitpunkt der Detonation sehr genau bestimmen; über eine Zündschnur mit bekannter konstanter Abbrennrate ist dies ebenso möglich. In beiden Fällen wird durch deren Verwendung zusätzlich eine gewisse Distanz zwischen den Betreiber des Feuerwerks und den Abschusspunkt gebracht, da ein absoluter Mindestabstand in jedem Fall eingehalten werden sollte. Die händische Zündung ohne Sicherheitsabstand und ohne jeglichen Verzögerungsmechanismus stellt im vorliegenden Fall dementsprechend den Hauptfaktor für die Entstehung des beschriebenen Unfalles dar.

Hier erfolgte die Zündung der Stoppine direkt, ohne Verwendung einer weiteren Zündschnur oder eines elektrischen Zünders. Dementsprechend war das Zeitintervall zwischen Zündung und Explosion viel zu klein, um eine adäquate Entfernung zu der Abschusskonstruktion zu erreichen. Die Zündung der Treibladung erfolgte kurz nach Einbringen des Feuerwerkskörpers in das Rohr, und der Ausstoß des Effektkörpers in Kombination mit der Explosion der Treibladung führte schließlich zu den fatalen Verletzungen. Der Einfluss von Alkohol konnte ausgeschlossen werden; die Konzentration von THC lag mit 1,2 ng/ml in einem eher niedrigen Bereich.

In der aktuellen Literatur finden sich Falldarstellungen ähnlicher Art [9], bei denen der Unfallmechanismus meistens ebenfalls auf unsachgemäße Handha-

bung des verwendeten Feuerwerks zurückzuführen ist. Statistische Analysen von feuerwerkassoziierten Verletzungen haben gezeigt, dass in den allermeisten Fällen Männer häufiger als Frauen betroffen sind [2, 5]. In der Altersverteilung befinden sich die Beteiligten meist im jugendlichen oder im jungen Erwachsenenalter. In erster Linie kommt es hierbei zu Verletzungen im Bereich der oberen Extremitäten, gefolgt von Kopfverletzungen [2, 4, 5]. Insgesamt lässt sich diese Art des Unfalls als relativ selten einordnen. Nichtsdestotrotz kommt es gerade auch in Deutschland immer wieder zu gleichartigen oder ähnlichen Einzelfällen [9].

Fazit

Todesfälle durch Feuerwerkskörper stellen in Deutschland eher eine Seltenheit dar, im rechtsmedizinischen Sektionsgut treten sie dennoch regelmäßig auf. Zur korrekten Einordnung des Verletzungsgeschehens ist es daher sinnvoll, über den Mechanismus der Schädigung Kenntnis zu haben. Hilfreich ist bei Obduktionsfällen dieser Art daher, neben Bestimmungen von BAK und der chemisch-toxikologischen Untersuchung, die Durchführung einer postmortalen CT-Untersuchung, sofern vorhanden. Durch die Einordnung in den Bereich der thermomechanischen Kombinationsverletzungen/Explosionsverletzungen lassen sich Vorhersagen bezüglich der zu erwartenden Verletzungen in solchen Fällen treffen bzw. die erhobenen Obduktionsbefunde richtig einordnen und mit dem stattgehabten Geschehen folgerichtig abgleichen und interpretieren. Weiterhin belegt der vorliegende Fall nochmals die Gefahr, die von der unsachgemäßen Handhabung von Feuerwerkskörpern ausgeht.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Julius Schneider
Institut für Rechtsmedizin der Universitätsmedizin Mainz
Mainz, Deutschland
J.Schneider@uni-mainz.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Accidental death due to fireworks

Injuries related to fireworks, especially on New Year's Eve, are frequently seen in the routine clinical setting but they rarely result in fatal injuries. In the depicted case a young male adult died due to incorrect handling of a firework of category F4, which led to a massive craniocerebral trauma. The sale of pyrotechnical material of this category is only allowed for people with a pyrotechnical license according to the German Explosives Act, which in this case did not exist. This article discusses the mechanism of injury and gives a short overview of the construction and the operation of the firework used.

Keywords

Firework · Shell bomb · Craniocerebral trauma · Explosion · Explosive · New Year's Eve

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. Schneider, J. Gerhards, C. Wunder und T. Germerott geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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. Blanco-Pampin JM (2001) Suicidal deaths using fireworks. *J Forensic Sci* 46(2):402–405
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2004) Injuries associated with homemade fireworks—selected states, 1993–2004. *Mmwr Morb Mortal Wkly Rep* 53(25):562–563
3. Fulcher J et al (2015) Misuse and modification of fireworks with fatal injury. *Am J Forensic Med Pathol* 36(2):91–93
4. Hillers AH, Leth PM (2020) A review of deadly accidents involving fireworks in Denmark. *Forensic Sci Med Pathol* 16(4):659–663
5. Jacobson L et al (2021) Severe Fireworks-Related Injuries: Demographic Characteristics, Injury Patterns, and Firework Types in 294 Consecutive Patients. *Pediatr Emerg Care*. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002302>
6. Read DJ, Bradbury R, Yeboah E (2017) Firework-related injury in the Top End: a 16-year review. *ANZ J Surg* 87(12):1030–1034

7. Schaul M, Schortgen Y, Schwark T (2024) Theoretische Grundlagen von Explosionen und Explosionsverletzungen. *Rechtsmedizin* 34:135–144
8. Tadisina KK, Abcarian A, Omi E (2014) Facial firework injury: a case series. *West J Emerg Med* 15(4):387–393
9. Ulbricht J, Doberentz E, Madea B (2023) Death on New Year's Eve caused by illegal fireworks—a firework shell. *Forensic Sci Med Pathol*. <https://doi.org/10.1007/s12024-023-00633-2>
10. Winicki NM et al (2023) The epidemiology of firework-related injuries in the US, 2012–2022. *Inj Epidemiol*. <https://doi.org/10.1186/s40621-023-00446-5>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.