

---

Informationen und Empfehlungen für  
Notfallsanitäter/Notärzte/Ärzte vor Ort

---

- Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Stickstoffdioxid benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfendes Stickstoffdioxid gefährden.
  - Stickstoffdioxid und seine Dämpfe oder Rauch führen schnell zu Verätzungen bei Kontakt mit Geweben wie Augen, Haut und obere Atemwege und verursachen Symptome wie Reizungen, Brennen, Husten, Engegefühl in der Brust und Atemnot. Laryngospasmus und Lungenödem (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) können auftreten.
  - Das Verschlucken von Stickstoffdioxid kann schwere Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen bewirken.
  - Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.
- 

**1. Informationen zur Substanz**

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), CAS 10102-44-0

Synonym: Distickstofftetroxid (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

Bis 21°C ist Stickstoffdioxid eine farblose bis gelbe Flüssigkeit. Über 21°C ist es ein Gas. Das konzentrierte Gas hat eine dunkelviolette bis schwarze Farbe. Wird es verdünnt, so bekommt es eine rotbraune bis gelbe Farbe. Stickstoffdioxid hat einen reizenden scharfen Geruch bei Konzentrationen von 1-5 ppm. Bei Kontakt mit Wasser wird Salpetersäure gebildet. Stickstoffdioxid selbst ist nicht entzündlich, kann aber bei anderen Materialien die Entzündbarkeit erhöhen oder ihre spontane Verbrennung bewirken. Stickstoffdioxid entsteht auf natürlicher Weise bei Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl oder Gas sowie bei der Fermentation von Getreide in Silos. Es ist auch Bestandteil von Smog. Stickstoffdioxid wird bei der Reaktion zwischen Salpetersäure und organischen Stoffen freigesetzt. Es wird auch bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Metalle, z. B. beim Galvanisieren, Beizen und Ätzen, gebildet.

**2. Exposition**

*Einatmen*

Der Geruch und der Reizeffekt von Stickstoffdioxid haben eine deutliche Warnwirkung vor akut gefährlichen Konzentrationen.

*Haut-/Augenkontakt*

Direkter Kontakt nasser oder feuchter Haut mit flüssigem Stickstoffdioxid oder konzentrierten Dämpfen bewirkt schwere Verätzungen. Stickstoffdioxid wird durch die Haut kaum aufgenommen.

*Verschlucken*

Verschlucken von Stickstoffdioxid kann zu schweren Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.

**3. Akute gesundheitliche Wirkungen**

*Atemwege*

**Die Exposition gegenüber Stickstoffdioxid bewirkt gewöhnlich eine Trockenheit von Nase und Rachen sowie Husten.** Die Inhalation sehr hoher Konzentrationen kann zu einem Laryngospasmus und schließlich zu einer Obstruktion der Atemwege und zum Tod führen. Die Entwicklung von Atembeschwerden mit Engegefühl in der Brust und eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) kann noch mit einer Verzögerung von über 24 Stunden erfolgen.

<i>Blut</i>	Nur nach einer sehr ausgeprägten Exposition kann eine Methämoglobinämie auftreten, aber gewöhnlich nur in einem Ausmaß, das keine spezifische Behandlung erfordert. Für weitere Informationen über die Therapie der Methämoglobinämie siehe BASF Medizinische Leitlinien bei akuten Einwirkungen von chemischen Substanzen für ANILIN.
<i>Magen-Darm-Trakt</i>	Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen können vorkommen. Im Falle des Verschluckens kann eine diffuse Verätzung der Schleimhaut den gesamten Gastrointestinaltrakt betreffen.
<i>Niere</i>	Störungen des Säure-Basen-Status und ein akutes Nierenversagen können auftreten.
<i>Hautkontakt</i>	Tiefe Verätzungen von Haut und Schleimhäuten können durch den Kontakt mit konzentriertem Stickstoffdioxid erfolgen; manchmal verfärbt sich die Haut dabei gelb. Der Kontakt mit weniger konzentrierten Dämpfen oder Rauch kann zu brennenden Schmerzen, Rötung und Entzündungen führen.
<i>Augenkontakt</i>	Schwere Augenverätzungen mit einer Trübung der Augenoberfläche bis hin zu einer Penetration des Augapfels mit nachfolgender Erblindung können aus der Einwirkung von flüssigem Stickstoffdioxid resultieren. Niedrige Konzentrationen des Dampfes oder Rauches verursachen schmerzhafte Missempfindungen, krampfhaftes Blinzeln oder unbeabsichtigtes Schließen der Augenlider, Rötung und Tränenfluss.
<i>Dosis-Wirkungs-Beziehungen</i>	Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Stickstoffdioxidkonzentrationen</u>	<u>Effekt</u>
1-5 ppm	- Geruchsschwelle (Toleranzentwicklung möglich)
5-10 ppm	- Leichte Schleimhautreizung
25 ppm	- Sofortiges Auftreten von Brustschmerzen, Atemnot, Husten, Bronchitis, aber gewöhnlich komplett reversibel
50-150 ppm	- Bronchiolitis, fokale Lungenentzündung, irreversible Lungenschäden möglich
>100 ppm	- Lungenödem möglich
1000 ppm	- Tödlich innerhalb weniger Minuten

## 4. Maßnahmen

<i>Selbstschutz der Helfer</i>	<b>Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, möglicherweise gefährliche Konzentrationen von Stickstoffdioxid enthält (siehe oben), müssen ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung soll nicht benutzt werden.</b> Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Stickstoffdioxid benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfendes Stickstoffdioxid gefährden.
<i>Rettung</i>	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" ( <b>Atemwege freimachen, Beatmung, Circulation</b> ) lebensrettender Maßnahmen.
<i>Reinigung</i>	Patienten, die nur Stickstoffdioxid dampfen ausgesetzt gewesen sind 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 flüssigem Stickstoffdioxid und ist die Kleidung verunreinigt, muss diese entfernt und zweifach eingepackt werden.

*Initiale Behandlung*

**Es muss gewährleistet sein, dass die Augen im Falle einer Exposition gegenüber Stickstoffdioxid mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 20 Minuten gespült wurden und dass der pH-Wert der Konjunktivalflüssigkeit wieder normal (7,0) ist.** Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen. Wenn das Spülen durch einen Lidkrampf behindert wird, sollten 1-2 Tropfen Oxybuprocain (0,4%) in ein betroffenes Auge geträufelt werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen.

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

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

**Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Expositionskonzentration 10 ppm oder mehr beträgt, falls Symptome, z.B. Reizungen der Augen oder pulmonale Symptome, vorhanden sind oder falls keine Expositionskonzentration abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition möglicherweise 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) 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.

Durch Hautkontakt mit Stickstoffdioxid 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.

**Die Exposition der Augen kann zu schweren Schädigungen führen; diese sind ebenfalls wie Verbrennungen zu behandeln.**

**Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.**

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber flüssigem Stickstoffdioxid im Gesichtsbereich muss als ernst betrachtet werden.

Im Falle des Verschluckens von Stickstoffdioxid **kein Erbrechen verursachen, keine Magenspülung durchführen.**

*Entlassung des Patienten/  
Anweisungen für das weitere  
Verhalten*

**Patienten, die gegenüber einer Konzentration von 10 ppm oder mehr exponiert waren oder Stickstoffdioxid verschluckt haben, sowie Patienten ohne Expositionsmesswerte, aber mit dem Verdacht auf eine Exposition gegenüber einer Konzentration von 10 ppm oder mehr, sollten unverzüglich zu einem Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.**

Patienten, die gegenüber einer Konzentration von **weniger als 10 ppm** exponiert waren, und Patienten, die **unauffällige Untersuchungsbefunde und keine Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit** zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Expositionen gegenüber Stickstoffdioxid.
- 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 von Stickstoffdioxid 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 ernststen Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.

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 Stickstoffdioxid 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