

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

- **Bevor die Notfallsanitäter/Notärzte sich einem Patienten nähern, der Chlorformiaten ausgesetzt war oder ist, muss sichergestellt sein, dass für sie selbst keine Gefahr durch Chlorformiate besteht.**
- **Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Chlorformiate-Gasen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigen Chlorformiaten oder Chlorformiate-enthaltenden Lösungsmitteln benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Chlorformiate gefährden.**
- **Chlorformiate führen zu starken Reizungen der Lunge. Aufgrund der langsamen Hydrolyse in den Alveolen können Beschwerden und schwere Lungenschäden auch noch 24 Stunden nach der Einwirkung auftreten. Zeichen eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) treten auch bei schweren Einwirkungen normalerweise erst mehrere Stunden nach der Exposition auf.**
- **Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.**

### 1. Informationen zur Substanz

Methylchlorformiat ( $\text{CH}_3\text{-OCOCI}$ ), CAS 79-22-1

Synonyme: Chlorameisensäuremethylester, Methoxycarbonylchlorid

Methylchlorformiat ist bei Raumtemperatur eine farblos-gelbliche, klare Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von  $-61^\circ\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $71^\circ\text{C}$ .

Ethylchlorformiat ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OCOCI}$ ), CAS 541-41-3

Synonyme: Chlorameisensäureethylester, Ethoxycarbonylchlorid

Ethylchlorformiat ist bei Raumtemperatur eine farblos-gelbliche, klare Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von  $-80^\circ\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $93^\circ\text{C}$ .

2-Ethylhexylchlorformiat ( $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{-OCOCI}$ ), CAS 24468-13-1

Synonyme: Chlorameisensäureethylhexylester, Ethoxyhexylcarbonylchlorid

2-Ethylhexylchlorformiat ist bei Raumtemperatur eine farblos-gelbliche, klare Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von  $-55^\circ\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $100^\circ\text{C}$ .

Isopropylchlorformiat ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{-OCOCI}$ ), CAS 108-23-6

Synonyme: Chlorameisensäureisopropylester, Isopropoxycarbonylchlorid

Isopropylchlorformiat ist bei Raumtemperatur eine farblos-gelbliche, klare Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von  $-70^\circ\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $34^\circ\text{C}$ .

Butylchlorformiat ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{-OCOCI}$ ), CAS 592-34-7

Synonyme: Chlorameisensäurebutylester, Butoxycarbonylchlorid

Butylchlorformiat ist bei Raumtemperatur eine farblos-gelbliche, klare Flüssigkeit mit einem Schmelzpunkt von  $-70^\circ\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $138^\circ\text{C}$ .

Methylchlorformiat ist der Methylester der Chlorameisensäure, einem Phosgen-Abkömmling. Methylchlorformiat sollte nicht mit Methylchloroform (1,1,1-Trichlorethan) verwechselt werden.

Chlorformiate werden in Lösungsmitteln gelöst verwendet. Sie haben einen scharfen, strengen und erdrückenden Geruch. Sie zersetzen sich durch Feuchtigkeit langsam zu Salzsäure.

Chlorformiate sind ein bedeutender Ausgangsstoff bei der Herstellung vieler Chemikalien wie Isocyanate, Polyurethane, Polycarbonate, Farbstoffe, Pflanzenschutzmittel und Medikamente.

## B 2

### 2. Exposition

#### Einatmen

**Die Exposition gegenüber Chlorformiaten erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen oder Haut/Augen-Kontakt.** Der Geruch der Chlorformiate hat nur eine unzureichende Warnwirkung. Auch niedrige Konzentrationen können bereits eine Gefährdung darstellen. Die Reizwirkung kann mild und verzögert sein, so dass Chlorformiate unbemerkt lang einwirken können. Chlorformiate sind schwerer als Luft und breiten sich am Boden aus.

#### Haut-/Augenkontakt

Chlorformiate können Reizungen und Verätzungen an feuchter oder nasser Haut oder den Augen verursachen. Eine Aufnahme über die Haut ist möglich.

#### Verschlucken

Ein Verschlucken von Chlorformiaten kann zu Reizungen von Mund, Rachen und Magen führen.

### 3. Akute gesundheitliche Wirkungen

Chlorformiate verursachen üblicherweise Reizungen von Augen, Nase, Rachen und Magen. **Die Beschwerden unmittelbar nach der Einwirkung von Chlorformiaten aufgrund von Reizungen der oberen Atemwege können mild sein (Rachenbrennen, Hustenreiz, Druckgefühl), aber schwere Lungenschädigungen mit Ansammlung von Flüssigkeit in der Lunge können noch 24 Stunden nach der Einwirkung auftreten.** Chlorformiate können zum Versagen der Atmung und des Herz-Kreislauf-Systems führen.

Wenn die Haut nass oder feucht ist, kann der Kontakt mit gasförmigen Chlorformiaten Hautreizungen oder -rötungen hervorrufen.

Hohe Gaskonzentrationen können zu Augenrötung und -tränen führen, Augenkontakt mit flüssigen Chlorformiaten kann in einer Trübung der Augenoberfläche und später in einer dauernden Schädigung resultieren.

*Dosis-Wirkungs-Beziehungen* Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Methylchlorformiat Konzentration</u>	<u>Wirkung</u>
0.2 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (Deutschland, AGS)
4 ppm for 10 min	- AEGL II (acute exposure guidance level, EPA)
12 ppm for 10 min	- AEGL III (acute exposure guidance level, EPA)
<u>Ethylchlorformiat Konzentration</u>	<u>Wirkung</u>
1 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (United Kingdom)
2.9 ppm for 10 min	- AEGL II (acute exposure guidance level, EPA)
8.8 ppm for 10 min	- AEGL III (acute exposure guidance level, EPA)
<u>Ethylhexylchlorformiat Konzentration</u>	<u>Wirkung</u>
1 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (United Kingdom)
1,2 ppm for 10 min	- AEGL II (acute exposure guidance level, EPA)
3,6 ppm for 10 min	- AEGL III (acute exposure guidance level, EPA)
<u>Isopropylchlorformiat Konzentration</u>	<u>Wirkung</u>
1 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (United Kingdom)
6 ppm for 10 min	- AEGL II (acute exposure guidance level, EPA)
18 ppm for 10 min	- AEGL III (acute exposure guidance level, EPA)
<u>n-Butylchlorformiat Konzentration</u>	<u>Wirkung</u>
0.2 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (Deutschland, AGS)
4 ppm for 10 min	- AEGL II (acute exposure guidance level, EPA)
12 ppm for 10 min	- AEGL III (acute exposure guidance level, EPA)

AEGL (acute exposure guidelines levels) II: airborne concentration of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience irreversible or other serious long-lasting adverse health effects, or an impaired ability to escape

AEGL III: airborne concentration of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience life-threatening health effects or death

### 4. Maßnahmen

**Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Chlorformiate enthält, müssen ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung nicht verwenden.**

Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Chlorformiate-Gasen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigen Chlorformiaten oder Chlorformiate-enthaltenen Lösungsmitteln benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Chlorformiate gefährden.

### Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Falls sie in der Lage sind zu gehen, sollten sie dies tun. Falls nicht, sollten sie mittels einer Trage aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Sollte keine Trage unmittelbar verfügbar sein, müssen die Patienten vorsichtig getragen oder gezogen werden. Absoluten Vorrang hat dann das "A, B, C-Schema" (**Atemwege freimachen, Beatmung, Zirkulation**) lebensrettender Maßnahmen.

### „CRASH“-Dekontamination

- a) Mit Chlorformiaten kontaminierte, bewusstlose oder bewegungsunfähige Patienten (kritisch erkrankte/verletzte Patienten gemäß ABCDE-Schema) unter Eigenschutz mit dafür geeigneter persönlicher Schutzausrüstung aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich retten
- b) Falls erforderlich Notfallmaßnahmen durchführen („Basic Life Support“; z.B. Blutungskontrolle mittels Tourniquet, Herzdruck-massage etc.)
- c) An geeigneter Stelle außerhalb des Gefahrenbereichs den kontaminierten Patienten unter Beachtung des Eigenschutzes komplett mittels Notfall-Rettungsmesser entkleiden (Dauer: ca. 1 Minute)
- d) Duschen/Abstrahlen mit viel Wasser (Dauer: ca. 1 Minute)
- e) Umlagerung auf sauberes Tragetuch. Auf Wärmeerhalt achten. Transport/Übergabe an den Rettungsdienst/Notarzt (Dauer: ca. 1 Minute)

### Reinigung

Patienten, die nur gegenüber Chlorformiate-Gasen 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 flüssigen Chlorformiaten oder Chlorformiate-enthaltenden Lösungsmitteln und Verunreinigung der Kleidung, ist diese zu entfernen und zweifach einzupacken.

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

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

### Initiale Behandlung

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

**Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Exposition den AEGL II erreicht oder überschreitet, Symptome vorhanden sind oder falls keine Expositionsdosis 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.

Nach Hautkontakt mit Chlorformiaten 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.**

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber flüssigen Chlorformiaten im Gesichtsbereich sollte als ernst aufgefasst werden.

**Patienten mit einer Exposition im Bereich des AEGL II oder darüber und Patienten, bei denen die Exposition nicht abgeschätzt werden kann, eine Exposition aber wahrscheinlich erfolgt ist, sollten unverzüglich zu einem Krankenhaus mit Intensivtherapie-Möglichkeiten transportiert werden.***Entlassung des Patienten/  
Anweisungen für das weitere  
Verhalten*

Patienten mit einer Exposition unterhalb des AEGL II und die keine Beschwerden aufweisen können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Chlorformiateexposition.
- b) Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt.
- c) Der Arzt ist der Ansicht, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Chlorformiaten 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.
- f) Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.

- 
- g) 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 Chlorformiaten ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch den 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