

## Was geschieht beim Feuerwerk? – Ein Lernzirkel

Ein Beitrag von Rolf Goldstein, Gießen

Von Feuerwerk geht bei Schülern eine unglaubliche Faszination aus. Wenn es knallt, pfeift und der nächtliche Himmel in unterschiedlichste Farben getaucht ist, werden die Augen groß und das Phänomen steht ganz klar im Vordergrund. Doch wo kommt eigentlich das Feuerwerk her und wie funktioniert es genau? Welche naturwissenschaftlichen Prinzipien sorgen dafür, dass Blitze, Goldregen und Knalleffekte entstehen? Woher weiß man, was sicheres Feuerwerk ist? Und was ist bei der Handhabung von Feuerwerk zu beachten?

Mit dieser Unterrichtseinheit sollen Ihre Schüler die chemischen und physikalischen Hintergründe erforschen und am Ende der Einheit in einem Test ihr fachbezogenes Wissen anwenden. Dabei sollen auch wichtige Regeln im Umgang mit Feuerwerk thematisiert werden.



© Thinkstock/Hemera

Einmal im Jahr verzieren Raketten den Himmel mit ihren Glitzer- und Farbeffekten

Mit Anleitung zum Bau einer Streichholzrakete

### Das Wichtigste auf einen Blick

**Klassen:** 8/9

**Dauer:** 10 Stunden

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- beurteilen das Fehlverhalten von Personen bezüglich Feuerwerkskörpern anhand diverser Zeitungsberichte.
- üben anhand einfacher Redoxreaktionen zur Sauerstoffübertragung das Donator-Akzeptor-Prinzip.
- führen Experimente zur Flammenfärbung durch.

**Aus dem Inhalt:**


- Wie kommen die Glitzer- und Farbeffekte in Feuerwerk zustande?
- Wie gehe ich sicher mit Feuerwerk um?
- Wer hat das Feuerwerk erfunden?
- Wie ist ein Tischfeuerwerk aufgebaut?
- Was ist der Unterschied zwischen Kugelnbomben und Silvesterraketen?

**Beteiligte Fächer:** Chemie ■ Physik ■

Anteil

hoch  
mittel  
gering

## Die Reihe im Überblick










- ⌚ V = Vorbereitungszeit      SV = Schülerversuch      Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt  
 ⌚ D = Durchführungszeit      Fo = Folie      LEK = Lernerfolgskontrolle  
 LV = Lehrerversuch      LK = Lösungskarte      GBU = Gefährdungsbeurteilung  
 # Die **Gefährdungsbeurteilungen** finden Sie auf der  **CD 19**.

## Modul 1: Einstieg und Sicherheit

### Stunde 1: Einstieg in das Thema

Material	Thema und Materialbedarf
M 1a (Ab)	Tischvorlage zum Thema „Feuerwerk“ <input type="checkbox"/> DIN-A2-Papierbögen
M 1b (Fo)	Faszination Feuerwerk











### Stunden 2/3: Feuerwerk und Sicherheit

Material	Thema und Materialbedarf
M 2 (LV, GBU#) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 5 min	<b>Demonstration von Blitzlichtpulver</b> <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage <input type="checkbox"/> Abzug <input type="checkbox"/> Dreifuß mit Drahtnetz <input type="checkbox"/> Teefilter <input type="checkbox"/> Waage <input type="checkbox"/> Reibschale mit Stößel <input type="checkbox"/> Feuerzeug <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Handschuhe <input type="checkbox"/> Wunderkerze <input type="checkbox"/> Kaliumpermanganat     <input type="checkbox"/> Magnesium, gepulvert  <input type="checkbox"/> Natriumsulfit    <input type="checkbox"/> verd. Schwefelsäure 
M 3a (Ab)	Fehlverhalten bei Feuerwerkskörpern
M 3b (Ab)	Der Feuerwerk-Check

## Modul 2: Geschichte, Aufbau und Funktion

### Stunden 4–8: Lernzirkel

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (Ab)	Feuerwerker-Laufzettel
M 5 (Ab)	Station 1: Die Geschichte des Feuerwerks
M 6 (Ab)	Station 2: Wie ist ein Feuerwerkskörper aufgebaut?

<b>M 7 (SV)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	<b>Station 3: Wie wird Feuerwerk hergestellt?</b> <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> Einmachglas mit passendem Deckel <input type="checkbox"/> kleines Becherglas <input type="checkbox"/> Teelöffel (TL) <input type="checkbox"/> Tropfpipette <input type="checkbox"/> Reiskörner <input type="checkbox"/> Zimtpulver <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Papiertücher
<b>M 8 (Ab)</b>	<b>Station 4: Wie ist eine Feuerwerksfabrik aufgebaut?</b>
<b>M 9 (SV, GBU#)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	<b>Station 5: Wie kommen die Glitzereffekte zustande?</b> <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage <input type="checkbox"/> Gasbrenner <input type="checkbox"/> Stativ <input type="checkbox"/> Stativklemme <input type="checkbox"/> Doppelkreuzmuffe <input type="checkbox"/> Reagenzglasständer <input type="checkbox"/> 3 Reagenzgläser <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Titanpulver  <input type="checkbox"/> Eisenpulver  <input type="checkbox"/> Ferroaluminiumpulver 
<b>M 10 (SV)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	<b>Station 6: Warum ist Verdämmung von Feuerwerkskörpern so gefährlich?</b> <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> Aufbewahrungsbox mit passendem Deckel <input type="checkbox"/> Reibschale mit Stößel <input type="checkbox"/> Filmdose mit passendem Deckel <input type="checkbox"/> 2 Brausetabletten <input type="checkbox"/> Spritflasche mit Wasser <input type="checkbox"/> Trichter <input type="checkbox"/> Luftballon
<b>M 11 (SV, GBU#)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	<b>Station 7: Wie kommen die Farben zustande?</b> <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage <input type="checkbox"/> Gasbrenner <input type="checkbox"/> Stativ <input type="checkbox"/> Stativklemme <input type="checkbox"/> Doppelkreuzmuffe <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Becherglas <input type="checkbox"/> 4 Uhrgläser <input type="checkbox"/> 4 Magnesiastäbchen <input type="checkbox"/> verd. Salzsäure (ca. 7%)  <input type="checkbox"/> Kupfer(I)-chlorid    <input type="checkbox"/> Natriumchlorid <input type="checkbox"/> Bariumchlorid  <input type="checkbox"/> Strontiumchlorid Hexahydrat  
<b>M 12 (SV, GBU#)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	<b>Station 8: Wie ist ein Tischfeuerwerk aufgebaut?</b> <input type="checkbox"/> Tischbombe <input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> Stabfeuerzeug
<b>M 13 (LK)</b>	<b>Lösungen zu den Stationen 1 bis 8</b>
<b>M 14 (LEK)</b>	<b>Kennst du dich mit Feuerwerk aus?</b>

## Modul 3: Raketenbau

### Stunden 9–10: Bau einer Streichholzrakete

Material	Thema und Materialbedarf						
<b>M 15 (SV)</b> ⌚ V: 10 min ⌚ D: 20 min	<b>Bau einer Streichholzrakete</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input type="checkbox"/> Streichholz</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input type="checkbox"/> Schere</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Alufolie</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Stabfeuerzeug</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Schutzbrille</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Holzspieß</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Streichholz	<input type="checkbox"/> Schere	<input type="checkbox"/> Alufolie	<input type="checkbox"/> Stabfeuerzeug	<input type="checkbox"/> Schutzbrille	<input type="checkbox"/> Holzspieß
<input type="checkbox"/> Streichholz	<input type="checkbox"/> Schere						
<input type="checkbox"/> Alufolie	<input type="checkbox"/> Stabfeuerzeug						
<input type="checkbox"/> Schutzbrille	<input type="checkbox"/> Holzspieß						

### Mein Lexikon – alle Fachbegriffe von A bis Z

### Minimalplan

Das Modul 1 sollte allein wegen des Aspekts der Sicherheitserziehung nicht gekürzt werden. Den Lernzirkel können Sie auf das Material M 6 und M 9–M 11 kürzen. Die anderen Inhalte lassen sich z. B. anhand des Filmes „Der zündende Funke“ von Terra X (siehe Medientipps auf Seite 8) kurz behandeln und im Unterrichtsgespräch thematisieren.

Bei enormem Zeitmangel können Sie Modul 3 weglassen und z. B. dann durchführen, wenn am Ende des Schuljahres noch Zeit ist.

VORANSICHT

## Faszination Feuerwerk

M 1b



© Thinkstock/Stock

### Finger weg von illegalem Feuerwerk! Worauf Sie achten müssen



Firmenname **0589-F2-0187**

**CHINA-BÖLLER D** **BAM-F2-0187**

**KAT. 2**

Abgabe an Personen unter 18 Jahren  
verboten! Nur im Freien verwenden.  
Sicherheitshinweise: siehe Faltschachtel!

Firmenanschrift **NEM: 2,4g**



Registriernummer

Identifikationsnummer (freiwillig)

Feuerwerkskörper Kategorie 2

deutsche Gebrauchsanleitung

Nettoexplosivstoffmasse (NEM)

Knallkörper: max. 6g

Batterien max. 500g

CE-Kennzeichnung mit  
vierstelliger Zahl,  
z. B. 0589 (für BAM)

oder altes Zulassungszeichen:  
BAM-P II-0001 (gültig bis 2017)



© Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

## M 3b

## Der Feuerwerk-Check

Kaufe nur Feuerwerkskörper mit einer aufgedruckten Prüfnummer der Bundesanstalt für Materialforschung (Abkürzung: BAM) und CE-Zeichen, denn nur die sind in Deutschland zugelassen.



Nach dem Kauf solltest du Feuerwerk niemals in der Hosentasche oder in anderen Kleidungsstücken aufbewahren, die am Körper getragen werden, und bevor du es zündest, musst du die Gebrauchsanweisung genau durchlesen und befolgen. Feuerwerk, was nicht richtig gezündet hat, sogenannte „Blindgänger“, darfst du nicht erneut anzünden. Lasse sie liegen und übergieße den Blindgänger nach etwa fünf Minuten mit Wasser.

Gerade an Silvester solltest du dir überlegen, einen Gehörschutz zu verwenden. Explodierende Knallkörper erreichen im näheren Umkreis einen sehr großen Lärmpegel. Hörstürze und Gehörschäden können die Folge sein.

Böller, Raketen und viele andere Feuerwerksartikel gehören zur Gruppe der Kleinf Feuerwerke (gekennzeichnet mit Kat. 2, F2 oder PII). Sie dürfen nicht an dich verkauft werden, wenn du unter 18 Jahren bist, und verwenden darfst du sie auch nicht. In deinem Alter darfst du Kleinst- oder auch Jugendfeuerwerk der Kategorie 1 (gekennzeichnet mit Kat. 1, F1 oder PI) kaufen und zünden. Dazu gehören z. B. Tischfeuerwerk oder Wunderkerzen. Dennoch solltest du Feuerwerkskörper der Kategorie 1 nicht ohne Aufsicht eines Erwachsenen abbrennen lassen.

Erwachsene ab 18 Jahren sollten bei Raketen darauf achten, dass sie aus einer standsicheren Flasche oder einem Rohr senkrecht starten. Ideal ist ein Getränkekasten mit leeren Flaschen. Sie sollten niemals aus der Hand gestartet oder auf Menschen gezielt werden. Außerdem ist zu beachten, dass sich in der Nähe keine leicht brennbaren Gegenstände befinden (z. B. Reedächer, Holz...).

Wenn Knallkörper, wie Knallfrösche oder Kanonenschläge, gezündet werden, entwickeln diese teilweise eine enorme Sprengkraft. Deswegen sollten sie immer auf den Boden gelegt werden, und man sollte sich nach dem Anzünden rasch entfernen.

Kommt es trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zu Verletzungen oder einem Brand, bewahre Ruhe und rufe den Rettungsdienst und/oder Feuerwehr über die Nummer 112.



Versuchsaufbau zur Demonstration der Auswirkungen der Auswirkungen von Knallkörpern, die in einer Hand zünden

© Thinkstock/iStock

© Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

## Aufgaben

- Lies dir den Informationstext oben durch.
- Nutze die folgende Checkliste, um die Zeitungsartikel aus Material M 3a zu bewerten. Wenn nur eine Frage mit „nein“ beantwortet wird, ist von einer Gefahr auszugehen.

- |  |                             |                               |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Prüfnummer der Bundesanstalt für Materialforschung vorhanden?<br><i>Beispiel: 0589-F1-0070 oder BAM-F1-0070</i> | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| 2. CE-Prüfzeichen vorhanden?   | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| 3. Ab 12 Jahre: Du verwendest Feuerwerk der Kategorie 1 UND das unter Aufsicht eines Erwachsenen?                  | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| 4. Ab 18 Jahre: Du verwendest Feuerwerk der Kategorien 1 und/oder 2?   | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| 5. Du hast die Gebrauchsanweisung durchgelesen?  | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |

- Entwickle selbst eine Checkliste für die Nutzung von Silvesterraketen oder Böllern.

## M 5 Station 1: Die Geschichte des Feuerwerks

Bereits um 1000 kannten die Chinesen die Grundstoffe für das Schwarzpulver und stellten erste Raketen her, die in damaliger Zeit noch Feuerpfeile genannt wurden. Im Jahre 1232 wurde Schwarzpulver erstmals als Waffe gegen einen Angriff der Mongolen verwendet. So setzte die chinesische Armee während der Schlacht von Kai-Keng im Kampf gegen ihre Angreifer einen Regen aus Feuerpfeilen ein. Die Geschosse irritierten nicht nur die Pferde der Feinde, sie versetzten anscheinend auch die wilden Reiter in Angst und Schrecken. Die mongolische Attacke wurde somit auch aufgrund der urtümlichen Raketen abgeschmettert.



© NASA

Im 13. Jahrhundert brachten vermutlich holländische Seefahrer das Wissen um die Zusammensetzung und die Wirkung des Schwarzpulvers nach Europa. Im Liber ignium (lat.: Feuerwerksbuch), einer Rezeptsammlung, die bis in die Antike zurückgeht, ist die Zusammensetzung des Schwarzpulvers erstmals beschrieben. 1267 veröffentlichte der englische Franziskaner Roger Bacon das erste offizielle Schwarzpulver-Rezept. Sein deutscher Ordensbruder Berthold Schwarz tat es ihm um 1353 gleich. Seitdem wird Schwarzpulver bei fast allen kriegerischen Auseinandersetzungen eingesetzt, wobei der Schwerpunkt weniger auf dem Einsatz von Raketen als von Schusswaffen lag. 1379 soll dann das erste friedliche Feuerwerk in Europa gezündet worden sein. Anlässlich des Pfingstfestes im italienischen Vicenza flog eine Rakete in Form einer Taube über das damalige Publikum, und zog einen Feuerschweif hinter sich her.

Schon bald wurden Feuerwerke fester Bestandteil von Festzeremonien an den Höfen Europas. So ließ 1506 der spätere Kaiser Maximilian I. anlässlich des Reichstags zu Konstanz das erste deutsche Feuerwerk über dem Bodensee zünden. Vom 16. bis 18. Jahrhundert war Feuerwerk das Statussymbol des Adels. Bei nahezu allen Feierlichkeiten wurden die verschiedensten Feuerwerke gezündet, manchmal sogar in Form ganzer Theaterstücke. Im Oktober 1748 plante der britische König Georg II. wegen des geschlossenen Aachener Friedens zur Beendigung des Österreichischen Erbfolgekriegs eine riesige Feier mit großem Feuerwerk und Musik. Er beauftragte den Komponisten Friedrich Händel damit, eine „Feuer-Musik“ für den festlichen Anlass zu schreiben. Das 1749 stattfindende Feuerwerk war aufgrund der Witterung ein klägliches Misserfolg. Der einzige Grund, dass die Feier nicht zu einem Desaster wurde, war Händels Feuerwerksmusik.



Feuerwerk auf der Themse 1749 (Radierung)

commons.wikimedia.org

In der Zeit von 1914 bis 1945 wird Pyrotechnik hauptsächlich für militärische Waffen eingesetzt. So dauerte es nach dem Zweiten Weltkrieg lange, bis die Menschen das Knallen wieder mit Vergnügen verbinden konnten.

In unserer Zeit sind Feuerwerke wieder sehr beliebt. Ganz im Gegensatz zu den Anfängen des Feuerwerks unterliegen Feuerwerkskörper heute strengen Sicherheitsbestimmungen, die von Ordnungsbehörden, wie z. B. der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), genehmigt werden müssen.

### Aufgaben

Erstellt auf einer DIN-A4-Seite im Querformat einen Zeitstrahl mit den wichtigsten Stationen.