

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Chlor

CAS-Nr.: 7782-50-5

GHS-Symbole:



GHS03

Oxidierende Stoffe



GHS04

Gase unter Druck



GHS06

Akute Toxizität



GHS09

Umwelt

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

- | | |
|------|----------------------------------|
| H315 | Verursacht Hautreizungen. |
| H319 | Verursacht schwere Augenreizung. |
| H330 | Lebensgefahr bei Einatmen. |
| H335 | Kann die Atemwege reizen. |

Kurzinformation

- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Chlorgas exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Chlor (Siedepunkt -34°C) benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Chlor gefährden.
- Chlor wirkt stark ätzend auf die feuchte Haut, die Augen und die oberen Atemwege und führt zu Augenreizungen, Husten, Schmerzen in der Brust und Atembeschwerden. Bronchospasmus und Zeichen eines toxischen 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.

Inhalt

1. Informationen zur Substanz	3
2. Exposition	3
2.1. Einatmen	3
2.2. Haut-/Augenkontakt	3
2.3. Verschlucken	3
3. Akute gesundheitliche Wirkungen	3
3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehungen	4
4. Maßnahmen	4
4.1. Selbstschutz der Helfer	4
4.2. Rettung	4
4.3. Reinigung	4
4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)	5
4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung	5
4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten	6
5. Literaturangaben	7

1. Informationen zur Substanz

Chlor (Cl₂), CAS 7782-50-5

Synonyme: molekulares Chlor, Chlorgas

Chlor ist bei Raumtemperatur ein grün-gelbes, nicht brennbares Gas mit einem scharfen oder stechenden Geruch, unter Druck oder bei Temperaturen unter -34°C eine klare, bernsteinfarbene Flüssigkeit. Es ist ein starkes Oxidationsmittel und explosionsfähig oder kann mit vielen anderen Stoffen explosionsfähige Gemische bilden. Chlor ist nur schwach wasserlöslich, bildet aber bei Kontakt mit Feuchtigkeit hypochlorige Säure (HOCl) und Salzsäure (HCl); die instabile hypochlorige Säure zerfällt rasch unter Bildung von Sauerstoffradikalen. Wasser verstärkt die oxidative und ätzende Wirkung. Chlor ist ein bedeutender Ausgangsstoff bei der Herstellung vieler Chemikalien, wie z.B. bei der Synthese von Metallchloriden, chlorhaltigen Lösemitteln, Pflanzenschutzmitteln, Kunststoffen und synthetischem Gummi. Es wird als Bleichmittel in der Papier- und Textilindustrie eingesetzt und kann durch Säureeinwirkung aus hypochlorithaltigen Haushaltsprodukten freigesetzt werden.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Die Exposition gegenüber Chlor erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen. Der Geruch von Chlor hat eine deutliche Warnwirkung. Die chronische Einwirkung niedriger Konzentrationen kann aber zum Abstumpfen der Geruchswahrnehmung und der Reizeffekte führen. Da Chlor schwerer als Luft ist, besteht in schlecht gelüfteten, niedrig liegenden oder geschlossenen Räumen Erstickungsgefahr.

2.2. Haut-/Augenkontakt

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

2.3. Verschlucken

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

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

Chlorgas 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, Laryngospasmus und Ausbildung eines Lungenödems kommen. Die Beschwerden können mit der Zeit zunehmen. Bei massiver Einwirkung kann es zu Atemstillstand und Herz-Kreislauf-Stillstand kommen.

Hautkontakt:

Die Einwirkung von hohen Chlorgaskonzentrationen 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 Chlor kann Erfrierungen bewirken.

Augenkontakt:

Rötung, Tränenfluss und Lidschluss führen, Kontakt mit flüssigem Chlor kann in einer Trübung der Augenoberfläche und einer späteren dauernden Schädigung des Auges resultieren.

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehungen

<u>Chlorkonzentration</u>	<u>Wirkung/Effekte</u>
0.31 ppm	- Geruchsschwelle (Toleranzentwicklung)
0.5 ppm	- Arbeitsplatzgrenzwert (8-Stunden und Kurzzeitwert, Deutschland, AGS)
0.5ppm	- AEGL-1 (10 Minuten, USA, EPA)
2.0 ppm	- AEGL-2 (60 Minuten, USA, EPA)
2.8 ppm	- AEGL-2 (10 Minuten, USA, EPA)
50 ppm	- AEGL-2 (10 Minuten, USA, EPA)

AEGL-1 (acute exposure guideline levels): Richtwerte für die akute Exposition. Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei deren Überschreitung die allgemeine Bevölkerung, einschließlich empfindlicher Personen, spürbare Beschwerden, Reizungen oder bestimmte asymptotische, nicht sensorische Wirkungen verspüren könnte. Die Wirkungen sind jedoch nicht behindernd und sind vorübergehend und nach Beendigung der Exposition reversibel.

AEGL-2: Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei deren Überschreitung damit zu rechnen ist, dass die allgemeine Bevölkerung, einschließlich empfindlicher Personen, irreversible oder andere schwerwiegende und langanhaltende Gesundheitsschäden erleiden oder in ihrer Fluchtfähigkeit beeinträchtigt werden könnten.

AEGL-3: Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei deren Überschreitung für die Allgemeinbevölkerung, einschließlich empfindlicher Personen, lebensbedrohliche gesundheitliche Auswirkungen oder der Tod zu erwarten sind.

EPA: Environmental Protection Agency

3.2. Mögliche Folgen

Wenn der Patient die ersten 48 Stunden nach der Exposition überlebt hat, ist eine weitere Besserung der Symptomatik zu erwarten. Nach einer akuten relevanten Einwirkung normalisiert sich die Lungenfunktion gewöhnlich in 7 bis 14 Tagen. Üblicherweise kommt es zu einer vollständigen Wiederherstellung. Eine erhöhte Sensitivität gegenüber reizenden Stoffen kann persistieren und Bronchospasmen oder eine chronische Bronchitis hervorrufen. Ein solches Chlorgas-induziertes "reactive airways dysfunction syndrome" (RADS) besteht eventuell über mehrere Jahre fort. Eine Zerstörung von Lungengewebe oder Narbenbildung kann zu einer chronischen Dilatation von Bronchien und zu einer erhöhten Suszeptibilität gegenüber Infektionen führen. Die chronische oder länger dauernde Einwirkung hat möglicherweise ein erhöhtes Risiko von chronischen Atemwegsobstruktionen und von Zahnerosionen zur Folge.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Chlorgas exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Chlor in Berührung kam, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasendes Chlor gefährden.

4.2. 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".

A) Atemwege freimachen (auf Blockade durch Zunge oder Fremdkörper achten)

B) Beatmung (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)

C) Circulation (Beginn der Wiederbelebung bei jeder Person, die nicht auf Ansprache reagiert und keine normale Atmung hat)

4.3. Reinigung

Patienten, die nur gegenüber Chlorgas 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 mithelfen.

Kam es zu einer Einwirkung von flüssigem Chlor und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und sicher eingepackt werden.

Betroffene Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen. Augen während des Spülens schützen.

Die Augen im Falle einer Chlorexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten spülen. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

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

- Sauerstoffgabe
- Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.

Bei Zeichen einer Verengung der Atemwege (z.B. Bronchospasmus oder Stridor)

- Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2mg Adrenalin (2ml) mit 3ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- Gabe eines β 2-selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1mg Salbutamol; bzw. 0,2mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.

Alternativ können 2,5mg Salbutamol und 0,5mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.

Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25mg bis 0,5mg) subkutan oder Salbutamol (0,2mg bis 0,4mg über 15 Minuten) intravenös.

Intravenöse Gabe von 250mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis).

Bei Zeichen eines toxischen Lungenödems (z.B. schaumiger Auswurf, feuchte Rasselgeräusche)

- CPAP-Therapie (Continuous Positive Airway Pressure)
- Intravenöse Gabe von 1000mg 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 Chlor 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 flüssigem Chlor im Gesichtsbereich kann ernste Folgen haben.

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Erhebung der Vitalfunktionen sollten Pulsoxymetrie, eine p.a. Thorax-Röntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems - Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thorax Röntgenbild - sind späte Zeichen, die erst 6 bis 8 Stunden oder noch später nach Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer relevanten Dosis noch unauffällig.

Wenn die periphere Sauerstoffsättigung unter 90 % fällt, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thorax Röntgenbild ist zu wiederholen.

Wenn die Blutgaskonzentrationen sich beginnen zu verschlechtern und/oder die Thorax Röntgenaufnahme Zeichen eines Lungenödems zeigt, ist eine hochdosierte, sättigungsangepasste Sauerstoffgabe indiziert. Bei sich manifestierender Befundverschlechterung ist eine Therapie mit positivem endexpiratorischem Druck (PEEP) innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition frühzeitig zu beginnen, auch dann, wenn die Sauerstoffsättigung über eine Maskenbeatmung zunächst aufrechterhalten werden kann.

Frühe Indikation für eine PEEP-Therapie ist z.B. eine Tachypnoe (>30/min) mit einer gleichzeitigen Abnahme des Kohlendioxidpartialdruckes. Ein unzureichender Anstieg bzw. eine relative Abnahme des Sauerstoffpartialdruckes trotz Hyperventilation weist auf die Entwicklung eines Lungenödems hin. Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte sollten engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements sollte ein invasives Volumenmonitoring in Betracht gezogen werden.

Solange Zeichen eines Lungenödems vorliegen, sollte die intravenöse Gabe von 1,0g Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis) in Intervallen von 8 bis 12 Stunden fortgesetzt werden. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten

Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputumkulturen erwogen werden.

4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Konzentration von weniger als 2.0ppm (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren und Patienten, die unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen aus dem Krankenhaus entlassen werden:

- Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt.
- Der Arzt ist der Ansicht, dass der Patient die toxischen Wirkungen vom Chlor kennt bzw. verstanden hat.
- Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 48 Stunden möglich ist.
- Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 48 Stunden nicht erfolgen.
- 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.
- Die Die Spirometrie sollte nach der Entlassung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, bis sich die Werte auf die Ausgangswerte des Patienten vor Exposition normalisiert haben.

5. Literaturangaben

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Hrsg. Chlor. Heidelberg: Jedermann-Verlag, 1997. (Merkblätter für gefährliche Arbeitsstoffe; M 020.)

Buttgereit F, Dimmeler S, Neugebauer E, Burmester GR. Wirkungsmechanismen der hochdosierten Glucocorticoidtherapie. Dtsch Med Wschr 1996; 121: 248-252.

Diller WF. Anmerkungen zum Unglück in Bhopal. Dtsch Med Wschr 1985; 110: 1749-1751.

Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997: 1521.

Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Weisman RS, Howland MA, Hoffman RS. Toxicologic Emergencies. 6th ed. Norwalk: Appleton & Lange, 1998: 1526, 1529-1530.

Thiess AM. Vergiftungen durch Industriestoffe, Teil 1 + 2. Sicherheitsingenieur 1972; 4/72: 164-168, 5/72: 213-216.

Thiess AM, Schmitz T. Gesundheitsschädigungen und Vergiftungen durch Einwirkung von Reizstoffen auf die oberen und mittleren Atemwege. Sichere Arbeit 1969; 3/69: 11-18.

U.S. Department of Health & Human Services - Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ed. Chlorine. Atlanta, 1994. (Managing Hazardous Materials Incidents; vol III.)

Subcommittee on Acute Exposure Guideline Levels. Acute exposure guideline levels for selected airborne chemicals, Vol. 4, Chlorine. The National Academies Press, Washington, 2001

Foncerrada G et al, Safety of Nebulized Epinephrine in Smoke Inhalation Injury, J Burn Care Res 2017;38:396-402

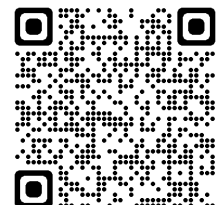
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

Olasveengen TM, Semeraro F, et. Al: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 2021, 161: 98-114

Administrative Information

Document Type	Chemical Emergency Medical Guideline
Number of Version	DE.1.0.0
Initial Publication	01.01.2026
Next Revision	2029
Responsible Unit (Author)	ESG/CH ESG/AS
Contact Person	ESG/CH: Dr. M. Conzelmann, T. Schröck ESG/AS: Dr. D. Frambach

BASF SE
Corporate Health Management
Carl-Bosch-Straße 38
67056 Ludwigshafen
Deutschland



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 Chlor 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.