

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Tetrahydrofuran

CAS-Nr.: 109-99-9

GHS-Symbole:



GHS07

Akute Toxizität



GHS08

Gesundheitsgefahr

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

- | | |
|------|--|
| H302 | Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. |
| H319 | Verursacht schwere Augenreizung. |
| H335 | Kann die Atemwege reizen. |
| H336 | Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. |
| H351 | Kann vermutlich Krebs erzeugen. |

Kurzinformation

- Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Tetrahydrofuran-Dämpfen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Tetrahydrofuran (Siedepunkt 66°C) benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfendes Tetrahydrofuran gefährden.
- Tetrahydrofuran reizt die Haut, Augen und Atemwege und kann zu Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, Schwäche, Verwirrtheit und Bewusstlosigkeit führen. Einatmen kann zu Bewusstlosigkeit führen.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Einwirkung 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.	Systemische Effekte	3
3.3.	Atemwege	4
3.4.	Hautkontakt	4
3.5.	Augenkontakt	4
3.6.	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	5
4.6.	Biomonitoring	6
4.7.	Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten	6
5.	Literaturangaben	7

1. Informationen zur Substanz

Tetrahydrofuran (C₄H₈O), CAS 109-99-9

Synonyme: THF, Tetramethylenoxid

Tetrahydrofuran ist bei Raumtemperatur (Siedepunkt 66°C) eine klare, farblose Flüssigkeit. Die Dämpfe und die Flüssigkeit sind entzündlich. Tetrahydrofuran hat einen azeton- oder etherartigen Geruch. Die Geruchsschwelle liegt bei 2 – 7.4 ppm. Es ist mischbar und organischen Lösemitteln. Bei der Verbrennung können explosive Peroxide und Kohlenmonoxid entstehen.

Tetrahydrofuran ist ein organisches Lösungsmittel für natürliche und synthetische Polymere und Harze. Es wird bei der Herstellung von Lacken, Klebern, Farben und Tinten und in der Textilherstellung verwendet.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Die Exposition gegenüber Tetrahydrofuran erfolgt im Wesentlichen durch Einatmen. Tetrahydrofuran wird schnell über die Lungen aufgenommen.

2.2. Haut-/Augenkontakt

Tetrahydrofuran wird über die Haut aufgenommen und kann zu allgemeinen Vergiftungserscheinungen führen.

2.3. Verschlucken

Tetrahydrofuran wird über den Magen-Darmtrakt aufgenommen. Ein Verschlucken ist aber am Arbeitsplatz eher selten. Es kann aber beim Verschlucken in die Atemwege gelangen.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung

<u>Tetrahydrofuran-Konzentration</u>		<u>Wirkung / Effekte</u>
2 – 7.4 ppm	-	Geruchsschwelle
50 ppm	-	Arbeitsplatzgrenzwert TWA (EU)
100 ppm	-	STEL (Kurzzeitwert, EU)
200 ppm	-	Arbeitsplatzgrenzwert (NIOSH, USA)
250 ppm	-	STEL (NIOSH, USA)
2000 ppm	-	IDLH (NIOSH)
25000 ppm	-	Bewusstlosigkeit

Arbeitsplatzgrenzwert: Nach der Gefahrstoffverordnung ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

TWA: Time weighted average

STEL: 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

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

3.2. Systemische Effekte

Tetrahydrofuran kann zu allgemeinen Vergiftungserscheinungen führen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, Schwäche, Verwirrtheit und Bewusstlosigkeit. Bei Exposition gegenüber hohen Konzentrationen können Zeichen einer Reizung der oberen Atemwege, gefolgt von Asphyxie, Muskelschwäche, Herzrhythmusstörungen, Koma und Atemstillstand auftreten. Störungen des zentralen Nervensystems und Leberenzymveränderungen können auftreten.

3.3. Atemwege

Tetrahydrofuran kann die oberen Atemwege reizen.

3.4. Hautkontakt

Die lokale Einwirkung von flüssigem Tetrahydrofuran kann zu Reizungen der Haut führen.

3.5. Augenkontakt

Die lokale Einwirkung von flüssigem Tetrahydrofuran oder hohen Dampfkonzentrationen kann zu Reizungen der Augen mit Rötung, Brennen, Tränenfluss oder krampfhaftem Lidschluss führen.

3.6. Mögliche Folgen

Wenn der Patient die ersten 48 Stunden nach der Exposition überlebt hat, ist eine weitere Besserung der Symptomatik zu erwarten. Nach der akuten 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 "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. Zentralnervöse Störungen, Leber- und Nierenschädigungen können auftreten.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Tetrahydrofuran enthält, müssen ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Eine Gefahr durch Kontakt mit Patienten, die nur gegenüber Tetrahydrofuran-Dämpfen exponiert waren, besteht nicht. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit flüssigem Tetrahydrofuran benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch abdampfendes Tetrahydrofuran 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 Tetrahydrofuran-Dämpfen 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 flüssigem Tetrahydrofuran und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und sicher eingepackt werden.

Die Augen im Falle einer Tetrahydrofuran-Exposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten spülen. Wenn das Spülen durch einen Lidkrampf behindert wird, kann die Anwendung einer Lokalanästhetikum-Lösung (z.B. Lidocain, Oxybuprocain) erwogen werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen.

Betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen müssen währenddessen fortgesetzt werden. Augen während des Spülens schützen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Tetrahydrofuran-Konzentration 50 bis 200ppm oder mehr beträgt (abhängig von der Dauer der Einwirkung), Symptome vorhanden sind (z. B. Reizungen der Augen oder der oberen Atemwege) oder falls keine Konzentration abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition sehr wahrscheinlich ist:

- 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.

Durch Hautkontakt mit flüssigem Tetrahydrofuran können Reizungen der Haut hervorgerufen werden; diese sind wie Verbrennungen zu behandeln.

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

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 oft erst 24 Stunden nach einer Exposition erkannt werden können. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer relevanten Dosis noch unauffällig.

Patienten mit möglicher Exposition bzw. mit deutlichen Beschwerden oder Symptomen sollten einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden. Verzögert auftretende Wirkungen bei Patienten mit nur leichten,

schnell abklingenden Symptomen der oberen Atemwege (leichtes Brennen oder Husten) sind unwahrscheinlich.

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 ($>30/\text{min}$) 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.

Reizungen oder Verätzungen sollten in den ersten 24 Stunden nach der Exposition in kurzen Abständen wiederholt nachuntersucht werden.

4.6. Biomonitoring

Zur Abschätzung der systemisch aufgenommenen Dosis nach Exposition kann ein Biomonitoring mit Bestimmung der Tetrahydrofuran-Konzentration im Urin durchgeführt werden.

4.7. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Tetrahydrofuran-Konzentration von weniger als 100ppm bis 250ppm (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren oder nur geringen Kontakt mit flüssigen Tetrahydrofuran hatten 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 ist der Ansicht, dass der Patient die toxischen Wirkungen vom Tetrahydrofuran kennt bzw. verstanden hat.
- Der weiterbehandelnde Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patient und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- Das Trinken von Alkohol sollte für mindestens 72 Stunden verboten werden.
- 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 ernststen Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut nachuntersucht werden.

5. Literaturangaben

ACGIH: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Tetrahydrofuran, 7th ed., Cincinnati, US, 2001.

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

IPCS - INCHEM: International Chemical Safety Cards, ICSC # 0578, Tetrahydrofuran, US, 1997.

Diller, W.F.: 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: 1443-1444.

National Library of Medicine's Toxnet System, Haz-Map, Tetrahydrofuran, 2014.

National Library of Medicine's Toxnet System, Hazardous Substances Data Bank (HSDB), Tetrahydrofuran, HSN#: 125, 2011.

Plunkett E.R: Handbook of Industrial Toxicology, 3rd ed., Edward Arnold, London, UK, 1987; Tetrahydrofuran, 521-522.

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

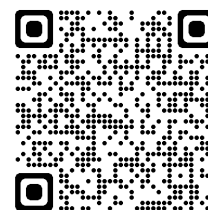
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

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 Tetrahydrofuran 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.