

1. Gefährdungslage

Vor allem während der Heizperiode der letzten Wintermonate wurden die deutschen Feuerwehren – in der eigenen und medialen Wahrnehmung – gehäuft zu Einsätzen mit Vergiftungen durch Kohlenstoffmonoxid, chemische Schreibweise „CO“, alarmiert.

Das Spektrum dieser Einsätze reichte von Unfällen durch defekte Gasthermen, Fahrlässigkeit durch sog. „Indoor“-Grillen bis zum gezielten Suizid. Nicht in allen Fällen war bei der Erstalarmierung der wirkliche Einsatzumfang bekannt: hinter Stichworten wie „Notarzteeinsatz unklare Bewusstlosigkeit“ oder „Person hinter verschlossener Tür“, verbergen sich auch Einsätze, bei denen Einsatzkräfte durch Kohlenmonoxid gefährdet oder sogar verletzt wurden.

Um die Zahl der in Deutschland durch CO verletzten oder getöteten Menschen wird seit Jahren eine fachliche Diskussion geführt. Die Todesstatistik des Statistischen Bundesamtes weist für das Jahr 2010 481 Fälle aus, in denen eine CO-Vergiftung Todesursache war^[1]. Hierbei werden jedoch auch teilweise Rauchtote mitgezählt. Systematische medizinische Studien zur Häufigkeit von CO-Vergiftungen wurden in den USA durchgeführt^[2]. Dabei wurde in den untersuchten Gebieten eine Häufigkeit von 18 Fällen pro 100.000 Einwohner ermittelt^[2]. Auch wenn eine direkte Übertragbarkeit auf die Situation in Deutschland prinzipiell unzulässig ist, kann dennoch ein erster Hinweis auf eine hohe Dunkelziffer abgeleitet werden.

2. Einsatzszenarien

Eine erste Auswertung von rund 50 Einsatzberichten^[4] aus NRW zeigte folgende Ursachen für CO-Vergiftungen, wobei diese Aufzählung nicht vollständig sein kann:

- Defekte und Wartungsmängel an Heizungsanlagen und Kaminen
- Einsatz von Geräten mit Verbrennungsmotoren bei unzureichender Belüftung
- Betrieb von Holzkohlegrills auf Balkonen und in Wohnungen
- Betrieb von gasbetriebenen Geräten in geschlossenen Räumen, z.B. Heizpilze und Heizstrahler
- Suizid durch gezielte Verwendung von Einweggrills in verschlossenen und abgedichteten Räumen

In mehr als einem Drittel der Fälle deutete das erste Einsatzstichwort nicht auf eine CO-Vergiftung hin.

3. Hinweise zur Beratung der Bürger

Ausgelöst durch die Berichterstattung in den Medien wandten sich in den vergangenen Monaten zahlreiche verunsicherte Bürger an die Feuerwehren. In den Beratungsgesprächen wurden auf die Anfragen der Bürger folgende Informationen vermittelt:

- Eine Heizanlage ist sicher, wenn sie durch einen Fachmann installiert und regelmäßig gewartet wird.
- Jede Heizanlage bedarf regelmäßiger Kontrolle und Wartung.
- Im Fall von Betriebsstörungen sollte die Heizanlage ausgeschaltet und durch einen Fachmann kontrolliert werden.
- Die Zuluftöffnungen in Türen oder Wänden müssen immer freigehalten werden
- Sind Gasthermen in der Wohnung installiert, sollte täglich eine Querlüftung in Form einer Stoßlüftung durchgeführt werden.
- Die Brennersteuerung von im Bad installierten Gasthermen kann durch den Gebrauch von Haarspray verkleben
- Schornsteine sind gemäß den gesetzlichen Fristen durch den Schornsteinfeger zu kontrollieren und ggfs. zu reinigen.
- Die nachträgliche Installation von Kaminöffnen sollte durch einen Fachmann geplant und durchgeführt werden. Dabei ist insbesondere die Eignung des Schornsteins, die Heizleistung des Offens und die notwendige Zuluft zu berücksichtigen.
- Beim Betrieb eines Kaminoffens ist insbesondere auf ausreichende Zuluft und sichtbaren Rauchabzug zu achten.
- Die Installation eines Kohlenmonoxidwarnmelders ist eine sinnvolle Ergänzung und **kein Ersatz** für Rauchmelder.
- Ein Kohlenmonoxidwarnmelder kann keine Wartung der Heizanlage ersetzen oder Prüfintervalle verlängern.
- Der Betrieb von Gas- oder kohlengrills auf ein- oder mehrseitig geschlossenen Balkonen oder vor Fenstern kann unbemerkt zur Kohlenmonoxidvergiftung führen; ein brennender oder auch nur nachglimmender Holzkohlengrill innerhalb der Wohnung bedeutet akute Lebensgefahr!
- Gasbetriebene Heizgeräte, sog. Heizpilze oder Heizstrahler sind im Regelfall für den Einsatz im Freien konzipiert. Beim Einsatz in geschlossenen Räumen besteht Vergiftungsgefahr.

4. Hinweise zur Ausstattung der Wohnungen mit CO-Warnmeldern

Schon seit mehreren Jahren werden in einigen Teilen der Vereinigten Staaten Wohnhäuser mit CO-Warnmelder ausgestattet, so dass entsprechende Erfahrungen vorliegen. In 12 der 50 US-Staaten besteht derzeit für Neubauten eine gesetzliche Pflicht zur Ausstattung mit CO-Warnmeldern^[9].

Die NFPA (National Fire Protection Agency) erstellte einen Standard zur Installation von CO-Warnmeldern (NFPA 720: Edition 2012)^[10], an dem sich auch einige Bedienungsanleitungen der in Deutschland angebotenen Melder orientieren. Folgende Kriterien sollte ein CO-Warnmelder für den Einsatz in Wohnungen erfüllen:

- Elektrochemische oder Metalloxid-Messzelle;
die in Deutschland auf dem Markt erhältlichen Melder haben fast alle eine elektrochemische Messzelle mit einer Haltbarkeit bis zu 7 Jahren
- Messung nach dem Integrationsprinzip, wobei sowohl die CO-Konzentration, als auch der Zeitraum über den diese Konzentration gemessen wird, Alarm-Kriterien sind. Ein Beispiel: der Alarm wird ausgelöst bei
50 ppm CO über den Zeitraum von 90 min,
100 ppm CO über den Zeitraum von 30 min
300 ppm CO über den Zeitraum von 1-2 Minuten
Dies ermöglicht eine hohe Fehlalarmsicherheit, bei gleichzeitig schneller Warnung im Fall einer schlagartigen Freisetzung von CO.
- Geprüft nach DIN EN 50291-1; VDE 0400-34-1 2010-11
- Optischer und akustischer Alarm; deutlich unterscheidbare Alarm- und Diagnosetöne
- Ein Anzeigedisplay ist sinnvoll zum Verständnis der unterschiedlichen Meldungen und Alarme
- Automatischer Selbsttest; Warnung bei Störungen; Anzeige des Endes der Lebensdauer der Messzelle
- Batteriealarm
- Batterielaufzeiten von einigen Jahren (bis zu 5) sind Standard; Die Batterie sollte selbst austauschbar sein
- Deutschsprachige Bedienungsanleitung
- Klare Handlungsweisungen auf dem Karton oder der Bedienungsanleitung für den Alarmfall

Der Durchschnittspreis (04/2012) beträgt zwischen 30 – 50 € pro Stück.

Gemäß der Empfehlung des NFPA-Standards 720 sollten CO-Melder wie folgt installiert werden:

- wird nur ein Melder installiert, sollte dieser im Schlafbereich oder im Flur vor dem Schlafbereich installiert werden; Installationshöhe im Regelfall 1,5 m bis 1,85 m oberhalb des Fussbodens
- für zusätzlichen Schutz kann ein zweiter CO-Melder mit 6m Abstand zur Heizung installiert werden
- CO-Melder sollten nicht in Küchen, feuchten oder sehr staubigen Räumen installiert werden

Ein Vergleich der Bedienungsanleitungen^[11-16] von sechs in Deutschland angebotenen CO-Warmmeldern zeigte, dass sich nicht alle Hersteller an dem NFPA-Standard orientieren und zum Teil deutlich abweichende Installationsempfehlungen geben.

5.1 Zusatzinformation: Stoffeigenschaften von Kohlenmonoxid

Kohlenstoffmonoxid entsteht bei Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen, z.B. Holz, Kohle, Papier, Erd- und Flüssiggas oder vieler Kunststoffe im Fall einer nicht ausreichenden Sauerstoffzufuhr. Da Verbrennungsreaktionen in der Natur und Technik niemals in allen Bereichen der Flamme das ideale Mischungsverhältnis aus Brennstoff – und Sauerstoff bieten, entsteht zwangsläufig bei jeder Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen – zumindest in Spuren – Kohlenstoffmonoxid^[17]. Beispiele für CO-Konzentrationen im Alltag:

Umgebungsluft:	0,1 ppm ^{[18]*}
Wohngebäude (mit Verbrennungsheizung):	0,5 – 5 ppm ^[19]
Gastherme (wenige cm Abstand):	5 - 15 ppm ^[19]
Kaminofen mit Holzfeuer (Abgasrohr):	5.000 ppm ^[20]
Holzkohlengrill in geschlossenen 16 qm Raum:	300 ppm in 6 min ^[21]

*(parts per million; 1 ppm entspricht 0,0001% Volumenanteil)

Kohlenmonoxid ist farb-, geruch- und auch geschmacklos.

CO hat näherungsweise die gleiche Dichte wie Luft^[17]. Das CO wird daher durch die Temperatur – als warmes Verbrennungsgas und örtliche Luftströmungen, z.B. Durchzug, verteilt. Es kann sich durch Risse, verborgene Wanddurchbrüche unbemerkt auch in andere Bereiche verteilen und sich dort anreichern.

Kohlenmonoxid ist brennbar und bildet zwischen 12,5 und 75% Volumenanteil mit Luft explosionsfähige Gemische^[17].

5.2 Zusatzinformation - Wirkung von Kohlenmonoxid auf den Menschen

CO wirkt als Atemgift auf den Menschen, indem es sich an das in den roten Blutkörperchen enthaltenen Sauerstofftransportträger Hämoglobin bindet. Dabei ist die Bindung von CO zu Hämoglobin 325-mal stabiler wie die von Sauerstoff zu Hämoglobin. Daher kann auch ein geringer CO-Anteil in der Umgebungsluft, z.B. wenige ppm, durch längeres Einatmen größere Anteile der roten Blutkörperchen für den Sauerstofftransport blockieren^[23, 24].

Der entstehende „innere“ Sauerstoffmangel schädigt alle Zellen und Organe im Körper, wobei vor allem Organe, die viel Sauerstoff verbrauchen, besonders schnell geschädigt werden, z.B. das Herz oder das zentrale Nervensystem. Der CO-Vergiftete verspürt dabei jedoch **keine Atemnot** und wird nicht zyanotisch. Folgende unspezifische Symptome wurden bei CO-Vergiftungen berichtet:

CO-Konzentration in der Luft	Symptome/ Folgen ^[23, 24]
50 ppm	Keine akute Schäden zu erwarten
100 ppm	Nach mehreren Stunden leichte Kopfschmerzen
500 ppm	Nach mehreren Stunden heftige Kopfschmerzen, Schläfrigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Störungen des Bewusstseins bis zur Bewusstlosigkeit
1.000 – 2.000 ppm	Tod nach 30 min
3.000 – 5.000 ppm	Tod in wenigen Minuten durch Atemlähmung und Herzkreislaufversagen

6. Haftungsausschluss

Dieses Dokument wurde sorgfältig von Fachleuten der Feuerwehr unter Verwendung der angegebenen Quellen erarbeitet und überprüft. Dennoch sind Fehler oder das Vorliegen neuer Erkenntnisse nicht ausschließen.

Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung der Feuerwehr Wuppertal und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Für Hinweise auf Fehler, neue Erkenntnisse und konstruktive Kritik sind wir dankbar. Ansprechpartner finden Sie auf unserer Internet-Präsenz

http://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/sicherheit_ordnung/feuerwehr/feuerwehr.php

in der Rubrik „Vorbeugender Gefahrenschutz“.

Quellennachweis

- [1] Ergebnisse der Todesursachenstatistik für Deutschland - Ausführliche vierstellige ICD10-Klassifikation - *Statistische Bundesamt*; 2010.
- [2] Emergency department visits for carbon monoxide poisoning in the Pacific Northwest". Hampson NB; *The Journal of Emergency Medicine* **16** (5): 695–698; 1998.
- [3] Poison Control Center Statistics; *American Association of Poison Control Centers*, 2007-2009.
- [4] Sammlung von Einsatzberichten oder Pressemeldungen der Feuerwehren in NRW mit dem Einsatzstichwort CO-Vergiftung; 2004 – 2012.
- [5] Marktbeobachtung CO-Warngeräte; *Feuerwehr Wuppertal – Abt. Technik*; 2012.
- [6] Kooperationsprojekt der BF Wiesbaden mit Fa. MSA Auer; Telefonische Auskunft.
- [7] BF Bonn; Telefonische Auskunft.
- [8] Merkblatt T 021 (BGI 836) „Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff“, *Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie*; 2009.
- [9] *National Conference of State Legislatures*; www.ncsl.org Go 13238; 2011.
- [10] NFPA 720 – 2012: Standard for the installation of carbon monoxide (CO) detection and warning equipment; *National fire protection agency*; 2012.
- [11-16] Bedienungsanleitungen CO-Warngeräte: Brennstuhl BCN1221, Elro RM335, First Alert CO410, Kidde Copp, M-E CO-200 Protector, Stabo 51111; 2012.
- [17] Die Chemie der Elemente – N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *VCH*, 1 Auflage; 1994.
- [18] Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants. Carbon Monoxide. Washington, D.C.: *National Academy of Sciences*. pp. 29; (1977).
- [19] "An Introduction to Indoor Air Quality: Carbon Monoxide (CO); Green W.; *United States Environmental Protection Agency*; 2008.
- [20] What Do Carbon Monoxide Levels Mean?; Gosink T.; *Alaska Science Forum Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks*; 1983.
- [21] Versuch der Feuerwehr Wuppertal als Filmbeitrag zur WDR Lokalzeit Bergisches Land vom 07.02.2012; 2012.
- [22] DIN EN 50291-1 (VDE 400-34-1); 11-2010.
- [23] Carbon monoxide poisoning; Goldstein M; *Journal of Emergency Nursing*; **34** (6): 538–542; 2008.
- [24] Unintentional carbon monoxide poisoning from an unlikely source; Struttmann T, Scheerer A, Prince TS, Goldstein; *The Journal of the American Board of Family Practice* **11** (6): 481–484; 1998.