

# **Gefahrenanalyse und Gefahrenvermeidung**

Stand: 31. Januar 2023

# Aufführung von Konrad Stöckel

Die oberste Priorität ist die Vermeidung von Unfällen und Gefahren für das Publikum, den Darsteller und der Schutz der Räumlichkeiten. Die Experimente sind alle lange erprobt und die Sicherheitsmaßnahmen werden eingehalten.

## Experiment: Kerzen löschen mit Schall und Kohlenstoffdioxid

### Ablauf

#### *Löschen der Kerze mit Schall:*

Der Darsteller versichert sich der Umgebung.

Er zündet eine Kerze an und löscht diese mit einer Schallkanone bzw. Vortexkanone. Aus dieser Kanone tritt ein Luftwirbel aus, der die Kerze, die sicher auf dem Experimentiertisch steht, löscht.

#### *Löschen der Kerze mit Kohlenstoffdioxid:*

Der Darsteller versichert sich der Umgebung.

Er entzündet 3 Teelichter (Kerzen) und löscht diese mit Kohlenstoffdioxid, welches er aus Multivitamin-Tabletten gewonnen hat.

### Transport und Lagerung

- Kerze: Handelsübliche Verpackung
- Kohlenstoffdioxid: Multivitamin-Tabletten in handelsübliche Verpackung

## Experiment: Wusch-Flasche

### Ablauf

Der Darsteller versichert sich der Umgebung.

In eine leere Wasserspenderflasche werden 20 bis 30 Milliliter Brennspiritus gefüllt. Die Flasche wird geschüttelt um den Brennspiritus auf die Innenwände zu verteilen. Dabei geht ein Teil des Brennspiritus in die Luft über. Die Flasche wird auf einen Tisch gestellt und das Gas wird mit einem Feuerzeug entzündet. Es ist ein "Wusch"-Ton von unter 70 Dezibel zu vernehmen, sowie eine kleine kurze Stichflamme, die aus der Flasche nach oben austritt, zu sehen.

Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

## Transport und Lagerung

- Brennspritus: Handelsübliche Verpackung

## Referenz

[https://www.tiktok.com/@konrad\\_stoeckel/video/7089503416086580486](https://www.tiktok.com/@konrad_stoeckel/video/7089503416086580486)

## Anlage

Sicherheitsdatenblatt

# **Experiment: Feuertornado**

## Ablauf

Der Darsteller versichert sich der Umgebung.

In einen Topf werden 40 Milliliter Wundbenzin gefüllt und entzündet. Der Topf wird auf einer eigens für das Experiment angefertigten Plattform gedreht. Die Luft, die für die Verbrennung an das Feuer heranströmt, wird durch ein kreisrundes Metallgitter verwirbelt und somit entsteht ein Feuertornado von ca. 2 Metern Höhe.

Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

## Transport und Lagerung

- Wundbenzin: Handelsübliche Verpackung

## Referenz

[https://www.tiktok.com/@konrad\\_stoeckel/video/7076159007739759877](https://www.tiktok.com/@konrad_stoeckel/video/7076159007739759877)

## Anlage

Sicherheitsdatenblatt

# **Experiment: Staubexplosion**

## Ablauf

Der Darsteller versichert sich der Umgebung.

An einem schweren Stativ, welches auf dem Experimentiertisch steht, befindet sich ein Trichter. An dessen Auslaufschaft ist ein Schlauch angebracht. Der Darsteller füllt den Trichter mit Bärlappsporen (Lycopodium). Vor den Trichter wird eine entzündete Kerze

gestellt. Der Darsteller tritt mit einem Abstand von 150cm hinter den Tisch und bläst in den Schlauch. Der Blütenstaub wird beschleunigt und entzündet sich sobald er aus dem Trichter in die Luft geblasen wird, da jedes einzelne Staubkorn mit genug Luft und somit auch Sauerstoff umschlossen ist. Ohne die Verwirbelung ist der Staub nicht brennbar.

Es entsteht ein Feuerball.

Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

## Transport und Lagerung

- Kerze: Handelsübliche Verpackung
- Bärlappsporen: Handelsübliche Verpackung und dickwandiges Einweckglas

## Mögliche Gefahren und deren Vermeidung

für das Publikum

### **Mögliche Gefahren**

Verletzungsgefahr durch Feuer

### **Vermeidungsstrategien**

Es muss gewährleistet werden, dass das Publikum direkt vor dem Experiment einen Mindestabstand von 3 Metern hat. Der Mindestabstand rechts und links des Experimentes muss mindestens 2 Meter betragen

für den Darsteller

### **Mögliche Gefahren**

Verletzungen der Augen durch  
Flammenrückschlag

Verletzungen der Darsteller durch Feuer

### **Vermeidungsstrategien**

Der Darsteller trägt eine Schutzbrille (EN  
Norm 166)

Der Darsteller hat einen Sicherheitsabstand von mindestens 150cm zum Experiment. Der Darsteller befindet sich in einer Hockstellung oder auf den Knien und trägt einen schwerentflammaren Kittel aus Baumwolle.

für die Gegenstände

### **Mögliche Gefahren**

Beschädigung der Bühne

### **Vermeidungsstrategie**

Die Beschädigung ist sehr unwahrscheinlich, da der Blütenstaub direkt verbrannt wird und sich nicht dem Boden nähert. Außerdem ist die Verbrennung sehr kurz, ca. 1 Sekunde. Ein CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher ist in einer Entfernung von 2 Metern platziert.

## Material

*Bärlappsporen* sind die Sporen mehrerer Bärlapp-Arten, besonders *Lycopodium clavatum*. Andere Bezeichnungen sind Hexenmehl, Schlangenmoos, Waldstaub, Bärlappsamen, Alpenmehl, Erdschwefel, Blitzpulver, Hexenkraut, Drudenkraut, Teufelsklaue.

### *Pyrotechnik*

Bärlappsporen wurden bereits seit dem Mittelalter zum Erzeugen pyrotechnischer Effekte benutzt. Außerdem enthalten sie neben etwa 50 % Öl auch wertvolle Proteine. Deshalb werden sie in einigen Ländern sogar gegessen. Heute findet das Pulver vor allem bei Feuerspuckern und zur Erzeugung von Explosions- und Feuereffekten im Show- und Filmbereich Verwendung.

Einen Effekt erreicht man dabei nur, indem man das Pulver zunächst fein zerstäubt und dann entzündet (sog. Staubexplosion). Auf althergebrachte Weise verwendet man hier einen Blasebalg oder ein Blasrohr zur Verwirbelung der Staubpartikel in der Luft. Außerdem werden Bärlappsporen (bei Show-, besonders bei Konzerteffekten) häufig auch durch eine Treibladung (meistens immer noch Schwarzpulver) durch ein Rohr (Mörser, auch bei anderen Pyrotechnischen Effekten) geschleudert und entzündet. So entstehen bis zu 10 m hohe Stichflammen.

Im Mittelalter waren Bärlappsporen fester Bestandteil magischer Rituale und Zauberei. Schon damals wusste man um die helle Stichflamme, die entsteht, wenn man Lycopodium in eine Feuerquelle wirft.

In ländlichen Gegenden wurden mittels Zündung von Bärlappkraut durch die entstehende Staubexplosion Essen und Schornsteine vom Ruß befreit. Der ungünstige Nebeneffekt war mitunter, dass bei Überdosierung auch der Schornstein beschädigt werden konnte. Unter Umständen brannte dadurch nicht nur der Ruß, sondern auch das Haus ab.

Die Temperatur der Flamme, die bei der Verbrennung der Sporen entsteht, kann als verhältnismäßig niedrig eingestuft werden.

Das Lycopodiumpulver, welches aus den Sporenkapseln des Bärlapps gewonnen wird, ist leicht gelblich, geruch- und geschmacklos. Es hat die, vor allem bei der Verwendung zum Feuerspucken, positive Eigenschaft, Feuchtigkeit äußerst schlecht zu resorbieren. Dabei ist es gesundheitlich weitgehend unbedenklich. Asthmatikern und Allergiekranken wird vom Einatmen dennoch abgeraten.

### Referenz

[https://www.tiktok.com/@konrad\\_stoeckel/video/7179275354794757382](https://www.tiktok.com/@konrad_stoeckel/video/7179275354794757382)

## **Experiment: Wasserstoffballons**

### Ablauf

Die Darsteller versichern sich der Umgebung und tragen Schutzbrillen (EN Norm 166). Ein Darsteller (Konrad Stöckel) entzündet in der Hockstellung eine Pyroschnur, die 50cm von einem Stahlseil herunter hängt, welches auf ca. 5 Metern Länge über die Bühne gespannt wird. Das Stahlseil verläuft von ca. 80cm über dem Boden bis auf eine Höhe von ca. 250cm. An dem Stahlseil befinden sich zwischen 10 bis 20 Luftballons, die mit Wasserstoff gefüllt sind. Die Ballons haben einen Durchmesser von ca. 30cm. Wird die Pyroschnur entzündet, entzündet sich der erste Luftballon, der wiederum den zweiten entzündet, bis hin zum letzten Luftballon.

Vor dem Entzünden der Pyroschnur versichern sich die Darsteller erneut der Umgebung. Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

## Transport und Lagerung

- Wasserstoff: Gasflasche / Stahlflasche der Norm DIN EN ISO 14175 und 1090-2
- Pyroschnur: Handelsübliche Verpackung

## Mögliche Gefahren und deren Vermeidung

für das Publikum

### **Mögliche Gefahren**

Verletzungsgefahr durch Feuer

### **Vermeidungsstrategien**

Es muss gewährleistet werden, dass das Publikum direkt vor dem Experiment einen Mindestabstand von 3 Metern hat. Ein Mindestabstand rechts und links des Experimentes muss mindestens 2 Meter betragen

für die Darsteller

### **Mögliche Gefahren**

Verletzungen der Augen durch  
Flammenrückschlag

Verletzungen der Darsteller durch Feuer

### **Vermeidungsstrategien**

Darsteller tragen eine Schutzbrille (EN Norm 166)

Der Darsteller hat einen Sicherheitsabstand von 150cm zum ersten Luftballon einzuhalten. Er befindet sich in einer Hockstellung oder auf den Knien und trägt einen schwerentflammbaren Kittel aus Baumwolle.

für die Gegenstände

### **Mögliche Gefahren**

Beschädigung der Bühne durch herabfallende  
kleine brennende Luftballonfetzen oder  
Gewebeklebeband

### **Vermeidungsstrategie**

Die Beschädigung ist sehr unwahrscheinlich, da in über 40 Vorführungen erst zwei Mal jeweils zwei kleine Stückchen zu Boden gefallen sind. Keines dieser Stückchen befand sich mehr als 50cm parallel zum Stahlseil entfernt (die Sicherheitszone beträgt somit das sechsfache).  
Ein CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher ist in einer Entfernung von 2 Metern platziert.

## Sicherstellung des kompletten kontrollierten Abbrennens

Die Luftballons werden zusätzlich entlang des Stahlseils mit ca. 7 Metern Pyroschnur verbunden. Dieses gewährleistet zusätzlich die Kettenreaktion und das kontrollierte Abbrennen.

## Material

Pyrowatte bzw. Pyroschnur sind leicht entzündliche Nitrocelluloseprodukte für Pyroeffekte und Zaubertricks. Die Pyrowatte verbrennt fast rückstandslos und sehr schnell, so dass sie in der Kürze Ihrer Flammzeit bei geringer Dosierung kaum etwas anderes als leicht entzündliche Produkte entzünden kann. Bei einem Sicherheitsabstand von 3 Metern sollte ein Kontakt mit leicht entflammenden Produkten ausgeschlossen sein.

Wasserstoff ist ein chemisches Element, leichter als Luft und strebt somit aufwärts, anders als z.B. Butan oder Methan. Wasserstoff ist entflammbar. In jeden Ballon passen mit einem Durchmesser von 30cm ca. 14 Liter (wie drei Mal Luftholen und Reinblasen) Wasserstoff. Bei 20 Ballons handelt es sich somit um 280 Liter Gas.

*Zur Präparierung des Experimentes:* Die Luftballons müssen mit Gewebeklebeband am Stahlseil befestigt werden. Dabei wird der Knoten des Luftballons von oben an das Stahlseil gehalten und ein ca. 5 cm langes Stück Gewebeklebeband wird von unten um das Stahlseil gewickelt, so dass der Knoten fixiert wird. Zusätzlich verhindert diese Methode das Verrutschen der Ballons.

## **Experiment: Stickstoff-Verpuffung**

### Material

*Flüssiger Stickstoff:* Verbraucht werden etwa 3 bis 4 Liter pro Aufführung.

Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

*Kohlenstoffdioxid:* Verbraucht werden ca. 0,5 Liter pro Aufführung.

Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

### Transport und Lagerung

- Stickstoff flüssig: Dewargefäß
- Kohlenstoffdioxid: CO<sub>2</sub>-Löscher Stahlflasche geprüft

### Referenz

[https://www.tiktok.com/@konrad\\_stoeckel/video/7108383111641058566](https://www.tiktok.com/@konrad_stoeckel/video/7108383111641058566)

### Anlage

Sicherheitsdatenblatt