



## Kontext 1: Die Oxidation von Schwefel und die Säurebildung

### Schlüsselwörter:

Schwefeloxide, schweflige Säure, Schwefelsäure, Quellen von Schwefelverbindungen



### Säurebildung

Schwefeloxide entstehen vor allem bei der Verbrennung von Schwefel oder der Oxidation von Schwefelverbindungen. In der Luft werden sie zu Schwefelsäure-Partikeln. Kommen sie mit Wasser in Berührung, so bilden sich Säuren. Ein Umweltproblem, das vor allem auf die starke Freisetzung von Schwefeloxiden (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid) aus menschlicher Aktivität zurück zu führen ist, ist der saure Regen. Freilich spielen beim sauren Regen auch Stickoxide eine Rolle.



### Schwefeldioxidquellen

In der Natur kommt Schwefeldioxid in Vulkangasen vor sowie als Produkt der Oxidation von Dimethylsulfid aus ozeanischem Phytoplankton (Algen). Letzteres ist im ACCENT Magazin Nr. 5 (ozeanischer Schwefel) beschrieben.

Außerdem entsteht es bei der Verbrennung von Kohle, Heizöl und Schiffstreibstoff, da diese Stoffe Schwefel enthalten. Diese Quellen von Emissionen gehen auf den Menschen zurück.



**1. Kohlestück mit Schwefelanteil**  
Quelle:  
[www.liathach.supanet.com](http://www.liathach.supanet.com)

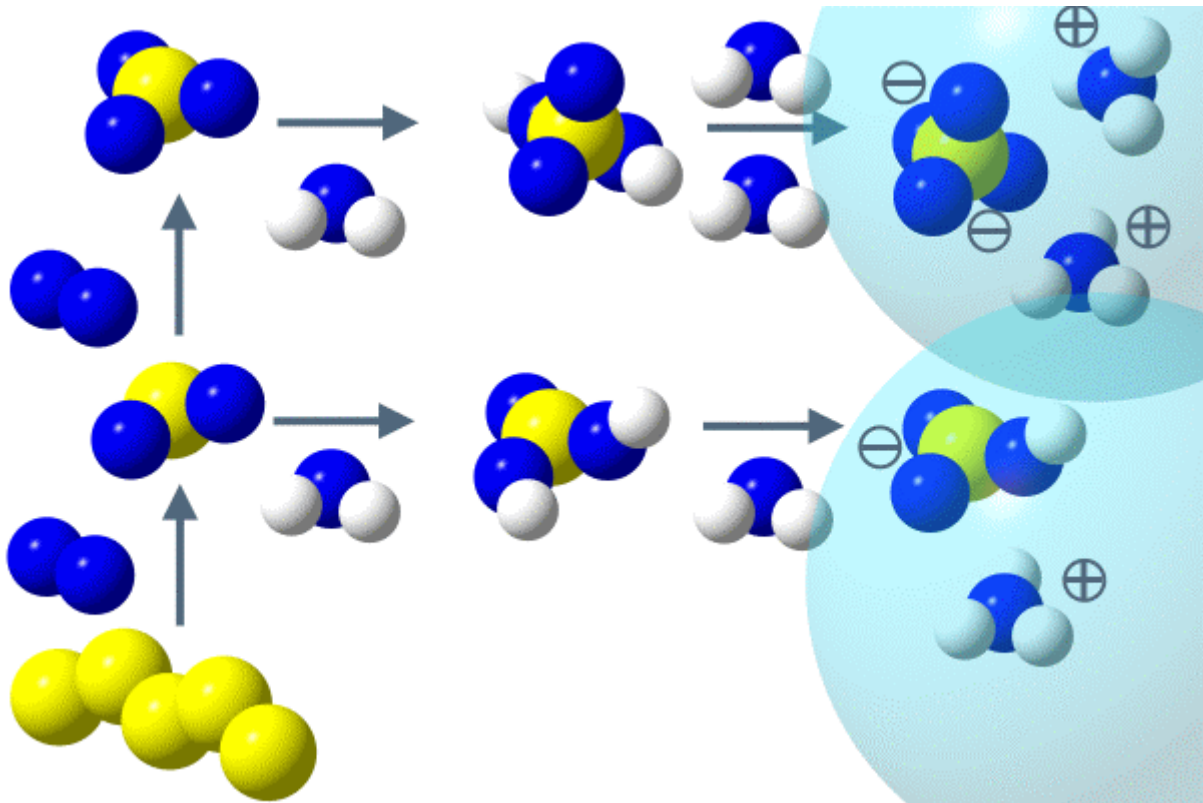
Tabelle: Weltweite Schwefelemissionen

Quelle	Weltweite Schwefelemissionen [Teragramm S pro Jahr] Mittelwert (Bereich)	Beitrag zu den Emissionen [%]	Beitrag zum Schwefelgehalt der Luft [%]
vom Menschen verursacht	70 (60 - 100)*	70	37
vulkanisch	7 (4 - 16)	7	18
biogen	22 (15 - 50)	23	42

> 90% aller biogenen Emissionen sind DMS.

\* vgl. Forschung: 20 - 24 Tg SO<sub>2</sub> = 10 - 12 Tg Schwefel entfallen allein auf China

Schwefeldioxid kann Farbstoffe zerstören. In der Industrie wird es deshalb auch als Bleichmittel eingesetzt. Auch die desinfizierende Wirkung des Schwefeldioxid wird zur Konservierung von Lebensmitteln genutzt (z.B. bei Trockenfrüchten).



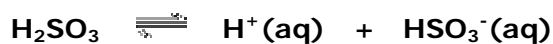
2. Schwefeloxidation und Reaktion mit Wasser: Lies den Text und erkläre, welche Substanzen bei der Oxidation / Verbrennung und bei der Reaktion mit Wasser gebildet werden. Was geschieht in Regentropfen (rechts)? Farben der Atome: S = gelb, O = blau, H = weiß  
 Schema: Elmar Uherek

### Vom Schwefeldioxid zur Schwefligen Säure

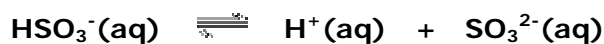
Gelangt Schwefeldioxid in Wasser, bildet es eine saure Lösung, die Schweflige Säure:



Die Schweflige Säure bildet in Wasser  $\text{H}^+(\text{aq})$ -Ionen und es entstehen zwei Arten von Säurerestanionen:



Schweflige Säure reagiert zu einem Proton und einem Hydrogensulfition.



Ein Hydrogensulfition reagiert zu einem Proton und einem Sulfition.

Aus einem Molekül Schwefliger Säure können also zwei Protonen abgespalten werden.

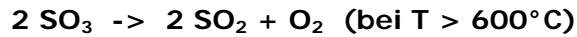
Deshalb wird die Schweflige Säure auch als zweiprotonige Säure bezeichnet.

Allerdings handelt es sich bei der Schwefligen Säure um eine unbeständige Säure. Das heißt, dass sie schon bei Zimmertemperatur wieder in Schwefeldioxid und Wasser zerfällt..



## Schwefelsäure

Bei der Verbrennung von Schwefel und auch bei Oxidationsreaktionen in der Luft entsteht nicht nur Schwefeldioxid, sondern auch Schwefeltrioxid. Die bei der Verbrennung entstehende Menge an Schwefeltrioxid ist stark temperaturabhängig, da es oberhalb von 600°C in Schwefeldioxid und Sauerstoff zerfällt:



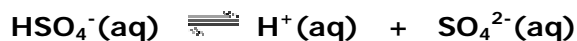
Schwefeltrioxid bildet mit Wasser zunächst Schwefelsäure:



Auch die Schwefelsäure ist eine zweiprotonige Säure, die bei Zugabe von weiterem Wasser in Protonen und Säurerestionen zerfällt.



Schwefelsäure reagiert zu einem Proton und einem Hydrogensulfation.



Ein Hydrogensulfation reagiert zu einem Proton und einem Sulfation.



## Saurer Regen

Der Eintrag von Säure in das Wasser der Regentropfen erhöht dessen Protonenkonzentration, d.h. der pH-Wert sinkt. Der Regen wird sauer. Saurer Regen aber löst nicht nur manche Gesteine auf (z.B. Carbonatgesteine), sondern greift auch Metalloberflächen an und löst gewisse Giftstoffe aus dem Boden, die die Pflanzen schädigen. Es kommt zu Schäden an Gebäuden und außen stehenden Metallgegenständen ebenso wie zur Versauerung von Seen und Schädigung von Wäldern.

Weitere Informationen zum sauren Regen erhältst Du aus den in der Linkliste angegebenen Webseiten.



**3. a) Skulptur eines der zwölf Apostels vor der St. Peter und St. Paul Kirche in der Altstadt von Krakau. Dieses Original aus Kalkstein wurde vom sauren Regen zerstört. Inzwischen wurden die beschädigten Originale durch Kopien ersetzt (siehe Abb. 3b).**

**Photo: Sebastian Wypych.**



**3. b) Kopie der Skulptur in der Abbildung links, durch die das Original ersetzt wurde.  
Photo: Sebastian Wypych.**

**Autoren:**

**Andrea Heiseler - Chemielehrerin, Köln/Bonn**

**Elmar Uherek - Max Planck-Institut für Chemie, Mainz**

© ACCENT 2006 | [www.accent-network.org](http://www.accent-network.org)