

Feuerwerkskörper – Umweltauswirkungen und Sicherheitsaspekte

Zusammenfassung

Feuerwerkskörper zeichnen sich durch eine Vielfalt an Produkten mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen aus. Die vorliegenden Informationen zu Feuerwerken (Sicherheit, Umwelteffekte) sind teilweise lückenhaft, so auch über die genauen Verbrauchsmengen. Wir schätzen, dass in der Schweiz pro Jahr etwa **1'450 Tonnen** Feuerwerkskörper abgebrannt werden. Davon entfallen etwa 1000 Tonnen auf Materialien wie Hüllen, Konstruktionsteile und Verpackungen (Karton, Holz, Kunststoff) und 360 Tonnen auf die pyrotechnischen Sätze. Davon sind ca. 240 Tonnen Schwarzpulver und 120 Tonnen Effektsätze. Die Effektsätze enthalten umwelt- und gesundheitsrelevante Metallverbindungen.

Die möglichen **Auswirkungen von Feuerwerken auf Umwelt und Gesundheit** können wie folgt zusammengefasst werden:

1. **Unfälle:** Unfälle können bei unsachgemäßem Umgang mit Feuerwerkskörpern bei Verkauf und Gebrauch entstehen:
 - Sicherheitsvorschriften für den **Verkauf** von Feuerwerkskörpern sind in der Schweiz in der Sprengstoffverordnung formuliert. Regeln für den **Gebrauch** mit Feuerwerkskörpern werden unter anderem vom Branchenverband, der Schweizerischen Koordinationsstelle für Feuerwerk (SKF), herausgegeben.
 - Aus Untersuchungen im Ausland¹ geht hervor, dass die Unfallraten beim Abbrennen von Feuerwerken in einem Bereich von 2 – 13 Unfällen mit **Personenschäden** pro 100'000 Einwohner liegen. Unter den Verletzten sind Minderjährige überproportional vertreten. Diese Gruppe ist daher einem erhöhten Risiko ausgesetzt.
 - Jedes Jahr werden in der Schweiz durch Feuerwerke Brände verursacht. Die dabei entstehenden **Sachschäden** betragen 0,6% der gesamten jährlichen Brandschadenssumme in der Schweiz.
2. **Lärm:** In Abständen, in denen sich üblicherweise Zuschauer von Grossfeuerwerken aufhalten, können Lärm-Spitzenpegel erzeugt werden, die als gehörgefährdend einzustufen sind, da sie den Impulslärm-Grenzwert der SUVA überschreiten. Nicht vernachlässigt werden darf das Problem der **Lästigkeit** von Feuerwerkslärm. Gerade bei lärmempfindlichen Bevölkerungsgruppen kann diese Lästigkeit durchaus beträchtlich sein, denn sie kann Angstreaktionen mit entsprechenden Stressreaktionen des ganzen Organismus auslösen. Hierzu sind keine Untersuchungen bekannt.

¹ Entsprechende Statistiken für die Schweiz bestehen zwar nicht, jedoch dürften die ausländischen Ergebnisse in etwa übertragbar sein.

3. **Luftbelastung:** Beim Abbrennen von Feuerwerken entstehen aus dem Hauptbestandteil Schwarzpulver als feste Reaktionsprodukte Kaliumcarbonat, -sulfat und -sulfid neben nicht umgesetztem Schwefel. Bei den Effektsätzen fallen die Reaktionsprodukte im wesentlichen in fester Form an und bestehen aus Metalloxiden sowie in geringerem Umfang aus -chloriden. Die Belastung der Luft durch Feuerwerksreaktionsprodukte ist durch Messungen im In- und Ausland gut dokumentiert. Vor allem Feinstaub erreicht kurzzeitige Spitzenbelastungen. Datenauswertungen von Schweizer Luftmessstationen zeigen, dass sich während kurzer Zeit so hohe Gehalte von lungengängigem Feinstaub (PM10) einstellen, dass die 24h-Mittelwerte über dem in der LRV festgelegten Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen können. Dieser Wert ist gesundheitlich begründet und darf nur einmal im Jahr überschritten werden. Auch ausländische Untersuchungen - allerdings bei einem höheren Schadstoffniveau - ergeben, dass bei handicapierten Personen mit chronischen Atemwegserkrankungen Beschwerden auftreten können.
Beim Abbrennen von kupferhaltigem Feuerwerk können Dioxine entstehen. Aus Laborexperimenten, in denen das Ausmass der Dioxin-Bildung beim Abschiessen verschiedener Pyrotechnika untersucht wurde, sowie aus Messungen während der Bonfire Night in Grossbritannien, in der wie in der Schweiz Brauchtumsfeuer und Feuerwerkskörper abgebrannt werden, schliessen wir, dass Brauchtumsfeuer die weitaus wichtigere Dioxin-Quelle sind als pyrotechnische Gegenstände, insbesondere dann wenn Altholz und andere Abfälle mitverbrannt werden.
4. **Belastung anderer Umweltkompartimente sowie indirekte Effekte:** Durch Deposition gelangen emittierte Feuerwerksreaktionsprodukte in Böden, auf Erntegüter und im Falle von Feuerwerken über Wasser in stehende Gewässer. Hierzu liegen keine Messungen vor. Für die Beurteilung der Belastung müssen deshalb Depositionen der feuerwerkrelevanten Elemente durch Modellrechnungen abgeschätzt werden.
Für alle feuerwerksrelevanten Elemente wurden öko- und humantoxikologisch begründete Beurteilungswerte zusammengetragen. Die vorliegenden Abschätzungen ergeben, dass durch feuerwerksbedingte Depositionen keine problematischen Boden- und Gewässer-Gehalte erreicht werden und auch die Auswertungen hinsichtlich indirekter Effekte (Aufnahme über die Nahrungsmittelkette, Bodeningestion Kinder) ergeben keine kritischen Befunde.
5. **Abfälle:** Abgebrannte Feuerwerkskörper verursachen jährlich maximal 1000 t zusätzlichen Abfall.

Schlussfolgerungen:

Die durch Deposition von Feuerwerkselementen resultierenden **Boden- und Gewässerbelastungen** sind gemäss Modellberechnungen gering. Die angenommenen Depositionsraten sollten durch Messung mindestens von Barium als Leitmetall im Staubbiederschlag oder in Umweltproben wie Gras oder Staub von versiegelten Flächen verifiziert werden.

Da nicht bezifferbare Anteile von Feuerwerksreaktionsprodukten auch in den Hülsen als Schlacke anfallen, wird Landwirten und Eltern aus Vorsorgegründen empfohlen, sichtbare Feuerwerksrückstände auf Weiden und Spielplätzen nach dem Abschuss von Feuerwerk zu entfernen.

Die **Luftbelastung** ist vorallem bei grossen Feuerwerken nicht vernachlässigbar. Bei den Immissionen von lungengängigem Feinstaub (PM10) bewegt man sich im Bereich von Effekten für empfindliche Personen. Wenn an zwei Tagen im Jahr (z.B. 1./2. August, 31. Dez./1. Jan.) in grossem Ausmass Feuerwerke abgebrannt und dabei 24-h-Mittelwerte von mehr als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 erreicht werden, wäre der Immissionsgrenzwert der LRV allein schon aufgrund dieser Ereignisse überschritten. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass zur Zeit an NABEL-Messstationen der Grenzwert für das 24h-Mittel von PM10 an 20 bis 77 Tagen überschritten wird. Unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit und der im heutigen Ausmass stattfindenden Feuerwerkerei ist ein bundesweites Totalverbot von Feuerwerkskörpern zur Zeit nicht geplant.

Bei Grossfeuerwerken sollten die Veranstalter dem verantwortlichen Feuerwerker zur Auflage machen, dass die **Impulslärm**-Grenzwerte der SUVA eingehalten werden. Bei Feuerwerkskörpern für die breite Öffentlichkeit werden in den Zulassungsvorschriften des WFD/ZSP² Beschränkungen des Schalldruckpegels vorgeschrieben. Das Risiko gesundheitlicher Schäden ist bei korrekter Verwendung daher gering. Bei lärmempfindlichen Personen kann es aber zu Angstreaktionen kommen (Lästigkeit). Das Ausmass, in dem die Bevölkerung, aber auch Haus-, Nutz- und Wildtiere davon betroffen sind, kann derzeit nicht beurteilt werden. Im Vergleich mit anderen Störungsquellen ist die Exposition von kurzer Dauer.

Die bestehenden **Sicherheitsvorschriften** und -empfehlungen bezüglich Verkauf und Gebrauch in der Schweiz genügen, um ein akzeptables Sicherheitsniveau zu erreichen. Verbesserungsmöglichkeiten bestehen hier in einer noch stärkeren Information, um die Sensibilisierung der Verbraucher für die Unfallgefahren zu erhöhen. Als primäre Zielgruppe sollten dabei Kinder und Jugendliche angesprochen werden, die überproportional von Unfällen betroffen sind.

² Zulassungsvorschriften des Wissenschaftlichen Forschungsdienst (WFD) des Bundes und der Zentralstelle Sprengstoff und Pyrotechnik (ZSP) des Bundesamt für Polizei.