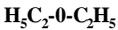


Ethylether

Synonyme

Ether, Diethylether, Ethoxyether, Diethyloxid, Ethyloxid, 1,1'-Oxybisethan, Schwefelether, Schwefelnaphta, Vitriolether.

Chemische Formel



Verwendung / Vorkommen

Ether wird in der Industrie als Lösungsmittel für Nitrocelluloselacke und Fette häufig verwendet. Da aber die Lösungsvorgänge in geschlossenen Apparaten stattfinden, ist die industrielle Ethervergiftung heute selten geworden. Häufiger werden die cycloaliphatischen Ether als Bindemittel in der Lackindustrie verwendet. Außerdem verwendet man Ether als Extraktionsmittel bei chemischen Synthesen und zur Gewinnung von Naturstoffen, wie Ölen, Fetten, Harzen, Alkaloiden und Riechstoffen. Früher verwendete man Ether in der Medizin zur Narkose. (Ether-Luft-Gemisch 1:20) Ether wird als Nebenprodukt als Ethanolthese gewonnen.

Beschaffenheit

Ether ist eine farblose, schwer wasserlösliche, leicht brennbare, hochentzündliche, sehr flüchtige Flüssigkeit, mit dem typischen schweren, süßlichen Ethergeruch. Die Dämpfe sind viel schwerer als Luft und können mit ihr explosionsfähige Gemische bilden. Das Luft-Ether-Gemisch ist leicht elektrostatisch aufladbar. Licht und Luft begünstigen eine Peroxidbildung. Bei Kontakt mit Oxidationsmitteln z. B. mit Salpetersäure in Verbindung mit Schwefelsäure sind äußerst heftige Reaktionen zu erwarten (Explosion). Ether ist mit organischen Lösungsmitteln mischbar.

Physikalische Daten

Molekulargewicht 74,1; MAK-Wert 400 ppm; Schmelzpunkt -116°C ; Siedepunkt bei 1013 mbar $34,6^\circ\text{C}$; Dichte 0,71 g/ml; Löslichkeit in R,0, (25°C) 6,4 g/100 ml; Flammpunkt $< -20^\circ\text{C}$; Zündtemperatur 170°C ; Explosionsgrenzen 1,7-36 Vol%; max. zulässige Emission bei Massenstrom $> 6\text{ kg/h}$ 300 mg/m^3 ; Wassergefährdungsklasse (WGK) 4; Dampfdruck bei 20°C 587 mbar; rel. Dampfdichte (Luft = 1) 2,6; Geruchsschwelle 100 ppm; Sättigungskonzentration bei 20°C 1176 g/m^3 ; Verdunstungszahl (Ether = 1) 1

$$1\text{ mg/m}^3 = 0,325\text{ ml/m}^3$$

$$1\text{ ml/m}^3 = 3,081\text{ mg/m}^3$$

Wirkungscharakter

Hohe Dampfkonzentrationen und die Flüssigkeit wirken reizend auf Haut und Schleimhäute, die Flüssigkeit hautentfettend. Ethylether wirkt in erster Linie narkotisch, was in der Medizin in weitem Umfang zu Anästhesie-Zwecken eingesetzt wird. Zur chirurgischen Narkose werden Konzentrationen von über 5 % (= 50.000 ml/m^3) benötigt, die bereits Reizungen der Atemwege verursachen. Ein Peroxid-Gehalt des Ethers erhöht die Reizwirkung.

Am Beispiel von Ether sollen die Anästhesiestadien (nach *Guedel*) definiert werden, da sie den Wirkungscharakter eines typischen Inhalationsnarkotikums am besten beschreiben:

Stadium I (Rausch):

Enge Pupillen, alle Reflexe einschließlich Lidreflex erhalten, regelmäßige Atmung, regelmäßiger und gut gefühlter Puls, RR nicht gesenkt. Leichte Coronarerweiterung. Gute Analgesie, Muskeltonus voll erhalten.

Stadium II (Excitation):

Starke motorische Unruhe (besonders bei Alkoholabusus, Polytoxikomanie etc.); weite lichtreaktive Pu-

pillen; hohe Reflexbereitschaft, Arrhythmien, Gefahr des reflektorischen Herzstillstands; sonst Kreislauf gut, unregelmäßige Atmung (Gefahr des reflektorischen Atemstillstands); u. U. reflektorisches Erbrechen.

Stadium III (Toleranz):

Verschwinden der motorischen Unruhe; Eintritt der Wirkung am Rückenmark und den maskulären Synapsen -> Muskeltonus sinkt; regelmäßige Atmung, Pupillen wieder enger, gute Kreislaufsituation, regelmäßiger Puls, vegetative Reflexe erhalten, keine Hyperreflexie mehr.

Stadium IV (Überdosierung):

Sistierende oder insuffiziente Atmung (zentrale Atemlähmung); blasse Haut; Hyperhydrosis; weite lichtstarre Pupillen; Aufhebung des Muskeltonus; Herzkreislaufverhältnisse noch stabil. Die Atemlähmung tritt ggf. vor dem Herzstillstand ein. Dieses Stadium ist dem Koma gleichzusetzen.(Stadler 1980)

Stoffwechselverhalten

Nach Inhalation von Etherdämpfen wird das Gas über die Alveolarwände der Lunge in das Blut aufgenommen und diffundiert ins ZNS, in die parenchymatösen Organe und ins Fettgewebe. Bei Ingestion (u. a. in suicidalen Absicht) wird Ether über die Schleimhäute des Gastrointestinaltrakts gut resorbiert und verteilt sich in die oben genannten Kompartimente. Hautresorption ist möglich.

Über 90% des zugeführten Ether wird in unveränderter Form über die Lunge wieder ausgeschieden. Etwa 10% werden im Intermediärstoffwechsel metabolisiert. Etwa 8% werden glucuronidiert und über die Nieren mit dem Urin ausgeschieden und ca. 2% werden oxidativ zu Kohlensäure und Wasser abgebaut(Price 1975). Die bei Etherinhalation entstehende Azidose wird mit der Entstehung von Acetaldehyd erklärt (Auneetal. 1978).

Toxizität

Chloralkylether sind karzinogen.

LD₅₀ Ratte, oral in mg/kg = 1700

TC₀ • 10³ Mensch, Inhal, ppm = 2
(Browning 1965)

Es ist in der Literatur relativ wenig über tödliche Etherkonzentrationen zu finden. Die folgende Tabelle nach Campbell 1960 zeigt die Konzentrationen in den verschiedenen Kompartimenten bei drei chirurgischen Todesfällen. Die Patienten starben 2,5 Stunden nach einer Ethernarkose.

| Ether in mg/kg | Patient 1 | Patient 2 | Patient 3 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Blut | 600 | 2880 | 3750 |
| Gehirn | 700 | 2720 | 610 |
| Lunge | 200 | 210 | 1580 |
| Leber | 400 | 260 | 1280 |
| Urin | | | 340 |

(Campbell 1960)

Symptome und klinische Befunde

Systemische Wirkung:

Nach Inhalation und/oder Ingestion können sämtliche oben angeführten Narkosestadien mit Exitus durch Atemlähmung eintreten (Faulconer 1952). Anzeichen für die beginnende Atemlähmung sind röchelnde, oberflächliche, erschwerte Atmung, Untertemperatur, schwacher schneller Puls, vermehrter Tränen- und Speichelfluß, vermehrte Bronchialsekretion, Kehlkopfspasmen, Schock.

Seltene Folgen einer Etherintoxikation sind Nierenfunktionsstörungen mit Albuminurie, Glukosurie, Acetonurie und Leberfunktionsstörungen mit Ikterus.

Allgemeine unspezifische Symptome sind Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Reizbarkeit, Obstipation, Kopfschmerzen, Parästhesien, die zentralnervösen Ursprungs sind.

Im Labor findet sich eine Polycytämie (manchmal auch Anämien).

Lokale Wirkung

Lokal wirkt Ether bei hohen Konzentrationen (1000-2000 ppm) stark reizend auf die Schleimhäute des Gastrointestinal-, Respirationstraktes und der Augen. Allergische Reaktionen sind bekannt. Als Anzeichen und Folgen einer lokalen Etherunverträglichkeit werden Rötung der Haut, Ödeme, Dermatitis, Entfettung etc. beschrieben.

Schon die Aspiration kleinster Mengen kann zu lokalen pneumonischen Infiltraten mit den nachfolgenden Komplikationen führen.

Chronische Wirkung

Der wiederholte »Genuß« von Ether führt zu den gleichen Schädigungen wie der chronische Alkoholismus, d. h. zu Polyneuropathien und ggf. auch zu Korsakow-ähnlichen Zustandsbildern. Chronische Inhalation kleiner Mengen über längere Zeit (Mißbrauch) führt zu Kopfschmerzen, allgemeinen neurasthenischen Symptomen, Appetitlosigkeit, Kachexie (Anorexie) und psychischen Störungen. Die Ethersucht ist zwar in den letzten Jahren öffentlich nicht mehr so bekannt geworden, ist aber differentialdiagnostisch bei gefährdeten Patienten in Erwägung zu ziehen.

Nachweis

Der Nachweis ist mit dem Gasspürgerät, gaschromatographisch zu führen. Die Gaschromatographie ist die häufigste Nachweismethode [Northington et al. 1964; Rackowet al. 1966; Yokota et al. 1967].

Dräger-Röhrchen Diethylether 100/a

Reaktionsprinzip

| | | | |
|--|---------------|---|--------------------|
| $\text{H}_2\text{C}_2\text{-O-C}_2\text{H}_5+$ | Chrom- | + | Cr(III) Verbindung |
| Diethylether | schwefelsaure | | (grünbraun) |

Querempfindlichkeit

Andere Ether, Aromaten, Ester, Benzinkohlenwasserstoffe, Alkohole (Lechnitz 1988).

Andere Nachweismethoden, wie die Infrarotspektalanalyse (Feldstein 1965) oder die Massenspektrophotometrie [Jones et al. 1950] werden beschrieben.

Therapie**A 1 Atemwege**

Bewußtlosen Zahnprothesen und Fremdkörper aus dem Mund entfernen.

Bewußtlosen, die *erbrochen* haben, Mund mit einem taschentuchumwickelten Finger von Erbrochenem freimachen bzw. mit einem Absauggerät absaugen. Endotracheales Absaugen nach Aspiration von Mageninhalt. Endotracheale Intubation durch den Notarzt.

A 2 Seitenlage

Bewußtlose werden in *stabile Seitenlage* gebracht, wobei der Kopf tiefer als der Oberkörper liegen und dabei überstreckt werden sollte, damit nicht Erbrochenes oder der Zungengrund die Atemwege verlegen kann.

Bewußtlosen sollte möglichst ein (angefeuchteter) Guedel-Tubus in die Mundhöhle eingelegt werden, damit der zurückfallende Zungengrund die Atemwege nicht verlegen und zur Erstickung führen kann.

Beim Einlegen zeigt der Bogen des Tubus zunächst (konkav) auf den oberen Gaumenbogen und wird bei Erreichen des Zäpfchens gedreht, so daß er sich der Zunge anlegt.

A 3 Rettung aus Gasmilie

Zur Rettung von bewußtlosen Vergifteten aus *gasverseuchten* oder *verrauchten* Räumen möglichst vorher Brandschutzkleidung (Wolle statt Kunststoff) und Atemschutzmaske anlegen und anseilen, die Sicherungen herausdrehen (Explosionsgefahr), sofort Fenster aufreißen oder einschlagen, kein Licht machen und den Vergifteten rasch aus dem Raum entfernen. Bei Bränden zum Schutz vor giftigem Rauch und zur besseren Orientierung mit dem Kopf nahe am Boden (30 cm) kriechen.

Bei Bergung aus *Gruben und Silos* unbedingt vorheriges Anlegen von schwerem Atemschutz beim Retter und anseilen.

Kontaminierte Kleidung sofort entfernen. Haut mit warmem Wasser duschen oder PEG 400 (G 33) auftragen, Augen spülen.

B 1 Frischluft

Sofort Frischluft, besser mit Sauerstoff angereicherte Luft, zuführen.

B 2 Künstliche Beatmung

Bei Patienten mit blauen Lippen sofort mit der künstlichen Beatmung beginnen, am besten mit einem Beatmungsbeutel; nur im Notfall durch Mund-zu-Nase-Beatmung. Der Retter vermeidet einen Kontakt mit der Ausatemluft des Vergifteten.

Die Beatmungsfrequenz beträgt bei Erwachsenen 12 mal pro Minute, bei Kindern 30mal pro Minute.

Am Ende des Beutels kann eine Sauerstoffleitung angeschlossen werden, falls mit sauerstoff-angereicherter Luft beatmet werden soll. Richtige Maskengröße wählen!

Der Arzt wird Bewußtlose *intubieren* und bei geblockter Manschette mit dem Atembeutel beatmen.

In der Klinik wird die Beatmung maschinell, z. B. mit PEEP durchgeführt.

C 1 Herz-Lungen-Wiederbelebung

Sowohl toxisch als auch anoxisch können Herzrhythmusstörungen auftreten. Bradykarde Herzrhythmusstörungen werden mit Atropin (G 6) oder Orciprenalin (G 2), tachykarde Herzrhythmusstörungen werden mit Lidocain (G 61) oder Phenytoin (G 71) therapiert.

Ein Herzstillstand liegt vor bei:

- a) plötzlicher Bewußtlosigkeit
- b) weiten, lichtstarrten Pupillen
- c) Fehlen des Pulses (am Hals oder in der Schenkelbeuge)
- d) Schnappatmung, dann Atemstillstand

Herzmassage und Beatmung werden von einem oder von zwei Helfern durchgeführt.

Den Erfolg der Herzdruckmassage stellt man durch folgendes fest:

- a) tastbarer Puls
- b) Reagieren der Pupillen auf Licht
- c) Wiederauftreten spontaner Atembewegungen

Intratracheal oder i.v. Injektion von Adrenalin (G 56) bis 0,5 mg.

C 2 Schock

Zeichen des Schocks

- a) aschgraue, kalte Arme und Beine
- b) kaum tastbarer, schneller Puls (über 100 Schläge pro Minute)
- c) Schlecht meßbarer Blutdruck (unter 100 mm/Hg)
- d) oberflächliche, schnelle Atmung
- e) Ausbleiben einer ausreichenden Urinproduktion (unter 20 ml pro Std.)

Der Vergiftete kann im Schock sterben, daher stets dem Schock vorbeugen durch Laienmaßnahmen

- a) Ruhe
- b) Wärme (Unterlage, Zudecke)
- c) flache Lagerung (Beine hoch, Kopf tief = körpereigene »Bluttransfusion«)
- d) warme Getränke (Tee, Kaffee)

Schocktherapie (Arzt)

- a) Als Therapievoraussetzung wird vom Arzt meist ein zentraler Zugang z.B. über eine Subclavia-Anonyma-Punktion gelegt.
- b) Beim *hypovolämischen*, dem häufigsten Schock bei Vergiftungen, erfolgen sofortige Infusionen ausreichender Mengen von Gelatine- oder HES-Lösungen (Plasmaexpander). Bei Vergiftungen wird wegen Urineindickung möglichst wenig Dextran infundiert. Keine peripheren Kreislaufmittel, die die Nierendurchblutung drosseln wie Adrenalin- oder Noradrenalin-derivate, sondern anschließend Infusion von Dopamin (G 19).
- c) Beim schweren *anaphylaktischen* Schock kann die initiale Injektion von Adrenalin (0,05 bis 0,1 mg langsam i.v. G 56) indiziert sein; die Dosis kann in Abständen von 1-2 min. wiederholt werden.

- d) Beim *kardiogenen* Schock kann Dopamin (G19) im Dauertropf gegeben werden (Dosierung: 4 gamma/kg/min, d. h. 50 mg in 500 ml Laevulose, 40 Tropfen pro min. bei 50 kg).
- e) Es folgt die Bekämpfung der *Azidose* mit Bikarbonatdosen entsprechend wiederholten arteriellen Blutgasanalysen oder im Notfall vorübergehend dem Urin-pH (über 7) (G 35).
- f) Bei Spastik im Bronchialtrakt Theophyllin (G 20) oder Orciprenalin (G 2).

C 6 Allergie

Expositionsstopp. Beim schweren *anaphylaktischen Schock* kann die initiale Injektion von Adrenalin (0,05 bis 0,1 mg langsam i.V., G 56) indiziert sein; die Dosis kann in Abständen von 1-2 min. wiederholt werden. Anschließend Plasma(ersatz) (G 39), Natriumbikarbonat (G 35), Sedativum und Antiallergikum Doxepin (G 4), lokal Flumetason (G 31). Dexamethasonspray (G 7) bei Glottis- oder Lungenödem.

E 1 Haut

Sofort unter die lauwarme Dusche gehen oder ein Vollbad nehmen, in jedem Fall benetzte Kleider entfernen, sofort Wasser trinken. Benetzte Haut mit Wasser und Seife reinigen. Möglichst sollte Polyethylenglykol 400 (G 33) verwandt werden. In keinem Fall Benzin oder andere Lösungsmittel, die die Resorption des Giftes fördern könnten, verwenden! Das volle Ausmaß der Hautschäden kann erst nach Stunden sichtbar werden.

Nach Verätzungen Grad I und II Flumetason Schaum auftragen (G 31). Bei Verbrennungen ebenfalls sofort mit Kleidern in kaltes Wasser springen bzw. Extremitäten unter fließendes kaltes Wasser mindestens 15 (!) Minuten halten; dabei Kleider entfernen. Dann in Rettungsdecke (Aluminiumfolie, H14) einwickeln und wie unter C 2 (Schocktherapie) angegeben verfahren. Viel trinken lassen; Volumina notieren, keine Hautcremes, -puder oder -salben auftragen, steril verbinden. Als Schmerzmittel kann Metamizol (G 42) oder, nur durch den Arzt, Morphin (G 18) gegeben werden.

E 2 Augen

Mit beiden Händen das Auge weit aufhalten und ca. 10 Min. unter fließendem Wasser oder mit der Augenspülflasche oder mit einer Plastikspritzenflasche, die mit Leitungswasser oder physiologischer Kochsalzlösung gefüllt ist oder mit Isogutt-Augenspülflasche (G 23) spülen.

Bei Schmerzen in das betroffene Auge zur Schmerzlinderung Chibro-Kerakain-Tropfen (G13) tropfen und anschließend zur Pufferung mit Isogutt-Augenspülflasche (G 23) beide Augen spülen. Anschließend wird ein Deckverband (Taschentuch oder Halstuch) über das vergiftete Auge gelegt und der Verletzte möglichen bald zum Augenarzt geführt.

E 6 Entgiftung fettlöslicher Gifte (Lösungsmittel)

Bei jedem Verdacht auf eine Vergiftung mit fettlöslichen geschluckten Giften sollte möglichst vor dem Erbrechen oder einer Magenspülung Kohle-Pulvis (G 25) eingegeben werden, da es fettlösliche Substanzen bindet.

Die gebundenen Gifte können somit nicht ins Blut gelangen und den Magen-Darm-Kanal rasch wieder verlassen.

E 8 Magenspülung (Arzt)

Die sicherste und schonendste Art der Giftentfernung ist die Magenspülung. Da ein Arzt nur mit Unterstützung von 1-2 Helfern eine Magenspülung durchführen kann, ist wichtig, daß diese vorher wissen, wie diese durchgeführt wird.

Angezeigt ist die Magenspülung bei allen lebensgefährlichen Giftmengen, auch nach vorausgegangenem Erbrechen sowie bei allen Bewußtlosen (nach Intubation) ohne Zeitgrenze.

Bei *Krämpfen* sollte vorher als krampflösendes Medikament 1 Amp. Diazepam i.v. (G 60) injiziert werden. Bewußtlose können vorher intubiert werden. Eine Atem- und Kreislaufinsuffizienz sollte vorher behandelt werden (C 1,3).

Vor jeder Magenspülung unbedingt Atropin (0,001 g i.v. oder i.m., G 6) injizieren zur Vermeidung eines vagalen Reflexes (Herz-, Atemstillstand). Bei Hypotonie vorherige Infusion eines Plasma(ersatz)präparates (G 39), bei Azidose Infusion von Natriumbikarbonat (G 35). Asservierung der ersten Spülportion. Ca. 30 Liter Leitungswasser als Spülmittel. Instillation von Medizinalkohle (G 25) und Abführmittel (G 37).

F 5 Spätschäden

Nachkontrolle der Leberwerte (Cholinesterase, Gamma GT, GPT, Quickwert, Blutgerinnungsfaktoren), der Nierenwerte (Kreatinin, Harnstoff, Kalium, Natrium, Phosphor), des Blutbildes, der Lungenfunktion, des Röntgenbildes und des EEG's bei ZNS-Schäden drei bzw. zehn Tage nach einer Vergiftung.

G 33 PEG 400

Literatur

- AUNE, H.; RENCK, H.; BESSESEN, A.; MORLAND, J.: Metabolism of diethylether to acetaldehyde in man. *Lancet* 2, (1978)
- BIETHAN, U.; BRANDT, A.; BUNGE, W.; DÖRFFEL, J.; DRAEGER, F.; FERCH, H.; FEUERBERG, H.; FUHR, K.; GEMMER, E.; GERKE, K.; HASELMAYER, F.; HAVENTH, L.; HOEHNE, K.; KNAPPE, E.; KRAUSS, W.; KRÖNKE, H.; KÜCHENMEISTER, R.; IEHMANN, H.; MARQUARDT, W.; NESTLER, H.; NIKLAUS, U.; OEHMICHEN, K.; PAPANROTH, W.; PLATH, D.; PRÜGL, R.; RAUCH-PUNIGAM, H.; ROSSBERG, P.; SICKFELD, J.; SPILLE, J.; STOYE, D.; THOMER, K.W.; WAGNER, F.; WEILER, G.G.; WILFINGER, W.; ZECH, H.; ETZLER, F.; ZÖLLNER, W.: Lacke und Lösemittel; Eigenschaften, Herstellung, Anwendung; Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel, S. 162, S. 165 (1979) 2. Aufl. (1984)
- BRODY, A.W. et al.: Dimethylether. *J. Appl. Physiol.* 31, 125 (1971)
- BROWN, W.E.: Dimethylether. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 23, 497 (1924)
- BROWNING, E.: Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents. Elsevier, New York (1965)
- CAMPBELL, J.E.: Deaths associated with anesthesia. *J. For. Sci.* 5, 501-549 (1960)
- FAULCONER, A. (jr.): Correlations of concentration of ether in arterial blood with electroencephalographic recording during ether-oxygen and during nitrous oxide, oxygen and ether anesthesia of human surgical patients. *Anesthesiol.* 13, 361-369 (1952)
- FELDSTEIN, M.: Analysis of toxic gases in blood by infrared spectroscopy. *J. For. Sci.* 10, 207-216 (1965)
- JONES, C.S.; BALDESE, J.; FAULCONER, A.: Ether concentrations in gas and blood samples obtained during anesthesia in man and analysed by mass spectrometry. *Fed. Proc.* 9, 68 (1950)
- KÜHN/BIRETT, H.: Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe, ecomed, Landsberg, 1988
- GUEDEL, S.: Narkosestadien, zitiert nach HÄSSLER, R.: Stadieneinteilung bei narkotischen Vergiftungen. Diss., München 1980
- LEICHNITZ, K.: Prüfröhrchentaschenbuch 7. Ausg., Lübeck (1988)
- NORTHINGTON, H.S.; OWENS, G.: Determination of blood ether levels by gas-liquid chromatography. *Anal. Biochem.* 9, 48-53 (1964)
- PRICE, H.L.: General anesthetics. in: *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 5th ed. (GOODMAN, L.S.; COLEMAN, A. eds.) pp 89-96, McMillan, New York (1975)
- RACKOW, H.; SALANITRE, E.; OWEN, G.L.: Quantitative analysis of diethyl-ether in blood. *Anesthesiol.* 27, 8 (1966)
- STADLER, R.: Stadieneinteilung bei narkotischen Vergiftungen. Diss., München 1980
- YOKOTA, Y.; OHTA, K.; HITOMI, Y.; KOSAKA, F.: Direct injection method for gas chromatographic measurement of inhaled anesthetics in whole blood and tissues. *Anesthesiol.* 48, 1064-1073 (1967)