

A microscopic view of blood vessels, showing red blood cells flowing through them. The image is in shades of red and pink, with a focus on the cellular structure of the blood.

„CO macht k.o.“

FoBi 01.10.2020

Kreisfeuerwehrverband KA
Stadtfeuerwehrverband KA

Christoph Nießner

Arzt f. Anästhesie, Notfallmedizin,
Transfusionsmedizin, Hämostaseologie, Labordiagnostik

FREITAG, 04. SEPTEMBER 2020

Illegale Feier in Norwegen

Bunkerparty endet für Gäste mit Hirnschaden



Wäre es zu einem Brand gekommen, hätte es mehr als 100 Tote gegeben, sagte ein Sprecher der Feuerwehr.

(Foto: picture alliance/dpa)

Rund 200 junge Menschen amüsieren sich in Oslo bei einer unerlaubten Feier. Plötzlich gelangt Kohlenmonoxid in die unterirdischen Räume. Viele Gäste können nicht rechtzeitig entkommen und verlieren das Bewusstsein. Für einige von ihnen hat das ernste Folgen.

Nach einer illegalen Party in einem unterirdischen Bunker in Norwegen sind 25 Menschen mit Verdacht auf Kohlenmonoxidvergiftung in Krankenhäuser gebracht worden. Der Chef der

Fall 1

- Familienstreitigkeit: Frau schließt sich in Wohnung ein
- Angehörige „brechen“ nach einiger Zeit ein
- Suizidversuch mit Grill in Zimmer
- Notruf
- HvO: geht in Whg
- RTW: geht in Whg
- NEF: geht in Whg -> NEF-Fahrer registriert Umstand
- Alle raus und FW kommt

Fall2

Einsatzmeldung: „Synkope bei Arbeiter“

Einsatzort: Tiefgarageneinfahrt mitten in Stadt

Lage vor Ort: Arbeiter kommt aus Garage, weil er Übelkeit verspürt

RTW-Ankunft an Tiefgarageneinfahrt: Beim Öffnen d. Schiebetür
piept es im Fzg.

Fall2

Mannschaft zeigt sich irritiert und hält Piepen für Fehlfunktion

Bis jemandem Ursache einfällt:



Fall2

Im Verlauf melden sich sieben Arbeiter mit Symptomen

Ursachenforschung durch Feuerwehr:

Betonschleifmaschine mit fehlerhafter Anbringung des Abluftrohrs

Alle Verletzte werden in Aufwachraum des Diakonissenkrankenhauses verbracht.

Von dort per drei RTH und G-RTW Transporte zur HBO-Therapie (Hyperbarer O₂)

CO: Kohlen(stoff)monoxid

Vorkommen

Bei Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Stoffen
(z.B. Holz, Gas, Benzin oder Öl)
unter unzureichender Sauerstoffzufuhr

Intoxikationen, v.a. in unzureichend belüfteten Räumen

- Holzkohlegrill im Innenraum!
- (Wohnungs)Brände
- Abgase Verbrennungsmotor (Auto, Bau-Maschinen)
- Defekte Heizanlagen
- Wasserpfeifen („Shishabar“)

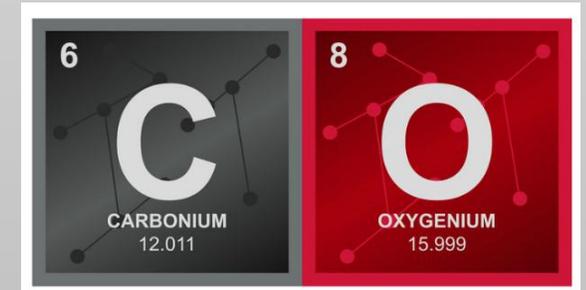


Bild: <https://www.kohlenmonoxidmelder.com/kohlenmonoxid>

CO: Arbeitsmedizin

Tabelle 1: Referenz- und Grenzwerte

MAK-Wert:	35 mg/m ³ (30 ppm)
Spitzenbegrenzung:	II, 1
Schwangerschaftsgruppe:	B Risiko der Fruchtschädigung wahrscheinlich, Risiko auch bei Einhaltung des MAK- und des BAT-Wertes nicht auszuschließen
BAT-Wert:	5% CO-Hb (Probenahmezeitpunkt: Expositionsende)
Normgrenze*:	< 1 % CO-Hb (in Einzelfällen bis ca. 5 %)
Confounder (Störer):	Rauchen (5–10 % CO-Hb, in Einzelfällen > 10) Dichlormethanbelastung (Biotransformation zu CO)

*) Nichtraucher, Normalbevölkerung

Bild: Arbeitsmed.Sozialmed.U 574 mweltmed. 41, 12, 2006

CO: Kohlen(stoff)monoxid

Eigenschaften

- farb-, geruch- und geschmackloses Gas
- Dichte (bei 0°C): ca. 1,15 kg/m³
(Luft ca. 1,29 kg/m³):
theoretisch aufsteigend,
praktisch: meist vermischend
- Hochentzündlich



Bild: <https://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/kohlenmonoxid-vergiftung-warum-das-gas-so-gefaehrlich-ist-a-1132534.html>

KOHLENMONOXIDQUELLEN

nach [1 – 6]

- Brandgase können erheblich CO enthalten
 - Gasöfen, Heizungen, Durchlauferhitzer und Badezimmerthermen
 - Abgase von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor
 - Holzkohlegrills (bei Betrieb in geschlossenen Räumen ohne ausreichende Belüftung)
 - Wasserpfeifenrauch
- CO emittierende Chemikalien in geschlossenen Räumen
- CO in Leuchtgas, Flüssiggas
- Explosions- und Sprenggase (Bergbau, Steinbrüche)
- Gaswerke, Kokereien, Gichtgase von Hochöfen
- Abbeizmittel Methylenechlorid
- Holzpelletlager

Thieme S et al. Kohlenmonoxid: Unterschätzte Gefahr... retten 2017; 6: 218–229

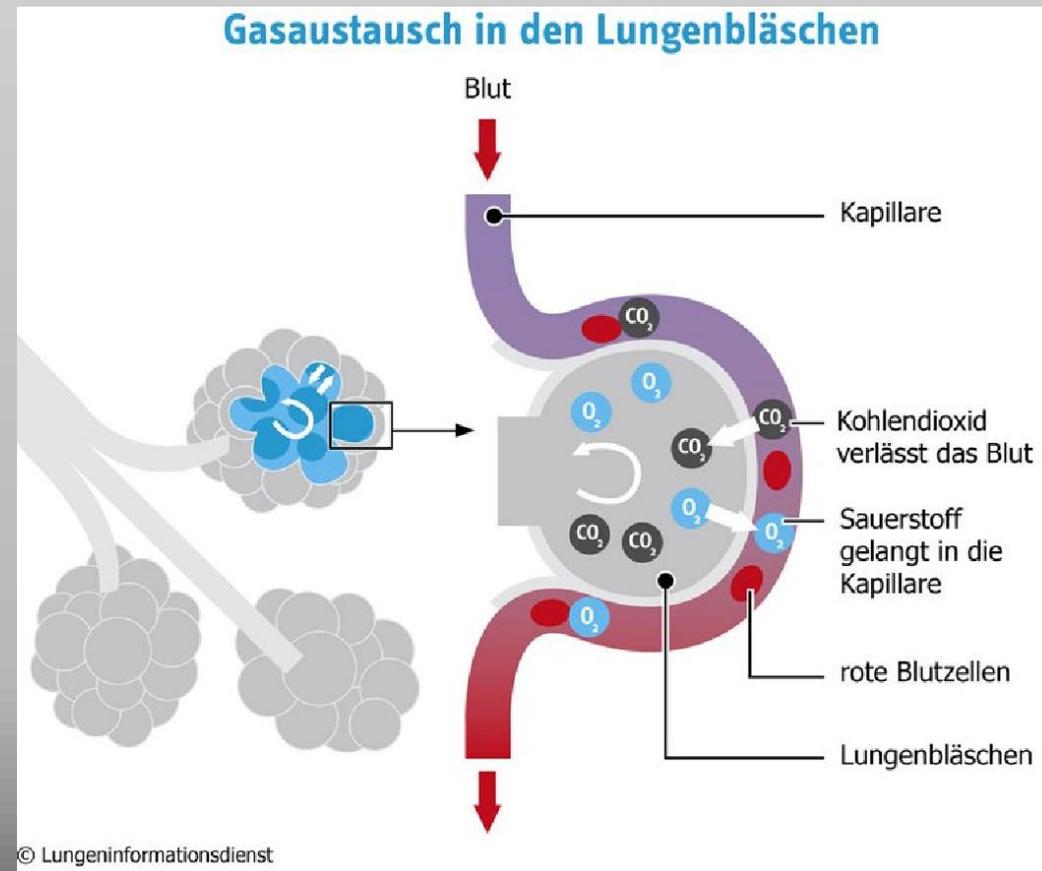
CO: Messergebnisse

► Tab. 1 CO-Messergebnisse an verschiedenen Messorten, klassiert nach den einsatztaktischen Empfehlungen nach [12].

Literatur	Messort	< 30 ppm	30 – 200 ppm Aufmerksamkeitsschwelle	200 – 500 ppm Gefährdungsschwelle	> 500 ppm Rückzugsschwelle
[7]	Warenlager		56		
[8]	Transportschiffe				1460 – 14650
[13]	Schiffscontainer				max. 1502
eigene Messungen	Gewebesilo 4,8 t		phasenweise bis 65		
[14]	2/3 aller Pelletlager		> 30		
[14]	9 % aller Pelletlager				> 1000
[3]	Pelletlager 82 m ³				2000 – 7500
[2]	Pelletbunker, Todesfall unter dem Verschlussdeckel				1000
[2]	derselbe Bunker, in 280 cm Tiefe				2500
[11]	Pelletlager Schrägboden				max. 717
[11]	Pelletlager Silo				max. 614
[11]	Pelletlager Gewebesilo	max. 2			
[11]	Kellerraum/kubisches Lager		max. 60		
[7]	Lager im Haushalt		123		

Thieme S et al. Kohlenmonoxid: Unterschätzte Gefahr... retten 2017; 6: 218–229

O₂-Diffusion in Alveole



O₂-Diffusionsblockade in Alveole

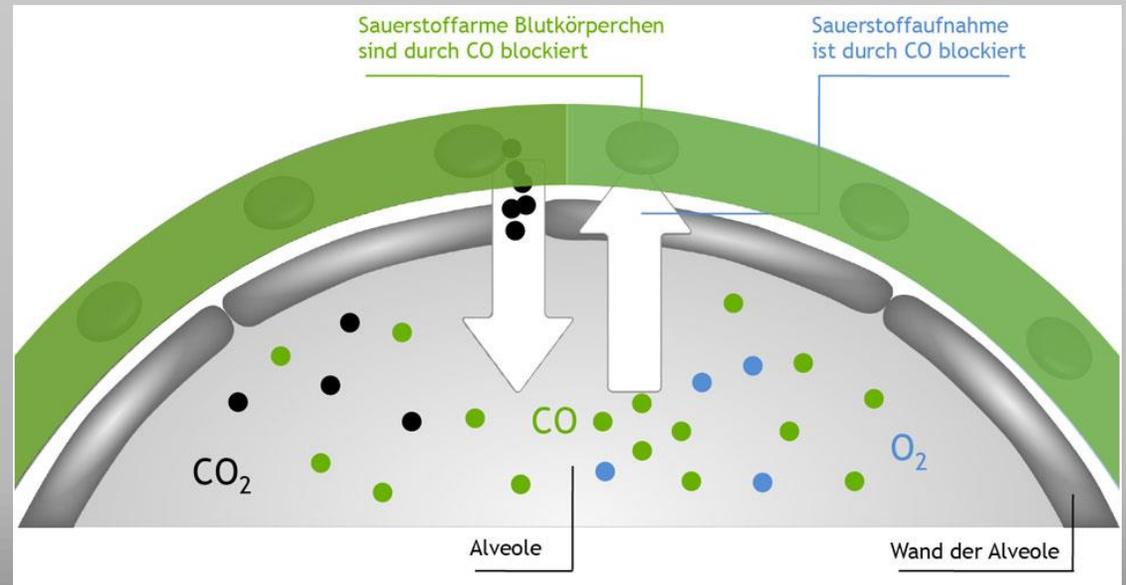
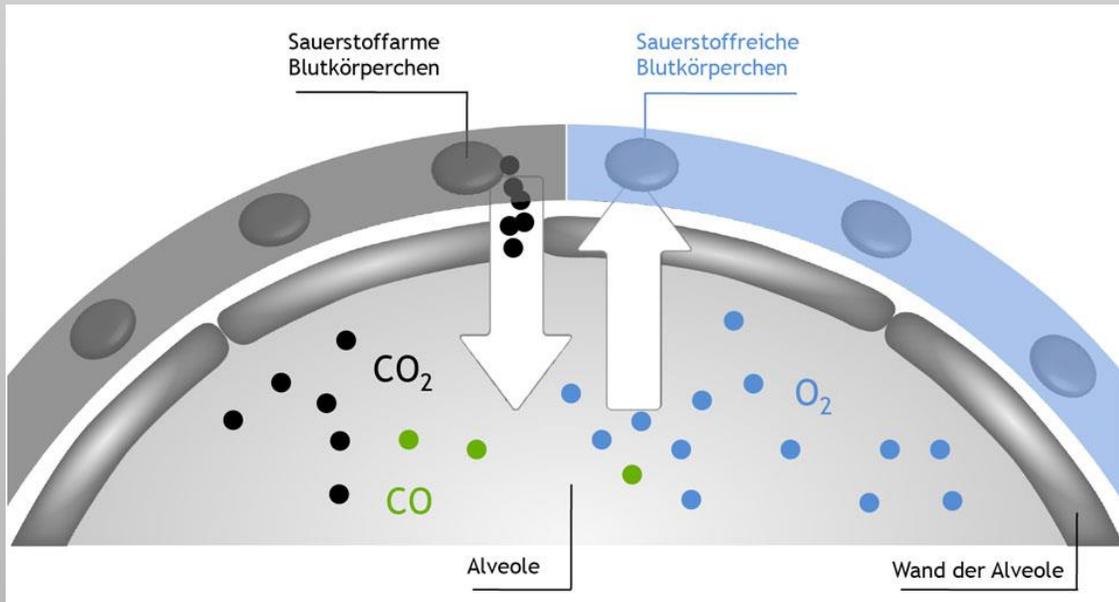


Bild: https://http://www.kohlenmonoxidwarnmelder.de/kohlenmonoxidmelder/wirkung_kohlenmonoxid.html

Wirkung

- CO diffundiert schnell durch Alveolarmembran
- 230 - 300-fach höherer Bindungsaffinität als O₂ vorzugsweise an die Eiseneinheit von Häm
- Konformationsänderung: Linksverschiebung der Oxyhämoglobin-Dissoziationskurve:
 - reduzierte Sauerstofftransportkapazität
 - verminderten Abgabe von Sauerstoff in peripheres Gewebe

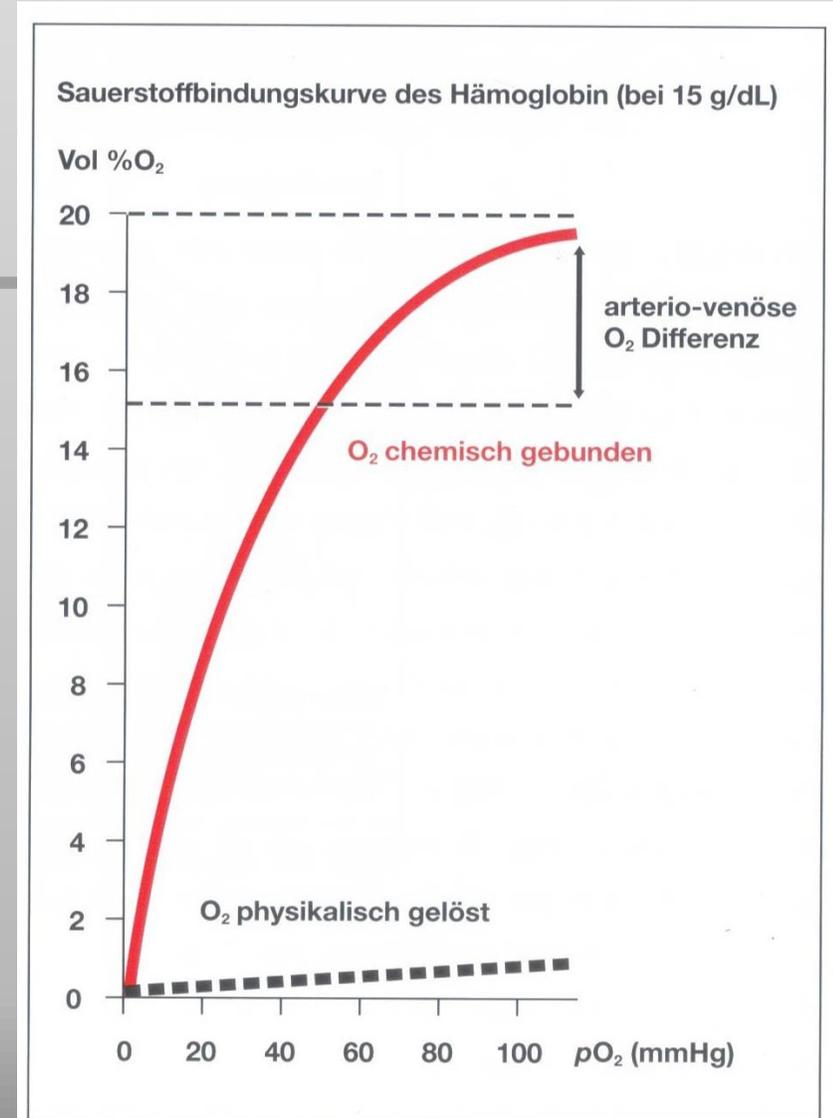


Abb. 13: Die Sauerstoffbindungskurve des Hämoglobins

Wirkung

- CO bindet im Gewebe auch an andere häm-haltige Proteine, wie skeletales und myokardiales Myoglobin.

Name	Grundstruktur	R ³	R ⁸	R ¹⁸	Vorkommen
Häm a		Hydroxyfarnesyl	-CH=CH ₂	-CH=O	Cytochrom-c-Oxidase
Häm b		-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH ₃	Hämoglobin, Myoglobin, Katalase, Succinat-Dehydrogenase, Cytochrom-c-Reduktase, Cyclooxygenase, Cytochrom P450
Häm c		-CH(CH ₃)SH	-CH(CH ₃)SH	-CH ₃	Cytochrom c, Cytochrom cd ₁
Häm o		Hydroxyfarnesyl	-CH=CH ₂	-CH ₃	(Zwischenprodukt)
Häm s		-CHO	-CH=CH ₂	-CH ₃	Chlorocruorin ^[1]

- Gewebeschäden können verzögert auftreten, da Eliminationszeiten im Gewebe und Blut sich unterscheiden können

Symptome nach ppm/% in Umgebung

Wert in ppm	Wert in %	Zeitraum und Vergiftungsverlauf
30ppm	0,003%	MAK-Wert in Deutschland (max. zulässige Arbeitsplatzkonzentration)
200ppm	0,02 %	Leichte Kopfschmerzen < 2-3 Stunden
400ppm	0,04%	Kopfschmerzen im Bereich der Stirn < 1–2 Stunden
800ppm	0,08%	Schwindel, Übelkeit und Gliederzuckungen < 45 Minuten
1.600ppm	0,16 %	Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit < 20 Minuten
3.200ppm	0,32%	Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen < 5–10 Minuten
6.400ppm	0,64%	Schwindel und Kopfschmerzen < 1-2 Minuten
12.800ppm	1,28%	Bewusstlosigkeit und Tod < 1-3 Minuten

Symptome nach % CO-Hb im Blut

Allgemeine Zeichen verminderter Sauerstoffversorgung bzw. blockierter Sauerstoffutilisation

- > ca. 10% CO-Hb: Oft unspezifisch (ggf. Kopfschmerzen), bei Rauchern häufig hohe Toleranzschwelle
- > ca. 20% CO-Hb: Schwindel, Übelkeit, Ohrensausen
- > ca. 30% CO-Hb: „Kirschrote Hautfarbe“, Bewusstseinsstörungen, Desorientierung, Herzrhythmusstörungen
- > ca. 60% CO-Hb: Bewusstlosigkeit und Tod innerhalb von Stunden
- > ca. 70% CO-Hb: I.d.R. unmittelbares Atem- und Kreislaufversagen, ggf. eingeleitet von epileptischen Anfällen

Symptome

Tabelle 1: Akute Symptomatik bei 196 Patienten nach CO-Exposition*

Symptom	Häufigkeit in %
Kopfschmerz	91
Schwindel	--
Schwäche	53
Übelkeit	47
Konzentrationsstörung	43
Dyspnoe	40
Sehstörung	25
Thoraxschmerz	9
Bewußtlosigkeit	6
Abdominalschmerz	5
Muskelkrämpfe	5

* Nach Burney et al. (6), Ely et al. (9), Myers et al. (27)

Anästhesiologie & Intensivmedizin 2000, 41: 239-244

Symptome einer Kohlenstoffmonoxidvergiftung

- Schwindel
- Kopfschmerzen
- Desorientierung
- Störung der Gehirnfunktion
- Koma

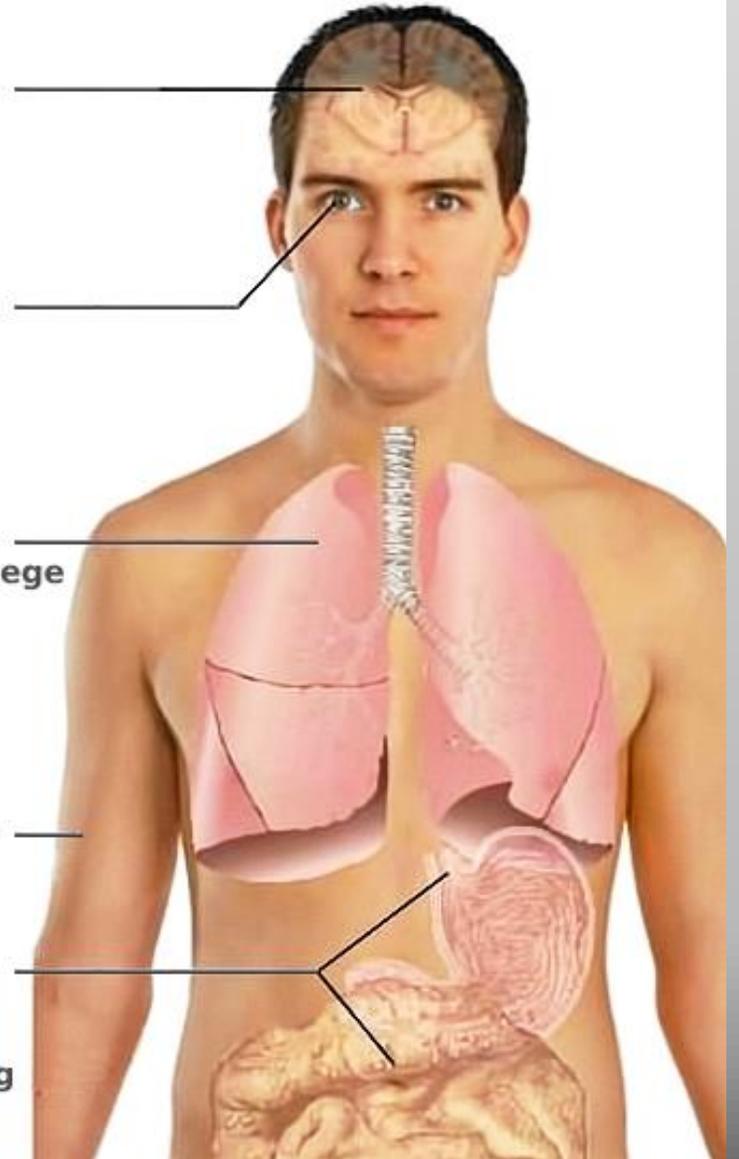
- Sehstörungen

- Erkrankung der Herz-und Atemwege

- Muskelschwäche
- Muskelkrämpfe
- Anfälle

- Übelkeit

- Verschlechterung bestehender Krankheiten



Todesfälle

Notfall + Rettungsmedizin 5 · 2012

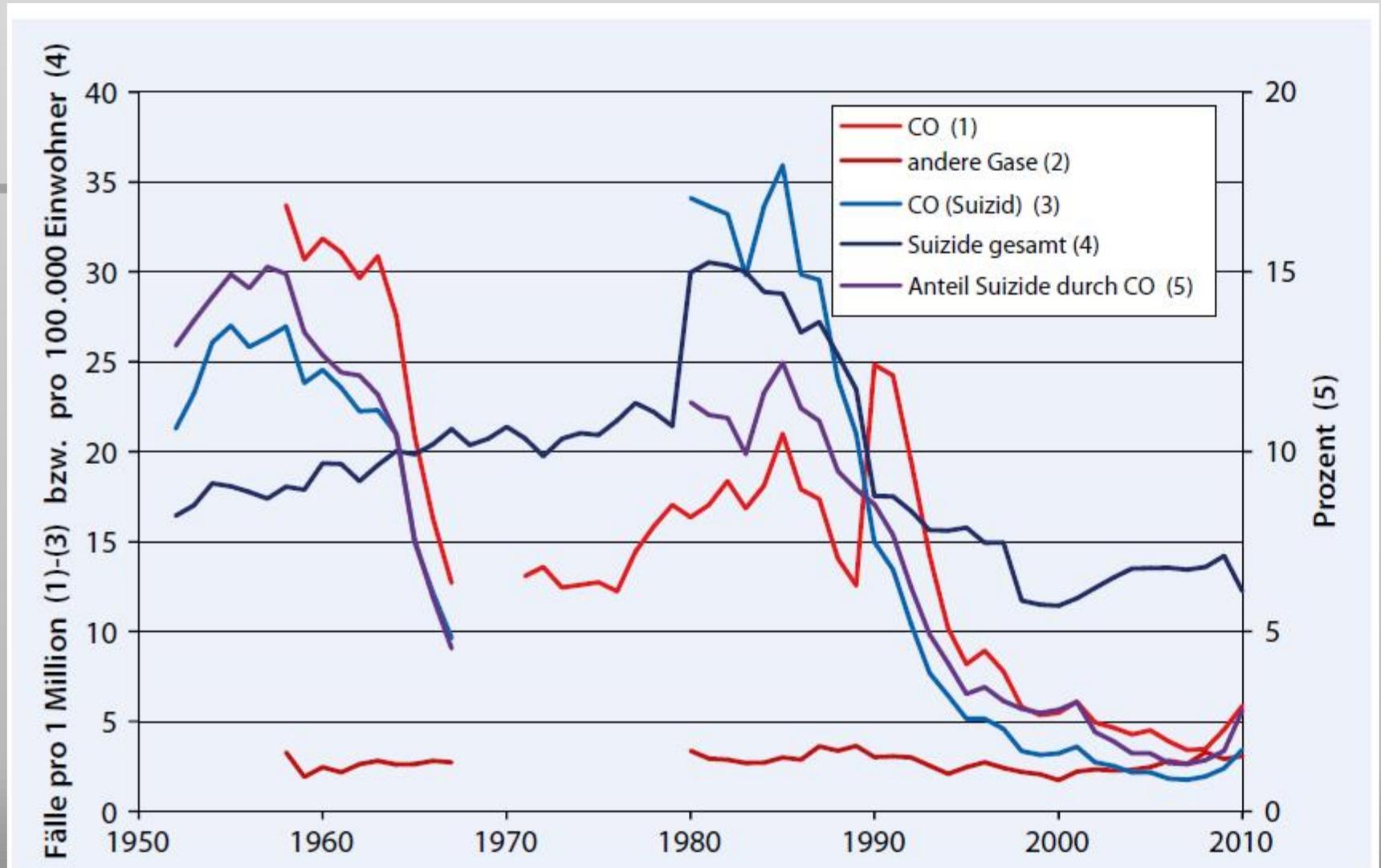


Abb. 2 ▲ Todesfälle in Deutschland durch Gasvergiftungen und Suizide 1950–2010

Verlauf

Deutsches Ärzteblatt | Jg. 115 | Heft 51–52 |
24. Dezember 2018

TABELLE 1

Auswahl größerer Studien zur gesundheitlichen Auswirkung von Kohlenmonoxid

Erstautor Jahr	Design	Zeitraum	Intervention/Variable	Ergebnis	N	Kommentar
Satran 2005 (13)	retrospektive Kohortenstudie	1994–2002	alle Patienten mit HBO, 1 Behandlung (2,4 atm)	37 % der Patienten mit CO-Vergiftung zeigten erhöhte kardiale Biomarker oder EKG-Veränderungen. Krankenhausletalität betrug 5 %.	230	Kohorte identisch zu Henry (14)
Henry 2006 (14)	prospektive Kohortenstudie	1994–2005	alle Patienten mit HBO, 1 Behandlung (2,4 atm)	Myokardschaden signifikanter Prädiktor für Letalität im 7,6-Jahre-Beobachtungsintervall (AHR: 2,1; 95%-Konfidenzintervall: [1,2; 3,7])	230	Kohorte identisch zu Satran (13)
Huang 2014 (17)	prospektive, longitudinale Kohortenstudie	1999–2010	Patienten mit CO-Intoxikation versus Kontrollgruppe	erhöhte Langzeitsterblichkeit (12 Monate Beobachtungsintervall) nach CO-Intoxikation (8,39 % versus 1,61 % in Kontrollkohorte)	441	Kontrollkohorte n = 8 820
Lee 2015 (16)	populationsbasierte Kohortenstudie	2000–2011	Beobachtungsstudie, alle Patienten mit CO-Intoxikation	erhöhtes Risiko für kardiale Arrhythmien (AHR: 1,83 [1,43; 2,33])	8 381	Kontrollkohorte n = 33 524
Kaya 2016 (18)	prospektive Kohortenstudie	2005–2007	Patienten mit CO-Intoxikation, COHb bei Aufnahme	10 % aller CO-Vergifteten erlitten im mittleren Beobachtungsintervall von 56 Monaten einen Herzinfarkt; COHb-Konzentrationen > 45 % sind ein Vorhersageparameter (mit 98 % Sensitivität und 94,1 % Spezifität) für die Entwicklung eines Myokardinfarkts	1 013	keine Kontrollgruppe
Wong 2016 (11)	populationsbasierte Kohortenstudie	2005–2010	Beobachtungsstudie, alle Patienten mit CO-Intoxikation	CO-Intoxikation: erhöhtes Risiko für Demenz (AHR: 2,75 [2,26; 3,35])	14 590	Kontrollkohorte n = 58 360
Wong 2017 (15)	populationsbasierte Kohortenstudie	2005–2010	Beobachtungsstudie, alle Patienten mit CO-Intoxikation	CO-Intoxikation: erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse (AHR: 2,0 [1,83; 2,18])	13 939	Kontrollkohorte n = 55 756
Huang 2017 (19)	populationsbasierte Kohortenstudie	1999–2012	Beobachtungsstudie, alle Patienten mit CO-Intoxikation	CO-Intoxikation: erhöhtes Risiko für Diabetes mellitus (AHR: 1,92 [1,79; 2,06])	22 308	Kontrollkohorte n = 66 924

AHR, Adjusted Hazard Ratio; atm, physikalischer Atmosphärendruck (bar); CO, Kohlenmonoxid; COHb, Carboxyhämoglobin; EKG, Elektrokardiogramm; HBO, hyperbare Oxygenierung

Mögliche Langzeitfolgen

- neurologische Schädigungen: Ataxien, Demenz, Konzentrationsdefizite oder Verhaltensauffälligkeiten
- strukturelle Veränderungen in Subkortex, im Pallidum und Hypocampus-
atrophien
- Schwere der Initialvergiftung korreliert nicht zwingend
- nach initial symptomfreiem Intervall von Tagen bis Wochen
- Daher: hohe Dunkelziffer
- Kardiovaskuläre: Infarkte, Arrhythmien, Verschlechterung KHK
- Hypertonie
- Diabetes

Therapie

Deutsches Ärzteblatt | Jg. 115 | Heft 5
24. Dezember 2018

TABELLE 2

Inhalte und Evidenzklasse der gefundenen Empfehlungen und Leitlinien

Erstautor (Jahr) Titel	Publikationstyp	Empfehlung	angegebene methodische Qualität	angegebener Empfehlungs- grad	Evidenz- klasse (LoE ^{*1})
Buckley (2011): Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning (21)	systematische Übersichtsarbeit (Cochrane Review)	– 100 % Sauerstoff oder HBOT; keine Empfehlung von routinemäßiger HBOT bei fehlendem Überlegenheitsnachweis	systematische Recherche und Bewertung, strukturierte Konsensfindung	sehr niedrig (nach GRADE Qualität der Evidenz ^{*2})	1a
Mintegi (2013): Pediatric cyanide poisoning by fire smoke inhalation (22)	Handlungsempfehlung einer Expertengruppe	– 100 % Sauerstoff	Konsensfindung (informelles Verfahren)	(–)	(–)
Truhlář (2015): Kreislaufstillstand in besonderen Situationen (23)	evidenz- und konsensbasierte Leitlinie eines repräsentativen Gremiums	– 100 % Sauerstoff – HBOT bei Schwangerschaft oder kardialer Ischämie	systematische Recherche und Bewertung, strukturierte Konsensfindung	hoch	2b
Wolf (2017): Clinical policy: critical issues in the evaluation and management of [...] with acute carbon monoxide poisoning (20)	evidenz- und konsensbasierte Leitlinie eines repräsentativen Gremiums	– NBOT oder HBOT (keine Empfehlung) – Diagnostik: EKG und Herzenzyme, kein routinemäßiger Gebrauch von non-invasiven COHb-Messungen	systematische Recherche und Bewertung, strukturierte Konsensfindung	moderat	2b
Mathieu (2017): [...] recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment (24)	evidenz- und konsensbasierte Handlungsempfehlung einer Expertengruppe	– 100 % Sauerstoff – HBOT bis zu 24 Stunden nach Exposition	systematische Recherche und Bewertung, strukturierte Konsensfindung	hoch	(2–3)

*1 Evidenzbewertung nach den Levels of Evidence (LoE) des Oxford Centre for Evidence-based Medicine von 2009 (e26)

*2 GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) Qualität der Evidenz:

hoch Es ist sehr unwahrscheinlich, dass weitere Forschung das Vertrauen in den beobachteten Behandlungseffekt verändert.

moderat Weitere Forschung wird sich vermutlich erheblich auf unser Vertrauen in den beobachteten Behandlungseffekt auswirken. Möglicherweise ändert sich der Behandlungseffekt.

niedrig Weitere Forschung wird sich sehr wahrscheinlich auf unser Vertrauen in den beobachteten Behandlungseffekt auswirken. Wahrscheinlich ändert sich der Behandlungseffekt.

sehr niedrig Der beobachtete Behandlungseffekt ist mit sehr großer Unsicherheit behaftet.

COHb, Carboxyhämoglobin; EKG, Elektrokardiogramm; HBOT, hyperbare Sauerstofftherapie; NBOT, normobare Sauerstofftherapie

Monitoring/Diagnostik

- Verifizierung: Carboxyhämoglobin-Wert (COHb) in Blutgasanalyse (BGA)
- Normale Pulsoximeter differenzieren nicht zw. COHb und Oxyhämoglobin
- 8-Wellen-Pulsoximeter macht Detektion möglich
wegen unzureichender Genauigkeit keine Empfehlung zum standardmäßigen Gebrauch vom American College of Emergency Physicians (2018)
- Aber: COHb-Messwerthilft bei Bewertung gesamtklinischer Symptomatik



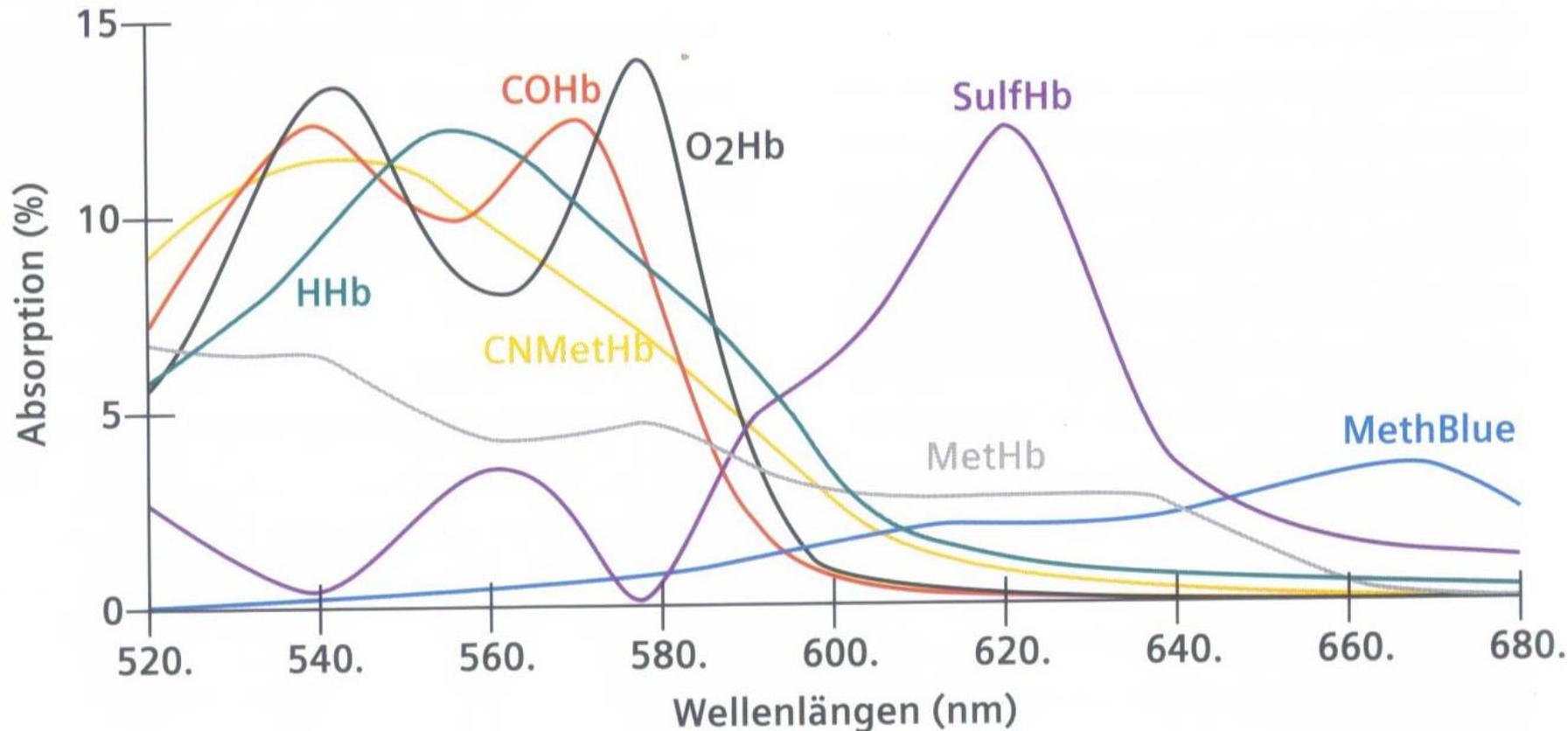
Therapie

- frühestmögliche (Be-)Atmung von 100 % Sauerstoff
 - wacher Patient: CPAP („continuous positive airway pressure“)
 - Beatmung, Maskenatmung mit Demandventil oder Gabe von 15 L/min O₂ via Reservoirmaske
-
- frühzeitige Verdachtsdiagnose kommt entscheidende Rolle für ziel- und zeitgerechte Behandlung zu.
 - Grundsätzlich basiert Diagnose auf klinische Symptomen und vermuteter oder nachgewiesener Exposition



Hb-Messung: photospektral

$$ctHB = cO_2Hb + cCOHb + cHHb + cMetHb$$



Sauerstoffsättigung sO₂

- Verhältnis von **oxygeniertem** (O₂-gesättigtem) zu **oxygenierbarem** (O₂-armem) Hämoglobin
- $sO_2 = cO_2Hb / (cHHb + cO_2Hb)$
- Ist Prozentsatz des oxygenierten Hämoglobins in Bezug auf die mögliche, sauerstofftransportierende Hämoglobinmenge
- Andere „Hb“-Zustände tauchen in der Formel nicht auf

Therapie

- Elimination, um Akut- und Langzeitfolgen zu vermeiden
- Behandlungsdauer bis COHb-Wert normwertig ($< 3\%$) und Symptombefreiheit besteht
- Bei Brandgasexposition auch additive Zyanidvergiftung bedenken: Antidot (Hydroxycobolamin) kann Genauigkeit von BGA für CO deutlich beeinträchtigen

Therapie

- Je höher angebotener Sauerstoffpartialdruck (pO_2), desto schneller wird CO eliminiert.
- Eliminationshalbwertszeit (HWZ) von CO bei Atmung von
 - Raumluft: circa 320 Minuten
 - 100 % Sauerstoff ca. 74 ± 25 Minuten
 - hyperbarer Sauerstoff (pO_2 von 2,5 bar): ca. 20 Minuten
- vollständige Elimination: 5-fache HWZ
(bei normobarer 100-%-Sauerstoffatmung ca. 370 Minuten)

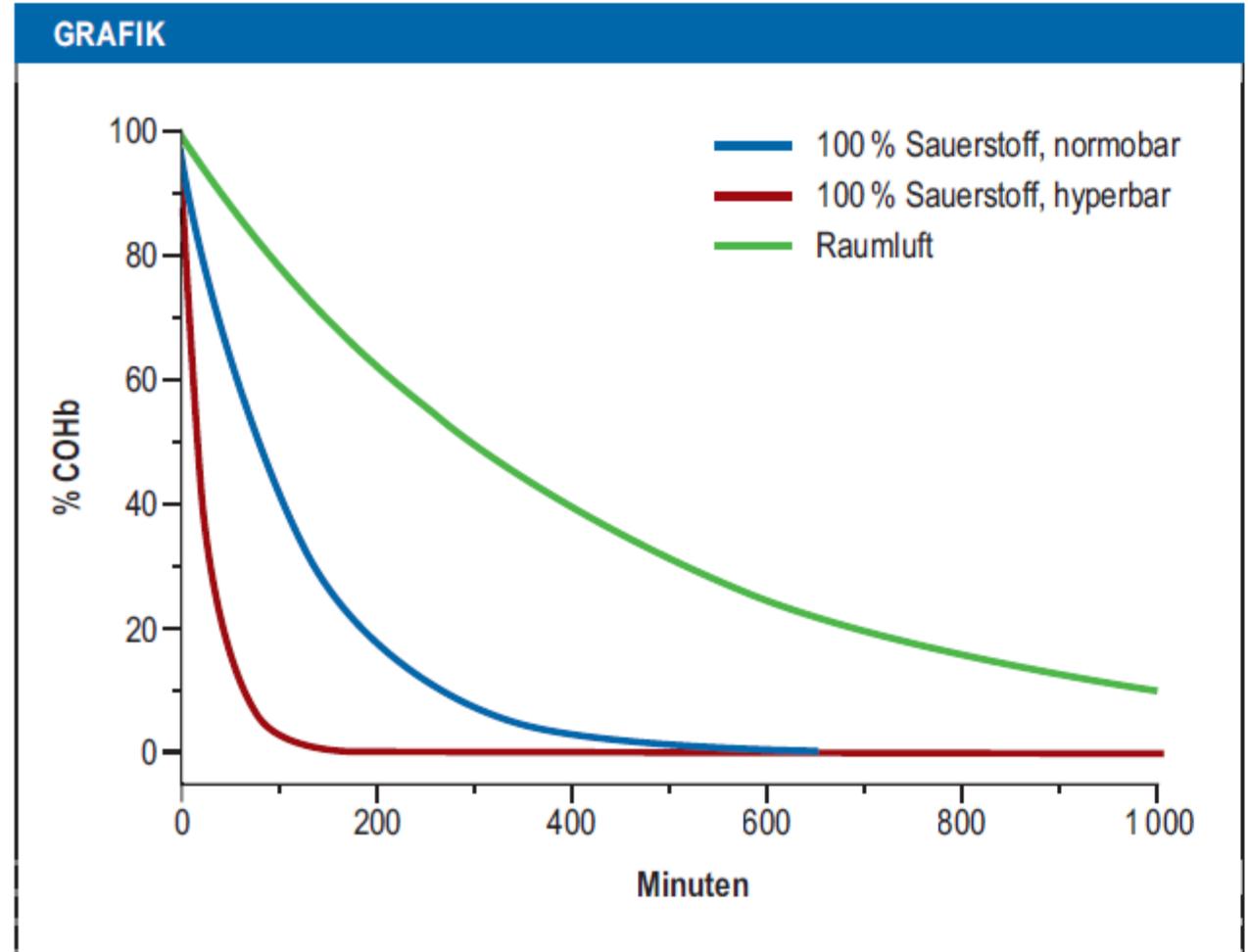
Therapie

Notfall + Rettungsmedizin 5 · 2012



Therapie

- Hyperbare O₂-Therapie: Überdruckkammer für Patient und Therapeut „Tauchfahrt“ unter intensivmedizinischer Überwachung
- Allerdings konnte die HBO Überlegenheit gegen NBO bislang nicht beweisen



Abnahme des Carboxyhämoglobins (COHb) unter verschiedenen therapeutischen Bedingungen (2). Halbwertszeit bei Raumluft (320 min), 100 % normobarer Sauerstoffatmung (74 min) und 100 % hyperbarer Sauerstoffatmung bei 3,0 bar (20 min) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der American Thoracic Society)

Therapie

Anästhesiologie & Intensivmedizin 2000, 41: 239-244

Tabelle 2: Die Indikationen für die hyperbare Oxigenation bei Kohlenmonoxidvergiftung*

Koma

jede Bewußtlosigkeit

neuropsychiatrische Symptome

Carboxyhämoglobinspiegel > 40%

Schwangerschaft und HbCO-Spiegel > 15%

Zeichen einer myokardialen Schädigung

bestehende KHK und HbCO-Spiegel > 20%

rezidivierende Symptomatik bis zu 3 Wochen

fortdauernde Symptomatik trotz normobarer

O₂-Therapie

* Nach Myers et al. (26)

► **Tab. 2** Empfehlungen zum einsatztaktischen Vorgehen bei der Notfallversorgung in CO-haltiger Umgebung (Zusammenfassung nach [12, 23]).

CO-Konzentration in ppm	Klinisch-toxikologische Risikobewertung	Empfohlenes Verhalten im Rettungsdiensteinsatz
< 30 ppm	Arbeitsplatzgrenzwert	Keine Gefährdung
33 ppm	Einsatztoleranzwert	für ungeschütztes Rettungspersonal
30 – 200 ppm	Aufmerksamkeitsschwelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zügig versorgen ▪ gut lüften ▪ ggf. Fachkräfte hinzuziehen
≥ 60 ppm	Feuerwehr: Rückzugsempfehlung [23]	Zugang nur mit umluftunabhängigem Atemschutzgerät
60 ppm	Kurzzeitgrenzwert Keine Gefährdung für ungeschütztes Rettungspersonal bei Exposition < 1 Stunde	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medizinische Versorgung ohne Unterbrechung durchführen ▪ Raumlüftung: Fenster und Türen öffnen ▪ CO-Quelle identifizieren, weitere Freisetzung verhindern, wenn nicht möglich, Fachkräfte (Feuerwehr, Schornsteinfeger, Störungsdienst) informieren ▪ bei potenziell Exponierten Schnelldiagnostik mit CO-Hb-Pulsoxymeter oder Blutentnahme für CO-Hb-Bestimmung in der Klinik
200 – 500 ppm	Gefährdungsschwelle nach 30 min leichte Vergiftungssymptome möglich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erst belüften ▪ erst retten, dann versorgen ▪ Feuerwehr rufen ▪ zuerst Belüftungsmaßnahmen ergreifen ▪ wenn effektive Belüftung nicht möglich, Patienten aus Gefahrenbereich bringen ▪ dann medizinische Versorgung ▪ Aufenthaltsdauer im Gefahrenbereich minimieren ▪ Feuerwehr alarmieren

Thieme S et al. Kohlenmonoxid:
Unterschätzte Gefahr... retten 2017; 6: 218–229

CO-Messwerte

CO-Konzentration in ppm	Klinisch-toxikologische Risikobewertung	Empfohlenes Verhalten im Rettungsdiensteinsatz
500 ppm	Messbereichsgrenze vieler CO-Warngeräte! Vergiftungssymptome möglich <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach 10 min Exposition leicht ▪ nach 30 min mittelschwer 	
> 500 ppm	Rückzugsschwelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zurückziehen ohne Versorgung ▪ Feuerwehr rufen, Personenrettung nur mit Atemschutz ▪ Gefahrenbereich verlassen ▪ Feuerwehr alarmieren ▪ Personenrettung nach Absenken der CO-Konzentration oder unter umluftunabhängigem Atemschutz
1000 ppm	Vergiftungssymptome möglich <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach wenigen Minuten mittelschwer ▪ potenziell tödlich nach Stunden 	
3000 ppm	Vergiftungssymptome möglich <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach wenigen Minuten schwer ▪ potenziell tödlich nach ca. 30 min 	
10 000 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ potenziell tödlich innerhalb weniger Minuten 	

Thieme S et al. Kohlenmonoxid:
Unterschätzte Gefahr... retten 2017; 6: 218–229

Danke für Ihre Zeit

und Aufmerksamkeit