



Jenfelder Allee 80 – 22045 Hamburg

Veranstaltungsprozesse

**Technische Leitung und Umsetzung
veranstaltungstechnischer Projekte**

2.4.3.5 Spezialeffekte

Datum	Dozent	Revision
12.01.2021	Lars Remke	1.0
03.01.2022	Lars Remke	1.1
03.01.2023	Lars Remke	1.2
02.01.2024	Lars Remke	1.3
17.12.2024	Lars Remke	1.4

Inhaltsverzeichnis

1. Grundsätzliches.....	3
2. Feuergefährliche Vorgänge.....	4
3. Pyrotechnik.....	7
a. Physikalisch-chemische Grundlagen.....	7
b. Rechtliches.....	9
c. Beispiele.....	11
4. Atmosphärische Effekte.....	12
a. Nebel, Hazer, Trockeneis.....	12
b. Wind.....	12
c. Schnee.....	12
d. Regen.....	12

1 Grundsätzliches

Bei Veranstaltungen wird auf Bühnen, Szenen- und Spielflächen, wie auch im Publikumsbereich aufgrund von besonderen räumlichen Voraussetzungen (z.B. verwinkelte Seitenbühne, eingeschränkte Sicht...) und überdurchschnittlicher Publikums-dichte und Menschenansammlungen von einer größeren Gefährdung von Publikum, Künstlern und Mitarbeitern ausgegangen.

Hier gilt es, allgemeine und spezifische Maßnahmen zu treffen, um einen möglichst gefahrungsfreien Ablauf der Veranstaltung, sowohl auf und hinter der Bühne, als auch im Publikumsbereich zu gewährleisten. Diese Unfallverhütungsvorschriften sind verbindlich festgeschrieben.

Durch die Sehnsucht der Menschen nach Unterhaltung und *panem et circenses* gibt es nach wie vor eine große Nachfrage nach Sensationen, die durchaus nicht ungefährlich sein könnten. Kunst und Kultur ist ein fester Bestandteil des menschlichen Miteinanders und Lagerfeuer, Fackeln und Feuerwerk fasziniert die Menschheit schon seit Jahrtausenden. Ein generelles Verbot kann dem nicht Rechnung tragen. Andererseits gab und gibt es gerade auf und hinter Bühnen und im Theater in den letzten Jahrhunderten immer wieder schlimme Unfälle mit teilweise großen Bränden in Theatern mit sehr oft vielen Toten. Zu der erhöhten Gefährdung bei Veranstaltungen kommt durch feuergefährliche Vorgängen und Pyrotechnik ein weiteres Gefährdungspotential dazu.

Es gilt also, einen tragfähigen Kompromiss zu finden, der einerseits gefährliche Handlungen ermöglicht, aber auch das erhöhte Risiko auf ein akzeptables Maß vermindert. Die *DGUV Information 215-312* ist ein verbindlicher Leitfaden und gibt Auskunft.



Quelle: www.rentinorio.de

2 Feuergefährliche Vorgänge

Grundsätzlich gilt auf Bühnen in Deutschland:

„Rauchen, Feuer und offenes Licht, sind in bühnentechnischen, darstellerischen und produktionstechnischen Bereichen verboten“ (§29 (1) DGVV-Vorschrift 17/18).

„Aufbauten und Dekoration, mit Ausnahmen von Möbeln und Requisiten, müssen mindestens schwer entflammbar sein“ (§29 (2) DGVV-Vorschrift 17/18).

„Von den Absätzen 1 und 2 darf nur abgewichen werden, wenn dies aus szenischen Gründen unumgänglich ist und besondere Brandschutzmaßnahmen getroffen sind (§29 (3) DGVV-Vorschrift 17/18).

Aber auch:

Szenisch bedingte Ausnahmen sind gesondert zu begründen.

[...] Im Einzelfall ist für die ausnahmsweise Verwendung von offenem Feuer, brennbarer Flüssigkeiten und von Gasen für alle Aufführungen und Proben eine Genehmigung von der für die baurechtlichen Sonderbaubestimmungen zuständigen Behörde einzuholen (siehe Seite 13, DGVV 215-312).

Verbrennung:

Für eine Verbrennung müssen 3 Sachen oder Sachverhalte gleichzeitig vorhanden sein:

- Brennstoff (Holz, Stoff, brennbare Flüssigkeiten, brennbare Gase)
- Sauerstoff (Bestandteil der Luft, oder gebunden als chemische Verbindung)
- Zündtemperatur

Fehlt eine Komponente, brennt es nicht oder der Brand erlischt.

Prinzipiell geht bei feuergefährlichen Vorgängen darum, den Brand kontrolliert und übersichtlich ablaufen zu lassen und den kontrollierten Ablauf zu erhalten. Diese Maßnahmen sind also *präventiv*. Hier einige Möglichkeiten:

- mengenmäßige Begrenzung des brennbaren Materials
- Vermeidung der Brandausbreitung durch Abstand zu anderen brennbaren Materialien
- Verwendung von nicht brennbaren Materialien in unmittelbarer Umgebung oder
- Flammenhemmendes Imprägnieren von brennbaren Materialien in unmittelbarer Umgebung

Anmerkung: Eine Wegnahme von Sauerstoff aus szenischen Gründen ist in der Regel nicht möglich (Atemluft).

Alle diese Maßnahmen sind laut Unfallverhütungsvorschriften gleichzeitig *technische Maßnahmen* zur Vermeidung eines Brandes.

Kommt es trotzdem zu einem Brand, wird oder werden bei der Brandbekämpfung ein oder mehrere Komponenten entfernt oder beeinflusst:

Brandbekämpfung mit

- Wasser: Kühlung, Herabsetzung der Zünd- oder Brenntemperatur
- CO₂-Löcher: Verdrängung des Sauerstoffes (nur bei Elektrobränden)
- Brandschneisen: Entfernen des Brennstoffes

Unfallverhütung:

Zu der konkreten Gefährdung durch Feuer und die dadurch resultierende Verletzungsgefahr, kann es zu unvorhergesehenen Reaktionen der Menschenmenge bei Brandausbruch kommen (z.B. Panik). Feuer ist in der menschlichen Kultur fest eingebettet und durch dieses Selbstverständnis wird die Gefährdung bewusst oder unbewusst gerne ausgeblendet. Eine Verbrennung entzieht der Luft außerdem Sauerstoff, der in Kohlendioxid, oder bei unvollständiger Verbrennung in Kohlenmonoxid (beides gesundheitsgefährdend und / oder u.U. tödlich) umgewandelt wird. Desweiteren können zusätzliche Einflüsse (Luftzug, Wind,...) feuergefährliche Handlungen beeinflussen.

Daher gilt grundsätzlich: Die allgemein geltenden UVVen (z.B. DGUV Vorschrift 1, & Vorschrift 17) gelten selbstverständlich, und es müssen zusätzliche Maßnahmen und Vorschriften angewendet und befolgt werden.

Für jede Handlung ist eine spezifische Gefährdungsanalyse unerlässlich.

Beispiele für eine feuergefährliche Handlung auf der Bühne:

- Szenische Benutzung von Kerze, Feuerzeug, Fackeln
- Feuerspucken, Fackeljonglage
- Inszenierte Explosion / Stichflamme (Lycopodium)
- Auto mit Verbrennungsmotor

Beispiele für eine feuergefährliche Handlung im Publikum:

- Feuerzeuge, Wunderkerzen („Ballade“)
- Gala-Dinner: Torte mit Funkenfontänen (Traumsterne)

Die *technischen, organisatorischen und persönlichen Arbeitsschutzmaßnahmen* „T-O-P“ bei feuergefährlichen Handlungen, z.B.:

Technische Maßnahmen (präventiv) zur Vermeidung eines Brandes:

- Wasserglas mit Schwimmkerze
- Feuerfeste Umgebung
- Flammenhemmende Umgebung (DIN 4102 B1)
- Sicherheitsfackel (Anm.: Sicherheitsfackel macht bei Feuerjongleuren wenig Sinn...)
- Benutzung von geprüften und / oder zertifizierten Materialien und Geräten (z.B. Flammenwerfer)

Technische Maßnahmen zur Eindämmung und Löschung eines schon ausgebrochenen Brandes oder einer unkontrollierten Ausbreitung eines Brandes:

- Brandabschnitte (Brandschutztüren, „Eiserner Vorhang“)
- Feuerlöscher, Sprinkleranlage

Organisatorische Maßnahmen:

- Befolgen von Regieanweisungen
- Ausreichende Erprobung
- Kommunikation, Transparenz (zur Vermeidung von z.B. Panikausbrüchen)
- Genehmigungen
- Anwesenheit von Brandsicherheitswache

Persönliche Schutzmaßnahmen:

- Schutzkleidung (z.B. Feuerstunts)

3 Pyrotechnik

a Physikalisch-chemische Grundlagen:

Chemisch gesehen ist das Verwenden von Pyrotechnik auch eine Oxidation. Der entscheidende Unterschied ist die weitaus geringere Zeit der Oxidation bei u.U. gleichzeitig drastischer Ausdehnung (Volumenzunahme).

Es gibt 4 unterschiedlich schnelle Oxidationen:

- Sehr langsame Oxidation, z.B. rosten, Elektrolyse
- Langsame Oxidation, z.B. Verbrennung
- Rasche Oxidation: Deflagration („Verpuffung“)
- Schnelle bis sehr schnelle Oxidation bei gleichzeitig großer Volumenzunahme und Energiefreisetzung (exotherme Reaktion): Detonation (Explosion)

Die chemische Reaktionsgeschwindigkeit einer Verbrennung oder Verpuffung ist nicht allein abhängig von den verwendeten chemischen Substanzen, sondern auch von der Verdämmung. Verdämmung ist der Einschluss des z.B. pyrotechnischen Satzes in einem Rohr oder einer Papphülle oder das Eingraben in der Erde. Dies kann dazu führen, daß eine Deflagration beschleunigt wird und zur Detonation führt: Schwarzpulver aufgeschüttet auf Betonboden brennt beim Anzünden schnell ab (Verpuffung), bei Verdämmung in mehreren Lagen Pappe explodiert dieses (China-Böllern D). Eine große Gefährdung ist das unbeabsichtigte Verdämmen von pyrotechnischen Sätzen durch z.B. versehentliches Verdecken durch Requisiten, was zu Unfällen führen kann.

Das Abschießen von Kanonenkugeln mittels Schwarzpulver, oder das Vorderladerschießen wird ebenso durch Verdämmung erreicht.

Unterschiede und Gemeinsamkeiten von pyrotechnischen Sätzen und Sprengstoffen:

- Pyrotechnik soll mit kleinen Mengen große Effekte erzielen
- Sprengstoffe werden in der Industrie und im Militärwesen eingesetzt und **sollen** eine große Wirkung entfalten
- Beide Gruppen haben große chemische Gemeinsamkeiten

Genau wie bei der Verbrennung braucht es 3 Voraussetzungen:

- Brennstoff z.B. Kohlenstoff, Schwefel, Eisen- und Aluminiumpulver
- Sauerstofflieferant (z.B. Nitrate, Chlorate, Perchlorate)
- Initialzündung (Schwarzpulver, Azide)

Anmerkung: Sprengstoffe sind oft gleichzeitig Brennstoff und Sauerstofflieferant („Nitroglyzerin“, eigentlich Glyzerintrinitrat, Trinitrotoluol „TNT“), Schwarzpulver ist ein Gemisch aus Brennstoff (Kohlenstoff, Schwefel) und Sauerstofflieferant (Salpeter).

b Rechtliches

Der Umgang, der Verkehr mit, sowie die Einfuhr und die Durchfuhr von explosionsgefährlichen Stoffen und Sprengzubehör in Deutschland wird im Sprengstoffgesetz (**SprengG**) und in der Ersten Sprengverordnung zum Sprengstoffgesetz (**1. SprengV**) geregelt. Es ist eines der striktesten Gesetze der Welt und ist in der deutschen Historie begründet (anarchistische Anschläge um 1910, 2. Weltkrieg, deutscher Herbst 1977,...). Der Grundsatz ist, den Umgang mit explosionsfähigen Stoffen denjenigen zu erschweren oder unmöglich zu machen, die nicht die erforderliche Fachkenntnis und Zuverlässigkeit besitzen.

Ein Verzeichnis von explosionsfähigen Stoffen ist in der **Anlage II des SprengG** hinterlegt.

Auf Bühnen in Deutschland gilt:

„Pyrotechnische Gegenstände und Sätze der Klassen I, II, III sowie T1 und T2 müssen geprüft und zugelassen sein. Bei Verwendung pyrotechnischer Gegenstände und Sätze zum Erzeugen von Effekten hat der Unternehmer dafür zu sorgen, dass die sprengstoffrechtlichen Vorschriften eingehalten werden“ (**§28 (3) DGUV-Vorschrift 17/18**).

Pyrotechnische Klassen:

Pyrotechnische Gegenstände und Sätze werden von der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in mehrere Klassen nach Grad der Verwendung und Gefährlichkeit eingeteilt. Feuerwerkskörper ohne BAM-Nummer werden automatisch der höchsten Gruppe (F4) zugeordnet.

Feuerwerkskörper	
F1	„Kinderfeuerwerk“
F2	„Silvesterfeuerwerk“
F3	Outdoor-Feuerwerk, klein
F4	Großfeuerwerk

Bühnenpyrotechnik	
T1	verwendbar ohne Fachkunde
T2	verwendbar nur mit Fachkunde

Pyrotechnische Sätze	
S1	verwendbar ohne Fachkunde
S2	verwendbar nur mit Fachkunde

Je nach Gefährlichkeit dürfen bestimmte Klassen nur von Personen mit Fachkunde erworben, verwendet und transportiert werden.

Die Klassen F3, F4, T2 und S2 dürfen nur von Personen mit Fachkunde eingesetzt werden. Die Klassen F3 und F4 sind anzeigepflichtig, und die Klassen T2 und S2 sind genehmigungspflichtig.

Die Klassen T1 und S1 bedürfen keiner Erlaubnis sind aber genehmigungspflichtig (Anzeige bei z.B. Amt f. Arbeitsschutz oder Gewerbeaufsichtsamt).

Die Klasse F2 darf von Personen ab 18 Jahren nur an Sylvester abgebrannt werden.

Die Klasse F1 darf das ganze Jahre über von Personen ab 12 Jahren abgebrannt werden.

Fachkunde:

Die Fachkunde kann durch Teilnahme an einem Lehrgang und durch Bestehen einer Prüfung nachgewiesen werden („Bühnenpyroschein“).

Angestellte einer Feuerwerksfirma besitzen in der Regel den Befähigungsschein nach §§ 20, SprengG, Firmeninhaber benötigen die Erlaubnis nach §§ 7, SprengG mit Fachkunde zum gewerblichen Erwerben und Abbrennen. Befähigungsscheininhaber nach §§ 20 dürfen nicht selbstständig einkaufen und erwerben. Die Erlaubnis kann auch ohne Fachkunde beantragt und ausgestellt werden (z.B. für Handel), der Erlaubnisscheininhaber darf jedoch nur mit Fachkunde Pyrotechnik abbrennen. Besitzt er diese nicht, darf im Umkehrschluss nur ein Angestellter mit Fachkunde nach §§ 20 seiner Firma dieses tun. Nach 5 Jahren muss man die Fachkunde durch Belegen eines Wiederholungskurses erneuern.

Für den nichtgewerblichen Bereich greifen die §§ 27-29 (Vorderladerschiessen, Herstellen von Munition beim Sportschiessen).

Persönlicher Arbeitsschutz

Zur üblichen PSA (Hand-, Gesichtsschutz) darf nur Kleidung aus Baumwolle getragen werden, um Funkenbildung wegen statischer Aufladung von Synthetikkleidung zu vermeiden.

c Beispiele:

Für Pyrotechnik mit BAM-Nummer existieren in der Regel Angaben für den vertikalen und horizontalen Sicherheitsabstand. Der Sicherheitsabstand kann fallweise nach ausreichender Erprobung verringert werden.

Eisfontänen:

Eisfontänen gehören überwiegend der Klasse F1 an und werden in der Gastronomie gerne als Dekoration und Effekt bei Gala-Diners in großer Anzahl verwendet.



Quelle: www.pyrotechnik.net

Die Hauptgefährdung liegt in der Verwendung in großer Anzahl durch Personen ohne Fachkunde (z.B. Kellner). Die Gefahr wird gerne unterschätzt.

Bühnenwasserfall:

Gold-Effekte können brennend abtropfen:



Quelle: www.feuershow.de

4 Atmosphärische Effekte:

Unter dem Begriff „Atmosphärische Effekte“ fasst man die Effekte zusammen, die Naturereignisse nachbilden. Da zur Simulation von Naturereignissen häufig Technologien eingesetzt werden, deren Gefährdungen nicht immer direkt erkennbar sind, sind auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung angemessene Schutzmaßnahmen festzulegen.

a Nebel, Hazer, Trockeneis:

- Alle drei Effekte haben gemein, dass durch verminderte Sicht eine erhöhte Unfallgefahr durch Stolpern, etc. herrschen kann. Sie unterscheiden sich durch die Art der Erzeugung:
- durch Erhitzen oder Verdampfen: Nebel
- durch Kälte: Bodennebel (Trockeneis)
- durch Zerstäubung: Dunst / Hazer

b Wind:

Windmaschinen haben ein Gefährdungspotential wie andere elektrische Geräte. Die Standsicherheit beim Einschalten von leistungsstarken Geräten ist zu überprüfen, ebenso die Möglichkeit von herumfliegenden Teilen (Wind).

c Schnee:

Trockenschnee:

- Ist meist normal entflammbar, Brandschutzmaßnahmen

Schaumschnee:

- Flüssiger Film auf der Bühne, Rutschgefahr

d Regen:

Regen aus Wasser:

- Abstand zu elektrischen Geräten

Regen aus Granulat:

- Bei großer Fallhöhe Verletzung der Augen beim Nach-oben-gucken möglich

Quellen:

DGUV Information 215-312