

Dynamit und andere Sprengstoffe – mehr als nur explosiv!

Günther Lohmer, Leverkusen

Von Dynamit haben die meisten Schüler schon einmal gehört. Es wird oft als Synonym für Sprengstoffe verwendet. Sprengstoffe spielen eine wichtige Rolle im Abbau von Bodenschätzen, wie Eisenerzen, sowie beim Bau von Tunneln und Kanälen. So konnte der Bau des Gotthardtunnels in der Schweiz erst nach Erfindung des Dynamits erfolgen. Auch pyrotechnische Sprengstoffe in Form von Feuerwerkskörpern sind den Schülern bekannt. Weniger bekannt sein dürften die Anwendung von Nitroglycerin als Herzmedikament und der Einsatz von Sprengmittel zur Zündung von Airbags in Autos. Neben den Vorzügen haben Sprengstoffe auch eine Schattenseite, den Einsatz für militärische Zwecke oder für Terroranschläge.

Wer die Sprengstoffe erfunden hat, um welche chemischen Verbindungen es sich handelt und wie diese sich voneinander unterscheiden, erfahren die Schüler im Laufe der Lerneinheit.



© colourbox.com

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 10

Dauer: 10–12 Stunden

Kompetenzen: Die Schüler ...

- sind in der Lage, die drei Gruppen der Explosivstoffe zu unterscheiden.
- können erklären, wie die Farben im Feuerwerk zustande kommen.
- erkennen, dass Sprengstoffe im zivilen Bereich einen großen Nutzen für die Menschheit darstellen.

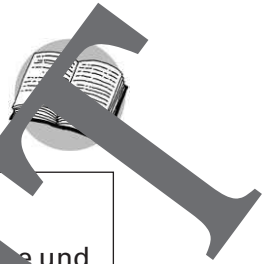
Aus dem Inhalt:

- Was ist der älteste Sprengstoff?
- Wie wurde Nitroglycerin erfunden?
- Wo erlebt man Sprengstoffe im Alltag?

Beteiligte Fächer: Chemie Geschichte Umweltkunde

Anteil hoch
 mittel
 gering

Ihr Unterrichtsassistent – Formeln, Fakten, Fachbegriffe



Fachbegriffe:

Initialsprengstoffe	Zündsprengstoffe mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Hitze und mechanischer Beanspruchung. Sie dienen der sicheren Zündung unempfindlicher Explosivstoffe.
Sekundärsprengstoffe	Explosivstoff, der im Vergleich zu Initialsprengstoffen stabiler gegenüber Hitze und mechanischer Beanspruchung ist. Man unterscheidet einheitliche Sprengstoffe und Mischsprengstoffe.
Pyrotechnische Stoffe	Stoffgemische, die beim Erhitzen akustische oder optische Effekte erzeugen. Sie bestehen aus mindestens einem Oxidationsmittel und einem Brennstoff.



Sprengstoffe

Unter Sprengstoffen versteht man eine Mischung oder chemische Verbindung, die als Explosivmittel dient. Unter entsprechenden Bedingungen reagieren diese sehr schnell und setzen eine große Energiemenge frei. Diesen Vorgang, bei dem eine enorme Druckwelle sowie Hitze entstehen, bezeichnet man als Detonation.

Wusstest du schon, dass ...

... die verheerenden Brände der Ölfelder während des zweiten Golfkriegs 1991 durch gezielte Sprengungen gelöscht wurden? Durch die bei der Explosion freigewordene Druckwelle wurde dem Brandherd kurzzeitig der notwendige Sauerstoff entzogen und das Feuer somit erstickt.

... im Deutschen Reich Anfang des 20. Jahrhunderts circa 100.000 kg an Knallquecksilber pro Jahr produziert wurden?

... Nitroglycerin als Medikament bei Angina pectoris oder einem drohenden Herzinfarkt eingesetzt wird? Es wird im Körper zu Stickstoffmonoxid umgewandelt, das zur Entspannung der Herzmuskulatur und zur Blutgefäßerweiterung beiträgt. Das Herz wird so wieder besser durchblutet.

... die Technik der Raketenerstellung bereits im 13. Jahrhundert durch die Araber nach Europa gebracht wurde?

... das erste europäische Feuerwerk bereits 1379 in Vicenza, Italien, und das erste deutsche Feuerwerk 1506 anlässlich des Reichstags in Konstanz stattfand?

... der Sprengstoff C4 aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung kaum bei der konventionellen Sprengstoffkontrolle entdeckt werden kann. Um dennoch den illegalen Besitz bei einer Kontrolle zu entlarven, fügen die Hersteller neuerdings stark riechende Stoffe hinzu. Sprengstoffhunde nehmen diese wahr und reagieren bei Verdacht. Eine andere Methode besteht darin, dem Sprengstoff feine Metallstäube hinzuzusetzen. Bei einer Röntgenkontrolle bzw. bei der Kontrolle mit einem Metalldetektor kann der Sprengstoff dann leichter entdeckt werden.

Die Reihe im Überblick

Fo = Folie

Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

Rt = Rätsel

Stunde 1 und 2: Hoch brisant – allerlei Explosivstoffe

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Fo)	Impulsbild – Vorsicht explosiv
M 2 (Ab)	Die drei Kategorien der Explosivstoffe

Stunde 3 und 4: Die Entwicklung der Sprengstoffe

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (Ab)	Der älteste Sprengstoff – das Schwarzpulver
M 4 (Ab)	Die Initialsprengstoffe der ersten Generation

Stunde 5 und 6: Jetzt macht es richtig rumms – Nitroglycerin und TNT

Material	Thema und Materialbedarf
M 5a (Ab)	Neue Sprengstoffe durch den Einsatz von Nitriersäure, Teil 1
M 5b (Ab)	Neue Sprengstoffe durch den Einsatz von Nitriersäure, Teil 2

Stunde 7 und 8: Sprengstoff to go – dynamische Sprengstoffe

Material	Thema und Materialbedarf
M 6 (Ab)	Die Bändigung des Nitroglycerins durch Alfred Nobel
M 7 (Ab)	Der erste Plastiksprengstoff – Hexogen

Stunde 9 und 10: Explosivstoffe im Alltag – zwei zivile Anwendungen

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (Ab)	Explosiver Alltag – Ammoniumnitrat
M 9 (Ab)	Gezielte Explosion im Auto – Der Zündsatz für den Airbag

Stunde 11: Allerhand Interessantes über Sprengstoffe: Teste dein Wissen

Material	Thema und Materialbedarf
M 10 (Rt)	Rätsel
M 11 (Ab)	Wortlexikon – alle Fachbegriffe von A bis Z

Minutensplan

Die Zeit ist knapp? Dann lassen Sie M 7 weg und erwähnen es im Laufe der Unterrichtseinheit als kurzen Exkurs. Bei M 5 und M 6 können Sie sich auf die wichtigsten und bekanntesten Sprengstoffe Nitroglycerin und TNT beschränken.

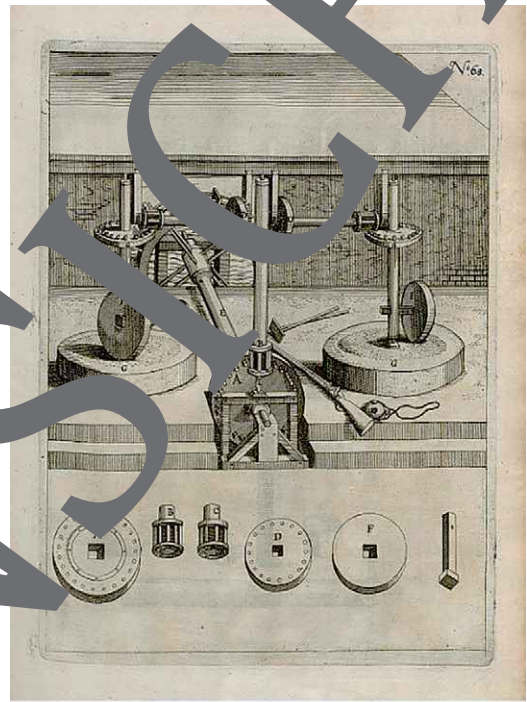
Der älteste Sprengstoff – das Schwarzpulver

M 3

Schwarzpulver stammt vermutlich ursprünglich aus China, wo es erstmals im 13. Jahrhundert verwendet wurde. Weltweit war es über Jahrhunderte hinweg der einzige Sprengstoff, der für technische Zwecke genutzt werden konnte. Insbesondere der Einsatz als Sprengmittel zur Gewinnung von Erzen revolutionierte den Bergbau, da damit schwere Gesteine in Massen schnell bewegt werden konnten. Chemisch gesehen ist Schwarzpulver ein Gemisch aus Kaliumnitrat (Salpeter), Kohlenstoff und Schwefel in einem Mischungsverhältnis von 15:3:2.

Herstellung von Schwarzpulver

Schwarzpulver wird in mehreren Schritten in Pulvermühlen hergestellt. Zunächst wird jede einzelne Komponente separat fein zermahlen. Die gemahlene Bestandteile werden angefeuchtet und in einer Mühle, dem **Kollergang**, unter sehr starkem Druck gemeinsam gemahlen. Der hohe Druck im Kollergang sorgt dafür, dass die Dichte des Gemisches steigt und die Komponenten sehr eng beieinander liegen. Die dabei stattfindende intensive Vermischung und Bildung eines homogenen Gemisches bezeichnet man als **Inkorporation**. Sie führt zu einer großen Oberfläche und somit zu einer erhöhten Reaktionsgeschwindigkeit des Schwarzpulvers. Nur durch die Inkorporation erlangt das Schwarzpulver seine Brisanz als Sprengmittel. Ein einfaches Vermischen der drei Bestandteile reicht dafür nicht aus. Das feuchte Schwarzpulvergemisch wird nach dem Mahlvorgang in **Werkzeugkuchen** zusammengepresst. Mithilfe eines Hammers wird dieser von Hand zerkleinert. Die zerbrochenen Stücke werden in einer Körnermaschine durch rotierende Walzen zu kleinen Körnern zerquetscht.



Quelle: Deutsche Fotothek

wikimedia/gemeinfrei

Merke Schwarzpulver ist keine chemische Verbindung, sondern ein physikalisches Gemenge, welches durch den hohen Druck im Kollergang verbunden wird.

Stoffe im Schwarzpulver und ihre Funktion

1. **Salpeter** (Kaliumnitrat): das Oxidationsmittel und stellt den für die Reaktion benötigten Sauerstoff zur Verfügung.
2. **Schwefel**: sorgt für eine Steigerung der Entzündbarkeit und der Empfindlichkeit des Gemisches gegenüber mechanischer Belastung. Ferner sorgt Schwefel dafür, dass die bei der Explosion gebildete Gasmenge, das **Schwadenvolumen**, zunimmt. Außerdem reduziert es die Bildung von Kohlenstoffmonoxid während der Explosion.
3. **Kohlkoke**: klassische Kohlenstofflieferant.

Bei der **Verbrennung von Schwarzpulver** entstehen als Reaktionsprodukte Kohlenmonoxid, Stickstoff, Kaliumcarbonat und Kaliumsulfid. Die Verbrennungstemperatur beträgt ca. 2000 °C.

Aufgaben

1. Stelle den Herstellprozess von Schwarzpulver in einem Fließdiagramm dar.
2. Erkläre den Begriff Inkorporation und ihre Folgen für den Herstellprozess von Schwarzpulver.
3. Nenne die Bestandteile des Schwarzpulvers und ihre chemischen Symbole bzw. Formeln.
4. Stelle die vereinfachte Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Schwarzpulver auf.

M 6 Die Bändigung des Nitroglycerins durch Alfred Nobel

Der Schwede Alfred Nobel wurde 1833 geboren. In diesem Jahr ging das Bauunternehmen seines Vaters Immanuel Nobel bankrott. Fünf Jahre später gründete dieser in St. Petersburg eine Maschinenfabrik, welche ein Schnellfeuergewehr und Landminen für das russische Militär produzierte. Seine Kinder ließ er zu Hause von ausgezeichneten Professoren ausbilden.

Mit siebzehn Jahren arbeitete Alfred ein Jahr in Frankreich als Laborgehilfe bei Professor Jules Pelouze. Dieser hatte bereits 1838 erste Experimente mit Sprengstoffen unternommen und dabei den Sprengstoff Pyroxylin entdeckt. Alfred Nobel erfuhr auch von den Versuchen, die Ascanio Sobrero, ein Schüler von Jules Pelouze, unternommen hatte. Dieser hatte 1847 einen neuen Sprengstoff mit großer Explosionskraft entdeckt. Er gab diesem Sprengstoff den Namen Pyroglycerin, der später zu Nitroglycerin umbenannt wurde. Allerdings hielt Sobrero seine Entdeckung für zu gefährlich, um sie in der Praxis einzusetzen.

Als der Krimkrieg 1856 zu Ende war brachte dies einen neuen Schockerschlag für Immanuel Nobel. Wiederum ging er mit seinem Unternehmen pleite. Zusammen mit seiner Frau ging er zurück nach Schweden, wohingegen die Söhne in St. Petersburg zurückblieben. Sie wollten das bankrotte Unternehmen wieder neu aufbauen. Sie überlegten verschiedene Szenarien und diskutierten diese mit ihren ehemaligen Lehrern. Dabei machte Nikolai Zinin auf die Sprengkraft des schon bekannten Nitroglycerins aufmerksam. Diese demonstrierte er, indem er wenige Tropfen Nitroglycerin auf einen Amboss goss und mit einem Hammer draufschlug. Dabei erzeugte er eine heftige Explosion. Allerdings explodierte ein Teil des Nitroglycerins, der mit dem Hammer in Kontakt gekommen war. Ebenso wie zuvor Sobrero, erkannten die Anwesenden die zwei grundlegenden Probleme des Nitroglycerins:

1. Da Nitroglycerin bei zu hohen Temperaturen schmelzartig explodiert, erforderte es ein ungefährliches Herstellungsverfahren.
2. Es galt, die unkontrollierten Explosionen des Nitroglycerins zu bändigen.

Alfred Nobel erfindet die Sprengkapsel

Alfred Nobel war von Nitroglycerin fasziniert und wollte es bändigen, damit es den Menschen den Bergbau erleichtert. Ab 1860 machte er zahlreiche riskante Experimente mit Nitroglycerin, welches er später unter dem Namen Sprengöl patentieren ließ. Dabei füllte er Nitroglycerin in einen Glasbehälter und stellte diesen in eine Dose, die mit Schwarzpulver gefüllt war. Diese Konstruktion brachte es mithilfe einer Zündschnur erfolgreich zu einer kontrollierten Explosion. Das war die Geburtsstunde der Sprengkapsel im Jahr 1863.



© Photos.com/Photos.com>>/Getty Images Plus

Allerdings verliefen die Experimente mit Nitroglycerin nicht ohne Zwischenfälle. 1864 explodierten in dem kleinen Betrieb in der Stockholmer Innenstadt 150 kg Nitroglycerin. Dabei starben Alfred Nobels jüngerer Bruder und vier weitere Personen. Daraufhin untersagte die schwedische Behörde Versuche mit Nitroglycerin innerhalb von Städten. Als neue Forschungsstätte wählte Alfred Nobel ein Hausboot, welches sich auf dem Mälarsee außerhalb von Stockholm befand.

Erneute Rückschläge spornten Alfred Nobel an

Die enorme Nachfrage nach Sprengöl und Nobels unternehmerisches Denken sorgten für den Bau einer Produktionsstätte in Deutschland sowie zahlreicher Lagerstätten rund um den Globus. Immer wieder kam es bei den Lagerstätten zu heftigen Explosionen, sodass die amerikanische Regierung die Herstellung und den Vertrieb des Sprengöls untersagen wollte. Nobel konnte anhand gelungener Experimentalvorführungen das drohende Verbot der amerikanischen Regierung umgehen. Nur ein Jahr nach der Gründung seiner Fabrik in Deutschland flog diese 1866 bei einer Explosion in die Luft. Deshalb errichtete er sein Labor abermals auf einem kleinen Boot auf der Elbe.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de