

## Das Feuerwerk der Farben – im Experiment

Feuerwerk und Farben sind untrennbar miteinander verbunden und verleihen jeder Feuerwerkshow ihren spektakulären visuellen Reiz. Feuerwerk ist eine alte Kunst, die auf der chemischen Reaktion von pyrotechnischen Verbindungen basiert, die beim Verbrennen intensive Hitze, Licht und natürlich Farben erzeugen.



Bild: AdobeStock/ jr-art

### Experiment 1: Flammenfärbung

**Hinweis:** Verwenden Sie Natriumsalze immer als letzte Option, da das gelbe Natriumlicht andere Farben überdeckt. Daher sollten Sie die Magnesiastäbchen niemals an dem Ende berühren, an dem Sie später die Salze aufnehmen werden. Es kann hilfreich sein, das Berührungsende vorher mit einem Filzstift zu markieren.

- **Variante 1 – einfach und effizient:** Bei dieser Variante wird durch das Berühren des Salzes mit dem fast glühenden Magnesiastäbchen genügend Salzlösung in die Ansaugöffnung und in die Flamme gehalten, um eine deutliche Färbung zu erzeugen. Diese Methode erfordert nur sehr wenig Material und ist besonders gut für Schülerübungen geeignet.
- **Variante 2 – etwas schwieriger:** Die zweite Variante erfordert mehr Material und Geschick beim Stäuben der Substanz in die Flamme.
- **Hinweis zu Variante 1 – Schrägstellung des Brenners:** In Variante 1 sollten Sie das Magnesiastäbchen in der erloschenen Flamme ausglühen, bis die gelbe Natriumfärbung verschwindet. Anschließend tauchen Sie es kurz in eine halbkonzentrierte Salzsäurelösung, nehmen einige Kristalle des entsprechenden Salzes auf und halten sie in die Flamme.

Bei der Durchführung des Versuchs kann es vorkommen, dass zu viel Substanz am Magnesiastäbchen haften bleibt und in den Brennerkamin fällt. Dies kann vermieden werden, indem der Brenner schräg an einem Stativ eingespannt wird. In der Regel genügt das Eintauchen in Wasser anstelle von Salzsäure, da normalerweise keine schwer löslichen Salze verwendet werden. Die Flüssigkeit kann sogar ganz weggelassen werden, da am fast noch glühenden Magnesiastäbchen in der Regel ausreichend Material haften bleibt. Mit dieser Methode können verschiedene Ionenarten in Haushalts- und Baumarktchemikalien identifiziert oder unterschieden werden, wie beispielsweise Pottasche (Kaliumcarbonat) oder Hirschhornsalz (Ammoniumsalz, das keine Färbung erzeugt).

**Beobachtung**

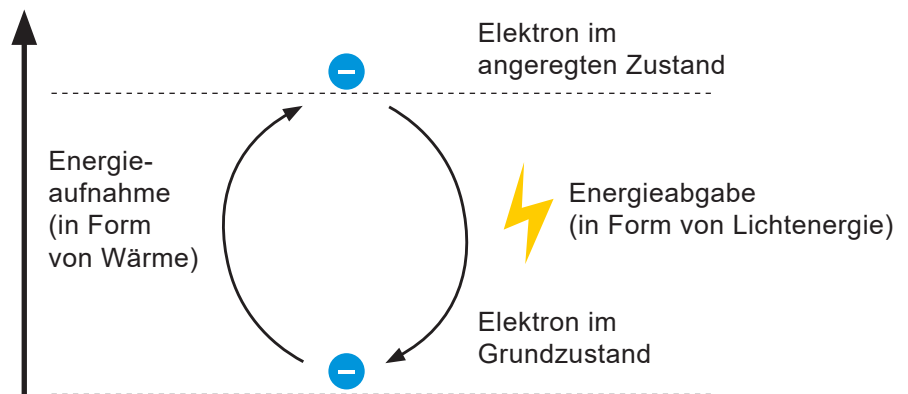
Verschiedene Flammenfarben sind deutlich zu erkennen:

- Lithiumsalze erzeugen eine karminrote Flamme.
- Natriumsalze erzeugen eine gelbe Flamme.
- Kaliumsalze erzeugen eine violette Flamme (insbesondere sichtbar durch Verwendung von Kobaltglas).
- Calciumsalze erzeugen eine ziegelrote Flamme.
- Strontiumsalze erzeugen eine rote Flamme.
- Bariumsalze erzeugen eine grüne Flamme.

Wenn ein Spektroskop verwendet wird, können charakteristische Linienspektren identifiziert werden, wie die auffällige gelbe Natrium-Linie bei 590 nm. Es ist wichtig zu beachten, dass die Flammenfärbung durch die Kationen verursacht wird.

**Erklärung**

Die Bestimmung von Salzen, insbesondere von solchen, die Alkali- und Erdalkalitionen enthalten, kann durch ihre charakteristische Flammenfärbung erfolgen. Dieses Verfahren basiert auf den einzigartigen Eigenschaften der Atome in der Flamme, insbesondere der Alkali- und Erdalkaliatome, die für das charakteristische Emissionsspektrum verantwortlich sind.

**Energie**

Wenn Salze in einer Flamme erhitzt werden, werden die Ionen in den Salzteilchen in ihre Bestandteile zerlegt. Diese Ionen befinden sich in einem angeregten Zustand, da sie die Energie aus der heißen Flamme aufnehmen. Wenn sie in ihren Grundzustand zurückkehren, geben sie die überschüssige Energie in Form von Licht ab. Dieses Licht hat eine bestimmte Wellenlänge und somit eine charakteristische Farbe, die als Flammenfärbung sichtbar ist. Die charakteristische Flammenfärbung ist besonders deutlich bei Salzen mit Alkali- und Erdalkalitionen.

Die Analyse von Flammenfärbungen ist eine einfache und schnelle Methode, um die Anwesenheit bestimmter Ionen in einer Probe zu bestätigen. Diese Technik wird oft in der qualitativen Analyse von Salzen in der Chemie eingesetzt und hat eine breite Palette von Anwendungen, von Schulunterricht bis hin zur Identifizierung von Elementen in astronomischen Spektren.

**Entsorgung**

Salze bzw. Salzlösungen aufbewahren. Salzreste aus Gefäßen in den Ausguss spülen.

### Gefährdungsbeurteilung

#### 1. Einstufung der verwendeten Edukte und Produkte mit Hinweisen zur Tätigkeit

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze	Signalwort
<b>EDUKTE</b>	-	-	-	
Lithiumchlorid		H302 H315 H319	P302+P352 P305+P351+P338	<b>ACHTUNG</b>
Lithiumnitrat		H272 H302 H319	P210, P220, P221 P301+P312+P330 P305+P351+P338 P370+P378b	<b>ACHTUNG</b>
Natriumchlorid				
Natriumnitrat		H272 H319	P220 P305+P351+P338	<b>ACHTUNG</b>
Kaliumchlorid				
Kaliumnitrat		H272	P210, P221	<b>ACHTUNG</b>
Calciumchlorid		H319	P305+P351+P338	<b>ACHTUNG</b>
Calciumnitrat		H272 H302 H318	P210, P221 P305+P351+P338	<b>GEFAHR</b>
Strontiumchlorid		H318	P280 P305+P351+P338	
Strontiumnitrat		H271 H318	P210, P220, P280 P305+P351+P338 P306+P360 P371+p380+P375	<b>GEFAHR</b>
Bariumchlorid Dihydrat		H332 H301	P301+P310	<b>GEFAHR</b>
Bariumnitrat		H272, H301, H332, H319	P221 P305+P351+P338 P308+P310	<b>GEFAHR</b>

**PRODUKTE**  
Siehe Edukte






**2. Stoffe ohne Einstufung als Gefahrstoff**

Milch und demineralisiertes Wasser sind keine Gefahrstoffe.

**3. Gefahren**

durch Haut- und Augenkontakt	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Substitutionsprüfung durchgeführt? <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja Keine Substitution möglich. Durch geeignete Schutzmaßnahmen Gefährdungsrisiken verringern.
beim Einatmen	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	
Brand- oder Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	
KMR-Stoff (Kat. 1A/1B)	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	
Sonstiges	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	

**4. Schutzmaßnahmen zur Verringerung der Gefährdung**

Mindeststandards (TRGS 500) RISU I-3.4.1 RISU III-2.4.1  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzbrille  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzhandschuhe  <input type="checkbox"/>	 Abzug  <input checked="" type="checkbox"/>	 Geschlossenes System  <input type="checkbox"/>
 Lüftungsmaßnahmen  <input type="checkbox"/>	 Brandschutzmaßnahmen  <input type="checkbox"/>	Weitere Maßnahmen: <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div> <input type="checkbox"/>		

**5. Erklärung und Datum**

- Die Gefährdungen wurden geprüft und beurteilt.
- Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist gegeben.

Zuletzt beurteilt von: .....

## Experiment 2: Gesalzener Alkohol

Sicherheitshinweise (siehe auch Gefährdungsbeurteilung auf Seite 6)

Ammoniumchlorid und Lithiumchlorid sind potenziell gesundheitsschädliche und reizende Substanzen, während Calciumchlorid und Zinkchlorid als ätzend eingestuft sind. Kupferchlorid zeigt giftige und reizende Eigenschaften. **Es ist wichtig, mit besonderer Vorsicht und Umsicht zu arbeiten, wenn Sie mit diesen Chemikalien umgehen.**

Besondere Maßnahmen sind erforderlich, wenn Sie mit Kupferchlorid, Lithiumchlorid oder Strontiumchlorid arbeiten. Unter Aufsicht einer qualifizierten Lehrkraft sollte eine geringe Menge konzentrierter Ammoniaklösung zu der Ethanol-Salz-Mischung hinzugefügt werden. Das entstehende Gemisch sollte dann auf einen Wattebausch aufgetragen werden.

### Beobachtung:

Salzgemisch	Farbe
1. Natriumchlorid + Ammoniumchlorid	Gelb
2. Strontiumchlorid	Violett (mit Kobaltglas karminrot)
3. Zinkchlorid	Weiß
4. Magnesiumchlorid	Weiß
5. Kupferchlorid	Dunkelblau
6. Lithiumchlorid	Rot (mit Kobaltglas violett)

### Erklärung

Wenn Salze stark erhitzt werden, beginnen sie Licht einer charakteristischen Wellenlänge abzugeben, die von dem spezifischen Metallatom in dem Salz abhängt (siehe Seite 2). Diese Tatsache wird in der spektroskopischen Elementnachweis-Methode ausgenutzt. Hierbei werden Salze erhitzt, und die charakteristische Wellenlänge des ausgestrahlten Lichts wird gemessen. Dies ermöglicht es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, die Anwesenheit und Konzentration von bestimmten Elementen in einer Probe zu bestimmen.

Ebenso wird diese Eigenschaft in der Pyrotechnik verwendet, insbesondere bei der Herstellung von Feuerwerkskörpern. Wenn diese Salze bei der Explosion der Feuerwerkskörper erhitzt werden, emittieren sie Licht in verschiedenen Farben, abhängig von der Art des Metallsalzes. Das ist der Grund, warum wir bei Feuerwerken so viele lebendige Farben am Nachthimmel sehen können. Dieses Phänomen wird als „Flammenfärbung“ bezeichnet und ist ein beeindruckendes Beispiel dafür, wie chemische Eigenschaften eingesetzt werden, um atemberaubende visuelle Effekte zu erzeugen.

### Entsorgung

Die Verbrennungsrückstände werden in Wasser gegeben und mit Natriumcarbonat versetzt. Man trennt durch Sedimentieren und Dekantieren, entsorgt den Feststoff im Feststoffabfall und die Flüssigkeit im Ausguss.

### Gefährdungsbeurteilung

#### 1. Einstufung der verwendeten Edukte und Produkte mit Hinweisen zur Tätigkeit

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze	Signalwort
<b>EDUKTE</b>	-	-	-	
Ammoniumchlorid		H302 H319	P264, P270, P280, P301-P312	<b>ACHTUNG</b>
Magnesiumchlorid	Schwer löslich			
Kupferchlorid		H302, H312, H315, H318, H410	P273, P280, P305+P351+P338	<b>GEFAHR</b>
Natriumchlorid				
Strontiumchlorid		H318	P280 P305+P351+P338	<b>GEFAHR</b>
Lithiumchlorid		H302, H315 H319	P302+P352 P305+P351+P338	<b>ACHTUNG</b>
Zinkchlorid		H302 H314 H410	P273, P280, P301+P330+P331 P305+P351+P338 P308+P310	<b>GEFAHR</b>
Ammoniak		H290, H314 H335, H400	P273, P280, P301+P330+P331 P304+P340 P305+P351+P338 P308+P310	<b>GEFAHR</b>
<b>PRODUKTE</b>				
Ammoniumcarbonat		H302	P301+P312	<b>ACHTUNG</b>
Natriumcarbonat		H319	P260 P305+P351+P338	<b>ACHTUNG</b>
Lithiumcarbonat		H315	P302+P352	<b>ACHTUNG</b>
Strontiumcarbonat	Schwer löslich			
Magnesiumcarbonat	Schwer löslich			
Calciumcarbonat	Schwer löslich			
Kupfercarbonat		H302, H332 H319, H410	P280, P312 P301+P330+P331 P304+P340 P337+P313	<b>ACHTUNG</b>
Zinkcarbonat		H410, H411	P273, P391, P501.1	<b>ACHTUNG</b>






**2. Stoffe ohne Einstufung als Gefahrstoff**

Keine.

**3. Gefahren**

durch Haut- und Augenkontakt	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Substitutionsprüfung durchgeführt? <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja Keine Substitution möglich. Durch geeignete Schutzmaßnahmen Gefährdungsrisiken verringern.
beim Einatmen	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	
Brand- oder Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	
KMR-Stoff (Kat. 1A/1B)	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	
Sonstiges	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	

**4. Schutzmaßnahmen zur Verringerung der Gefährdung**

Mindeststandards (TRGS 500) RISU I-3.4.1 RISU III-2.4.1  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzbrille  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzhandschuhe  <input type="checkbox"/>	 Abzug  <input checked="" type="checkbox"/>	 Geschlossenes System  <input type="checkbox"/>
 Lüftungsmaßnahmen  <input type="checkbox"/>	 Brandschutzmaßnahmen  <input type="checkbox"/>	Weitere Maßnahmen: <div style="border: 1px solid gray; height: 60px; width: 100%;"></div> <input type="checkbox"/>		

**5. Erklärung und Datum**

- Die Gefährdungen wurden geprüft und beurteilt.
- Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist gegeben.

Zuletzt beurteilt von: .....

**Impressum**

DGUV Lernen und Gesundheit, Sicherer Umgang mit Feuerwerk, November 2023  
**Herausgeber:** Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Glinkastraße 40, 10117 Berlin  
**Chefredaktion:** Andreas Baader (V.i.S.d.P.), DGUV, Sankt Augustin  
**Redaktion:** Karen Guckes-Kühl, Universum Verlag GmbH Wiesbaden, [www.universum.de](http://www.universum.de)  
**E-Mail Redaktion:** [info@dguv-lug.de](mailto:info@dguv-lug.de)  
**Text:** Dr. Dominik Müller, Erlangen