

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

- Diese Leitlinien basieren auf Informationen über die Diisocyanate Toluoldiisocyanat (TDI), Diphenylmethandiisocyanat (MDI) und Hexamethylendiisocyanat (HDI). Empfehlungen für andere Isocyanate wären in vielen Punkten ähnlich. Diese Leitlinien behandeln allerdings nicht die bei anderen Isocyanaten möglicherweise zu beachtenden Besonderheiten.
- Bevor der Notfallsanitäter/Notarzt/Arzt vor Ort sich einem Patienten nähert, der Diisocyanaten ausgesetzt war oder ist, muss sichergestellt sein, dass für ihn selbst keine Gefahr durch Diisocyanate besteht.
- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur Diisocyanatdämpfen ausgesetzt waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung allerdings mit flüssigen Diisocyanaten oder Diisocyanatlösungen benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfende Diisocyanate gefährden.
- Diisocyanate wirken stark reizend auf alle Gewebe, insbesondere auf die Atemwege. Die Exposition kann in Augen- und Hautreizungen, Husten, Brustschmerz und Atemnot resultieren. Bronchospasmus und Zeichen eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf und Husten) können auftreten.
- Asthmaanfälle können auch nach Exposition gegenüber sehr niedrigen Diisocyanatkonzentrationen vorkommen.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.

### 1. Informationen zur Substanz

Diisocyanate: TDI -  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_3[\text{NCO}]_2$ , CAS 26471-62-5 (Mischung), CAS 584-84-9 (2,4-Isomer), CAS 91-08-7 (2,6-Isomer);  
 MDI -  $\text{CH}_2(\text{C}_6\text{H}_4[\text{NCO}]_2)$ , CAS 144490-96-0 (Mischung), CAS 5873-54-1 (2,4'-Isomer), CAS 101-68-8 (4,4'-Isomer);  
 HDI -  $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{NCO})_2$ , CAS 822-06-0  
 Synonyme: TDI, Diisocyanatotoluol, Toluylendiisocyanat;  
 MDI, Methyldiphenyldiisocyanat, Methylen-bis(phenylisocyanat);  
 HDI, Hexamethylendiisocyanat, Diisocyanatohexan  
 TDI und HDI sind bei Raumtemperatur farblose bis strohgelbe Flüssigkeiten, während MDI-Monomer ein farbloser Feststoff ist. Diisocyanate haben einen fruchtigen, stechenden Geruch. Sie sind sehr reaktionsfreudig, auch mit Hydroxyl- und Aminogruppen in menschlichen Körperzellen. Werden sie bis zur Zersetzung erhitzt, werden giftige Stickoxidämpfe freigesetzt. Wichtige Anwendung der Diisocyanate ist die Herstellung von Polyurethanschäumen, verschiedener Kunststoffe und Elastomere. Außerdem werden Diisocyanate als Härter für Farben, Beschichtungen und Kleber eingesetzt.

### 2. Exposition

#### *Einatmen*

**Die Exposition gegenüber Diisocyanaten erfolgt vorwiegend durch Inhalation.** Der Geruch von Diisocyanaten hat keine deutliche Warnwirkung vor gefährlichen Konzentrationen. Eine Reizung der Atemwege und Asthmaanfälle (Verengung der Bronchien mit schwerer Atemnot) können auch bei sehr niedrigen Konzentrationen vorkommen.

#### *Haut-/Augenkontakt*

Der direkte Kontakt mit flüssigen Diisocyanaten oder Dämpfen kann schwere Haut- oder Augenreizungen bewirken.

#### *Verschlucken*

Ein unbeabsichtigtes Verschlucken von Diisocyanaten ist unwahrscheinlich, kann aber Verätzungen in Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen bewirken.

**3. Akute gesundheitliche Wirkungen**

**Die Exposition gegenüber Diisocyanaten bewirkt eine Reizung aller Gewebe. Allerdings steht die Reizung von Rachen und Lungen oft im Vordergrund und kann zu Engegefühl in der Brust, Husten, Atemnot und blutigem Sputum führen. Eine unspezifische Überempfindlichkeit der Atemwege kann vorkommen und auch nach Ende der Exposition bestehen bleiben.**

**Asthmaattacken können auch nach der Exposition gegenüber sehr niedrigen Diisocyanatkonzentrationen vorkommen.** Sie können sowohl sofort als auch noch über 8 Stunden nach der Exposition auftreten.

**Eine toxische Lungenentzündung kann sich ebenso wie ein Lungenödem entwickeln und noch über 24 Stunden nach einer schweren Exposition verzögert auftreten.**

Euphorie, Ataxie, Gedächtnisverlust und Muskelschmerzen können nach einer inhalativen Exposition auftreten.

Der Hautkontakt mit Diisocyanaten kann Reizungen und Rötungen mit Blasenbildung hervorrufen. Der Augenkontakt kann in einer schweren Reizung mit sofortigem Schmerz, Tränenfluss, Lidödem, Entzündung von Konjunktiva und Cornea, Trübung der Augenoberfläche und Sekundärglaukom resultieren.

*Dosis-Wirkungs-Beziehungen*

Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Diisocyanatkonzentration</u>	<u>Effekt</u>
0,0001 ppm	- Asthmatische Reaktionen bei sensibilisierten Personen möglich
0,05-1,0 ppm	- Reizung von Haut, Augen, oberen Atemwegen mit Konjunktivitis, Halsentzündungen, Husten
0,4 ppm	- Geruchsschwelle
>1,0 ppm	- Schwere irritative und entzündliche Reaktionen mit irreversiblen Wirkungen möglich: bronchiale Überempfindlichkeit, Lungenentzündung, Lungenödem
>2,5 ppm	- Unmittelbare Lebensgefahr

**4. Maßnahmen**

*Selbstschutz der Helfer*

**Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Diisocyanate in möglicherweise gefährlichen Konzentration (s.o.) enthält, müssen ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden.**

Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur Diisocyanatdämpfen ausgesetzt waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigen Diisocyanaten oder Diisocyanatlösungen benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfende Diisocyanate 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 Diisocyanatdämpfen 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 flüssigen Diisocyanaten oder Diisocyanatlösungen und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und zweifach eingepackt werden.

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

*Initiale Behandlung*

**Es muss gewährleistet sein, dass die Augen im Falle einer Diisocyanatexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten gespült wurden.** Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen.

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

**Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Konzentration der Diisocyanate 1,0 ppm oder mehr beträgt, falls Symptome, z. B. Augenreizungen oder pulmonale Symptome, vorhanden sind oder falls die Expositionskonzentration nicht abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition möglicherweise stattgefunden hat:**

- 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 Inhalation von Diisocyanaten befeuchtete Luft oder Sauerstoff verabreichen. Bei Zeichen einer Hypoxie Gabe von befeuchtetem Sauerstoff.

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

Nach Hautkontakt mit Diisocyanaten 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.

Patienten mit persistierenden Atemwegssymptomen, Patienten, die gegenüber einer Konzentration von 1,0 ppm oder mehr exponiert waren, und Patienten ohne Expositionsmesswerte, aber mit Verdacht auf eine

Exposition gegenüber einer Konzentration von 1,0 ppm oder mehr sollten zu einem Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.

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

**Allen asymptomatischen Patienten, die möglicherweise gegenüber einer Diisocyanatkonzentration von 0,1 ppm oder mehr exponiert waren, sollten 5 Hübe Beclometason aus einem Dosieraerosol verabreicht werden. Danach alle 10 Minuten 2 Hübe, bis eine Packung Dosieraerosol entleert ist.** Diese Patienten sollten über mindestens 8 Stunden beobachtet werden.

*Entlassung des Patienten/  
Anweisungen für das weitere  
Verhalten*

Patienten, **die einer Konzentration von weniger als 0,1 ppm ausgesetzt waren und die keine Zeichen einer toxischen Wirkung zeigen**, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Diisocyanatexpositionen.
- 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 der Diisocyanate 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 Augenschädigungen sollten nach 24 Stunden nachuntersucht 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 Diisocyanaten 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