

MMH-Studie „Gefährdung durch Kohlenstoffmonoxid an der Einsatzstelle“

Studienbericht mit einer Gefährdungsanalyse durch Kohlenstoffmonoxid an der Einsatzstelle inkl. Empfehlung zur Ausstattung von Einsatzkräften und Abwicklung von Einsätzen mit erhöhtem Kohlenstoffmonoxidgehalt in der Atmosphäre.

Bearbeitungsstand: Juni 2012

An der Realisierung dieser Studie wirkten mit:

- Landeshauptstadt Wiesbaden, Amt 37 -Feuerwehr-
- Landeshauptstadt Wiesbaden, Amt 53 -Gesundheitsamt-

- Beteiligte Hilfsorganisationen:
 - o Ambulance Wiesbaden
 - o ASB – Arbeiter Samariter Bund Wiesbaden
 - o DRK – Deutsches Rotes Kreuz Wiesbaden
 - o JUH – Johanniter Unfallhilfe Wiesbaden
 - o MHD – Maltester Hilfsdienst Wiesbaden
- Weitere Beteiligte
 - o MSA AUER GmbH – Berlin

Redaktionelle Bearbeitung:

Harald Müller, Rainer Schremmer, Marco Pfeuffer

Kontaktadresse:

Branddirektor Harald Müller
Berufsfeuerwehr Wiesbaden
Kurt-Schumacher-Ring 16
65195 Wiesbaden
Tel.: 0611 499-0
Organisationspostfach: 37.Einsatzplanung@Wiesbaden.de

Begriffserklärung MMH-Studie:

Die Multimomenthäufigkeits-Studie (MMH) wird als ein Stichprobenverfahren definiert, das statistisch abgesicherte Aussagen über die zeitliche Struktur beliebiger Vorgänge zulässt. Die Multimomenthäufigkeitsstudie ist somit ein Verfahren zur direkten Informationsbeschaffung durch Beobachtungen in Zeitabständen. Die Beurteilung der Signifikanz der erzielten Ergebnisse erfolgt mithilfe der Statistik. Die Beurteilung der Wahrscheinlichkeiten erfolgt mithilfe der Stochastik.

(Quelle: Wikipedia – Die freie Enzyklopädie)

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Eigenschaften von Kohlenstoffmonoxid
- 3 Entstehung; Vorkommen von Kohlenstoffmonoxid
- 4 Zeitlicher Ablauf und Durchführung der Gefahrenerkennung
- 5 Erfahrungen aus der Erkennung/den Einsätzen
- 6 Empfehlung zur Ausstattung
- 7 Empfehlungen zur Einsatztaktik
- 8 Schlusswort

Anhänge:

- A Algorithmus „Handlungsweise Einsatzgeschehen“
- B Algorithmus „Handlungsempfehlung Krankenhaus“
- C Auszüge / Definition verschiedener Gesetze/Verordnungen/Richtlinien
- D EU-Gefahrstoffkennzeichnung aus EG RL 67/548/EWG, Anh. I & 6

1 Einleitung

Aufgrund eines häuslichen Unfalls eines Mitarbeiters der Berufsfeuerwehr Wiesbaden kam es zu folgender Fragestellung:

„Wie stark sind Einsatzkräfte der Feuerwehr sowie des Rettungsdienstes bei alltäglichen oder auch bei besonderen Einsätzen durch das Atemgift Kohlenstoffmonoxid (im Folgenden CO genannt) gefährdet?“

Im Rahmen einer ersten Analyse der hier genannten Fragestellung und Befragung von Medizinern zu der Gefahr durch Kohlenmonoxid und dem Besuch eines Seminars „CO-Vergiftung“ der Berufsfeuerwehr Wien sowie deren Abteilung „Inspektionsrauchfangkehrer“ wurde eine erhebliche Gefährdung für die Einsatzkräfte im Einsatz immer deutlicher.

Das Zusammenführen aller Informationen führte schnell zu der Erkenntnis, sich mit diesem Thema näher zu befassen und eine Studie sowie eine daraus resultierende Gefährdungsanalyse zu erstellen. Diese Studie sollte Erkenntnisse über die Art der Ausrüstung (Warngeräte) und die Einsatztaktik zum Schutz des Personals im Brandschutz und im Rettungsdienst ergeben.

2 Eigenschaften von Kohlenstoffmonoxid

Chemische und physikalische Eigenschaften

Kohlenstoffmonoxid ist ein

- **farbloses**
- **geruchloses**
- **geschmackloses**

Gas, welches durch die menschlichen Sinnesorgane nicht wahrgenommen werden kann sowie eine hochtoxische Wirkung auf

- **Blut**
- **Nerven**
- **Zellen**

hat.

Die Schreibweise kann im deutschen zwischen Kohlenstoffmonoxid bzw. Kohlenmonoxid (EN: carbon monoxide) variieren. Es wird mit der chemischen Summenformel CO abgekürzt. Die Dichte von CO liegt bei 0,9668. Es ist leichter als die Umgebungsluft, steigt nach oben und ist sehr stark der Thermodynamik, also auch der räumlichen Luftverwirbelungen unterworfen. Durch die geringe molekulare Größe kann es durch Decken und Wände diffundieren, was zu einer nicht spürbaren Schadens- und Gefahrenausbreitung führt. Es ist brennbar und liegt in einem Explosionsbereich (EX-Bereich) zwischen

- *der unteren Explosionsgrenze (UEG)*
von 10,9 Vol% = 109.000ppm
- und
- *der oberen Explosionsgrenze (OEG)*
von 74 Vol% = 740.000ppm

Pathophysiologische Eigenschaften

Kohlenstoffmonoxid hat eine ca. 250fach höhere Affinität an das sauerstofftransportierende Protein Hämoglobin als Sauerstoff. Dadurch kann kein Sauerstoff mehr zu den Zellen transportiert werden. Die Zellen werden dadurch akut sauerstoffunterversorgt und irreparabel geschädigt bzw. zerstört! Bereits geringe Mengen CO können zu einer akuten Vergiftung führen. Die Anzeichen beginnen meist mit Schwindel, gehen über in Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, neurologische Beschwerden, Bewusstlosigkeit, Konzentrationsschwächen, Herzrhythmusstörungen, welche im Verlauf bis zum Tode führen können.

Aufgrund der ähnlichen Krankheitssymptomatik wird mit in der Diagnostik eine beginnende Vergiftung mit Magen-Darm-Infekten, grippalen Infekten, Alkohol- und Drogenmissbrauch, neurologischen Ausfallerscheinungen (Bsp.: Schlaganfall) u. Ä. verwechselt. Der Grund dafür ist, dass es keine klaren und eindeutigen Indizien für eine CO-Intoxikation gibt.

Letztendlich kann eine CO-Vergiftung nur klinisch mittels einer Blutgasanalyse (BGA) durch eine prozentuale Bestimmung der Sättigung des Hämoglobins mit Kohlenstoffmonoxid genau bestimmt werden. Dies ist kein klinischer Standard und wird meist nur bei einem eindeutigen Verdacht auf eine CO-Vergiftung durchgeführt. Ab einer 10 %igen Sättigung des Hämoglobins mit Kohlenstoffmonoxid (10 % COHb) spricht man im Bereich der Notfallmedizin von einer akuten behandlungs- und therapienotwendigen Vergiftung. Spätschäden als auch manifeste Folgeschäden entwickeln sich bereits schon bei geringen Vergiftungen nach wenigen Tagen bis hin zu mehreren Wochen. Folgen sind Gedächtnis- und Konzentrations-schwierigkeiten, Schwindel, Übelkeit, parkinsonähnliche Anfälle, Kopfschmerzen, Migräne-anfälle, Psychosen, Persönlichkeitsveränderungen, Herzerkrankungen usw.

3 Entstehung; Vorkommen von Kohlenstoffmonoxid

CO ist ein anorganisches Gas, welches bei jeder Verbrennung kohlenstoffhaltiger Verbindungen (z. B. Kohle, Erdöl, Erdgas) entsteht und zu den am weitest verbreiteten Luftschadstoffen zählt. „Je schlechter (unvollständiger) eine Verbrennung abläuft, desto mehr CO wird dabei freigesetzt“.

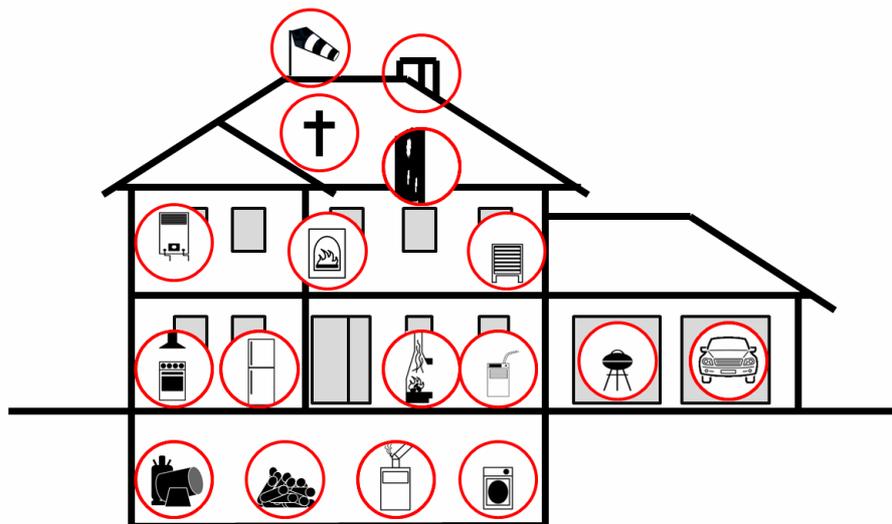


Bild1: Mögliche Gefährdungspotentiale in Haushalten

Mögliche Ursachen:

- Rückstau durch Hochdruckzonen
- verstopfte oder verlegte Schornsteine
- mangelnder Zug an/in einem Kamin
- unzureichende Abgasabführung von Thermen
- defekte Heizanlagen
- Unterdruckerzeugung in Whg. durch technische Gerätschaften (Klimageräte, Dunst-abzugshauben, Wäschetrockner, integrierte Staubsaugsysteme, etc.)
- gasbetriebene Atmosphärenheizanlagen (Propangasflächenheizer, Heizpilze, etc.)
- Holzkohlegrills (Indoorgrillen)
- Suizide
- Holzpallets-lagerräume

- Arbeiten an Verbrennungsanlagen (Heizanlagen, etc.)
- Arbeiten an Verbrennungsmotoren (KFZ, etc.)
- Arbeiten mit motorbetriebenen Werkzeugen (Kettensäge, etc.)
- Wasserpfeifen (Schischas)
- längere Aufenthaltsdauer in Tiefgaragen usw.

4 Zeitlicher Ablauf und Durchführung der Gefahrenerhebung

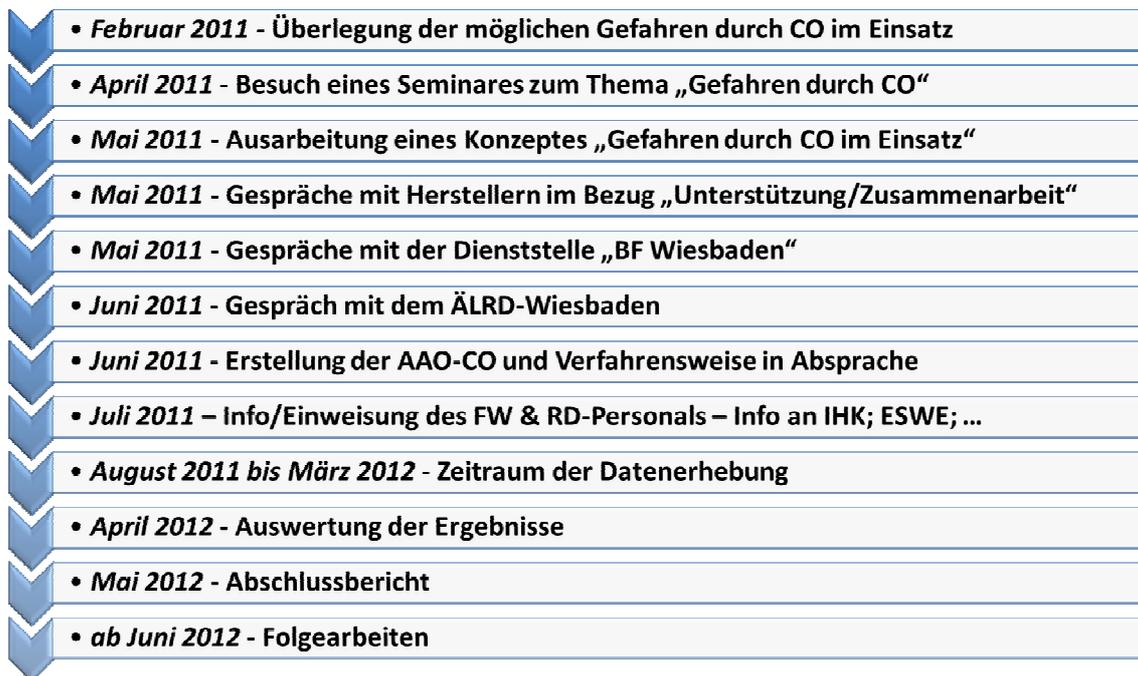


Bild 2: Zeitlicher Ablauf der Erhebung

Anfang Mai 2011 wurde durch die Feuerwehr Wiesbaden ein schlüssiges Konzept zur Erhebung der notwendigen Daten für eine Gefährdungsanalyse im Rahmen einer Studie fertiggestellt. Bereits Ende Mai konnte mit einem führenden Gerätehersteller ein kompetenter Partner aus der Industrie gefunden werden, der die allgemeinen, speziellen, studien- als auch einsatzangepassten Vorgaben an die notwendigen Eingatsmosphärenwarn- und -messgeräte konfigurierte und diese kostenlos zur Verfügung stellte.

Da es aus Sicht der Feuerwehr zwingend notwendig war, auch den Rettungsdienst der Landeshauptstadt Wiesbaden in die Studie mit einzubeziehen, konnte auch dies nach einigen Hürden ab April 2012 realisiert und durchgeführt werden.

Um die notwendigen Gerätschaften (Messgeräte, Atemschutz, Lüfter etc.) bei einem Kohlenstoffmonoxideinsatz unverzüglich vor Ort zu haben, wurde speziell für CO-Einsätze eine neue Alarm- und Ausrückordnung erstellt. Diese wird im weiteren Verlauf näher erläutert.

Vor Indienststellung der Messgeräte (CO-Warner) zur Warnung des Einsatzpersonals in Bereichen mit einem gefährlichen Kohlenstoffmonoxidgehalt sollten ursprünglich alle teilnehmenden Personen vor Beginn der Studie eine Information und Einweisung auf die Messgeräte und den Verlauf der Studie erhalten. Dies war anfänglich nur bei der Feuerwehr Wiesbaden und erst nach einigen spektakulären CO-Einsätzen auch zum Ende des Jahres 2011 beim Rettungsdienst in Wiesbaden möglich. Weiterhin organisierte die Feuerwehr Wiesbaden eine Informationsveranstaltung. Diese wurde von einem Kollegen der Berufsfeuerwehr Wien aus der Abteilung der „Inspektionsrauchfangkehrer“ unterstützt. Das Ziel der Studie lag in der Erhebung einsatzrelevanter Daten im laufenden Einsatzgeschehen während eines achtmonatigen Zeitraumes zur Schaffung einer Beurteilungsgrundlage für die Notwendigkeit, ergänzende Ausstattung mit Atmosphärenwarngeräten (CO-Warnern) für Einsatzkräfte im Brandschutz und Rettungsdienst zu beschaffen.

Um eine möglichst gute stochastische Verteilung und Kontrolle bei Einsätzen zu erzielen, wurden durch die Feuerwehr Wiesbaden auf den primären Einsatzfahrzeugen, das heißt zwei Einsatzleitwagen, vier Löschgruppenfahrzeugen, einem Kleinalarmfahrzeug und einem Gerätewagen Messtechnik der drei Wachen, diese CO-Warner verladen. Zusätzliche wurden CO Warner auf vier Rettungswachen, zehn Rettungswagen und zwei Notarzteinsatzfahrzeugen verteilt.

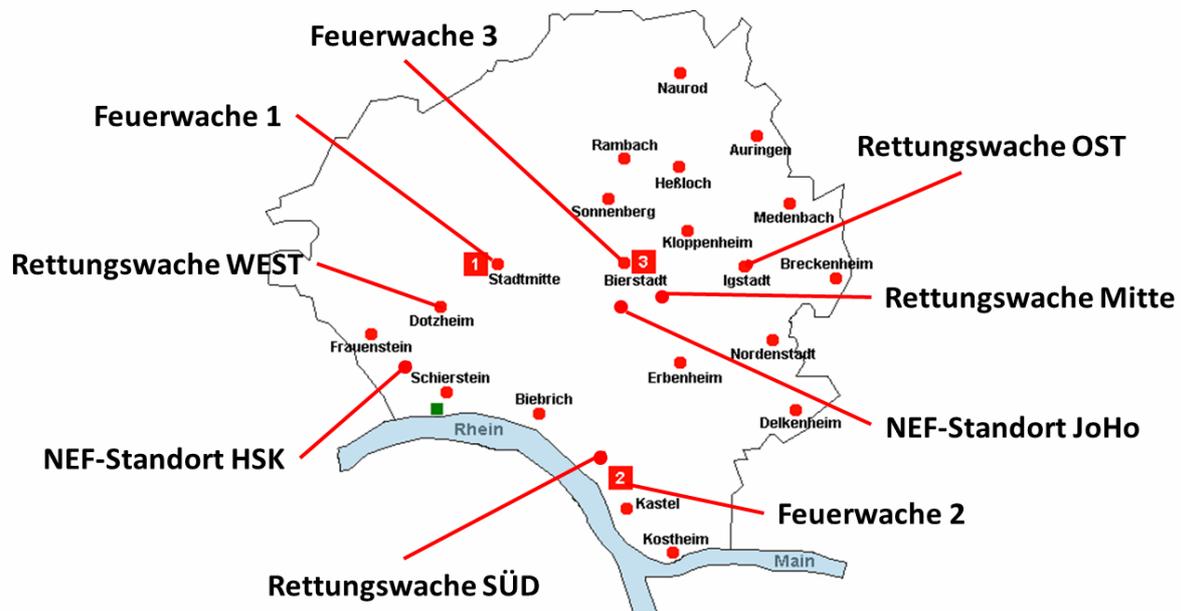


Bild 3: Verteilung der Warngeräte

Um eine detaillierte Auswertung der Einsätze zu erhalten, stehen im Rahmen der Studie

- speziell angepasste Einsatzzusatzprotokolle zur Aufarbeitung des Einsatzes,
- spezielle Hard- und Software zum Auslesen des Warngerätes,
- Prüf- und Kalibriereinrichtungen zur Prüfung der CO-Warngeräte

zur Verfügung!

Die spezielle Hard- und Software als auch die Prüf- und Kalibriereinrichtung ist auf dem Gerätewagen Messtechnik (GW-Mess) verladen, um die Geräte schon während des Einsatzes auslesen, protokollieren, dokumentieren und überprüfen zu können. Aus diesem Grund wird der GW-Mess bei jedem CO-Einsatz gemäß neuer Alarm- und Ausrückeordnung (AAO) mit alarmiert.

Im definierten Zeitraum der Studie wurden folgende Einsatzzahlen ermittelt:

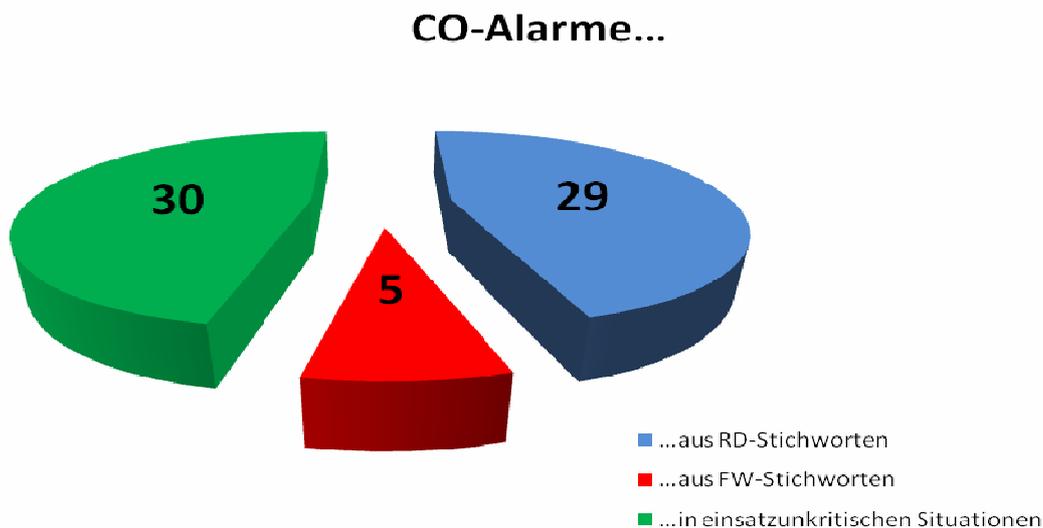


Bild 4: Grafische Darstellung Einsatzzahlen

Definition Einsatzzahlen

„...aus RD-Stichworten“ = Bei diesen Einsatzzahlen handelt es sich um Einsätze, welche originär aus Einsatzstichworten mit medizinischer Indikation entstanden sind; Kreislaufkollaps, bewusstlose Person, o. ä. Dabei wurden von der Leitstelle zunächst nur Einsatzkräfte des Rettungsdienstes zur Einsatzstelle entsandt. Bei diesen Einsätzen haben die mitgeführten CO-Warngeräte vor einer gefährlichen mit CO angereicherten Atmosphäre gewarnt.

„...aus FW-Stichworten“ = Bei diesen Einsatzzahlen handelt es sich um Einsätze, welche originär aus Einsatzstichworten des Brandschutzes entstanden sind und dementsprechend durch die Leitstelle alarmiert wurde; Türöffnung, Geruchsbelästigung, o. ä. – Keine direkten Brandeinsätze! Dabei wurden primär Einsatzkräfte der Feuerwehr Wiesbaden zur Einsatzstelle entsandt. Bei diesen Einsätzen haben die mitgeführten CO-Warngeräte vor einer gefährlichen mit CO angereicherten Atmosphäre gewarnt.

„...in einsatzunkritischen Situationen“ = Bei diesen Einsatzzahlen handelt es sich um keine direkten Einsätze, sondern um Alarme des mitgeführten CO-Warngerätes in einsatzunkritischen Situationen gemäß den Ausschlusskriterien „Handlungsweise Einsatzgeschehen – Entscheidungshilfe Alarm durch CO-Messung“;

- Querempfindlichkeit,
- Abgase in freier Atmosphäre,
- Rauchgase o. ä.

Bei diesen Einsätzen wurden keine zusätzlichen Einsatzkräfte zur Einsatzstelle entsandt, da hierbei keine Gefährdung für Personen bzw. für die Umgebung ausging.

5 Erfahrungen aus der Erhebung/den Einsätzen

Aufgrund der unerwarteten großen Anzahl von 34 primären Einsätzen, der hohen Zahl von drei Toten und etwas mehr als 50 intoxikierten Personen ist deutlich zu erkennen, dass ein Schutz der Einsatzkräfte zwingend notwendig ist. Nur mit Hilfe von CO-Warnern ist es möglich das nicht wahrnehmbare CO festzustellen und die Einsatzkräfte zu warnen und damit zu schützen. Nach der anfänglichen Skepsis seitens der Einsatzkräfte und den Erfahrungen während der Einsätze wurden die Geräte schon aus Interesse des Eigenschutzes selbstständig durch jene angelegt und bei jedem Einsatz getragen. Der Träger des Rettungsdienstes hat aufgrund der Einsatzerfahrungen bei den Feuerwehr- und Rettungsdiensteseinsätzen bereits vor Ende der Erhebung alle Rettungsmittel mit einem CO-Warngerät ausstatten lassen. Im Bereich der Feuerwehr Wiesbaden wurde von Beginn an die Notwendigkeit dieser Geräte erkannt. Deshalb wurde bereits während der laufenden Studie die Ausstattung der gesamten Berufs- und Freiwilligen Feuerwehr in Wiesbaden mit CO-Warngeräten veranlasst.

6 Empfehlung zur Ausstattung

Aufgrund der Einsatzerfahrungen und aus der Forderung der mitwirkenden Einsatzkräfte muss ein Schutz der Einsatzkräfte als zwingend notwendig angesehen werden. Bei einer erheblichen Anzahl von Einsätzen ist mit dem Vorhandensein von CO zu rechnen

Empfehlung der Ausstattung Rettungsdienst:

Grundsätzlich ist das Tragen von CO-Warnern im Rettungsdienst und bei Krankentransporten zu empfehlen. Es sollte mindestens ein CO-Warngerät pro Rettungsmittel (KTW, RTW, NEF, o. ä.) aus Arbeitsschutzgründen vorgehalten und der Besatzung zur Verfügung gestellt werden. Gerade diese Fahrzeugbesatzungen begeben sich täglich in fremde Wohnungen, in denen Patienten mit entsprechenden Beschwerden abgeholt, behandelt und transportiert werden müssen.

Ausstattung Rettungsdienst Wiesbaden:

Rettungswagen (Mehrzweckfahrzeug)

RTW (MZF) - ausgestattet mit 1 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ vorgehende Einsatzkräfte (Trupp/s) u. a. bei der Erkundung/Arbeit zu schützen

Notarzteinsatzfahrzeug

NEF - ausgestattet mit 1 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ vorgehende Einsatzkräfte (Trupp/s) u. a. bei der Erkundung/Arbeit zu schützen

Empfehlung der Ausstattung Feuerwehr:

Als Ausstattung der Feuerwehr ist zu empfehlen, dass mindestens ein CO-Warngerät für jeden Einsatzleiter im Bereich der Lageerkundung und zzgl. pro vorgehenden Trupp ein CO-Warner aus Arbeitsschutzgründen vorgehalten und zur Verfügung gestellt werden sollte. Gerade diese Fahrzeugbesatzungen begeben sich täglich in fremde Wohnungen, in denen Betroffene mit entsprechenden Beschwerden angetroffen werden.

Ausstattung Feuerwehr Wiesbaden:

Einsatzleitwagen

ELW - ausgestattet mit 1 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ um Einsatzleiter bei der Erkundung zu schützen

Löschgruppenfahrzeug - ausgestattet mit 2 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ um LF-Führer bei der Erkundung zu schützen

→ um vorgehende Einsatzkräfte (Trupp/s) bei der Erkundung/Arbeit zu schützen

Kleinalarmfahrzeug:

KLAF - ausgestattet mit 1 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ um vorgehende Einsatzkräfte (Trupp/s) bei der Erkundung/Arbeit zu schützen

Gerätewagen Messtechnik:

GW-Mess - ausgestattet mit 5 Eingasatmosphärenwarngerät mit Messwertanzeige

→ um ergänzende, vorgehende Einsatzkräfte (Trupp/s) für eine Erkundung/Arbeit mit zusätzlichen Mess- und Warngerätschaften auszurüsten

7 Empfehlungen zur Einsatztaktik

Alarmgrenzwerte

Um sinnvolle und rechtskonforme Alarmgrenzwerte im Dienst,

d.h. der Einsatzfähigkeit und dem Arbeitsalltag,

zu definieren, wurden zum Schutz und einer frühen notwendigen Warnung der Einsatzkräfte,

was deutlich im Vordergrund stehen muss,

der in Deutschland allgemein gültige Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) bei Kohlenstoffmonoxid von **30 ppm**, als Alarmschwelle 1, festgelegt.

Es gibt keine weiteren eindeutigen Grenzwerte oder Aussagen der Unfallkassen zu diesem Thema.

Alarm- und Ausrückordnung (AAO)

AAO Rettungsdienst „CO-Alarm“

Grundlage: Um aus Sicht der modernen präklinischen Notfallmedizin gut ausgestattete Rettungsmittel und gut ausgebildetes Rettungsdienstpersonal bei Einsätzen mit CO-Vergiftungen in notwendiger Anzahl vor Ort zu haben, wurde durch die Berufsfeuerwehr Wiesbaden in Verbindung mit dem Amt 53 „Rettungsdienst“ folgende Entscheidung getroffen:



Bild 5: AAO Rettungsdienst

Bei Einsätzen mit dem Alarmierungstichwort „CO-Alarm“ werden von Seiten des Rettungsdienstes mindestens ein RTW (MZF) und ein NEF alarmiert. Ggf. werden die bereits vorhandenen Fahrzeuge vor Ort auf das notwendige Soll ergänzt.

Die Vielzahl der dokumentierten Einsätze hat gezeigt, dass bei CO-Einsätzen relativ schnell die Alarmschwelle zur Alarmierung der „Einsatzleitung Rettungsdienst“ (OLRD und LNA) erreicht wurde. Dies erwies sich in allen Fällen als positiv. Weitere Einheiten müssen situationsabhängig nachalarmiert werden (je nach Anzahl der Betroffenen).

AAO Feuerwehr „CO-Alarm“

Grundlage: Um unter Beachtung der Einsatzgrundsätze bei grundlegenden Tätigkeiten vor Ort die notwendigen Fahrzeuge inkl. Besatzung, hier eine ausreichende Anzahl von Atemschutzgeräteträgern (AGT), vor Ort zu haben, wurde durch die Berufsfeuerwehr Wiesbaden folgende Entscheidung getroffen:



Bild 6: AAO Feuerwehr

Bei Einsätzen mit dem Alarmierungstichwort „CO-Alarm“ werden von Seiten der Feuerwehr mindestens ein ELW, zwei LF, eine DLK (Löschzugvorgabe AGBF) sowie ein GW-Mess alarmiert.

Die Vielzahl der Einsätze hat gezeigt, dass bei CO-Einsätzen schnell, bestimmt und umsichtig gehandelt werden muss. Es sind ausreichend Atemschutztrupps vorzuhalten.

Einsatztaktik

Aufgrund der Erfahrungen der abgearbeiteten Einsätze und als Hilfestellung für die Einsatzkräfte wurde ein Konzept zur Planung und Durchführung einer Kontrolle in Gebäuden erstellt.

Dieses sog. „Ampel-Konzept“ sieht Folgendes vor:

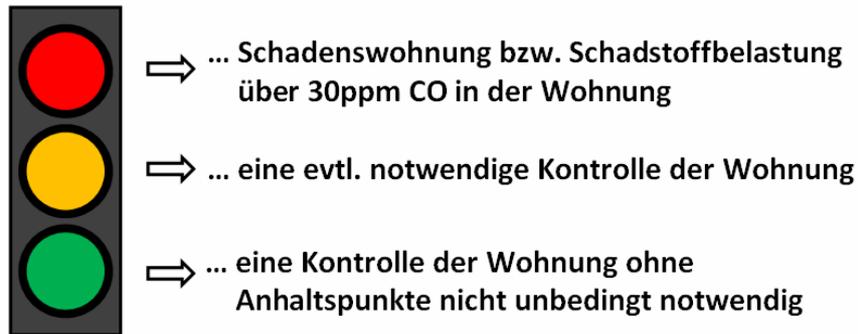


Bild 7: Einsatzkonzept „CO-Einsatz“

Siehe modellhafte Planung:

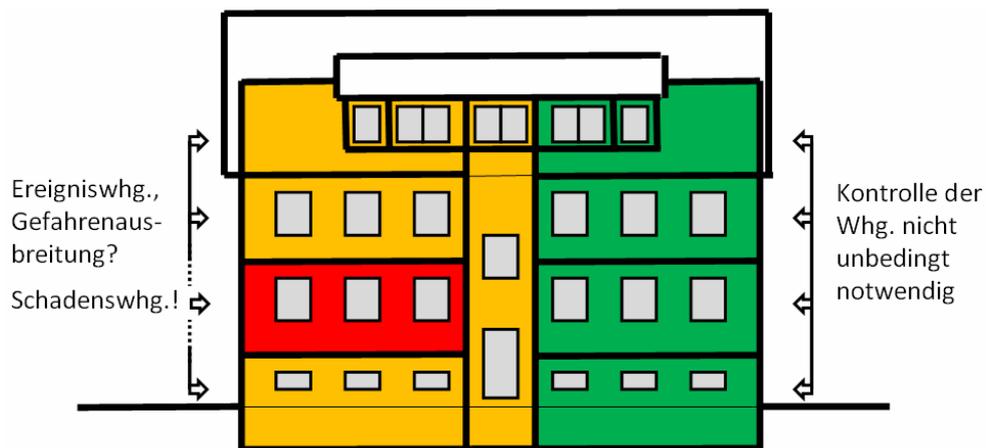


Bild 8: Gefahrenmatrix an einem Beispielgebäude

Erläuterung der Gefahrenmatrix

ROT ●

„Schadenswohnung“:

Dies ist u. a. eine Wohnung / ein Bereich, in dem vor einem zu hohen CO-Wert gewarnt wird. Ein Beispiel hierfür könnte der originäre Einsatz des Rettungsdienstes zur Versorgung eines Patienten sein, bei welchem der CO-Warner alarmiert.

Gelb ●

„Ereigniswohnung, Gefahrenausbreitung?“:

Dies sind u. a. Wohnungen/Bereiche, die durch direkten baulichen Kontakt zur ursprünglichen Schadenswohnung stehen und einer Kontrolle bedürfen, da man nicht sicher sein kann, dass in diesen Wohnungen keine Personen zu Schaden gekommen sind. Es kann auch hier eine Gefährdung für Personen bestehen oder sich gar in einer angrenzenden Wohnung der ursprüngliche Gefahrenausgangspunkt befinden. Falls in einer gelben Whg. erhöhte CO-Werte gemessen werden, wird diese zu einer roten Wohnung und die Matrix wird entsprechend erweitert.

Ein Beispiel hierfür könnte das Treppenhaus und die Wohnungen ober- und unterhalb der ursprünglichen Schadenswohnung sein.

Grün ●

„Kontrolle der Wohnung nicht unbedingt notwendig!“

Dies sind u. a. Wohnungen/Bereiche angrenzend an mögliche Ereigniswohnungen, in denen keine erhöhten CO-Werte gemessen werden.

Ein Beispiel hierfür könnten angrenzende Wohnungen an das gelbe Treppenhaus und die gelben Wohnungen ober- und unterhalb sein.

Weiterhin muss in der Einsatztaktik die direkte Verbindung zu Räumen und Geschossen mittels Durchbrüchen, Schornsteinen sowie sonstige Verbindungen berücksichtigt werden. Auch die mögliche Diffusion in Reihenbebauungen oder durch Wände und Decken muss berücksichtigt werden.

8 Schlusswort

Zu Beginn der durchgeführten Studie war von keinem der Verantwortlichen abzusehen, welche Auswirkungen diese auf die zukünftige Einsatztaktik, die persönliche Ausrüstung und den Arbeitsschutz im Brandschutz und Rettungsdienst haben könnte. Man ging davon aus, dass es vielleicht den ein oder anderen auswertbaren Einsatz geben könnte. Die Realität holte die Einsatzkräfte schnell ein. Schon nach den ersten festgestellten CO Belastungen durch den Rettungsdienst wurde deutlich, dass es wohl schon in der Vergangenheit eine Vielzahl von Symptomen von Betroffenen gab, die auf eine CO Belastung zurückzuführen gewesen wäre, jedoch vom Rettungsdienst sowie von den behandelten Ärzten zum damaligen Kenntnisstand nicht als solche diagnostiziert werden konnten. Ein besonderer Einsatz während der Studie in Wiesbaden, bei dem durch einen technischen Defekt an einer Zentralheizungsanlage über einen längeren Zeitraum CO in mehrere Wohnungen gelangen konnte und es zum Tod von drei Bewohnern kam, führte zu einer extremen Betroffenheit bei allen Beteiligten.

Trotz des Umstandes, dass man den drei zu Tode gekommenen Personen nicht mehr helfen konnte, wurde schnell klar, dass durch die Ausstattung mit CO-Warnern den restlichen Bewohnern des Gebäudes mit Sicherheit das Leben gerettet wurde. Durch weitere jedoch unspektakuläre Einsätze bestätigte sich immer mehr, dass durch diese Art des Personenschutzes mit CO-Warnern zum einen den Betroffenen, aber im besonderen Maße auch den Einsatzkräften ein hohes Maß Sicherheit zu Teil wurde. Die zur Studie notwendigen Aus- und Fortbildungen haben bei fast allen geschulten Einsatzkräften mehrfach neue Erkenntnisse gebracht. Es wurde allen Beteiligten bewusst, dass die Gefahr durch CO in vielen alltäglichen Situationen schon immer vorhanden war, jedoch nicht festgestellt werden konnte. Die physikalischen Eigenschaften von CO führen dazu, dass mit den natürlichen menschlichen Sinnesorganen das CO nicht zu erkennen ist.

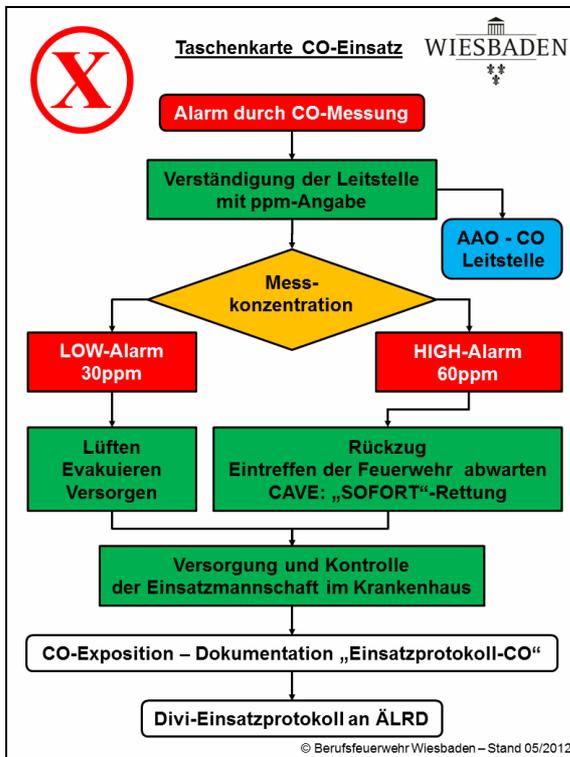
Erweitert wurden die Erkenntnisse über die Gefahren mit CO durch im Internet verbreitete „Anleitungen zu Suiziden mittels Grillfeuer in abgedichteten Räumen“. Aufgrund der durchgeführten Studie gibt es kaum noch Verantwortliche im Bereich Feuerwehr- oder Rettungsdienst, welche die Gefahr durch CO als gering einstufen würden. Im Verlauf der Studie konnte man feststellen, wie ein Ruck bei dem Thema Gefahren durch CO durch ganz Deutschland ging. Hierbei kann mit Stolz hervorgehoben werden, dass die Erkenntnisse und das mögliche Einsatzspektrum über die Gefahren durch CO erst durch diese MMH-Studie in Wiesbaden bekannt wurden. Erwähnenswert ist, dass im Verlauf und der Öffentlichkeitsarbeit der Studie auch andere Feuerwehren in Deutschland sich ebenfalls mit der CO - Problematik auseinandergesetzt haben und hier von den Erkenntnissen und Schulungen profitiert haben. Positiv ist festzuhalten, dass aufgrund der Studie und den daraus erkannten Fällen von CO Vergiftungen es dazu führte, dass eine bis dahin nur tagsüber betriebene Überdruckkammer eine „Rund um die Uhr-Bereitschaft“ hat und durch die Krankenkassen finanziert wird.

Aus Sicht der Feuerwehr Wiesbaden ist abschließend und eindeutig festzustellen, dass das Tragen von CO-Warnern aus Fürsorge- sowie arbeitsschutzrechtlichen Gründen für Einsatzkräfte zukünftig zwingend erforderlich ist. Es ist nach diesen Erkenntnissen nicht mehr verantwortbar, auf diese Geräte zu verzichten. Die Gesundheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter muss an erster Stelle stehen.

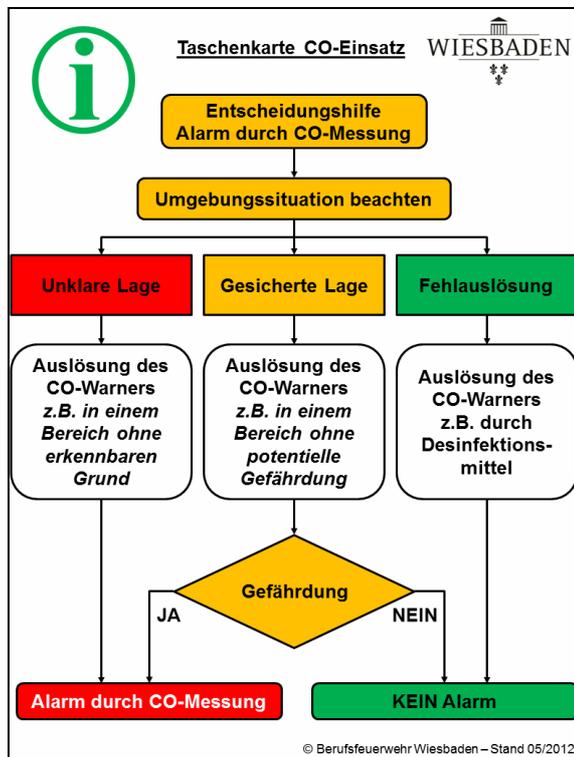
Abschließend gilt besonderer Dank unserem Mitarbeiter HBM Marco Pfeuffer, der durch seine Eigeninitiative diese Studie angestoßen hat. Er begleitete die Studie mit sehr großem persönlichen Einsatz und Engagement während der gesamten Dauer unter Zurückstellung persönlicher Bedürfnisse. Durch seinen unermüdlichen Einsatz, Vorträge über diese Studie vor diversen Feuerwehren und Gremien zu halten, konnte schon während der laufenden Studie eine vorbildliche Öffentlichkeitsarbeit geleistet werden. Ein weiterer Dank gilt der Berufsfeuerwehr Wien, insbesondere Herrn Richard Pyrek für seine stetige Unterstützung und fachlichen Beratung. Weiterer Dank gilt der Firma MSA Auer für die Bereitstellung der Gerätetechnik und der fundierten, fachlichen Begleitung.

Harald Müller

A Algorithmus „Handlungsweise Einsatzgeschehen“

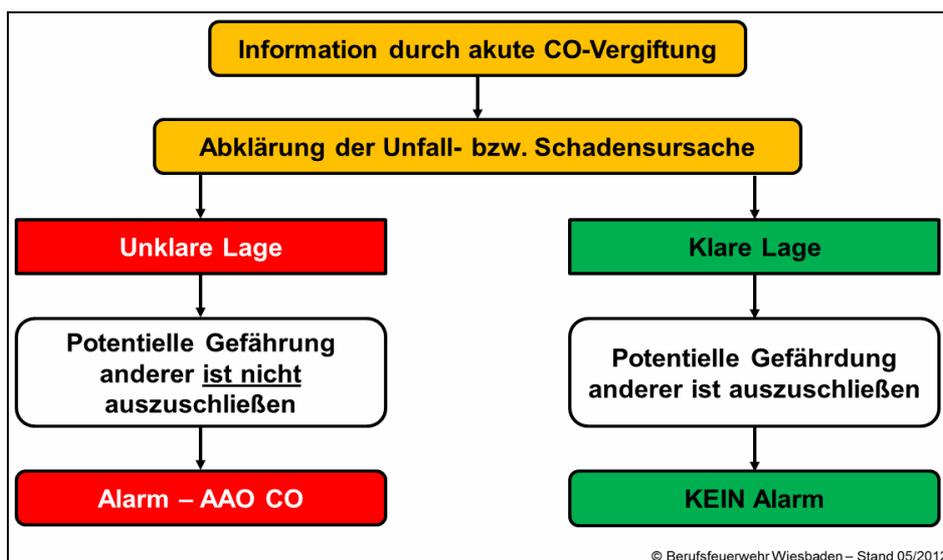


Vorderseite



Rückseite

B Algorithmus „Handlungsempfehlung Krankenhaus“



C Auszüge/Definition verschiedener Gesetze/Verordnungen/Richtlinien

ETW

→ Einsatztoleranzwert

Quelle: vfdb - Richtlinie zur Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Feuerwehreinsatz [Juli 2005]

3.1 Einsatztoleranzwert (ETW)

Für Einsatzmaßnahmen der Feuerwehr bei Freisetzung gefährlicher Stoffe bzw. Entwicklung von Schadstoffwolken (z. B. Leckagen, Bränden), werden stoffspezifische Einsatztoleranzwerte (ETW) festgelegt, soweit die Gase oder Dämpfe

- einsatztaktisch relevant,
- mit einfachen Mitteln sofort nachweisbar sind und
- toxikologische und/oder sicherheitstechnische Bewertungen vorliegen.

Bei Konzentrationen oberhalb des ETW sind Einsatzmaßnahmen der Feuerwehr grundsätzlich unter Atemschutz durchzuführen. Unterhalb des ETW kann ohne Atemschutz gearbeitet werden, soweit nicht aus anderen Gründen Schutzmaßnahmen angezeigt sind (z. B. vermutete oder nicht messbare Schadstoffe). Im Zweifel ist immer umgebungsluftunabhängiger Atemschutz zu tragen (vgl. FwDV 7 – Atemschutz). Die ETW sind toxikologisch so festgesetzt worden, dass unterhalb dieser Werte die Leistungsfähigkeit von Einsatzkräften ohne Atemschutz bei etwa 4-stündiger Exposition während eines Einsatzes und in der Folgezeit nicht beeinträchtigt wird. Mehrfachexpositionen von Einsatzkräften gegenüber den gleichen Stoffen innerhalb weniger Tage bzw. sehr lange dauernde Einsatzzeiten sind wegen ihrer geringen Wahrscheinlichkeit nicht besonders berücksichtigt.

Auszug Tabelle: ETW – vfdb Richtlinie (s.o)

Stoffidentität	Einsatztoleranzwert
Bezeichnung	(ppm)
Kohlenstoffmonoxid	33

AGW

(ehemals MAK)

→ Arbeitsplatzgrenzwert

(ehemals „maximale Arbeitsplatzkonzentration“)

Quelle: Technische Regeln für Gefahrstoffe 900 (TRGS900) – Arbeitsplatzgrenzwerte [Januar 2006]

1 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

(1) Nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)¹ 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 (§ 3 Abs. 6 GefStoffV).

→ Auszug Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [November 2010]

§ 3 Abs. 6 GefStoffV:

„§ 3 Gefährlichkeitsmerkmale

Gefährlich im Sinne dieser Verordnung sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere der in Satz 2 genannten Eigenschaften aufweisen. Stoffe und Zubereitungen sind,

...

6. sehr giftig, wenn sie in sehr geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tod führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können...“

(2) Arbeitsplatzgrenzwerte sind Schichtmittelwerte bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition an 5 Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit. Expositionsspitzen während einer Schicht werden entsprechend Nummer 2.3 mit Kurzzeitwerten beurteilt.

2 Anwendung von Arbeitsplatzgrenzwerten und Erläuterungen

2.1 Allgemeines

Das Einhalten der Arbeitsplatzgrenzwerte dient dem Schutz der Gesundheit von Beschäftigten vor einer Gefährdung durch das Einatmen von Stoffen. Die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes entbindet nicht von den sonstigen Regelungen der GefStoffV.

2.3 Kurzzeitwerte und Überschreitungsfaktoren

(1) An Arbeitsplätzen kann die Konzentration der Stoffe in der Atemluft erheblichen Schwankungen unterworfen sein. Die Abweichung vom Schichtmittelwert nach oben bedarf bei vielen Stoffen der Begrenzung, um Gesundheitsschäden zu verhüten.

(2) Kurzzeitwerte ergänzen die Arbeitsplatzgrenzwerte, indem sie die Konzentrationschwankungen um den Schichtmittelwert nach oben hin sowie in ihrer Dauer und Häufigkeit beschränken. Die maximale Höhe der kurzzeitigen Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwer-

tes hat sich an den sehr unterschiedlichen Wirkungseigenschaften der einzelnen Stoffe zu orientieren. Eine pauschale Festlegung der Kurzzeitwertparameter ist daher nicht möglich. Die Kurzzeitwertkonzentration ergibt sich aus dem Produkt von Arbeitsplatzgrenzwert und Überschreitungsfaktor. Der Schichtmittelwert ist in jedem Fall einzuhalten.

(3) Der maximale Überschreitungsfaktor beträgt 8. Bei 8facher Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes 4-mal pro Schicht über 15 Minuten darf in einer Schicht keine weitere Exposition mehr erfolgen, da sonst das Produkt aus Schichtlänge und Arbeitsplatzgrenzwert überschritten wird.

(4) Für die Intervalle zwischen den Perioden mit einer Konzentration oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes (Kurzzeitwertphase) ist ein Zeitraum von einer Stunde anzustreben. Insgesamt sind vier Kurzzeitwertphasen innerhalb einer Schicht zulässig.

(5) Bei der Festlegung von Expositionsspitzen werden die Stoffe gemäß ihrer toxikologischen Wirkung in folgende zwei Kategorien eingeteilt:

Auszug Tabelle: Anhang TRGS 900 - Gefahrstoff Kohlenmonoxid

Stoffidentität	Arbeitsplatzgrenzwert		Spitzenbegr.	Bemerkungen	Änderung
	ml/m ³ (ppm)	mg/m ³			
Bezeichnung			Überschreitungs- faktor		Monat/ Jahr
Kohlenstoffmonoxid	30	35	1(II)	DFG,H,Y	05/09

Kategorie II - Resorptiv wirksame Stoffe

Als Basiswert (15-Minuten-Mittelwert) wird ein Überschreitungsfaktor von 2 festgelegt, der stoffspezifisch angepasst werden kann (bis max. 8). Die betriebliche Überwachung soll durch messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z. B. durch eine 15 minütige Probenahme. Bei Stoffen der Kurzzeitwert-Kategorie II sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Beispiel: Bei einem ÜF von 8 ist auch ein ÜF 4 über 30 min oder ein ÜF 2 über 60 min möglich).

3 Liste der Arbeitsplatzgrenzwerte und Kurzzeitwerte

(Auszüge zum Stoff Kohlenmonoxid s. o.)

Verwendete Abkürzungen, Symbole, Ziffern und Erläuterungen

Spalten "Stoffidentität"

EG-Nr. Registriernummer des "European Inventory of Existing Chemical Substances" (EINECS)

CAS-Nr. Registriernummer des "Chemical Abstract Service"

Spalte "Spitzenbegrenzung"

1 bis 8 Überschreitungsfaktoren und () Kategorie für Kurzzeitwerte (siehe Nummer 2.3)

Spalte "Bemerkungen"

H hautresorptiv

Y ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden

Mit den folgenden Kürzeln in dieser Spalte wird auf die Herkunft der Arbeitsplatzgrenzwerte und evtl. Begründungspapiere verwiesen.

DFG Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG (MAK-Kommission)

AEGL

→ Aute Exposure Guideline Levels

(„Richtlinie zur akuten Expositionstufe“)

Quelle: Bundesumweltamt

Gemäß des Deutschen Umweltbundesamtes dienen die AEGL "als Planungswerte für sicherheitstechnische Auslegung von störfallrelevanten Anlagen. Darüber hinaus können die Maßnahmen der Alarm- und Gefahrenabwehrplanung und des Katastrophenschutzes auf Grundlage des AEGL-Orientierungsrasters genauer geplant werden." Die definierten Werte beschreiben die zu erwartete Gefährdung der breiten Bevölkerung und besonders empfindliche Personengruppen bei einer einmaligen oder seltenen Aussetzung gegenüber einem in der Luft vorhandenen gasförmigen Stoffe. Diese Richtlinie wurde vom Deutschen Bundesumweltschutzamt und der U.S. Environmental Protection Agency entwickelt.

AEGL-Werte

AEGL-1: „...spürbares Unwohlsein“

- ...ist die luftgetragene (Stoff-)Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/m³), bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung ein spürbares Unwohlsein erleiden kann. Luftgetragene (Stoff-)Konzentrationen unterhalb des AEGL-1-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die leichte Geruchs-, Geschmacks- oder andere sensorische Reizungen hervorrufen können.

AEGL-2: „...schwerwiegende, lang andauernde oder fluchtbehindernde Wirkung“

- ...ist die luftgetragene (Stoff-)Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/m³), bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte erleiden kann oder bei denen die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt sein kann. Luftgetragene (Stoff-)Konzentrationen unterhalb des AEGL-2- aber oberhalb des AEGL-1-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können.

AEGL-3: „...letale Wirkung“

- ...ist die luftgetragene (Stoff-)Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/m³), bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung lebensbedrohliche oder tödliche Gesundheitseffekte erleiden kann. Luftgetragene (Stoff-)Konzentrationen unterhalb des AEGL-3- aber oberhalb des AEGL 2-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte hervorrufen oder die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigen können.

Zusammenfassende Tabelle der AEGL-Werte für Kohlenmonoxid					
Klassifizierung	10 min	30 min	1 h	4 h	8 h
AEGL-1 (spürbares Unwohlsein)	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
AEGL-2 (Schwerwiegende, lang andauernde oder fluchtbehindernde Wirkung)	420 ppm	150 ppm	83 ppm	33 ppm	27 ppm
AEGL-3 (letale Wirkung)	1700 ppm	600 ppm	330 ppm	150 ppm	130 ppm

Für einen Stoff hergeleitete AEGL-Werte ersetzen deren bestehende ERPG- oder TEEL-Werte!

ERPG

→ Emergency Response Planning Guidelines

(„Richtlinie zur Planung einer Gefahrenabwehr“)

Quelle: Bundesumweltamt

Der ERPG-Wert wurde durch den amerikanischen Verband American Industrial Hygiene Association (AIHA) entwickelt. Diese festgelegten Werte sollen die Gefahrenplanung/-beurteilung von luftgetragenen toxikologisch gefährlichen Stoffen unterstützen. Die Zielsetzung dabei ist die Definition der toxisch tolerierbaren Effektschwelle bei einer unfallmäßigen Freisetzung eines benannten Stoffes für alle Personen.

Stoffidentität	ERPG-Wert
Bezeichnung	(ppm)
Kohlenstoffmonoxid	350

TEEL

→ Temporary Emergency Exposure Limits

(„TemporäreNotfallexpositionsgrenzwerte“)

Quelle: Bundesumweltamt

Da offensichtlich trotz der relativ großen Anzahl von ERPG-Werten Bedarf an weiteren Werten bestand, wurde zusätzlich vom US-amerikanischen „Department of Energy“ die Ableitung von TEEL-Werten in Auftrag gegeben. In einem relativ ungenauen Verfahren werden hierbei andere Richt- und Grenzwerte (z.B. STEL und IDLH, aber auch Arbeitsplatzgrenzwerte für chronische Exposition) als Anhaltspunkte genutzt, um TEEL-Werte abzuleiten. So wird z. B. das Fünffache des US-Arbeitsplatzgrenzwertes (TLV-TWA x 5) als vorläufiger TEEL-2 verwendet und TLV-TWA x 3 als TEEL-1. Teilweise werden auch die Ergebnisse toxikologischer Studien berücksichtigt, wobei diese allerdings ohne kritische Würdigung aus der Sekundärliteratur übernommen werden. Differenzierungen für unterschiedliche Zeiträume werden nicht vorgenommen. TEEL-Werte, von denen bisher etwa 680 vorliegen, gelten übergangsweise, bis bessere Bewertungen vorliegen.

		Protective Action Criteria (PAC = Rev.26 [mg/m³=ppm]) („Schutzwirkungskriterien“) basierend auf AEGL, EPG, TEEL			
		TEEL-0	PAC-1	PAC-2	PAC-3
Quelle der PAC		PEL-TWA	AEGL-2	AEGL-2	AEGL-3
No.	Stoffname				
571	carbon monoxide	60	95	95	378

D EU-Gefahrstoffkennzeichnung aus EG RL 67/548/EWG, Anh. I & 6

Kohlenstoffmonoxid

Hochentzündliche Stoffe

Hochentzündlich - Gefahrensymbol F+



EG-Richtlinie 67/548/EWG

ANHANG VI

ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG GEFÄHRLICHER STOFFE UND ZUBEREITUNGEN

2.2.3. Hochentzündlich

Stoffe und Zubereitungen werden als hochentzündlich eingestuft und mit dem Gefahrensymbol "F+" und der Gefahrenbezeichnung "hochentzündlich" gekennzeichnet, wenn die Prüfergebnisse mit den in Anhang V genannten Kriterien übereinstimmen.

Der R-Satz ist nach folgenden Kriterien zuzuordnen:

R12 Hochentzündlich

- flüssige Stoffe und Zubereitungen, die einen Flammpunkt unter 0 °C und einen Siedepunkt (oder bei einem Siedebereich einen Siedebeginn) von höchstens 35 °C haben;
- gasförmige Stoffe und Zubereitungen, die bei gewöhnlicher Temperatur und normalem Druck bei Luftkontakt entzündlich sind.

Giftige Stoffe

Giftig - Gefahrensymbol T



EG-Richtlinie 67/548/EWG

ANHANG VI

ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG GEFÄHRLICHER STOFFE UND ZUBEREITUNGEN

3.2.2. Giftig

Stoffe und Zubereitungen werden als giftig eingestuft und mit dem Gefahrensymbol "T" und der Gefahrenbezeichnung "giftig" gemäß den nachstehend genannten Kriterien gekennzeichnet.

Die R-Sätze werden nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

R25 Giftig beim Verschlucken

Akute Toxizität:

- LD50 oral, Ratte: $25 < LD50 < 200 \text{ mg/kg}$,
- kritische Dosis, oral, Ratte, 5 mg/kg: 100 %ige Überlebensrate, jedoch offensichtliche Vergiftungserscheinungen oder
- hohe Mortalität im Dosisbereich von > 25 bis $< 200 \text{ mg/kg}$ bei oraler Verabreichung an Ratten nach der Methode der akuten toxischen Klasse (zur Auslegung der Prüfergebnisse beachte man die Fließdiagramme in Anhang 2, Prüfmethode B.1 in Anhang V).

R24 Giftig bei Berührung mit der Haut

Akute Toxizität:

- LD50 dermal, Ratte oder Kaninchen: $50 < LD50 < 400 \text{ mg/kg}$.

R23 Giftig beim Einatmen

Akute Toxizität:

- LC50 inhalativ, Ratte, für Aerosole oder Stäube: $0.25 < LC50 < 1 \text{ mg/l/4h}$,
- LC50 inhalativ, Ratte, für Gase und Dämpfe: $0.5 < LC50 < 2 \text{ mg/l/4h}$.

R39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens

- erhebliche Anhaltspunkte, dass irreversible Gesundheitsschäden anderer Art als die in Kapitel 4 genannten durch eine einmalige Verabreichung über einen geeigneten Aufnahmeweg im Allgemeinen im Bereich der oben genannten Dosen verursacht werden können.

Zur Angabe des Aufnahmeweges/Art der Verabreichung ist eine der folgenden Kombinationen zu verwenden: R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25.

R48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition

- schwerer Gesundheitsschaden (eindeutige funktionelle Störungen oder morphologische Veränderungen von toxikologischer Bedeutung) kann bei wiederholter oder längerer Exposition über einen geeigneten Aufnahmeweg verursacht werden.

Stoffe und Zubereitungen werden mindestens als giftig eingestuft, wenn diese Schäden durch deutlichniedrigere Dosen (z. B. zehnmal niedriger) als die für R48 in Abschnitt 3.2.3 genannten verursacht werden.

Zur Angabe des Aufnahmeweges/Art der Verabreichung ist eine der folgenden Kombinationen zu verwenden: R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25.