



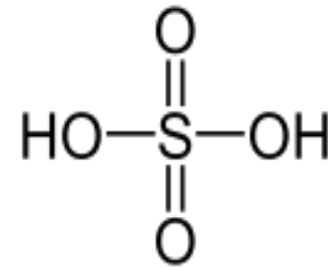
Schwefelsäureherstellung

Frederike Wolfering
Anne Warrink

Inhalt

- Allgemeines
- Geschichte
- Herstellungsverfahren
- Großtechnische Herstellung
- Zusammenfassung

Allgemeines zur Schwefelsäure



- nach IUPAC Dihydrogensulfat
- farblose, hygroskopische Flüssigkeit
- ölig und sehr viskos, früher auch „Vitriolöl“ genannt
- starke, zweiprotonige Säure

Vorkommen Schwefelsäure

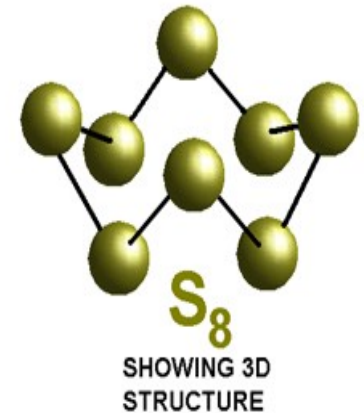
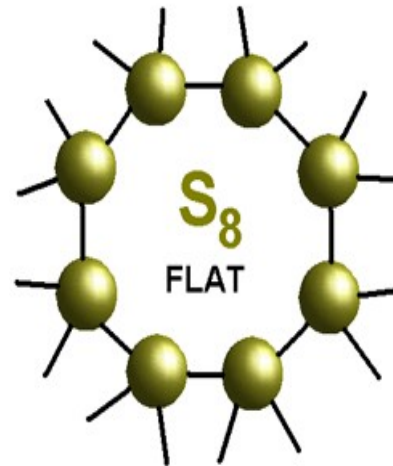
- Schwefelsäure in der Natur selten zu finden
 - in Atmosphäre, gelangt als saurer Regen auf die Erdoberfläche
 - in vulkanischen Quellen (Solfataren)
 - Venus-Atmosphäre



Schwefelsäureherstellung
Wolfering/Warrink

Vorkommen Schwefel

- S₈-Ringe (Schwefelblüte) aus u.a. Sizilien, USA und Japan
- Verbindungen wie Sulfide (Pyrit FeS₂, Kupferkies CuFeS₂) und Sulfate (Bittersalz MgSO₄, Baryt BaSO₄)
 - ↳ wird zur Herstellung von H₂SO₄ im Doppelkontaktverfahren benötigt



Baryt

Gewinnung von element. Schwefel

- durch Frasch-Verfahren aus unterirdischen Lagerstätten
- durch Claus-Prozess aus H_2S (Abfallprodukt, bei Steinkohlekoksherstellung, Rauchgasentschwefelung und Erdölentschwefelung)
 - gute Lager- und Transportfähigkeit



Geschichte

- bedeutenste Industriechemikalie
 - ↳ Indikator für techn. Entwicklungsstand eines Landes
- seit dem 13. Jh. H_2SO_4 -Herstellung aus Vitriolen (lat. *vitreus*; Glas)



FeSO4



CuSO4

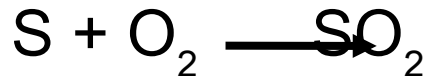
Geschichte



- im 17. Jh. gewinnt Schwefelsäureherstellung an Bedeutung (Rudolph Glauber)
- 1650 erste industrielle Produktionsstätte in Deutschland
- 1840 Justus von Liebig (Düngemittel)
- Industrielle Entwicklung in England ca. 100 Jahre später zum Bleichen von Textilien
 - ↳ Keine Vitriolvorkommen, Entwicklung des Bleikammerverfahrens

Bleikammerverfahren

- Verbrennung von Schwefel:



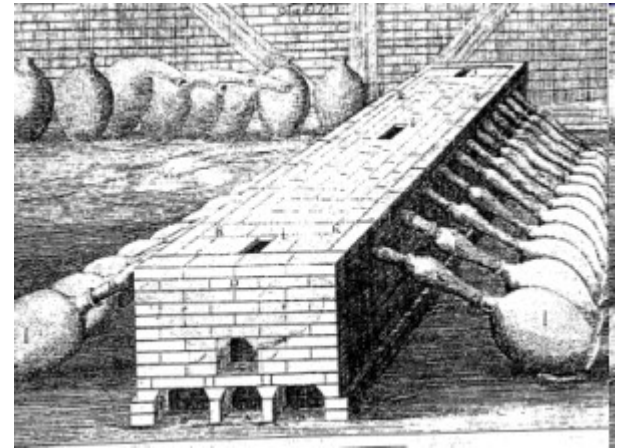
- Weiteroxidation zu SO_3 durch NO_2



- Umsetzung durch Hydrolyse zu H_2SO_4



- Bleikammern sind beständig gegen aggressive Dämpfe und Schwefelsäure
- Rauchgasentwicklung mit großem SO_2 -Gehalt im Rohgas
 - ⇒ großes Waldsterben durch sauren Regen

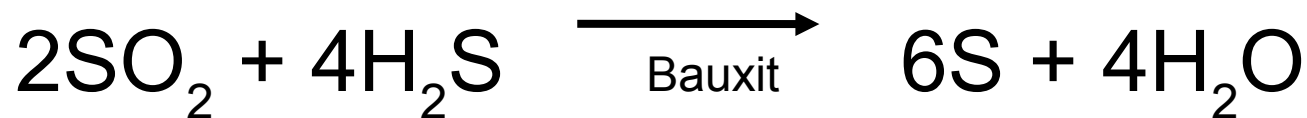
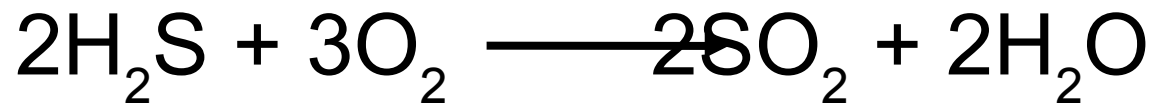


Kontaktverfahren

- Clemens Winkler befasste sich mit der Rauchgasentschwefelung
 - ↳ Entdeckung der katalytischen Oxidation von SO_2 zu SO_3 (Ende 19. Jh.)
- Weiterentwicklung durch BASF-Chemiker Rudolf Knietsch
 - ↳ 1890 großtechnische H_2SO_4 -Herstellung im Kontaktverfahren

Kontaktverfahren

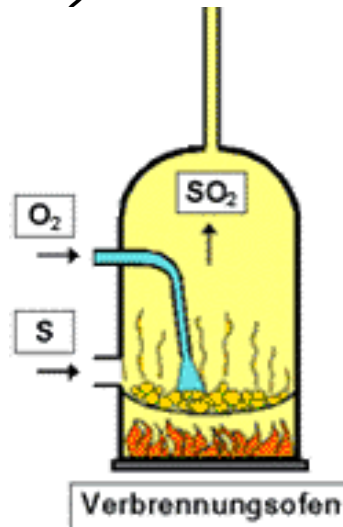
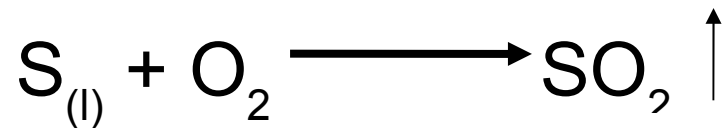
- Gewinnung von elementarem Schwefel am Beispiel der Erdgasentschwefelung (Claus-Prozess):



- Oder aus Erdöl und Kohle

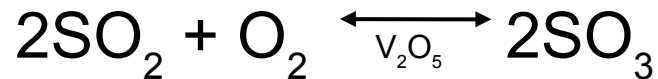
Kontaktverfahren in 3 Schritten

1. Element. Schwefel wird verflüssigt und in Zerstäubungsbrennern zu SO_2 verbrannt:



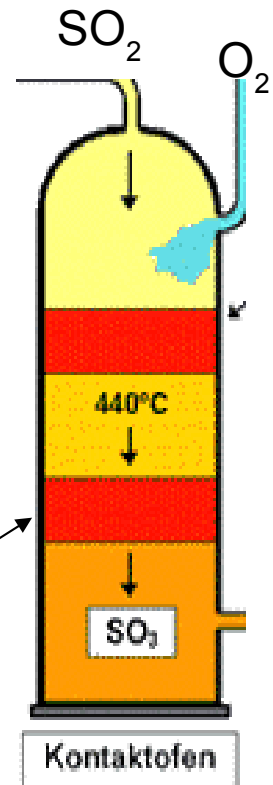
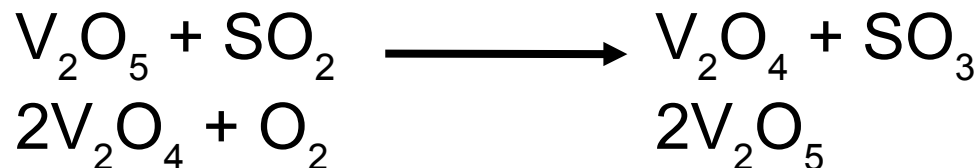
Kontaktverfahren in 3 Schritten

2. Oxidation von SO_2 zu SO_3 mit Vanadium(V)-oxid:



SO_2 -Umsatz bei 94 %

- Vanadium(V)-oxid ist „Sauerstoff-Überträger“:



Kontaktverfahren in 3 Schritten

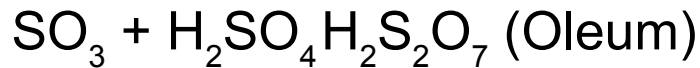
3. Umsetzung von SO_3 zu H_2SO_4

- Zugabe von H_2SO_4 zum SO_3 :

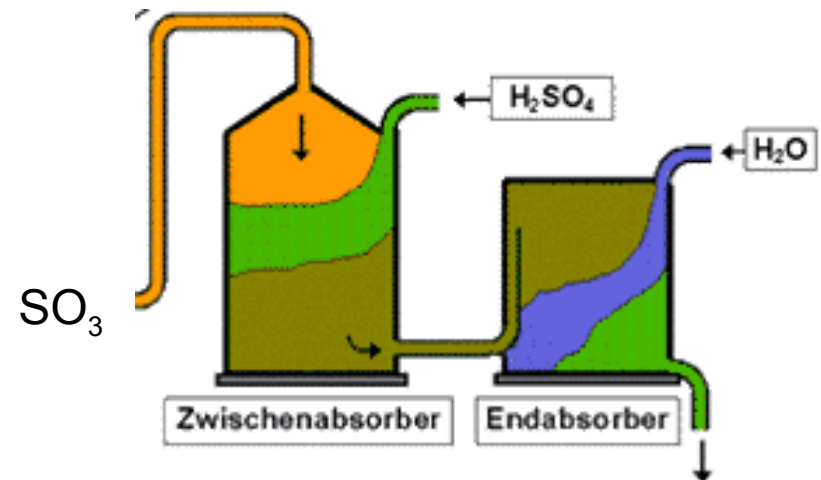


Wasser als reines Lösungsmittel ungeeignet, da SO_3 sehr langsam gelöst werden würde

- wenn kein H_2O mehr vorhanden:

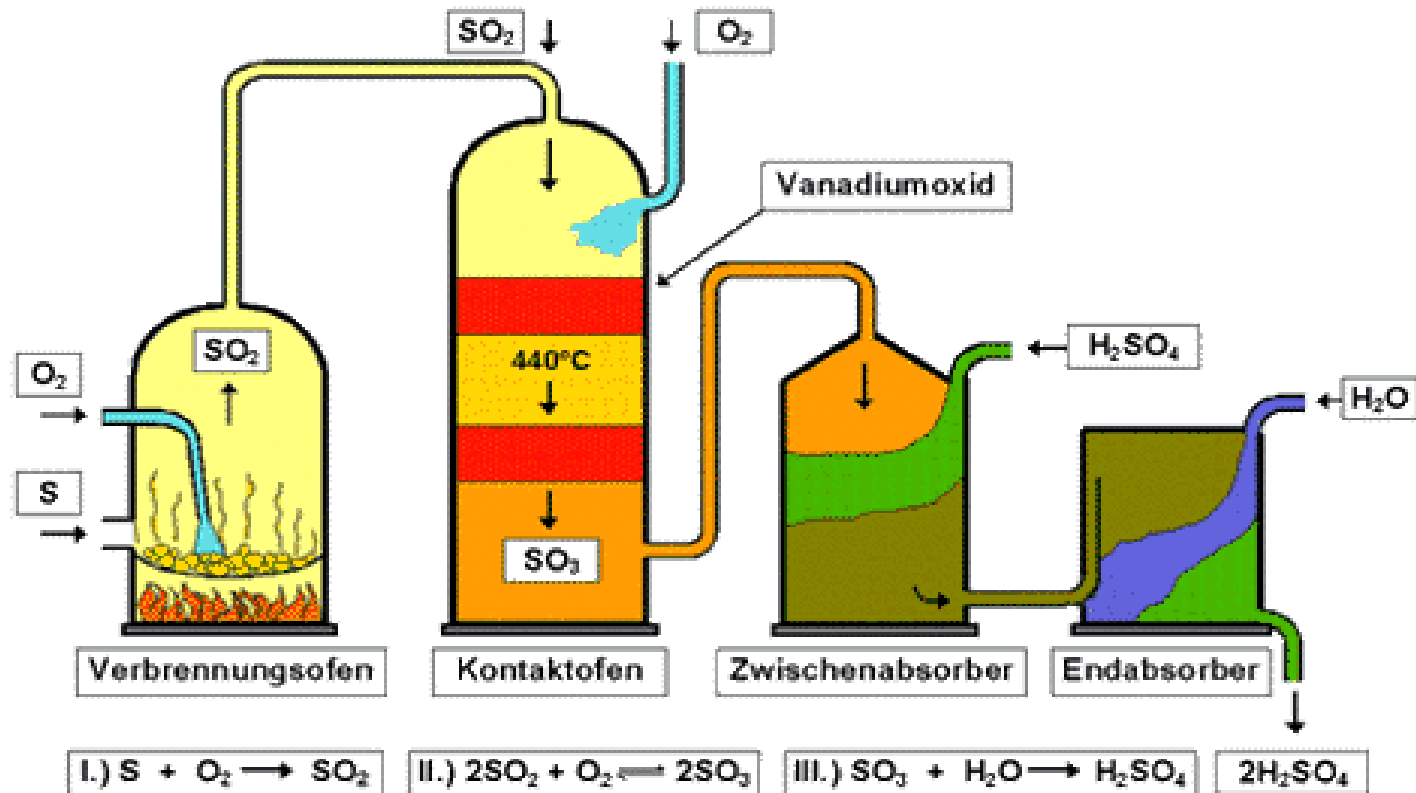


- Verdünnung mit H_2O :



Überblick

Schwefelsäureherstellung (Kontaktverfahren)



© Thomas Seilnacht

Großtechnische Herstellung Doppelkontaktverfahren

- Verbesserung des Kontaktverfahrens
- nicht absorbiertes SO_2 wird wieder auf Kontaktschicht zurückgeführt
- SO_2 Emission wird deutlich verringert, SO_2 -Umsatz bei 99,8 %
 - ↳ Verarbeitung rentabler und umweltschonender

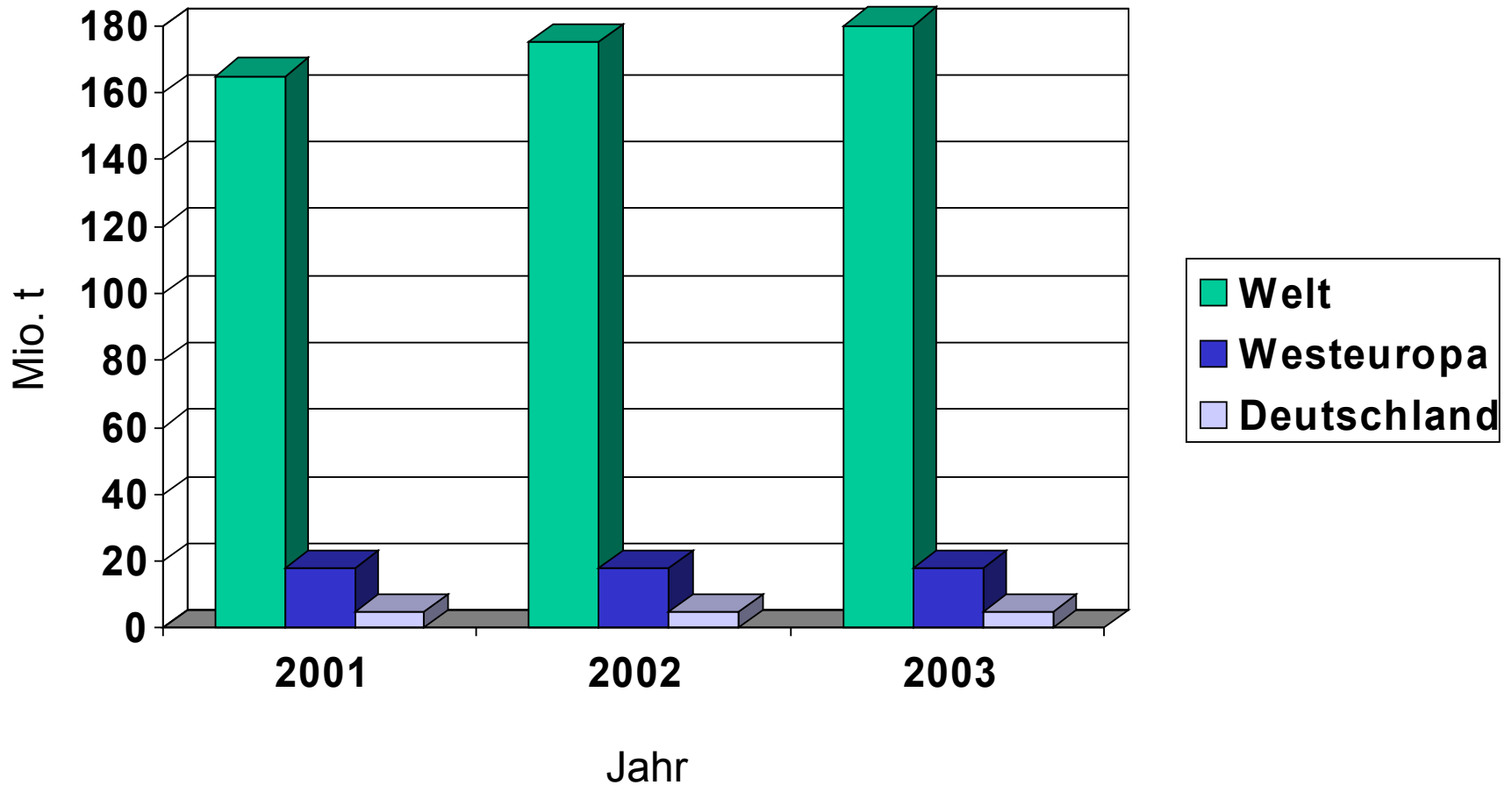
Anwendungsgebiete der Schwefelsäure

- 70% für Herstellung von Düngemitteln und Sulfaten
- Bleiakku und Autobatterien enthalten 37% Schwefelsäure
- Trennung von Gold und Silber aus Erzen
- Chlorherstellung
- Im Gemisch mit Salpetersäure (Nitriersäure) können Explosivstoffe hergestellt werden
- Waschmittelherstellung
- Katalysator und Trockenmittel im Labor

Zusammenfassung

- Schwefelsäure ist die bedeutenste Industriechemikalie
 - ↳ Indikator für techn. Entwicklung eines Landes
- Produktion fast ausschließlich über Kontakt-Doppelkontaktverfahren
- Aus umwelttechnischen Gründen wird die Produktion zurückgefahren
 - Saurer Regen → Waldsterben
 - Acid mine drainage (saure Abflüsse)
→ Gewässer → toxische Wirkung auf

Schwefelsäureproduktion



Quellen

- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/vermisch/vitriol.htm>
- http://www.uni-siegen.de/fb8/ac/hjd/lehre/ws0809/seminar/braunoehler_schwefel_korr_.pdf
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Schwefels%C3%A4ure>
- Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe
ISBN: 3-8343-3020-5
- <http://www.seilnacht.com>
- <http://www.mineralienatlas.de/lexikon>



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit