

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Metallcarbonyle

CAS-Nr.: 13463-39-3; 13463-40-6

GHS-Symbole:



GHS06

Akute Toxizität



GHS08

Gesundheitsgefahr

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

Für detaillierte Informationen zu den H-Sätzen der einzelnen Stoffe innerhalb dieser Gruppe wird empfohlen, die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter des Inverkehrbringers oder offizielle Datenbanken (z.B. <https://echa.europa.eu/de/search-for-chemicals>) zu Rate zu ziehen.

Kurzinformation

- Diese Leitlinien basieren auf Informationen über die Metallcarbonyle Nickeltetracarbonyl und Eisenpentacarbonyl. Empfehlungen für andere Metallcarbonyle sind in vielen Punkten ähnlich. Diese Leitlinien behandeln allerdings nicht bei anderen Metallcarbonylen möglicherweise zu beachtende Besonderheiten.
- Bevor der Notfallsanitäter/Notarzt vor Ort sich einem Patienten nähert, der Metallcarbonylen ausgesetzt war oder ist, muss sichergestellt sein, dass für ihn selbst keine Gefahr durch Metallcarbonyle besteht.
- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur Metallcarbonyl-Dämpfen ausgesetzt waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung allerdings mit flüssigen Metallcarbonylen oder Metallcarbonyl-Lösungen benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Metallcarbonyle gefährden.
- Metallcarbonyle wirken reizend auf alle Gewebe, insbesondere auf die Atemwege. Die Exposition kann in Augen- und Hautreizungen, Husten, Brustschmerz und Atemnot resultieren. 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-Beziehung	3
3.2. Atemwege	4
3.3. Hautkontakt / Augenkontakt	4
3.4. Mögliche Folgen	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	6
4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten	6
5. Literaturangaben	7

1. Informationen zur Substanz

Metallcarbonyle: Nickeltetracarbonyl - Ni(CO)₄, CAS 13463-39-3; Eisenpentacarbonyl - Fe(CO)₅, CAS 13463-40-6.

Synonyme: Nickelcarbonyl, Tetracarbonylnickel; Eisencarbonyl, Pentaeisencarbonyl.

Bei Raumtemperatur sind Nickeltetracarbonyl und Eisenpentacarbonyl farblose bis gelbliche Flüssigkeiten. Metallcarbonyle haben einen muffigen, modrigen Geruch. Werden sie bis zur Zersetzung erhitzt, werden giftige Metalloxiddämpfe und Kohlenmonoxid freigesetzt.

Nickeltetracarbonyl wird bei der Raffinierung von Nickel und als Katalysator eingesetzt. Eisenpentacarbonyl ist als Antiklopffmittel in Treibstoffen verwendet worden.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Einatmen ist der wichtigste Einwirkungsweg von Metallcarbonylen. Der Geruch von Metallcarbonylen hat keine deutliche Warnwirkung vor gefährlichen Konzentrationen. Eine Reizung der Atemwege bis hin zum toxischen Lungenödem, Zyanose, Kopfschmerzen und Schwindel können auftreten.

2.2. Haut-/Augenkontakt

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

2.3. Verschlucken

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

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung

<u>Nickeltetracarbonylkonzentration</u>	<u>Wirkung / Effekte</u>
0.001 ppm	- PEL (OSHA, USA)
0.5 – 3.0 ppm	- Geruchsschwelle (niedrig - hoch)
2.0 ppm	- IDLH (NIOSH, USA)
30 ppm	- geschätzte tödliche Konzentration beim Menschen
<u>Eisenpentacarbonylkonzentration</u>	<u>Wirkung / Effekte</u>
0.1 ppm	- TLV-TWA (ACGIH, USA)
0.2 ppm	- TLV-STEL (ACGIH, USA)

PEL: Permissible Exposure Limits → Grenzwert für die Menge oder Konzentration eines Stoffes in der Luft. Dieser basiert in der Regel auf einem zeitgewichteten Durchschnitt (TWA) über acht Stunden.

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

TLV: Threshold limit value → Luftkonzentration unter der davon ausgegangen wird, dass fast alle Arbeitnehmer während ihres gesamten Arbeitslebens Tag für Tag wiederholt dieser Konzentration ausgesetzt sein können, ohne dass dies zu gesundheitsschädlichen Auswirkungen führt.

TWA: Time weighted average

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists

TLV-STEL: Threshold Limit Value-Short-Term Exposure Limit → Durchschnittskonzentration über 15 Minuten, der Arbeitnehmer bis zu viermal pro Tag mit einem Abstand von mindestens 60 Minuten zwischen aufeinanderfolgenden Expositionen ohne gesundheitsschädliche Auswirkungen ausgesetzt sein dürfen

3.2. Atemwege

Die Einwirkung von Metallcarbonylen bewirkt eine Reizung aller Gewebe. Symptome von Reizungen des Rachens und der Lunge überwiegen allerdings und können zu Engegefühl in der Brust, Husten und Atemnot und blutigem Auswurf führen. Eine Entzündung und schwere Schädigung der Lungen können vorkommen. Nach einer relevanten inhalativen Exposition können eine Lungenentzündung wie auch ein toxisches Lungenödem mit bis zu 24 Stunden Verzögerung auftreten. Schwindel, Kopfschmerzen und Muskelschwäche können ebenfalls nach Inhalation auftreten.

3.3. Hautkontakt / Augenkontakt

Der Hautkontakt mit Metallcarbonylen kann Reizungen und Rötungen und Entzündungen hervorrufen. Der Augenkontakt kann in einer Reizung mit sofortigem Schmerz, Tränenfluss, Lidödem, Entzündung von Konjunktiva und Cornea, Trübung der Augenoberfläche und sekundärem Glaukom resultieren.

3.4. Mögliche Folgen

Nach einer Exposition gegenüber einer hohen Konzentration kann bei einzelnen Personen ein Asthma bronchiale oder eine unspezifische bronchiale Überempfindlichkeit bestehen bleiben. Eine beeinträchtigte Lungenfunktion und Atemwegssymptome aufgrund einer Verengung der Bronchien können persistieren.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Metallcarbonyle in möglicherweise gefährlichen Konzentrationen (s.o.) enthält, müssen ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden.

Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur Metallcarbonyl-Dämpfen ausgesetzt waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigen Metallcarbonylen oder Metallcarbonyl-Lösungen benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch ausgasende Metallcarbonyle 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 Metallcarbonyl-Dämpfen 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 Metallcarbonylen oder Metallcarbonyl-Lösungen und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und sicher eingepackt werden.

Die Augen und betroffene Haar-/Hautpartien im Falle einer Metallcarbonyl-Exposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten spülen. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Konzentration der Metallcarbonyle 0.1ppm oder mehr beträgt, falls Symptome, z. B. Augenreizungen oder pulmonale Symptome, vorhanden sind oder falls die Expositionskonzentration nicht abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition sehr wahrscheinlich stattgefunden hat:

- 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
- 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 Metallcarbonylen können Reizungen hervorgerufen werden; diese sind symptomatisch zu behandeln.

Die Exposition der Augen kann ebenfalls zu Reizungen führen; auch diese sind symptomatisch zu behandeln. Einen Augenarzt konsultieren.

Patienten mit persistierenden Atemwegssymptomen sowie Patienten, die einer Konzentration von 0.1ppm oder mehr exponiert waren und Patienten ohne Expositionsmesswerte, aber mit hochgradigem Verdacht auf eine relevante Exposition sollten in ein Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.

Bei allen asymptomatischen Patienten, die einer Metallcarbonyl-Konzentration von 0.05ppm oder mehr ausgesetzt waren, sollte die präemptive Gabe von 5 Hüben Beclometason aus einem Dosieraerosol erwogen werden. Eine Wiederholung der Gabe ist danach alle 10 Minuten mit 2 Hüben möglich. Diese Patienten sollten über einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet werden.

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Gabe eines Corticosteroids ist bislang nicht in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesen worden.

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung

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

Routinemäßige Laborbestimmungen sollten ein großes Blutbild, Glukose und Elektrolyte einschließen. 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 einer Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer relevanten Dosis noch normal.

Patienten mit möglicher Expositionskonzentration von 1.0ppm oder mehr sollten über ein angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden.

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

Wenn die Blutgaskonzentrationen sich verschlechtern und/oder die Thorax Röntgenaufnahme 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-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 erwogen werden. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Metallcarbonyl-Konzentration von bis zu 0.1ppm (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren und unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

- 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.
- Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen der Metallcarbonyle kennt bzw. verstanden hat.
- Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
- Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.
- Patienten mit Augenschädigungen sollten nach 24 Stunden nachuntersucht werden.
- 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. Nickeltetra-carbonyl. Heidelberg: Jedermann-Verlag, 1989. (Merkblätter für gefährliche Arbeitsstoffe; M 029.)

Bradberry SM, Vale JA. Therapeutic review: do diethyldithiocarbamate and disulfiram have a role in acute nickel carbonyl poisoning? 1999; 37: 259-264.

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.

Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Weisman RS, Howland MA, Hoffman RS. Toxicologic Emergencies. 6th ed. Norwalk: Appleton & Lange, 1998: 1345-1350.

Haz-Map database, SIS, NLM. Iron carbonyl, data printed 2009

Haz-Map database, SIS, NLM. Nickel carbonyl, data printed 2009.

HSDB, NLM. Iron pentacarbonyl, HSN 6347, data printed 2009.

HSDB, NLM. Nickel carbonyl, HSN: 1663, data printed 2009.

ICSC, ILO. Iron pentacarbonyl, ICSC # 0168, 1995

IPCS Intox Databank. UKPID Monograph, Nickel carbonyl, data printed 2009.

Ludewig HJ, Thiess AM. Arbeitsmedizinische Erkenntnisse bei der Nickelcarbonylvergiftung. ZBL Arbeitsmed 1970; 20: 329-339.

Pluto R-P, Trauth B, Will W, Nasterlack M, Lang S. Drei Intoxikationen mit Nickeltetra-carbonyl. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2009; 44: 81-86.

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

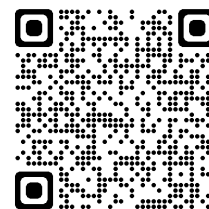
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

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 Metallcarbonyle 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.