

Informationen und Empfehlungen für  
Ärzte in Krankenhäusern

- Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssiger Schwefelsäure benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch Schwefelsäuredämpfe gefährden. Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Schwefelsäuredämpfen exponiert waren, besteht nicht.
- Schwefelsäure wirkt stark ätzend auf alle Gewebe. Einwirkung auf die Augen kann zu starken Verätzungen und späteren dauernden Schädigungen des Auges führen. Hautkontakt kann starke Verätzungen hervorrufen, die verzögert auftreten können. Dampf reizt die Haut, Augen, Nase, Rachen und Atemwege und führt zu Reizungen, Husten, Brustschmerzen und Atembeschwerden. Es kann zum Bronchospasmus und Lungenödem (Kurzatmigkeit, Zyanose, Auswurf, Husten) kommen.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Einwirkung und der Beschwerden.

1. Informationen zur Substanz

Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), CAS 7664-93-9

Synonyme: Vitriolöl, Batteriesäure

Schwefelsäure ist eine klare, farblose nicht brennbare ölige Flüssigkeit mit einem beißenden Geruch in heißem Zustand. Wegen der starken hygroskopischen Wirkung kann es durch Verunreinigungen zu bräunlichen Verfärbungen kommen. Schwefelsäure findet breite Anwendung bei der Produktion verschiedener Grundchemikalien, Düngemitteln, Explosivstoffen, Kunstfasern, Farben, Arzneimitteln, Waschmitteln, Klebstoffen und Papier. Es wird als Elektrolyt in Autobatterien eingesetzt und wird in der Leder-, Fell- und Wollverarbeitung, Kunststoffherstellung, Erdöl- und Erdgasgewinnung, Uranaufbereitung, Metalloberflächenreinigung, Lebensmittelzubereitung und als Laborreagenz verwendet.

2. Exposition

*Einatmen*

Einatmen ist ein möglicher Einwirkungsweg. Der Geruch von Schwefelsäure und die Reizwirkung auf die oberen Atemwege haben eine deutliche Warnwirkung vor gefährlichen Konzentrationen.

*Haut-/Augenkontakt*

**Die Exposition gegenüber Schwefelsäure erfolgt im Wesentlichen durch die direkte Einwirkung auf die Haut und Augen.** Haut- und Augenkontakt führt zu starken Verätzungen, die auch verzögert auftreten können.

*Verschlucken*

Ein Verschlucken von Schwefelsäure führt zu starken Verätzungen der Schleimhäute in Rachen und Speiseröhre.

3. Akute gesundheitliche

Wirkungen

*Atemwege*

Schwefelsäure führt gewöhnlich zu Rachenreizungen und Husten. Es kann schnell zu Atembeschwerden mit Schmerzen in der Brust, Atemnot, Bronchospasmus und Lungenödem kommen (Kurzatmigkeit, Zyanose, Auswurf, Husten). Die Beschwerden können über mehrere Stunden zunehmen. Die Einwirkung von Schwefelsäure kann zu einem Versagen der Atmung führen.

*Hautkontakt*

Die direkte Einwirkung flüssiger Schwefelsäure verursacht starke Verätzungen der Haut und der Schleimhäute; in der Folge kann es zur Narbenbildung kommen. Niedrige Dampfkonzentrationen oder Nebel können zu Schmerzen, Rötung, Entzündung und Blasenbildung führen.

*Augenkontakt*

Die Einwirkung von flüssiger Schwefelsäure führt zu schweren Verätzungen und späteren dauernden Schädigungen des Auges. Niedrige Dampfkonzentrationen und Nebel verursachen Brennen, Rötung, Tränenfluss und Lidschluss.

*Dosis-Wirkungs-Beziehungen*

Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen stellen sich wie folgt dar:

<u>Schwefelsäure-Konzentration</u>	<u>Wirkung/Effekt</u>
1 mg/m <sup>3</sup>	- Geruchsschwelle
5 mg/m <sup>3</sup>	- unerträglich, Hustenreiz
80 mg/m <sup>3</sup>	- unmittelbar lebensgefährlich

*Mögliche Folgen*

Wenn der Patient die ersten 48 Stunden nach der Exposition überlebt hat, ist eine weitere Besserung der Symptomatik zu erwarten. Nach der akuten Einwirkung normalisiert sich die Lungenfunktion gewöhnlich in 7 bis 14 Tagen. Üblicherweise kommt es zu einer vollständigen Wiederherstellung, Beschwerden und Lungenfunktionseinschränkungen können aber auch fortbestehen. Eine Hyperreagibilität gegenüber reizenden Stoffen kann persistieren und Bronchospasmen oder eine chronische Bronchitis hervorrufen. Eine Zerstörung von Lungengewebe oder Narbenbildung kann zu einer chronischen Dilatation von Bronchien und zu einer erhöhten Suszeptibilität gegenüber Infektionen führen. Die chronische oder länger dauernde Einwirkung von Schwefelsäuredämpfen kann zu Lungenfunktionsstörungen, chronischer Bronchitis, Nasenschleimhautgeschwüren, Haut- und Augenentzündungen und Zahnschäden führen.

*Kanzerogenität*

Die Einwirkung von Nebeln starker anorganischer Säuren, die Schwefelsäure enthalten, am Arbeitsplatz wirkt kanzerogen beim Menschen (IARC Gruppe 1).

**4. Maßnahmen**

*Selbstschutz*

Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssiger Schwefelsäure in Berührung kam, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Schwefelsäure gefährden. Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Schwefelsäuredämpfen exponiert waren, besteht nicht.

*Reinigung*

Patienten, die nur gegenüber Schwefelsäuredämpfen exponiert waren und keine Zeichen einer Haut- oder Augenreizung aufweisen, benötigen im Unterschied zu allen anderen keine speziellen Reinigungsmaßnahmen.

Wenn möglich, sollten die Patienten bei ihrer eigenen Reinigung mithelfen. Kam es zu einer Einwirkung von flüssiger Schwefelsäure und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie **sofort entfernt** und zweifach eingepackt werden.

**Sicherstellen, dass die Augen im Falle einer Schwefelsäureeinwirkung mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 20 Minuten gespült wurden und der pH-Wert der Tränenflüssigkeit wieder normal ist (pH 7).** Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen. Sollte die Augenspülung durch krampfhaften Lidschluss behindert sein, kann eine 0,4 % Oxybuprocain-Lösung angewendet werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen.

**Sicherstellen, dass betroffene Haut- und Haarpfortien mit Wasser über mindestens 15 Minuten gespült wurden.** Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen. Augen während des Spülens schützen.

*Initiale Behandlung*

Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Einwirkung und den Beschwerden. Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Schwefelsäurekonzentration 5 mg/m<sup>3</sup> oder mehr beträgt (abhängig von der Dauer

der Einwirkung), Symptome vorhanden sind (z.B. Reizungen der Augen oder der oberen Atemwege) oder falls keine Konzentration abgeschätzt werden kann, aber von Exposition auszugehen ist:

- **Sauerstoffgabe**
- **Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800 µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.**

**Bei Zeichen einer Verengung der Atemwege (z.B. Bronchospasmus oder Stridor)**

- a) Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2 mg Adrenalin (2 ml) mit 3 ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- b) Gabe eines  $\beta_2$ -selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1 mg Salbutamol; bzw. 0,2 mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.  
Alternativ können 2,5 mg Salbutamol und 0,5 mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.  
Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25 mg bis 0,5 mg) subkutan oder Salbutamol (0,2 mg bis 0,4 mg über 15 Minuten) intravenös.
- c) Intravenöse Gabe von 250 mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)

**Bei Zeichen eines toxischen Lungenödems (z.B. schaumiger Auswurf, feuchte Rasselgeräusche)**

- a) CPAP-Therapie
- b) Intravenöse Gabe von 1000 mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)

**Bei (zunehmender) respiratorischer Insuffizienz erweitertes Atemwegsmanagement, z.B. endotracheale Intubation oder ggf. Koniotomie.**

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Gabe eines Corticosteroids ist bislang nicht in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesen worden.

**Bei respiratorischer Insuffizienz endotracheale Intubation oder ein alternatives Atemwegsmanagement. Ist dies nicht durchführbar, ggf. Koniotomie.**

Durch Hautkontakt mit Schwefelsäure können schwere Schädigungen hervorgerufen werden; diese sind wie Verbrennungen zu behandeln: adäquate Flüssigkeitsgabe, analgetische Therapie, Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, Abdeckung des betroffenen Hautareals mit einer sterilen Auflage oder einem sauberen Tuch.

**Bei Exposition der Augen kann es ebenfalls zu schweren Schädigungen kommen; auch diese sind wie Verbrennungen zu behandeln. Es ist unverzüglich ein Augenarzt zu konsultieren.**

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber Schwefelsäure im Gesichtsbereich kann ernste Folgen haben.

*Weiteres Vorgehen und  
Behandlung*

**Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoximetrie, eine p.a. Thoraxröntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden.** Die Routinelaboruntersuchung sollte ein großes Blutbild und eine Blutzucker- und Elektrolytbestimmung umfassen.

**Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems – Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thoraxröntgenbild - sind späte Zeichen, die erst 6 bis 8 Stunden oder noch später nach einer Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild**

ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer größeren Dosis normal. Patienten mit möglicher Exposition sollten über ein Minimum von 24 Stunden beobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden können. Bei leichten Reizungen der oberen Atemwege, die sich schnell zurückbilden, sind in der Regel keine Spätfolgen zu erwarten.

Wenn die Sauerstoffsättigung unter 93 % fällt oder zu fallen droht, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thoraxröntgen zu wiederholen.

**Wenn die Blutgaskonzentrationen sich zu verschlechtern beginnen und/ oder die Thoraxröntgenaufnahme Zeichen eines toxischen Lungenödems zeigt, sollte Sauerstoff über eine Maske appliziert werden. Bei sich manifestierender Verschlechterung (insbesondere bei Tachypnoe (>30/min) und gleichzeitiger Abnahme des Kohlendioxidpartialdrucks) ist eine CPAP-Therapie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu beginnen.**

Im Falle der Entwicklung eines Lungenödems sollten Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements ist das Legen eines Zentralvenen- oder Swan-Ganz-Katheters in Betracht zu ziehen.

Solange Anzeichen eines Lungenödems persistieren, sollte die intravenöse Gabe von Methylprednisolon (oder eines äquivalenten Steroids) in Intervallen von 8 bis 12 Stunden fortgesetzt werden.

#### *Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten*

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Konzentration von **weniger als 5 mg/m<sup>3</sup>** (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren, und Patienten, die unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen aus dem Krankenhaus entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Schwefelsäure- oder Reizgaseinwirkungen.
- b) Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt. Der Patient wurde aufgefordert, sich sofort in ärztliche Behandlung zu begeben, falls gesundheitliche Beschwerden auftreten.

**Patienten mit möglicher Exposition sollten über einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden können. Bei leichten Reizungen der oberen Atemwege, die sich schnell zurückbilden, sind in der Regel keine Spätfolgen zu erwarten.**

In diesem Dokument hat die BASF alle mögliche Sorgfalt aufgewandt, um die Richtigkeit und Aktualität der dargestellten Informationen sicherzustellen, beansprucht aber nicht, dass dieses Dokument umfassend alle diesbezüglich möglichen Situationen erfasst. Dieses Dokument ist als zusätzliche Informationsquelle für Ärzte im Krankenhaus konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Schwefelsäure ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte im Krankenhaus und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.

**BASF SE**  
Corporate Health Management  
Carl-Bosch-Straße 38  
67056 Ludwigshafen  
Deutschland

**BASF Corporation**  
Medical Department  
100 Campus Drive, M/S F 221  
Florham Park, NJ 07932  
USA