

# Verflüssigung von Schwefeldioxid

Schwefeldioxid ist eines der wenigen Gase, die sich ohne großen apparativen Aufwand verflüssigen lassen. Der Winter ist dazu die richtige Jahreszeit, denn er stellt den für die Kältemischung benötigten Schnee bereit. Dieser Versuch ist ein Klassiker der anorganischen Experimentalchemie.

## Geräte:

Erlenmeyerkolben 100 ml mit doppelt durchbohrtem Stopfen, Tropftrichter mit langem Rohr (Scheidetrichter) 100 ml, 2 Glasröhrchen, Gummischlauch, Calciumchloridrohr mit durchbohrtem Stopfen, Pasteurpipette, Leere Ampullen (5 ml), Becherglas 250 ml + 40 ml, Gasbrenner, Magnetrührer (optional), Waage

## Chemikalien:

Natriumdisulfit (Xn)



Schwefelsäure 25% (m/v) (C)



Kochsalz

Calciumchlorid, gekörnt (Xi)



Schwefeldioxid (T)



**Hinweis:** Schwefeldioxid ist giftig und reizt stark die Atemwege. Vorsicht! Vor dem offenen Fenster oder unter dem Abzug arbeiten!

## Durchführung:

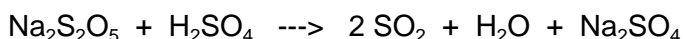
Es wird folgende Apparatur aufgebaut: Auf einem Magnetrührer befindet sich der Gasentwickler, der aus einem 100 ml-Weithalserlenmeyerkolben, einem Tropf(Scheide-)trichter und einem Gasableitungsrohr besteht. Der Kolben wird mit 15 g Natriumdisulfit beschickt, die in 10-15 ml Wasser suspendiert werden. Der Tropftrichter enthält 35 ml Schwefelsäure von 25%. Das entstehende Gas passiert ein mit gekörntem Calciumchlorid gefülltes Trockenrohr und wird dann mit Hilfe einer lang ausgezogenen Pasteurpipette in eine

## Entsorgung:

Die Rückstände der Reaktionsmischung sowie das gebrauchte Calciumchlorid werden über das Abwasser entsorgt. Das Schwefeldioxid bewahrt man auf. Um die Ampullen kontrolliert zu vernichten kühlt man sie zunächst erneut auf unter  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , öffnet sie vorsichtig, gibt sie in ein gekühltes Reagenzglas oder einen kleinen Kolben und verschließt mit einem Stopfen und Gasableitungsrohr. Dann nimmt man das Glas aus der Kühlmischung und leitet das austretende Schwefeldioxid zur Absorption in verdünnte Natronlauge oder Sodalösung.

## Erklärung:

Aus Natriumdisulfit setzt Schwefelsäure Schwefeldioxid frei. Zurück bleibt Natriumsulfat:



Molmasse  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ : 190,1 g

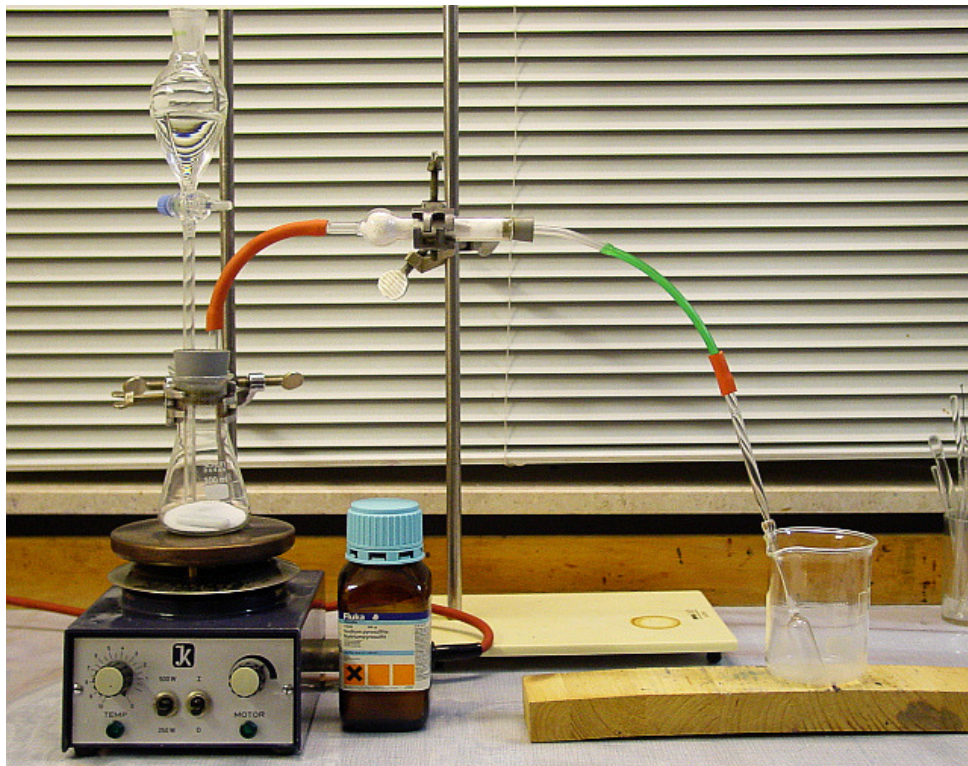
Molmasse  $\text{SO}_2$ : 64 g

Aus 15 g Natriumdisulfit (die zur Umsetzung 7,74 g Schwefelsäure benötigen, also 31 ml der 25%igen Säure) werden 10,1 g Schwefeldioxid frei. Ich habe also rund 70% Ausbeute erzielt.

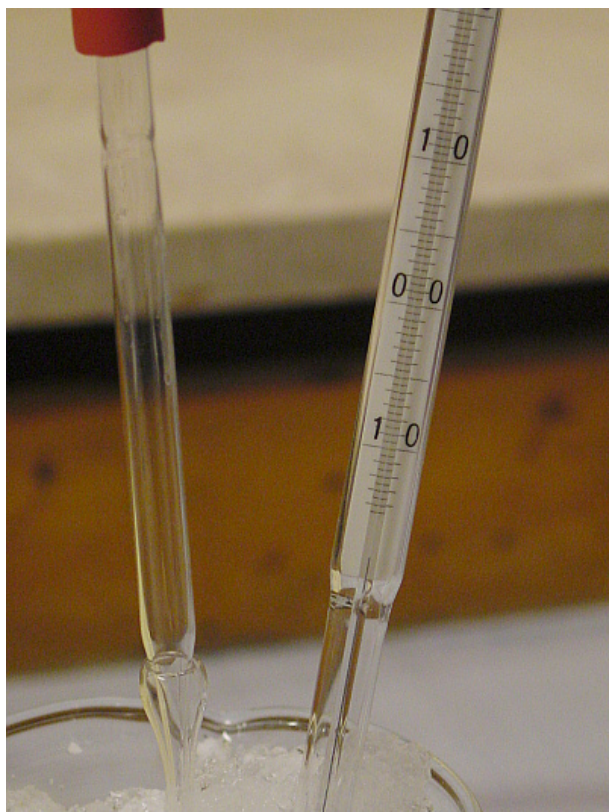
Das Schwefeldioxid kondensiert bei  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  zu einer farblosen Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht  $1,5\text{ g/cm}^3$  und bei  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  erstarrt es. Bei  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  beträgt der Druck in dem Ampullen etwas mehr als das Dreifache des durchschnittlichen Luftdruckes (0,33 MPa). Die kritische Temperatur des Schwefeldioxids liegt bei  $157\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Beim Erhitzen auf diese Temperatur bildet es im geschlossenen Gefäß eine homogene Phase, das heißt, Flüssigkeit und Gas lassen sich nicht mehr unterscheiden. Der dabei auftretende Druck von 7,9 MPa - was etwa dem 78-fachen Luftdruck entspricht - ist allerdings so hoch, dass ich mich nicht getraut habe, die Ampullen auf die kritische Temperatur zu erhitzen.

Zu der uns heute so geläufigen Einsicht, dass ein und derselbe Stoff in verschiedenen Aggregatzuständen - fest, flüssig und gasförmig - vorkommen kann, ist die Wissenschaft übrigens erst im 18. Jahrhundert gekommen. Der Franzose *Anne Robert Jacques Turgot* (1727 - 1781) stellte die Hypothese auf, alle wägbaren Stoffe könnten sich mit verschiedenen Anteilen "Wärmestoff" verbinden und so verschiedene Aggregatzustände annehmen. Im Jahre 1756 veröffentlichte er diese Idee als erster, und zwar in einem Artikel von *Didérot*s und *d'Alembert*s *Encyclopedie des arts et metiers*. Sie wurde dann aber - wie so oft in der Geschichte der Wissenschaften - von einem anderen aufgegriffen. *Antoine Laurent Lavoisier* (1743 - 1794) gliederte sie in sein "System der antiphlogistischen Chemie" ein und arbeitete klar heraus, dass Gase nicht, wie zuvor angenommen, eine besondere Klasse von Stoffen ("Luftarten") darstellen, sondern dass prinzipiell alle Stoffe in den gasförmigen Zustand übergehen können, wenn man sie nur mit einer genügend großen Menge "Wärmestoff verbindet".

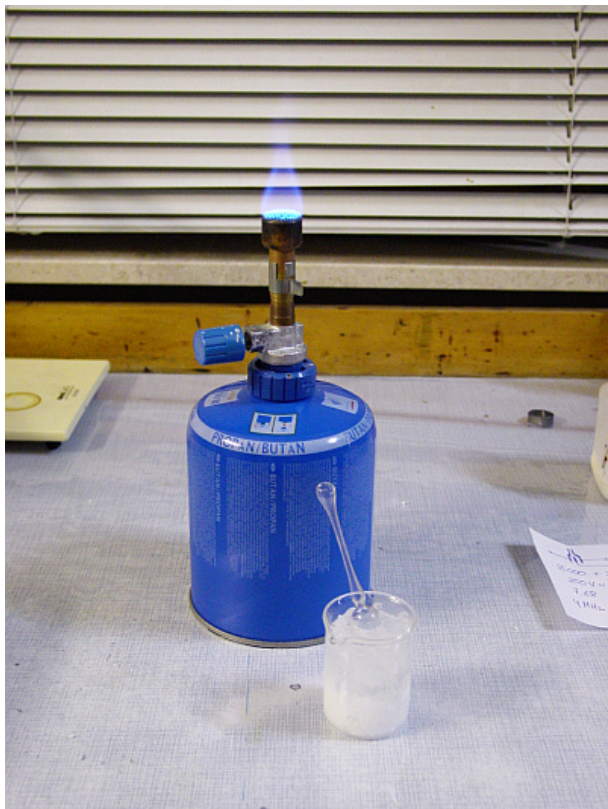
## Bilder:



### Versuchsaufbau



### Die Kältemischung



Zuschmelzen der gefüllten Ampullen



Produkt: flüssiges Schwefeldioxid