

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Schwefeldioxid

CAS-Nr.: 7446-09-5

GHS-Symbole:



GHS05

Ätzwirkung



GHS06

Akute Toxizität

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

- H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H331 Giftig bei Einatmen.

Kurzinformation

- Bevor die Notfallsanitäter/Notärzte vor Ort sich einem Patienten nähern muss sichergestellt sein, dass für sie selbst keine Gefahr durch Schwefeldioxid besteht.
- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Schwefeldioxidgas exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Schwefeldioxid (Siedepunkt -10°C) benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Schwefeldioxid gefährden.
- Schwefeldioxid wirkt stark ätzend auf die feuchte Haut, die Augen und die oberen Atemwege und führt zu Augenreizungen, Husten, Schmerzen in der Brust, Atembeschwerden und Bronchokonstriktion. Laryngospasmus und Zeichen eines toxischen Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf und Husten) können auftreten.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.

Inhalt

1. Informationen zur Substanz3

2. Exposition3

2.1. Einatmen3

2.2. Haut-/Augenkontakt3

2.3. Verschlucken3

3. Akute gesundheitliche Wirkungen3

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung3

3.2. Atemwege3

3.3. Hautkontakt3

3.4. Augen4

3.5. Mögliche Folgen4

4. Maßnahmen4

4.1. Selbstschutz der Helfer4

4.2. Rettung4

4.3. Reinigung4

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)4

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung5

4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten6

5. Literaturangaben7

1. Informationen zur Substanz

Schwefeldioxid (SO₂), CAS 7446-09-5

Synonyme: Schwefligsäureanhydrid, Schwefelgeist

Schwefeldioxid ist bei Raumtemperatur ein farbloses, nicht brennbares Gas mit einem scharfen, stechenden und schwefligen Geruch, unter Druck oder bei Temperaturen unter -10°C eine klare Flüssigkeit. Schwefeldioxid ist wasserlöslich und bildet schweflige Säure (H₂SO₃). Schwefeldioxid wird eingesetzt in der Metallbearbeitung, zur Herstellung von Chemikalien, Holzverarbeitung und Papierherstellung, der Gewinnung von Schmiermitteln, als Konservierungsstoff, Desinfektionsmittel, Reduktionsmittel, Antioxidans bei der Magnesiumgewinnung, Bleichmittel, Fungizid, Insektizid und als Konservierungs- und Zusatzstoff in Nahrungsmitteln.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Die Exposition gegenüber Schwefeldioxid erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen. Der Geruch von Schwefeldioxid hat eine deutliche Warnwirkung. Die chronische Einwirkung niedriger Konzentrationen kann aber zum Abstumpfen der Geruchswahrnehmung und der Reizeffekte führen. Da Schwefeldioxid schwerer als Luft ist, besteht in schlecht gelüfteten, niedrig liegenden oder geschlossenen Räumen Erstickungsgefahr.

2.2. Haut-/Augenkontakt

Die Einwirkung von flüssigem Schwefeldioxid oder Gas auf nasse oder feuchte Haut bzw. Augen führt zu starken Verätzungen mit Geschwür- und Schorfbildung.

2.3. Verschlucken

Ein Verschlucken von Schwefeldioxid ist unwahrscheinlich, da es bei Raumtemperatur ein Gas ist.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung

<u>Schwefeldioxidkonzentration</u>	<u>Wirkung/Effekte</u>
0.5 – 2 ppm	- Veränderungen der Lungenfunktion bei Asthmatikern
3 – 5 ppm	- Geruchswahrnehmung (Toleranzentwicklung möglich)
8 – 20 ppm	- Reizung der oberen Atemwege und der Augen, Tränenfluss
50 – 100 ppm	- Starke Reizung der Augen und des gesamten Atemtraktes, für 30-60 Minuten tolerierbar
400 – 500 ppm	- Tödlich nach 1 Minute

3.2. Atemwege

Schwefeldioxidgas führt zu Reizungen der Augen und der oberen Atemwege (Rachenreizungen, Husten). Bei hohen Konzentrationen kann es schnell zu Atembeschwerden mit Schmerzen in der Brust, Atemnot, Laryngospasmen und toxischen Lungenödem kommen. Die Beschwerden können mit der Zeit zunehmen. Bei massiver Einwirkung kann es zu Atemstillstand und Herz-Kreislauf-Stillstand kommen.

3.3. Hautkontakt

Die Einwirkung von hohen Schwefeldioxidgaskonzentrationen auf nasse oder feuchte Haut führt zu starken Verätzungen mit Geschwür- und Schorfbildung und im weiteren Verlauf eventuell zu entstellenden Narben. Niedrigere Konzentrationen können Brennen, Rötung, Entzündung und Blasenbildung verursachen. Die Einwirkung von unter Druck stehendem, flüssigem Schwefeldioxid kann Erfrierungen bewirken.

3.4. Augen

Niedrige Gaskonzentrationen können zu Augenreizungen mit Brennen, Rötung, Tränenfluss und Lidschluss führen. Kontakt mit flüssigem Schwefeldioxid oder hohe Konzentrationen können eine Trübung der Augenoberfläche und eine spätere dauernde Schädigung des Auges verursachen.

3.5. Mögliche Folgen

Wenn der Patient 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. Eine Hyperreagibilität gegenüber reizenden Stoffen kann persistieren und Bronchospasmen oder eine chronische Bronchitis hervorrufen. Ein solches Schwefeldioxidgas-induziertes "reactive airways dysfunction syndrome" (RADS) besteht eventuell über mehrere Jahre fort. 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 hat möglicherweise ein erhöhtes Risiko von chronischen Atemwegsobstruktionen.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Schwefeldioxid enthält, müssen ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemikalienschutzanzug getragen werden. Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Schwefeldioxidgas exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Schwefeldioxid benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Schwefeldioxid gefährden.

4.2. Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Falls sie nicht in der Lage sind selbstständig zu gehen, sollten sie zügig mit geeigneten Mitteln unter Beachtung des Eigenschutzes aus dem Gefahrenbereich verbracht werden. Absoluten Vorrang hat dann das "A, B, C-Schema".

A) Atemwege freimachen (auf Blockade durch Zunge oder Fremdkörper achten)

B) Beatmung (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)

C) Circulation (Beginn der Wiederbelebung bei jeder Person, die nicht auf Ansprache reagiert und keine normale Atmung hat)

4.3. Reinigung

Patienten, die nur gegenüber Schwefeldioxidgas 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 mitwirken. Kam es zu einer Einwirkung von flüssigem Schwefeldioxid und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und sicher eingepackt werden.

Die Augen im Falle einer Schwefeldioxidexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten spülen. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen.

Betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden. Augen während des Spülens schützen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Schwefeldioxidgaskonzentration 10ppm oder mehr beträgt (abhängig von der Dauer der Einwirkung), nach Inhalation von Schwefeldioxid Beschwerden oder Symptome seitens der Atemwege bzw. systemisch toxische Wirkungen vorliegen (z.B. Reizungen der Augen oder der oberen Atemwege) oder falls keine Konzentration abgeschätzt werden kann, aber eine relevante Exposition sehr wahrscheinlich ist:

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

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

- Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2mg Adrenalin (2 ml) mit 3ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- Gabe eines β 2-selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1mg Salbutamol; bzw. 0,2mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.

Alternativ können 2,5mg Salbutamol und 0,5mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.

Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25mg bis 0,5mg) subkutan oder Salbutamol (0,2mg bis 0,4mg über 15 Minuten) intravenös.

Intravenöse Gabe von 250mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis).

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

- CPAP-Therapie
- Intravenöse Gabe von 1000mg 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.

Patienten mit einer Expositionskonzentration von 10ppm oder mehr (in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer) und Patienten, bei denen keine Expositionsdosis abgeschätzt werden kann, eine relevante Exposition aber wahrscheinlich ist, sollten unverzüglich in ein Krankenhaus mit Intensivtherapie-Möglichkeiten transportiert werden.

Durch Hautkontakt mit Schwefeldioxid 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. Unter Druck stehendes flüssiges Schwefeldioxid kann zu Erfrierungen führen.

Die Exposition der Augen kann ebenfalls zu schweren Schädigungen führen; auch diese sind wie Verbrennungen zu behandeln. Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.

Anmerkung: Jeder Kontakt mit flüssigem Schwefeldioxid im Gesichtsbereich kann ernste Folgen haben.

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoxymetrie, eine p.a. Thorax Röntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems - Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thorax Röntgenbild - 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 relevanten Dosis noch unauffällig.

Patienten mit möglicher Exposition sollten über einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden. Wenn die Sauerstoffsättigung unter 93% fällt, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thorax Röntgen zu wiederholen.

Wenn die Blutgaskonzentrationen sich verschlechtern und/oder die Thorax Röntgenaufnahme 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-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.

Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputumkulturen erwogen werden. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Asymptomatische Patienten, die einer Schwefeldioxid-Konzentration von weniger als 10ppm (in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren und unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- 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.
- Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen vom Schwefeldioxid kennt bzw. verstanden hat.
- Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
- Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.
- Patienten mit ernststen Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.
- Die Spirometrie sollte nach der Entlassung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, bis sich die Werte auf die Ausgangswerte des Patienten vor Exposition normalisiert haben.

5. Literaturangaben

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Hrsg. Reizende Stoffe / Ätzende Stoffe. Heidelberg: Jedermann-Verlag, 1992. (Merkblätter für gefährliche Arbeitsstoffe; M 004.)

Buttgereit F, Dimmeler S, Neugebauer E, Burmester GR. Wirkungsmechanismen der hochdosierten Glucocorticoidtherapie. Dtsch Med Wschr 1996; 121: 248-252.

Diller WF. Anmerkungen zum Unglück in Bhopal. Dtsch Med Wschr 1985; 110: 1749-1751.

Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997: 1518-1520.

Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Weisman RS, Howland MA, Hoffman RS. Toxicologic Emergencies. 6th ed. Norwalk: Appleton & Lange, 1998: 1193, 1526, 1529, 1540.

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Hrsg. Merkblatt für die Erste Hilfe bei Einwirkungen gefährlicher chemischer Stoffe. Köln: Carl Heymanns Verlag, 1989; ZH 1/175.

Thiess AM, Schmitz T. Gesundheitsschädigungen und Vergiftungen durch Einwirkung von Reizstoffen auf die oberen und mittleren Atemwege. Sichere Arbeit 1969; 3/69: 11-18.

Foncerrada G et al, Safety of Nebulized Epinephrine in Smoke Inhalation Injury, J Burn Care Res 2017;38:396–402

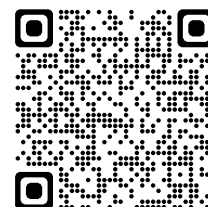
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

Olasveengen TM, Semeraro F, et. Al: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 2021, 161: 98-114

Administrative Information

Document Type	Chemical Emergency Medical Guideline
Number of Version	DE.1.0.0
Initial Publication	01.01.2026
Next Revision	2029
Responsible Unit (Author)	ESG/CH ESG/AS
Contact Person	ESG/CH: Dr. M. Conzelmann, T. Schröck ESG/AS: Dr. D. Frambach

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



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 in Krankenhäusern konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Schwefeldioxid ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte in Krankenhäusern und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.