

# Dokumentierte Gefährdungsbeurteilung

Achtung: Die Beurteilung muss den jeweiligen Bedingungen angepasst werden!

## 1. Allgemeine Angaben und Vorprüfungen

**Beurteilung Nr.:**

**Schule:**

**Fach (unterstreichen), Name:** Chemie / Biologie / Physik

**Stufe:** Primarstufe / Sek I / Sek II

**Durchführung:** Schüler / Lehrkraft

**Titel Experiment:** *Experimentieren mit Schwefel*

**Kurzbeschreibung:**

1. Schwefel im Reagenzglas (mit Glaswolle als Verschluss) schmelzen, erhitzen und abkühlen
2. Schwefel reagiert im Reagenzglas mit einem Kupferblech
3. Schwefel reagiert mit Eisenpulver oder mit Eisenwolle
4. Schwefel entzünden, abbrennen und Schwefeldioxid in Wasser lösen
5. Kolloider Schwefel im Rundkolben herstellen



**Tätigkeitsbeschränkungen**

<input type="checkbox"/>	+	Generelle Erlaubnis für Schüler und Lehrer (Klasse 1-4: nur geringe Gefährdung)
<input type="checkbox"/>	L+	Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte
<input type="checkbox"/>	X	Generelles Verbot an Schulen
<input type="checkbox"/>	W	Verbot für werdende oder stillende Mütter
<input type="checkbox"/>	S	Verbot für Schülerinnen und Schüler
<input checked="" type="checkbox"/>	S4K	Verbot für Schülerinnen und Schüler bis eingeschlossen Klasse 4 *)
<input checked="" type="checkbox"/>	S9K	Verbot für Schülerinnen und Schüler bis eingeschlossen Klasse 9 *)
<input type="checkbox"/>	ESP	Ersatzstoffprüfung notwendig
<input type="checkbox"/>		Regionale Spezifizierung einer Einschränkung:

**Ersatzstoffprüfung (bei Verzicht mit Begründung)**

\*) Es wird empfohlen, alle Versuche, bei denen Schwefeldioxid freigesetzt wird, nur als Demo-Experiment durch die Lehrkraft im Abzug durchzuführen (Versuch 4, evt. auch 3). Für die Versuche 1 und 2 muss ein laufender Abzug (für den Notfall) bereit stehen.

## 2. Gefahrstoffe (Ausgangsstoffe, mögliche Zwischenprodukte, Endprodukte)

<b>Schwefel sublimiert</b> CAS 7704-34-9 Verursacht Hautreizungen. Entzündbarer Feststoff. Zusatz: Entwickelt im Brandfall giftige Gase. Von Hitze, Funken, offenen Flammen, heißen Oberflächen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. Augenschutz und Schutzhandschuhe tragen. BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.	  <b>Achtung</b>
---	--

### Schwefel

*Hinweis: Nicht alle Hersteller geben das Piktogramm "Flamme" mit der Zuordnung "entzündbarer Feststoff" an. Schwefel ist ein brennbarer Stoff, der bei Raumtemperatur aber schwer entzündbar ist. Schmelzen sind dagegen leicht entzündbar.*

Schmelzpunkt ( $\beta$ -Modifikation) +115,2°C

Siedepunkt +444,61°C



Flammpunkt +160°C

Zündpunkt +235°C

Verbrennungsprodukt: Schwefeldioxid

Staubexplosionen möglich

### Schwefeldioxid

Schwefeldioxid (als Reaktions- produkt)	  <b>Gefahr</b>	H 280, 314, 331	P 260, 280.1-3+7, 304+340, 303+361+353 305+351+338. 315
---	---	--------------------	---

**Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)** 1 ml/m<sup>3</sup> (TRGS 900)

### H-Sätze

H280 Entfällt, wenn nur als Reaktionsprodukt

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H331 Giftig beim Einatmen.

### P-Sätze

P260 Gas nicht einatmen

P280.1-3+7 Schutzhandschuhe, Schutzkittel, Schutzbrille tragen + im Abzug arbeiten

P304+340 BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.

P305+351+338 BEI BERÜHRUNG MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.

P303+361+353 BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.

P315 Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.

### Hinweise zur Entsorgung

Schwefel-Reste oder mit Schwefel verunreinigte Reagenzgläser werden separat in einem brandsicherem Behälter gesammelt. Brennender Schwefel lässt man im Abzug ausbrennen.

### 3. Beurteilung der Gefahren und Sicherheitsvorkehrungen

Gefährdungen	nein	ja
1. Gefahren für die Haut?		X
2. Gefahren für die Augen? >Schutzbrille immer tragen!		X
3. Gefahren durch Einatmen? > brennender Schwefel erzeugt Schwefeldioxid!		X
4. Sind brennbare oder entzündbare Stoffe beteiligt?		X
5. Können sich explosionsgefährliche Gemische bilden?		X
6. Falls notwendig: Ist der Brandschutz in der Umgebung ausreichend?		

#### Beurteilung der Gefährdungen (Stoffeigenschaften, gefährliche Reaktionen, Gerätegefahren) und Sicherheitsvorkehrungen

##### 1. Schwefel im Reagenzglas (mit Glaswolle als Verschluss) schmelzen, erhitzen und abkühlen

Ein Reagenzglas mit 2cm Schwefel und mit einem kleinen Büschel Glaswolle als Verschluss wird bis zum Siedepunkt erhitzt, um die verschiedenen Modifikationen zu beobachten. Flüssiger Schwefel ist vor allem kurz vor dem Siedepunkt leicht entzündbar. Diese Gefahr besteht vor allem, wenn keine Glaswolle als Verschluss eingesetzt wird oder das Reagenzglas einen Sprung bekommt oder wenn beim Abkühlen direkt nach dem Sieden der Schwefel ins kalte Wasser gegossen wird. Im letzteren Fall kann es sogar eine kleine Verpuffung geben. Durch den brennenden Schwefel im Raum kann der AGW relativ schnell überschritten werden. Schwefeldioxid ist ein starkes Atemgift. Schon geringe Konzentrationen in der Luft können Husten, Atemnot oder eine Entzündung der Atemwege und der Schleimhäute hervorrufen.

Der Versuch darf nur bei einer gut funktionierenden Raumlüftung in einem größeren Fachraum durchgeführt werden. **Schutzbrillen** sind notwendig. Schüler sind vor der Durchführung ausführlich über die möglichen Gefahren und die exakte Durchführung zu informieren. Sollte ein Reagenzglas zerbrechen oder der Schwefel zu brennen beginnen, ist das RG mit dem RG-Halter, samt Unterlage **sofort in den Abzug** zu legen. Damit man notfalls die ganze Unterlage mitnehmen kann, darf der Versuch nur über einer **wegnehmbaren, brandsicheren Platte oder Fließe** durchgeführt werden. Oder man führt ihn direkt im **Abzug** durch. **Schutzhandschuhe** sind nur beim Abfüllen des Schwefels oder bei der Reinigung durch die Lehrkraft notwendig, weil im **Reagenzglas mit Glaswolle** in einem weitgehend geschlossenen System gearbeitet wird. Während des Versuchs sind keine Schutzhandschuhe notwendig, weil diese evtl. das Gefahrenpotenzial erhöhen (Handling eingeschränkt, sie können Feuer fangen). Die Untersuchung des plastischen Schwefels erfolgt mit einer Pinzette oder der Tiegelzange. Das Portionieren der Glaswolle erfolgt durch die Lehrkraft, weil sich Schüler dabei schneiden können, wenn sie mit dem Umgang mit Glaswolle nicht vertraut sind. Verunreinigte Tiegelzangen werden durch die Lehrkraft im Abzug ausgebrannt.

##### 2. Schwefel reagiert im Reagenzglas mit einem Kupferblech

Ein Reagenzglas d=18mm oder 20mm mit 2cm Schwefel und einem gebogenen Kupferblech (3x10cm), sowie mit einem kleinen Büschel Glaswolle als Verschluss wird erhitzt, bis die entstehenden Schwefeldämpfe an das Kupferblech gelangen und dieses während der Reaktion aufglüht. Bei falscher Durchführung kann sich auch hier der flüssige Schwefel oder der Schwefeldampf entzünden, so dass Schwefeldioxid entsteht.

Es gelten die gleichen Sicherheitsvorkehrungen wie bei 1.. Vor dem Öffnen und Zerschlagen des Reagenzglases muss dieses unbedingt **abgekühlt** sein. Beim Zerschlagen mit der Tiegelzange können Glassplitter entstehen.

### 3. Schwefel reagiert mit Eisenpulver oder mit Eisenwolle

Ein Reagenzglas  $d=18\text{mm}$  oder  $d=20\text{mm}$  wird mit einem stöchiometrischen Gemisch aus Eisen- und Schwefelpulver erhitzt. Gemische mit Eisenpulver werden niemals in der Reibschale sondern durch vorsichtiges Verschütteln in einem großen RG  $d=30\text{mm}$  hergestellt. Eine Variante ist das Erhitzen von Schwefelpulver in einem Reagenzglas  $d=20\text{mm}$  oder  $d=30\text{mm}$ , in dem ein Büschel Eisenwolle steckt. In beiden Fällen wird Glaswolle als Schutzverschluss verwendet. Es gelten die gleichen Sicherheitsvorschriften wie bei 1.. Vor dem Öffnen der Reagenzgläser müssen diese **abgekühlt** sein.

**Achtung:** Die offene Reaktion von Schwefel- und Eisenpulver auf einer Fließe und auch alle Varianten, bei denen Schwefeldioxid aus dem Reagenzglas freigesetzt wird, dürfen **nur als Lehrerexperiment im Abzug** durchgeführt werden. Versuche mit Gemischen aus Kupfer- und Schwefelpulver, sollte man gar nicht durchführen. Hier kann die Reaktion explosiv verlaufen. Dies gilt auch für Reaktionen mit Aluminium- und Magnesiumpulver. Das Herstellen von Schwarzpulver ist an Schulen nicht erlaubt.

### 4. Schwefel entzünden, abbrennen und Schwefeldioxid in Wasser lösen

Ein Verbrennungslöffel wird höchstens zur Hälfte mit Schwefel gefüllt und über die rauschende Brennerflamme gehalten. Der Schwefel verbrennt mit blauer Flamme. Bei einer Variante wird der brennende Schwefel mit Hilfe des Verbrennungslöffels in einen Zylinder mit reinem Sauerstoff gehalten. In einer anderen Variante verbrennt man kurze Stücke eines Schwefelfadens, den man mit einer Pinzette hält. Wird der brennende Schwefel in ein Gefäß mit Wasser gehalten, dann löst sich das Schwefeldioxid und bildet Schweflige Säure. In allen Fällen entsteht toxisches Schwefeldioxid. Eine konzentrierte Lösung der Schwefligen Säure riecht stechend und gibt Schwefeldioxid ab. Die stark verdünnte Lösung ist weniger gefährlich.







Verbrennungsversuche mit Schwefel werden generell mit **Schutzbrille**, mit **Schutzhandschuhen** und **im Abzug** durchgeführt. Reste werden immer verbrannt. Der Abzug muss dafür geeignet sein.

### 5. Kolloider Schwefel im Rundkolben herstellen

Ein 250ml-Rundkolben wird mit 250ml destilliertem Wasser gefüllt. Nach der Zugabe von einem Spatel Natriumthiosulfat rührt man solange, bis eine klare Lösung entsteht. Dann befestigt man den Rundkolben an einem Stativ und stellt ihn direkt vor das Objektiv eines Diaprojektors. Die Entfernung wird so eingestellt, dass sich auf der Projektionsfläche ein runder Kreis abbildet. Dann dunkelt man den Raum ab und gibt 20ml 20%ige Salzsäure hinzu.

Hier entstehen nur geringste Mengen Schwefeldioxid, die sich im Wasser lösen, so dass bei **guter Raumlüftung** der AGW nicht überschritten wird. Eine **Schutzbrille** ist zu tragen, Schutzhandschuhe sind nicht notwendig. Da nur mit stark verdünnten Lösungen und geringsten Mengen gearbeitet wird, können die Reste mit viel Wasser verdünnt in den Abguss gegeben werden.

### Sicherheitsvorkehrungen (Maßnahmen variieren, wie oben beschrieben)

	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Schutzbrille tragen		Schutzhandschuhe		Abzug Kapelle		Geschlossenes System		Lüftungsmaßnahmen		Offenes Feuer verboten	

### Verhalten im Notfall und Erste-Hilfe (separate Betriebsanweisung)

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Nächster Prüfungstermin \_\_\_\_\_