



Safety Information

Erstellt von Safety Advisory Council

Sicherheitsinformation 24/11/D

Übersetzt von IGV – Industriegasverband e.V.

Physiologische Gefahren durch Kohlendioxid (CO₂) "Nicht nur erstickend"

Der Safety Advisory Council (SAC) der EIGA hat mehrere Berichte über schwere Unfälle durch Einwirkung von Kohlendioxid erhalten. Einige dieser Unfälle führten zu tragischen Todesfällen. Eine häufige Ursache dieser Unfälle ist die mangelnde Wahrnehmung der aktuellen CO₂-Konzentration in der Arbeitsumgebung, die zur eigentlichen Gefährdung führt. Während die Gefahr des Erstickens gut bekannt ist, wird die Vergiftungsgefahr durch CO₂ von Beschäftigten, die mit CO₂ umgehen, nicht hinreichend verstanden. Deshalb wurde diese Sicherheitsinformation über die physiologischen Gefahren durch Kohlendioxid erstellt.

Kohlendioxid

Die atmosphärische Luft enthält natürliches Kohlendioxid mit einer Konzentration von ungefähr 380 Teilen pro Million (0,038 Vol-%). CO₂ ist ein natürliches Stoffwechselprodukt des Menschen. Es bildet einen Teil des normalen chemischen Gleichgewichtes im Körper, indem es die Atmung, den Kreislauf und die Reaktion der Blutgefäße mit den Erfordernissen des Stoffwechsels regelt. Wie andere inerte Gase wirkt CO₂ erstickend und unterstützt nicht die Lebensfunktionen. Jedoch sind die besonderen Risiken durch Kohlendioxid komplizierter, da es zusätzliche akute Wirkungen im Stoffwechselkreislauf auslöst.

Was geschieht beim Atmen?

Wenn Luft in die Lunge eintritt (siehe Bild 1), strömt sie durch ein Labyrinth von kleinen und immer kleineren Röhren, bis sie kleine Luftsäcke erreicht - die Lungenbläschen. Hier gelangt der Sauerstoff durch die Membran der Lungenbläschen ins Blut, während gleichzeitig Kohlendioxid aus dem Blut in die Lungenbläschen eintritt. Die Konzentration des Kohlendioxids im Blut ist hoch, so dass Kohlendioxid aus dem Blut austritt und durch die Membran in die Lungenbläschen eintritt, wo diese Konzentration kleiner ist (Gas strömt immer von der höheren Konzentration - Partialdruck - zur niedrigeren Konzentration). Das Kohlendioxid verlässt dann die Lungenbläschen und schließlich beim Ausatmen den Körper. Der Austausch der Gase geschieht schnell und konstant.

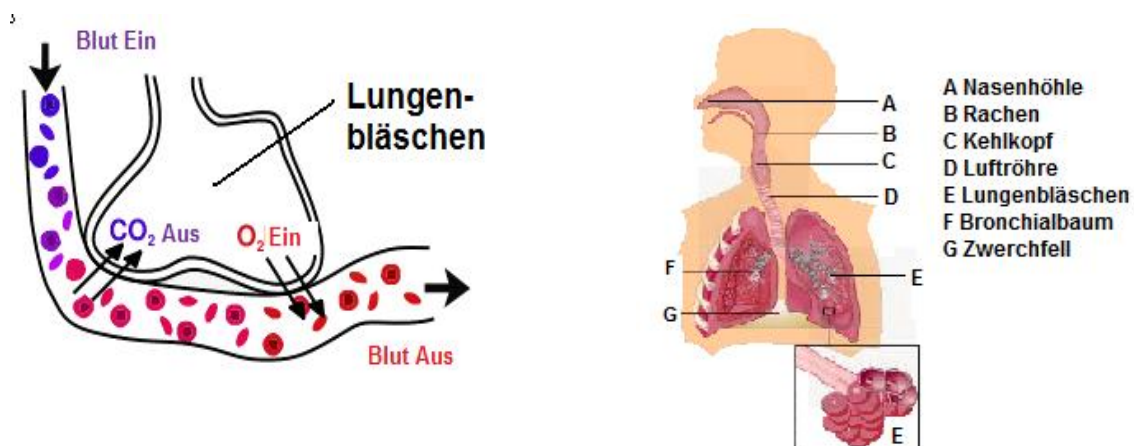


Bild 1 Prinzip des Gasaustauschs in der Lunge

Vergiftungsgefahr durch Kohlendioxid

Wenn sich die Konzentration an Kohlendioxid in der Umgebungsluft erhöht, ist der oben beschriebene Gasaustausch in der Lunge beeinträchtigt. Einfach gesagt, wenn seine Konzentration in der Umgebungsluft ansteigt, verlassen geringere Mengen an Kohlendioxid das zirkulierende Blut und/oder die Lungenbläschen und deshalb gibt es dort weniger Raum für den Sauerstoff. Und ohne Sauerstoff kann man nicht leben. Diese Wirkung heißt Vergiftung. Eine Vergiftung durch Kohlendioxid ist vollständig unabhängig von den Wirkungen eines Sauerstoffmangels (d. h. Erstickung), deshalb ist der Sauerstoffgehalt der Luft kein wirksames Anzeichen für die Vergiftungsgefahr. Zum Beispiel kann beim Ausströmen von Kohlendioxid in die Atmosphäre die Sauerstoffkonzentration geringfügig auf 19 % sinken, was an sich nicht gefährlich ist, aber die auf 9,5 % erhöhte Kohlendioxidkonzentration stellt eine sehr gefährliche Situation dar (siehe unten). Die individuellen Toleranzen können, abhängig von der physischen Kondition der Person und von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, sehr unterschiedlich sein, aber die nachfolgend genannten Wirkungen beim Einatmen verschiedenerer Kohlendioxidkonzentrationen können als allgemeine Richtlinie gelten:

Kohlendioxid – Physiologische Wirkungen

Volumenkonzentration Kohlendioxid in Luft	Wahrscheinliche Wirkungen
1 – 1,5 %	Geringe Auswirkungen auf den chemischen Stoffwechsel nach Exposition während mehrerer Stunden.
3 %	Bei dieser Konzentration wirkt das Gas schwach narkotisch und bewirkt vertiefte Atmung, vermindertes Hörvermögen in Verbindung mit Kopfschmerz, erhöhtem Blutdruck und erhöhtem Puls.
4 – 5 %	Reizung des Atemzentrums führt zu tieferem und schnellerem Atmen. Vergiftungssymptome werden nach 30 Minuten Exposition deutlicher.
5 – 10 %	Das Atmen wird mühsamer, verbunden mit Kopfschmerz und Verlust des Urteilsvermögens.
10 – 100 %	Wenn die Kohlendioxidkonzentration über 10 % steigt, tritt in weniger als 1 Minute Bewusstlosigkeit ein und wenn nicht sofortige Maßnahmen ergriffen werden, wird die weitere Exposition bei derart hohen Konzentrationen eventuell zum Tode führen.

Vermeide tödliche Fehler bei der Analyse der Umgebungsluft

Wegen der mit Kohlendioxid verbundenen Gesundheitsrisiken soll die durchschnittliche Exposition eines gesunden Beschäftigten während einer 8-Stunden-Schicht 0,5 % (5000 ppm) nicht überschreiten.

Ein häufiger Fehler ist, dass nur die Konzentration des Sauerstoffs und nicht die des Kohlendioxids gemessen wird. Die Folgen dieses Fehlers werden an diesem Beispiel gezeigt:

Szenario: Nachdem in einer Fabrik Kohlendioxid in die Luft ausgeströmt ist, wird am Sauerstoffmonitor festgestellt, dass die Sauerstoffkonzentration vom Normalwert 21 % auf 19 % sinkt.

Was bedeutet das? Ausgehend von der Zusammensetzung der Luft (21 % Sauerstoff und 79 % Stickstoff, Verhältnis 1 : 3,76) bedeuten 2 % Verminderung des Sauerstoffs eine Verminderung der Luftkonzentration um 9,5 % (2 % Sauerstoff und 7,5 % Stickstoff), wobei diese Luft durch das ausgeströmte Kohlendioxid ersetzt wurde. Daher ergibt eine Reduzierung der Sauerstoffkonzentration um "nur" 2 % eine Kohlendioxidkonzentration von 9,5 %, was eine erhebliche Vergiftungsgefahr für alle in diesem Bereich anwesenden Personen bedeutet.

© EIGA 2011 – EIGA erlaubt die Reproduktion dieser Publikation, sofern EIGA als Quelle genannt wird.

Sind die Arbeitsplätze sicher?

Es gibt zahlreiche vorteilhafte Anwendungen von Kohlendioxid in der Industrie, z. B.:

- | | |
|--|-----------------------------|
| • Nahrungsmittelindustrie (Verpackung) | Feuerlöscher |
| • Getränkeindustrie (Karbonisieren) | Schweißen |
| • Landwirtschaft und biologische Anwendungen | Laser |
| • Extraktion von Koffein | Kältemittel |
| • Erzeugung von Wein | Anwendungen von Trockeneis |
| • Pharmazeutische und chemische Verfahren | Öl-Raffinerie |
| • Polymere und Kunststoffe | Schädlingsbekämpfung |
| • Gasdrucksysteme | Abwasserbehandlung |
| • Strahlverfahren (Reinigen) | Frosten von Nahrungsmitteln |

Kohlendioxid kann sicher angewendet werden, wenn die richtigen Vorkehrungen getroffen werden.

SAC empfiehlt daher, dass beim Einsatz von Kohlendioxid die Gefahr der CO₂-Anreicherung für jeden Arbeitsplatz oder jede Anwendung geprüft wird und dass die Firmen

- die Beschäftigten über die Vergiftungsgefahren durch Kohlendioxid, einschließlich Sicherheitsdatenblatt, informieren,
- eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung für den Arbeitsplatz durchführen, an dem Kohlendioxid angewendet wird und
- ihre Beschäftigten bezüglich Schutzmaßnahmen trainieren und unterweisen.

Wenn als Ergebnis der Arbeitsplatzanalyse eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann, sollten eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- **Wirksame Lüftung ist sicherzustellen, besonders in tiefer liegenden Bereichen des Raumes.**
- **Ein Überwachungs- und Alarmsystem für Kohlendioxid ist zu installieren und die Beschäftigten sind über die bei Alarm erforderlichen Maßnahmen zu unterweisen. Die Aufstellungsorte der Gasmonitore sind entsprechend der Arbeitsplatzanalyse festzulegen.**
- **Die Überwachungs- und Alarmsysteme für Kohlendioxid sowie alle mechanischem Lüftungssysteme sind regelmäßig zu warten und zu prüfen,**
- **Wenn das Überwachungs- und Alarmsystem für Kohlendioxid bei Temperaturen unter Null betrieben wird, muss das System für den Betrieb unter solchen Bedingungen und für die Anwendung oder das Verfahren geeignet sein. Und:**

Beachte stets: Kohlendioxid ist "*nicht nur erstickend*" !

© EIGA 2011 – EIGA erlaubt die Reproduktion dieser Publikation, sofern EIGA als Quelle genannt wird.

Nützliche EIGA Dokumente:

EIGA IGC Doc. 67 "Carbon dioxide cylinders at user's premises" (Kohlendioxidflaschen beim Kunden)

EIGA IGC Doc. 56 "Refrigerated Carbon dioxide storage at user's premises" (Lagerung von tiefkaltem Kohlendioxid in Kundenanlagen)

© EIGA 2011 – EIGA erlaubt die Reproduktion dieser Publikation, sofern EIGA als Quelle genannt wird.

Haftungsausschlussklauseln

Alle technischen Veröffentlichungen der EIGA oder im Namen der EIGA einschließlich Verfahrensbestimmungen, Sicherheitsvorschriften und aller sonstigen technischen Informationen, die in den Veröffentlichungen enthalten sind, stammen aus Quellen, die als zuverlässig betrachtet werden und basieren auf technischen Informationen und Erfahrungen, die zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung von EIGA-Mitgliedern und anderen erhältlich waren.

Zwar empfiehlt die EIGA ihren Mitgliedern die Bezugnahme auf ihre Veröffentlichungen oder deren Verwendung, aber die Bezugnahme auf EIGA-Veröffentlichungen oder deren Verwendung durch EIGA-Mitglieder oder durch Dritte ist rein freiwillig und nicht bindend.

Daher übernehmen die EIGA und ihre Mitglieder keine Garantie für die Ergebnisse und sie übernehmen keine Haftung oder Verantwortung hinsichtlich der Bezugnahme auf Informationen oder Vorschläge, die in Veröffentlichungen der EIGA enthalten sind, oder deren Verwendung.

Die EIGA hat keinerlei Kontrolle über die Tauglichkeit oder Untauglichkeit, Fehldeutungen, korrekte oder falsche Verwendung von in EIGA-Veröffentlichungen enthaltenen Informationen oder Vorschlägen, durch Personen oder Instanzen (einschließlich EIGA-Mitgliedern), und die EIGA schließt ausdrücklich jegliche Haftung in diesem Zusammenhang aus. EIGA-Veröffentlichungen werden regelmäßig überarbeitet, und den Anwendern wird dringend empfohlen, sich stets die neueste Ausgabe zu beschaffe