



Ein unterschätzter, lautloser Killer





CO₂ – ein unterschätzter, lautloser Killer

Kohlendioxid (auch: Kohlenstoffdioxid) ist eines der am häufigsten übersehene aller toxischen Gase. Selbst CO₂ als toxisches Gas zu bezeichnen, klingt für viele Sicherheitsfachleute überraschend. Das Thema bedarf daher einer genaueren Betrachtung.

In der Vergangenheit hat die Mehrheit der Regularien zur Überwachung der Umgebungsluft CO₂ lediglich als „einfaches Erstickungsgas“ behandelt. Ein Erstickungsmittel ist ein Gas, das Bewusstlosigkeit oder den Erstickungstod hervorrufen kann. Erstickungsgase, die keine anderen Gesundheitsfolgen haben, werden als „einfache“ Erstickungsgase bezeichnet.

Weil Kohlendioxid nicht als giftig betrachtet wurde, hat man es als ausreichend angesehen, lediglich die Sauerstoffkonzentration zu kontrollieren, anstatt direkt die CO₂-Konzentration in einem beengten Raum („Confined Space“) oder am Arbeitsplatz zu messen. Doch ist eine solche Beurteilung überhaupt zulässig?

Die Auswirkungen von CO₂

Um diese Frage zu beantworten, hilft ein Blick auf die körperlichen Auswirkungen von CO₂, die von einigen Gesundheitsbehörden aufgeführt werden. Die CO₂-Werte in der Luft und die potentiellen Gesundheitsbeschwerden sind:

Konzentration	%	Symptom / Grenzwert
400 ppm ¹	0,04	Durchschnittlicher Wert an frischer Luft
< 1.000 ppm	< 0,1	Normaler Wert in einem Raum mit gutem Luftaustausch
< 2.000 ppm	< 0,2	Wert, der Müdigkeitserscheinungen und schlechte Luft zur Folge haben kann
< 5.000 ppm	< 0,5	Wert, der mit Kopfschmerzen, Schläfrigkeit und abgestandener, verbrauchter, stickiger Luft in Verbindung steht.
5.000 ppm	0,5	Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) zeigt schlechte Luftbedingungen an, die auch die Anwesenheit anderer Gase in hohen Konzentrationen nicht ausschließen. Toxizität oder Sauerstoffmangel können auftreten
40.000 ppm	4,0	Aufgrund von Sauerstoffmangel ist dieser Wert unmittelbar gefährlich

Quelle: Wisconsin Department of Health Services
(Abteilung für Gesundheitsdienste, Wisconsin)
¹ ppm = parts per million (Teile pro 1 Million Teile)

Der Food Safety and Inspection Service des US-Landwirtschaftsministeriums geht bei der Ausführung der Symptome für die Kurzzeitbelastung sogar über diese Konzentrationen hinaus:

Konzentration	%	Symptom / Grenzwert
5.000 ppm	0,5	Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und durchschnittliche Maximalkonzentration an einem 8-stündigen Arbeitstag
10.000 ppm	1,0	Im Normalfall keine Auswirkungen, Müdigkeit möglich
15.000 ppm	1,5	Leichte Atemwegsbeeinträchtigungen für vorbelastete Personen
30.000 ppm	3,0	Mittelgradige Atemwegsbeeinträchtigungen, erhöhter Puls und Blutdruck
40.000 ppm	4,0	Unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit
50.000 ppm	5,0	Starke Atemwegsbeeinträchtigungen, Schwindel, Orientierungsstörungen, Kopfschmerzen und Kurzatmigkeit
80.000 ppm	8,0	Sehstörungen, Schweißausbrüche, Zittern, Bewusstlosigkeit und möglicherweise Tod

Quelle: Carbon Dioxide Health Hazard Information Sheet von fsis.usda.gov

Dort heißt es weiter: „Die Reaktionen auf die Einatmung von CO₂ variieren stark, selbst bei gesunden Personen. Die Schwere der Symptome hängt von der CO₂-Konzentration und dem Zeitraum ab, in dem die Person dem Gas ausgesetzt war. Da CO₂ geruchslos ist und keine Atemwegsreizungen hervorruft, hat es eine schlechte Warnwirkung. Glücklicherweise sind die Beschwerden einer leichten bis mittleren Exposition reversibel, wenn die betroffene Person aus einer Umgebung mit hoher CO₂-Belastung entfernt wird.“

Die beschriebenen Symptome sind kein Resultat von Sauerstoffmangel, sondern eine direkte Reaktion auf die CO₂-Konzentration. Es ist wahr, dass viele Gase in viel geringeren Konzentrationen toxisch wirken, doch wenn die Konzentration hoch genug ist, trifft das auch auf CO₂ zu. Es ist außerdem wichtig zu beachten, dass verschiedene Menschen auf gleiche Gaskonzentrationen unterschiedlich reagieren und früher Symptome zeigen oder Schaden nehmen können.

Der Zusammenhang zwischen O₂ und CO₂

Nicht einmal das Wisconsin Department of Health Services macht eine klare Unterscheidung zwischen den Auswirkungen von CO₂ und einem Mangel an Sauerstoff: „40.000 ppm = Dieser Wert ist aufgrund von Sauerstoffmangel unmittelbar gefährlich.“ Allerdings ist die Wechselwirkung nicht ganz so einfach.

Kohlendioxid ist ein Hauptnebenprodukt bakterieller Zersetzung. In vielen beengten Räumen besteht ein direkter Zusammenhang zwischen niedrigen Sauerstoff- und erhöhten CO₂-Konzentrationen.



In einem beengten Raum, in dem CO₂ durch aerobe bakterielle Prozesse entsteht, entspricht eine Sauerstoffkonzentration von 19,5 % (gilt in den meisten Richtlinien als Grenzwert für Sauerstoffmangel) einer CO₂-Konzentration von mindestens 1,4 % (= 14.000 ppm). Diese liegt deutlich über dem allgemein akzeptierten Arbeitsplatzgrenzwert für CO₂ (5.000 ppm als maximaler Durchschnittswert für einen 8-Stunden-Arbeitstag).

Die tatsächliche CO₂-Konzentration könnte noch deutlich höher sein, wenn der Sauerstoffmangel im beengten Raum durch Verdrängung statt durch Verbrauch hervorgerufen wird. Frischluft enthält nur 20,9 Vol.-% Sauerstoff. Der Rest besteht hauptsächlich aus Stickstoff und geringen Anteilen vieler verschiedener Gase wie Argon, Wasserdampf und Kohlendioxid.

Da der Anteil von Sauerstoff in der gesamten Luft nur etwa ein Fünftel beträgt, reduzieren 5 % eines, dem beengten Raum zugeführten, verdrängenden Gases die Sauerstoffkonzentration gerade einmal um 1 %. Angenommen Sauerstoffmangel liegt aufgrund von Trockeneis (CO₂ in festem Aggregatzustand) in einem geschlossenen Raum vor. In diesem Fall würde ein Messwert von 19,5 % O₂ nicht 1,4 % CO₂ bedeuten, sondern das Fünffache von 1,4 % = 7,0 % (= 70.000 ppm). In einer solchen Konzentration können selbst bei kurzzeitiger Belastung ernsthafte Gesundheitsbeschwerden auftreten.

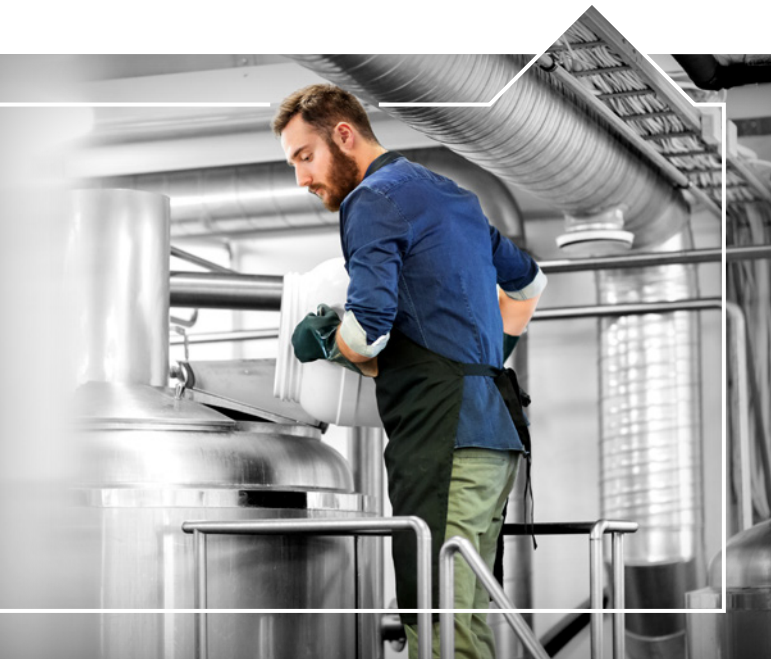
Das Fazit lautet: Wartet man, bis ein Alarm durch Sauerstoffmangel ausgelöst wird, den anwesendes CO₂ verursacht hat, ist der Grenzwert für eine toxische Belastung lange vor dem Verlassen des betroffenen Bereichs überschritten worden.

CO₂ ist ein toxisches Gas

Kohlendioxid ist in nahezu jedem Land als giftiger Schadstoff mit streng definierten Belastungsgrenzwerten aufgeführt. Die am weitesten anerkannte Belastungsgrenzen für CO₂ sind ein über 8 Stunden gemittelter Langzeitwert (LZW) von 5.000 ppm und ein über 15 Minuten gemittelter Kurzzeitwert (KZW) von entweder 15.000 ppm oder 30.000 ppm. Die folgende Tabelle führt einige der international geltenden Arbeitsplatzgrenzwerte auf:

Standard / Land	8-Std.-LZW	15-Minuten-KZW
USA NIOSH REL	5.000 ppm	30.000 ppm
USA OSHA PEL	5.000 ppm	Keine Angabe
ACGIH® TLV®	5.000 ppm	30.000 ppm
Großbritannien WEL	5.000 ppm	15.000 ppm

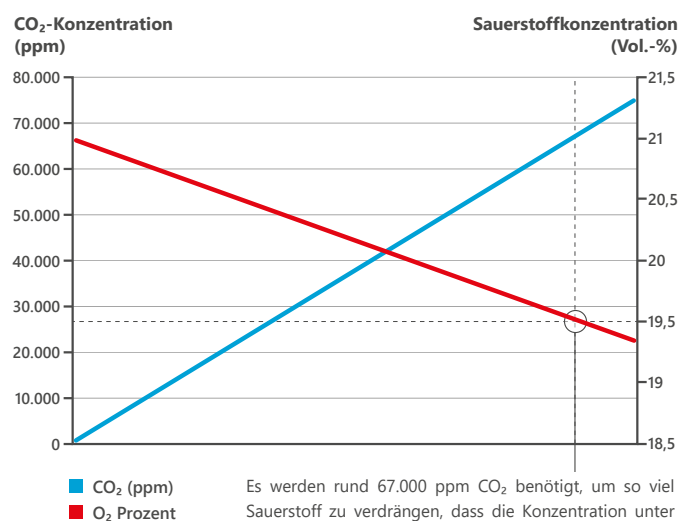
Kohlendioxid ist schwerer als Luft, seine Dichte 1,5-mal höher als die von Frischluft. Wenn Kohlendioxid in einen geschlossenen oder beengten Raum gelangt, sammelt es sich am Boden des Raums und erreicht dort die höchsten Konzentrationen. Aufgrund seiner Tendenz sich nach unten abzusetzen, können in bestimmten Bereichen eines Raums, in dem CO₂ entsteht, immer höhere Konzentrationen erreicht werden (zum Beispiel im Freiraum direkt über Flüssigkeiten in Gärbehältern).



Laut der NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, die US-amerikanische Bundesbehörde für arbeitsmedizinische Forschung) müssen Konzentrationen von 40.000 ppm und mehr als unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit betrachtet werden. Die Belastung durch sehr hohe Konzentrationen (z. B. Belastung durch 6 Vol.-% CO₂ für mehrere Minuten oder 30 Vol.-% CO₂ für 20 - 30 Sekunden) wird mit permanenter Herzschiädigung in Verbindung gebracht, wie Unregelmäßigkeiten in Elektrokardiogrammen belegen.

Konzentrationen von mehr als 10 % können innerhalb von 15 Minuten oder kürzerer Zeit zu Bewusstlosigkeit führen.

Auswirkungen von CO₂ auf die Sauerstoffkonzentration in einem beengten Raum



Quelle: GfG

Beide Gase überwachen

Besteht die Möglichkeit erhöhter CO₂-Werte oder das Risiko von Sauerstoffmangel, können stationäre Gaswarnanlagen und tragbare Multigasmessgeräte rechtzeitig alarmieren. Wie bereits gezeigt, ist es wichtig, die Konzentrationen beider Gase separat zu überwachen und Mitarbeitende über die entsprechenden Gefahren aufzuklären. Kohlenmonoxid kann gefährlich werden, lange bevor der Sauerstoffgehalt unter einen kritischen Wert fällt, und eine niedrige Sauerstoffkonzentration kann verschiedene Ursachen haben.

Die GfG bietet eine große Auswahl an Transmittern und tragbaren Messgeräten zur Überwachung dieser beiden und vieler weiterer Gase. Gerne beraten wir Sie, wie Sie zur Gesundheit Ihrer Mitarbeitenden beitragen und ihre Sicherheit erhöhen können. Kontaktieren Sie uns oder besuchen Sie unsere Webseite GfG.safety.com.

GfG AG

Vogelsangstrasse 13
8307 Effretikon | Switzerland
Phone: +41 44 982 12 90
Fax: +41 44 982 12 91
E-mail: info@gfg.ch

www.gfg.ch

GfG SA (siège Suisse Romandie)

Y-Parc | Avenue des Sciences 15
1400 Yverdon-les-Bains | Switzerland
Phone: +41 21 887 66 62
Fax: +41 21 887 66 63

smart
GasDetection
Technologies 