

## Informationen und Empfehlungen für Notfallsanitäter/Notärzte/Ärzte vor Ort

- Bevor die Notfallsanitäter/Notärzte/Ärzte 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  $-10^{\circ}\text{C}$ ) 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 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.

### 1. Informationen zur Substanz

Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), 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  $-10^{\circ}\text{C}$  eine klare Flüssigkeit. Schwefeldioxid ist wasserlöslich und bildet schweflige Säure (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). 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

#### *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. Asthmatiker können auch schon auf Konzentrationen unterhalb der Geruchsschwelle reagieren. Da Schwefeldioxid schwerer als Luft ist, besteht in schlecht gelüfteten, niedrig liegenden oder geschlossenen Räumen Erstickungsgefahr.

#### *Haut-/Augenkontakt*

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

#### *Verschlucken*

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

### 3. Akute gesundheitliche Wirkungen

**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 Lungenödem kommen. Die Beschwerden können mit der Zeit zunehmen.

Bei massiver Einwirkung kann es zum Atemstillstand und Herz-Kreislauf-Stillstand kommen.

## Hautkontakt

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

## Augenkontakt

Niedrige Gaskonzentrationen führen möglicherweise zu Augenreizungen mit Brennen, Rötung, Tränenfluss und Lidschluss. Bei Kontakt mit höheren Konzentrationen oder flüssigem Schwefeldioxid kann es zu einer Trübung der Augenoberfläche und einer späteren dauernden Schädigung des Auges kommen.

## Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Schwefeldioxidkonzentration</u>	<u>Wirkung/Effekt</u>
0,5-2 ppm	- Veränderungen der Lungenfunktion bei Asthmatikern
3-5 ppm	- Geruchswahrnehmung (Toleranzentwicklung)
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

## 4. Maßnahmen

### Selbstschutz der Helfer

**Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Schwefeldioxid enthält, müssen ein umluftunabhängiges 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.

### 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" (**Atemwege freimachen, Beatmung, Circulation**) lebensrettender Maßnahmen.

### 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 zweifach eingepackt werden.

**Es muss gewährleistet sein, dass die Augen im Falle einer Schwefeldioxidexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 20 Minuten gespült wurden.**

Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen.

**Es ist sicherzustellen, dass die betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten gespült wurden.** Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden. Augen während des Spülens schützen.

### Initiale Behandlung

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

**Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Schwefeldioxidgaskonzentration 8-20 ppm 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 eine Exposition wahrscheinlich erfolgt 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.

**Patienten mit einer Expositionskonzentration von 8-20 ppm oder mehr (in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer) und Patienten, bei denen keine Expositionsdosis abgeschätzt werden kann, eine Exposition aber wahrscheinlich erfolgt ist, sollten unverzüglich zu einem 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.

**Asymptomatische Patienten**, die einer Konzentration von **weniger als 8-20 ppm** (in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Schwefeldioxidexposition.

*Entlassung des Patienten/  
Anweisungen für das weitere  
Verhalten*

- 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.
- c) Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen vom Schwefeldioxid kennt bzw. verstanden hat.
- d) Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patient und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- e) Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
- f) Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.

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 Notfallsanitäter, Notärzte und Ärzte vor Ort 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 Notfallsanitäter, Notärzte und Ärzte vor Ort 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