

Schulung Kohlenstoffmonoxid

TEIL II

Michael Kastner

Konzentrationen, Dosen und Beurteilungswerte
Einsatztaktik und -strategien
Gefahrstoffnachweis
Kohlenstoffmonoxid bei Bränden
Übergabe der Einsatzstelle

Konzentrationen und Dosen

- Grenzwerte können in verschiedenen Maßeinheiten angegeben werden:
 - **Volumenkonzentration** n [ml/m^3 entspricht ppm]
 - **Massenkonzentration** m [mg/m^3]
- Mit Hilfe der Molmasse (molare Masse) [g/mol] kann mit folgenden Formeln eine Umrechnung zwischen den Maßeinheiten erfolgen:

$$m = \frac{\text{Molmasse} * n}{24,06}$$

$$n = \frac{24,06 * m}{\text{Molmasse}}$$

1 Vol.-% entspricht 10.000 ppm (parts per million)

- Habersche Regel (toxikologische Bewertung):
Dosis = Konzentration x Expositionsdauer

Wirkung von CO auf den Menschen nach vfdb-Richtlinie 10/03

Konzentration [ppm]	Wirkung
100	Keine beobachtbaren Vergiftungserscheinungen
200	Kopfschmerzen nach 2 bis 3 Stunden
300	Ausgeprägte Vergiftungserscheinungen (Verlangsamung des Pulses, Ansteigen des Blutdruckes, Zittern)
400	Ausgeprägte Vergiftungserscheinungen nach 2 bis 3 Stunden
500	Halluzinationen nach 20 bis 30 Minuten
1.000	Erschwerte Bewegung, Tod nach zweistündiger Inhalation
1.500	Tod nach einstündiger Inhalation
3.000	Tödlich nach 30 Minuten
8.000	Sofortiger Tod

Wirkung von CO auf den Menschen nach NFPA

Konzentration [ppm]	Wirkung
50	Keine nachteiligen Wirkungen innerhalb von 8 Stunden
200	Leichte Kopfschmerzen nach 2 bis 3 Stunden
400	Kopfschmerzen und Übelkeit nach 1 bis 2 Stunden
800	Kopfschmerzen, Übelkeit und Schwindel nach 45 Minuten Kollaps und Bewusstlosigkeit nach 2 Stunden
1.000	Bewusstlosigkeit nach 1 Stunde
1.600	Kopfschmerzen, Übelkeit und Schwindel nach 20 Minuten
3.200	Kopfschmerzen, Übelkeit und Schwindel nach 5 bis 10 Minuten Kollaps und Bewusstlosigkeit nach 30 Minuten
6.400	Kopfschmerzen und Schwindel nach 1 bis 2 Minuten Bewusstlosigkeit und Todesgefahr nach 10 bis 15 Minuten
12.800	Unmittelbare physiologische Effekte, Bewusstlosigkeit, Todesgefahr nach 1 bis 3 Minuten

Beurteilungswerte

- MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)
- TRK-Werte (Technische Richtkonzentration)
- ETW-Werte (Einsatztoleranzwerte)
- AEGL-Werte (Acute Exposure Guideline Levels)
- ERPG-Werte (Emergency Response Planning Guidelines)
- IDLH-Werte (Immediately Dangerous to Life and Health)
- PAC-Werte (Protective Action Criteria for Chemicals)
- AETL-Werte (Acute Exposure Threshold Level)
- TEEL (Temporary Emergency Exposure Limits)

**Unterschiedliche Grenzwerte...
Welcher Grenzwert ist der Richtige?**

Grenzwerte für Arbeitsplätze

- **MAK-Werte** (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration):
 - für gesunde Personen im erwerbsfähigen Alter
 - Wiederholte und langfristige Exposition
 - Keine Beeinträchtigung und keine unangemessene Belästigung
- **TRK-Werte** (Technische Richtkonzentration):

TRK-Werte sind nur für solche gefährlichen Arbeitsstoffe festzusetzen, für die nach dem jeweiligen Stand der Wissenschaft keine toxikologisch-arbeitsmedizinisch begründeten MAK-Werte aufgestellt werden können.
- **Beurteilungszeiträume:**
 - Tagesmittelwert: 8 h/Tag und 40 h/Woche
 - Kurzzeitwert: grundsätzlich 15 Minuten – höchstens 1 h innerhalb von 8 h
 - Momentanwert: Kurzzeitwert, der zu keiner Zeit überschritten werden darf!

Tagesmittelwert		Kurzzeitwert		
[ppm]	[mg/m ³]	[ppm]	Dauer [min]	Häufigkeit pro Schicht
30	33	60	15	4

ETW-Werte (Einsatztoleranzwerte)

- Für zeitlich begrenzte Einsätze (4 h bzw. 1 h) bei ausreichend Sauerstoff (>17 %)
- Auch zur Beurteilung der Gefahrenlage für die Bevölkerung
- Unterhalb der ETW ist grundsätzlich keine Gesundheitsgefährdung zu befürchten (ausgenommen extrem empfindliche Personen)
- Für 44 gefährliche Stoffe verfügbar, sofern
 - einsatztaktisch relevant,
 - mit einfachen Mitteln sofort nachweisbar,
 - toxikologische und/oder sicherheitstechnische Bewertungen vorliegen.
- Übernahme der **AEGL-2 Werte für 4 h**, sofern verfügbar
- Einsatzempfehlung bei übersichtlichen und klar begrenzten Einsätzen, bei denen keine Einsatzdauer über 1 h zu erwarten ist → **AEGL-2-Wert für 1 h** Exposition
- <http://www.vfdb-10.de/richtlinien/rl-01-etws>

AEGL-Werte

(Acute exposure guideline levels)

- Drei Schweregrade:
 - AEGL 1 → Schwelle zum spürbaren Unwohlsein
 - AEGL 2 → Schwelle zu schwerwiegenden, lang andauernden oder Flucht behindernden Wirkungen
 - AEGL 3 → Schwelle zur tödlichen Wirkung
- Expositionszeiten: 10 min, 30 min, 1 h, 4 h und 8 h
- <http://www2.epa.gov/aegl>

Carbon monoxide 630-08-0 (Final) [ppm]					
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2	420	150	83	33	27
AEGL 3	1.700	600	330	150	130
NR = Not recommended due to insufficient data					

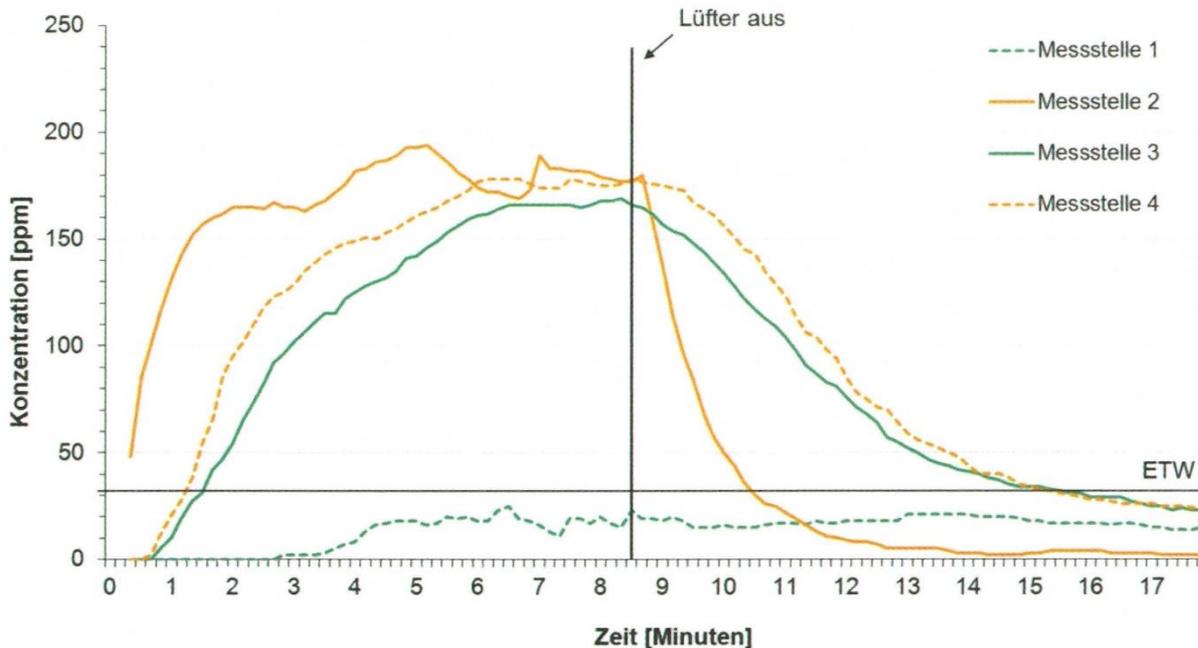


Exkurs Garagen

- Zulässige Werte der CO-Konzentration gem. ÖNORM H 6003
 - 50 ppm CO als Halbstundenmittelwert
 - 250 ppm CO als 10-Minuten-Mittelwert
- OIB-Richtlinie 3 (Ausgabe 2011)
 - Pkt. 8.3.1: Garagen sind natürlich oder mechanisch so zu lüften, dass im Regelbetrieb ein Halbstundenmittelwert für Kohlenstoffmonoxid (CO) von 50 ppm nicht überschritten wird.
 - Pkt. 8.3.4: Garagen mit mehr als 250 m² Nutzfläche sind mit adäquaten Messeinrichtungen auszustatten, die bei Überschreiten einer CO-Konzentration von 250 ppm über einen Zeitraum von mehr als einer Minute Alarmsignale auslösen und Maßnahmen zur Reduktion der CO-Konzentration (wie z.B. Aktivierung einer mechanischen Lüftungsanlage) einleiten.

Exkurs Belüftungsgeräte

- Sickinger, Sellmeier, Meisenberger, Schöttner: Kohlenstoffmonoxid-Vergiftung durch Belüftungsgeräte?, BRANDSchutz 7/2011
- Erhöhte CO-Konzentration durch mit Verbrennungsmotoren betriebene Lüfter
- Realitätsnaher Versuchsaufbau mit zwei unterschiedlichen Drucklüftern mit Verbrennungsmotoren (ohne Abgasführung)
- CO-Verteilung im ganzen Haus feststellbar

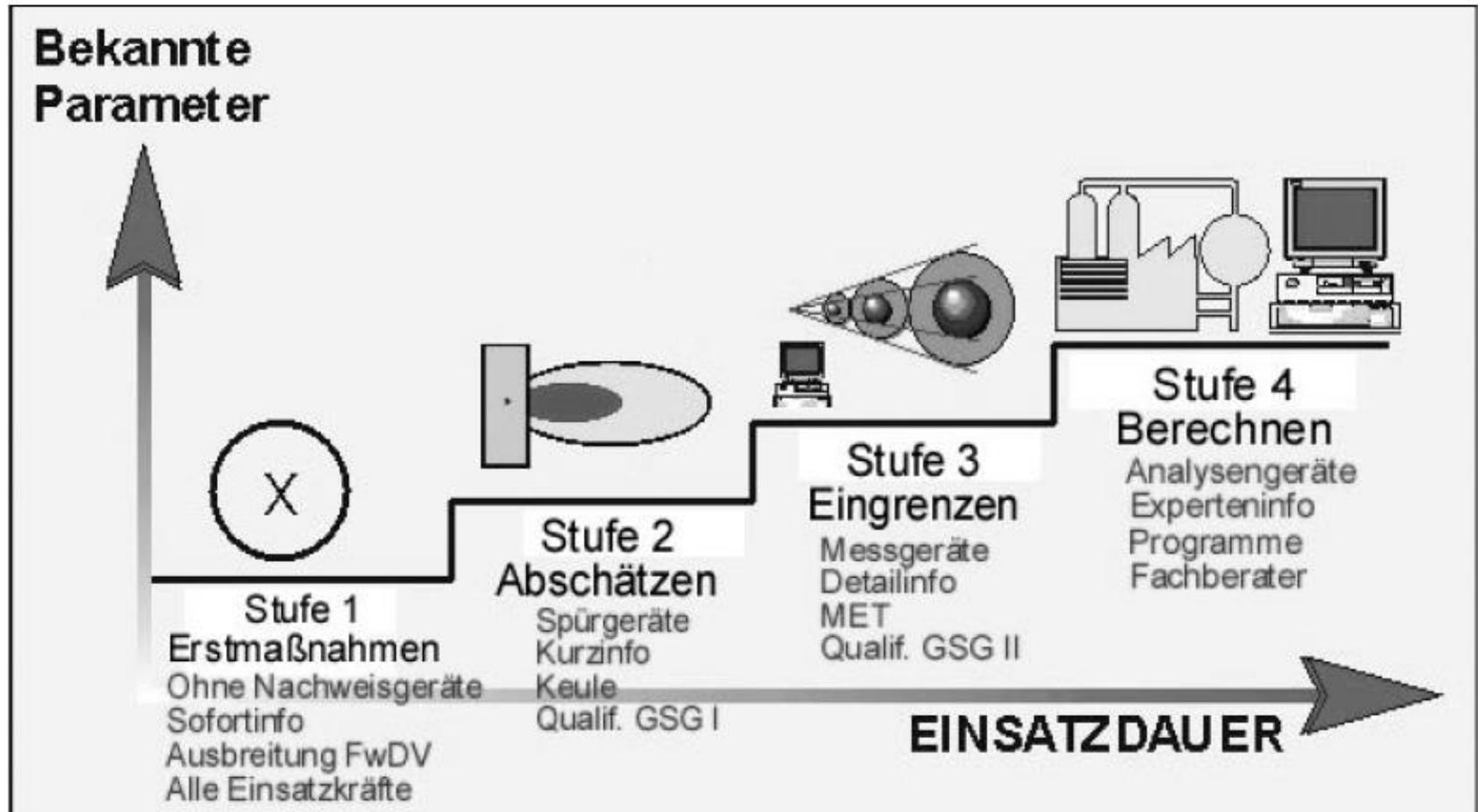


Sofortmaßnahmen bei Schadstoffeinsätzen

- GAMS-Regel
 - **G**efahr erkennen – erkunden
 - **A**bsperrung durchführen – absichern
 - **M**enschenrettung
 - **S**pezialkräfte anfordern

Ohne Information: Größte Gefahr annehmen!

Einsatzstrategien beim Schadstoffnachweis



263

1016

Informationsgewinnung

- Sofortinformation (Tafeln, Aufkleber, etc.)
- Blattler Gefährliche Stoffe des ÖBFV
- ERI-Cards (www.ericards.net)
- Nüßler – Gefahrgut-Ersteinsatz
(inkl. „MET© - Modell für Effekte mit toxischen Gasen“)
- Hommel, Handbuch der gefährlichen Güter
- GESTIS-Stoffdatenbank
(www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank)
- Transport-, Unfall-, Informations- und Hilfeleistungssystem (TUIS)



Holzpellet - Lagerraum

- Unbefugten ist der Zutritt verboten, Kinder sind fernzuhalten
- Gefährliche CO-Konzentration möglich
- Das Betreten des Lagers ist nur gesichert gestattet
- Rauchen, Feuer und andere Zündquellen sind verboten
- Vor dem Betreten ist mindestens 15 Minuten zu belüften und die Belüftung ist während des Betretens aufrecht zu erhalten
- Verletzungsgefahr durch bewegliche Bauteile (z.B. Schnecke, Rührwerk, Federarm)
- Pelletsfeuerungen sind vor Betreten des Lagerraumes abzuschalten

Transport-, Unfall-, Informations- und Hilfeleistungssystem (TUIS)

- www.tuis.at
- Hilfeleistungsstufen:
 - Telefonische Beratung (1)
 - Beratung am Unfallort (2)
 - Technische Hilfe am Unfallort (3)



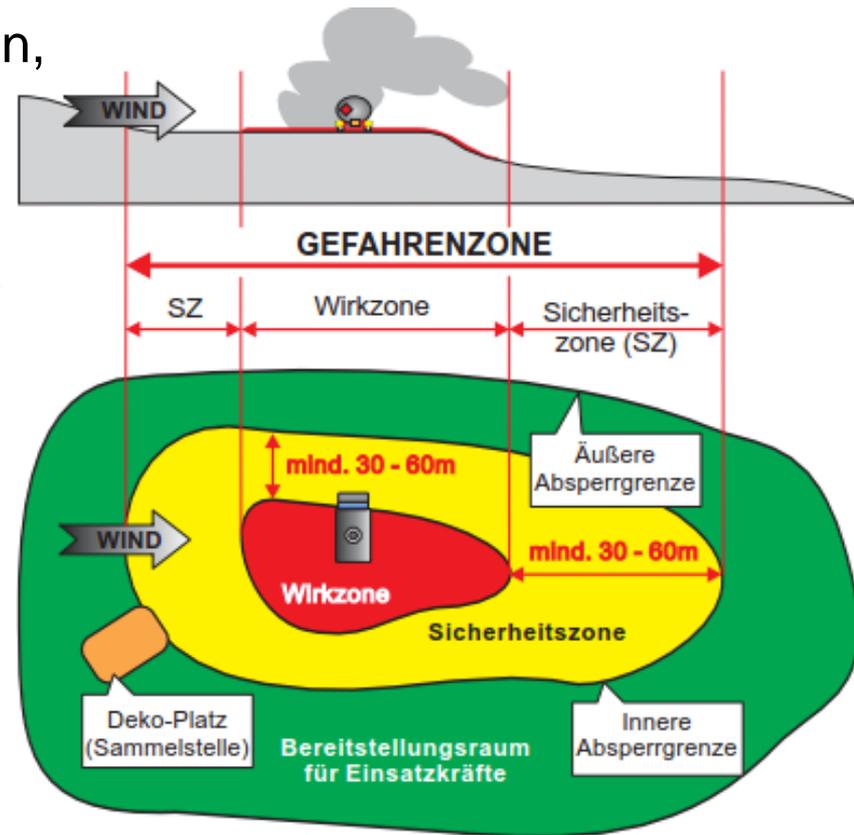
Kohlenmonoxid, verdichtet 1016		Hilfeleistungsstufe
Werkfeuerwehr Werk Gendorf	0-24 Uhr (Einsatzzentrale)	1, 2, 3
Air Liquide Austria Gesellschaft m.b.H. - Standort Schwechat	Mo. bis Do. 7:00 - 15:45 Uhr Fr. 7:00 - 13:00 Uhr	1, 2
LINDE Gas Gesellschaft m.b.H.	Mo.-Fr. 7 - 16:30 Uhr	1, 2
MESSER Austria Gesellschaft m.b.H.	0-24 Uhr	1, 2

Eine Initiative der chemischen Industrie.

FCIO
CHEMISCHE INDUSTRIE

Ausbreitungsprognose

- Zu beachten sind die Grundsätze:
 - Erst konservativ abschätzen,
 - dann warnen,
 - dann nachweisen!
- Warn- und Evakuierungsstrategie (siehe Nüßler)
- Nach einer Warnung muss auch entwarnt werden!



Gefahrstoffnachweis

- Ohne Nachweisgeräte → nicht möglich bei CO
- Spür-, Warn-, Mess- oder Analysegeräte
- Folgende Geräteparameter sind für die Nachweistaktik von Bedeutung:
 - Nachweismöglichkeiten und -grenzen des Gerätes
 - Querempfindlichkeit
 - geforderte Messgenauigkeit (qualitativ bis quantitativ)
 - Schnelligkeit der Verfügbarkeit des Messergebnisses
- Übliche Nachweisverfahren für CO
 - Elektrochemische Sensoren
 - Prüfröhrchen

Durchführung der Messung bei kontinuierlichen Messverfahren

- Messgerät rechtzeitig einschalten (Aufwärmzeit bis 5 Min.)
- Einsatztägliche Prüfung mit Prüfgas
- Welche Warnschwellen sind eingestellt?
- Querempfindlichkeiten beachten
- Einstellzeit der Sensoren beachten (t_{90} bis ca. 30 Sekunden)
- Vierdimensionales und dynamisches System
- Messpunkte festlegen
 - Randbedingungen beachten
 - Messpunkthöhe beachten
 - Sind Gase schwerer oder leichter als Luft?
 - Messung in Atemhöhe bei Atemgiften
 - Diffusionsverhalten beachten
- Möglichst erhöhte Konzentrationen detektieren
- Tendenzen erkennen (laufende Messungen an festgelegten Messpunkten)
- Dokumentation der Messung (Ort, Zeit, Messwert, weitere Bedingungen)

Einsatztaktik CO des OÖLFV



Einsatztaktische Empfehlung der vfdb

CO-Konzentration bei Eintreffen der Feuerwehr	Empfohlene einsatztaktische Maßnahmen zur Menschenrettung
< 33 ppm	<ul style="list-style-type: none">• Hinweis an vor Ort Verantwortliche zur Abklärung der Ursache• Feuerwehr nachalarmieren, da die Quelle für die Störung auch in umliegenden Bereichen/Wohnungen liegen kann• Maßnahmen zur Belüftung ergreifen• Schonende Rettung von Patienten aus dem Gefahrenbereich• Weitere rettungsdienstliche Versorgung außerhalb des Gefahrenbereiches
33 – 83 ppm	<ul style="list-style-type: none">• Nachalarmierung der Feuerwehr (wenn nicht schon erfolgt)• Maßnahmen zur Belüftung ergreifen• Schnelle Rettung von Patienten aus dem Gefahrenbereich• Weitere rettungsdienstliche Versorgung außerhalb des Gefahrenbereiches
> 83 ppm	<ul style="list-style-type: none">• Nachalarmierung der Feuerwehr (wenn nicht schon erfolgt)• Sofortrettung durch die Feuerwehr unter PA (oder im Rahmen der Flucht nach Anschlagen von Messgeräten)• Übergabe der geretteten Person an den Rettungsdienst außerhalb des Gefahrenbereiches

Kohlenstoffmonoxid als Leitsubstanz bei Bränden

- Brandrauch besteht aus diversen Schadstoffen (CO, CO₂, NO_x, HCl, HCN, NH₃, ...)
- Als Leitsubstanzen im Brandrauch sind erfahrungsgemäß die folgenden Stoffe von besonderer Bedeutung:
 - **CO Kohlenstoffmonoxid** – 33 ppm ETW-4
 - HCN Cyanwasserstoff (Blausäure) – 3,5 ppm ETW-4
 - HCl Chlorwasserstoff (Salzsäure) – 11 ppm ETW-4
- Während der Brandbekämpfung und solange die Brandstelle „warm“ ist (1 bis 2 Stunden nach Feuer aus), ist grundsätzlich Atemschutz zu tragen!

Übergabe der Einsatzstelle

- Kein „freigeben“ oder „freimessen“ durch die Feuerwehr!
- Einsatzende, wenn keine Gefahrenabwehr bzw. Einsatzmaßnahmen mehr erforderlich sind
- Übergabe der Einsatzstelle an Behörde bzw. Verfügungsbefugten

Quellenangabe

- Grenzwerteverordnung 2011, BGBl II Nr. 184/2003 idF 186/2015
- Rönfeldt, König: Messtechnik im Feuerwehreinsatz, 2010
- Mieling et. al.: Empfehlung zum Schutz von Einsatzkräften, Helfern und Betroffenen bei Austreten von schädlichen Kohlenstoffmonoxid-Konzentrationen, vfdb-Zeitschrift 1/2014
- Sickinger, Sellmeier, Meisenberger, Schöttner: Kohlenstoffmonoxid-Vergiftung durch Belüftungsgeräte?, BRANDSchutz 7/2011
- Hommel: Handbuch der gefährlichen Güter - Loseblattsammlung
- vfdb-Richtlinie 10/01, Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Feuerwehreinsatz, 07/2005
- vfdb-Richtlinie 10/03, Schadstoffe bei Bränden, 05/2009
- vfdb-Richtlinie 10/05, Gefahrstoffnachweis im Feuerwehreinsatz:
 - Teil 1: Nachweisteknik, 07/2004
 - Teil 2: Nachweistaktik und Einsatzstrategien, 07/2004
 - Teil 3: Qualifikation des Personals, Auswertung und Personenschutz, 07/2004
- ÖNORM H 6003:2012-11-01 - Lüftungstechnische Anlagen für Garagen - Grundlagen, Planung, Dimensionierung
- OIB-Richtlinie 3:2011 - Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz
- ÖBFV Info E-23 - Mobile Gasmessgeräte/Gaswarngeräte–Einsatztägliche Prüfung mit Prüfgas, 4/2013
- ÖBFV: Blattler Gefährliche Stoffe, 01/2011
- OÖLFV: Einsatztaktik CO
- <http://www2.epa.gov/aeql>
- <http://www.vfdb-10.de/>
- <http://www.tuis.at/>
- <http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank/>
- <http://www.nfpa.org/safety-information/for-consumers/fire-and-safety-equipment/carbon-monoxide/symptoms-of-co-poisoning>