

---

## Informationen und Empfehlungen für Ärzte in Krankenhäusern

---

- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur Ethylenoxid-Gas ausgesetzt waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Ethylenoxid oder Ethylenoxid enthaltenden Lösungen benetzt ist, kann allerdings andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Ethylenoxid gefährden.
  - Ethylenoxid kann zu einer Beeinträchtigung zentralnervöser Funktionen mit Krampfanfällen, Koma oder Atemlähmung und zu sofortigen Augen-, Haut- und Atemwegsreizungen führen. Zeichen eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) können auch erst 12 oder mehr Stunden nach der Exposition auftreten.
  - Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.
- 

### 1. Informationen zur Substanz

Ethylenoxid ([CH<sub>2</sub>]<sub>2</sub>O), CAS 75-21-8  
Synonyme: Epoxyethan, ETO, Oxiran  
Ethylenoxid ist bei Raumtemperatur ein farbloses Gas und bei Temperaturen unter 11° C eine farblose Flüssigkeit. Es ist außerordentlich reaktionsfreudig und wasserlöslich. Sowohl das Gas als auch die Flüssigkeit sind feuergefährlich und explosionsfähig. Ethylenoxid hat einen süßlichen, etherartigen Geruch bei Luftkonzentrationen von 500 ppm und mehr. Trotzdem kann eine Gefährdung durch Ethylenoxid bereits bei Konzentrationen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle bestehen. Ethylenoxid reagiert mit starken Säuren, Laugen und Oxidantien.  
Ethylenoxid hat in der chemischen Industrie Bedeutung als Lösungsmittel, Weichmacher und Zwischenprodukt. Es wird verwendet zur Sterilisation von medizinischen Instrumenten, Nahrungsmitteln und Kosmetika sowie zur Entkeimung von Gewürzen, Tabak, Fellen und Bettzeug.

### 2. Exposition

#### *Einatmen*

**Die Exposition gegenüber Ethylenoxid erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen.** Auch niedrige Konzentrationen, die man noch nicht wahrnehmen kann, können bereits eine Gefährdung darstellen. Da Ethylenoxid schwerer als Luft ist, besteht in schlecht gelüfteten, niedrig liegenden oder geschlossenen Räumen Erstickungsgefahr.

#### *Haut-/Augenkontakt*

Gasförmiges wie flüssiges Ethylenoxid kann auch durch Haut und Augen aufgenommen werden; indessen kann direkter Kontakt mit dem Gas oder einer konzentrierten Lösung schwere Reizungen bewirken.

#### *Verschlucken*

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

### 3. Akute gesundheitliche Wirkungen

#### *Atemwege*

**Eine Konzentration von 200 ppm bewirkt bereits rasch eine Reizung des Nasenrachenraums. Höhere Konzentrationen können Tracheitis, Bronchitis, eine Bronchokonstriktion und Atelektasen hervorrufen. Ein akutes Lungenödem kann noch 12 oder mehr Stunden nach der Exposition auftreten.**

#### *Hautkontakt*

Hautkontakt mit gasförmigem oder flüssigem Ethylenoxid kann Hautreizungen mit Rötung, Blasen-, Eiter- und Krustenbildung hervorrufen. Hautreaktionen treten gelegentlich noch 12 oder mehr Stunden nach der

	Einwirkung auf. Kontakt mit unter Druck stehendem, flüssigem Ethylenoxid kann Erfrierungen zur Folge haben. Inhalation und Hautkontakt können eine Sensibilisierung bzw. allergische Reaktionen hervorrufen, die in Kontaktdermatitis, Urtikaria oder anaphylaktischen Reaktionen resultieren.
<i>Augenkontakt</i>	Hohe Gaskonzentrationen oder Spritzer konzentrierter Lösungen können zu Augenreizungen und -entzündungen sowie zu Hornhautschädigungen führen.
<i>Nervensystem</i>	Ethylenoxid hat zentralnervös hemmende Wirkungen. Expositionen gegenüber hohen Konzentrationen können sich in diversen neurologischen Störungen wie Krampfanfällen oder Koma manifestieren. Hinweise und Symptome treten gelegentlich erst über 12 Stunden nach der Exposition auf. Über Atemlähmung und verzögerte periphere Neuropathien wurde nach massiven Expositionen berichtet.
<i>Magen-Darm-Trakt</i>	Bereits Exposition gegenüber niedrigen Gaskonzentrationen kann - oft verzögert - zu Übelkeit und Erbrechen führen.
<i>Herz-Kreislauf-System</i>	Arrhythmien können nach Inhalation hoher Gaskonzentrationen vorkommen.
<i>Mögliche Folgen</i>	Überlebende nach hoher und symptomatischer Inhalation können eine chronische Lungenerkrankung zurückbehalten.
<i>Kanzerogenität</i>	Nach Richtlinie EC 1272/2008 ist Ethylenoxid wie folgt eingestuft: Karz. 1B (wahrscheinlich beim Menschen krebserzeugender Stoff; überwiegend aufgrund von Befunden bei Tieren) und Muta. 1B (Es ist davon auszugehen, dass der Stoff vererbare Schäden an menschlichen Keimzellen verursacht.)

#### 4. Maßnahmen

##### *Reinigung*

Patienten, die nur gegenüber Ethylenoxid-Gas 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. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Ethylenoxid (Umgebungstemperatur unter 11°C) benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Ethylenoxid gefährden. Kam es zu einer Einwirkung von flüssigem Ethylenoxid oder Ethylenoxid enthaltenden Lösungsmitteln und Verunreinigung der Kleidung, ist diese zu entfernen und zweifach einzupacken.

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

**Es ist sicherzustellen, dass die Augen im Falle einer Ethylenoxidexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten gespült wurden.** Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen.

##### *Initiale Behandlung*

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls nach Inhalation von Ethylenoxid Beschwerden oder Symptome seitens der Atemwege bzw. systemisch toxische Wirkungen vorliegen:

- **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.

Nach Hautkontakt mit Ethylenoxid können schwere Schädigungen resultieren; 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.

**Nach Exposition der Augen können ebenfalls schwere Schädigungen resultieren; auch diese sind wie Verbrennungen zu behandeln. Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.**

*Weiteres Vorgehen und Behandlung*

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoximetrie, eine p.a. Thoraxröntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden.

Routinemäßige Laborbestimmungen sollten ein großes Blutbild, Leber- und Nierenfunktionsparameter, Glukose und Elektrolyte einschließen. Da Beschwerden oder Symptome seitens des Nervensystems oder der Atemwege auch erst 12 Stunden nach der Exposition auftreten können, sollten Patienten mit möglicher signifikanter Exposition beobachtet und wiederholt nachuntersucht werden. Eine Krankenhauseinweisung bei Patienten mit Hinweisen auf systemisch toxische Wirkungen sollte unabhängig vom Expositionsweg in Betracht gezogen werden. Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems – Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thoraxröntgenbild - sind späte Zeichen, die erst 12 Stunden oder noch später nach Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer größeren Dosis normal.

Wenn die Sauerstoffsättigung unter 90 % 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.

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

*Entlassung des Patienten / Klinisch*  
asymptomatische Patienten, die unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung

*Anweisungen für das weitere Verhalten* 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 Exposition gegenüber Ethylenoxid.
- 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 Ethylenoxid 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.

Patienten mit Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.

Die Spirometrie sollte nach der Entlassung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, bis die Werte auf die Ausgangswerte des Patienten zurückgegangen sind.

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 Ethylenoxid 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.

**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