



A04 Sauerstoffanreicherung/-mangel

Vorbemerkungen

Diese IGS-Sicherheitshinweise sind Empfehlungen für sicheres Arbeiten, wenn mit Sauerstoff-anreicherung bzw. Sauerstoffmangel gerechnet werden muss. Verbindliche Sicherheitsvorschriften werden hierdurch nicht ersetzt, sondern ergänzt.

Eigenschaft von Sauerstoff

Sauerstoff O₂ ist ein farb- und geruchloses Gas, das in der Luft zu ungefähr 21% enthalten ist. Es ist an vielen Verbrennungs- und Korrosionsvorgängen beteiligt. Fast alle Lebewesen benötigen Sauerstoff zum Leben. Sie entnehmen ihn meistens durch Atmung aus der Luft oder durch Resorption aus Wasser (gelöster Sauerstoff). Eine Änderung der relativen Konzentration von Sauerstoff in Luft hat einen Einfluss auf Leben und Verbrennungsvorgänge. Die Gefahren, welche durch Änderung der Konzentration entstehen, sind nachfolgend beschrieben.

Adiabatische Druckstösse (Kompression) können Materialien oder Armaturen, bedingt durch die entstehende Verdichtungswärme, entzünden. Ventile müssen deshalb immer langsam geöffnet werden. Zudem müssen Armaturen in Sauerstoff-Systemen aus geeigneten Werkstoffen bestehen und dürfen nicht verunreinigt sein.

Weitere Informationen zu Sauerstoff sind in der Sicherheitsempfehlung „A01 Die wichtigsten Industriegase – Anwendung und Eigenschaften“ zu finden.

Sauerstoffanreicherung

Gefahren durch Sauerstoffanreicherung

Sauerstoffanreicherung der Luft, auch wenn es nur wenige Prozent sind, erhöht die **Brandgefahr** beträchtlich. Materialien, die in der Luft nicht brennen, einschliesslich feuerhemmend imprägnierter Stoffe, können lebhaft oder sogar spontan in mit Sauerstoff angereicherter Luft brennen. Die Flammen sind wesentlich heisser und breiten sich mit grösserer Geschwindigkeit aus.

Nach einem Aufenthalt in sauerstoffangereicherter Atmosphäre ist die **Kleidung** sehr sorgfältig zu lüften, denn der Sauerstoff haftet an dieser. Eine Zündquelle, z. B. eine Zigarette, könnte einen Kleiderbrand verursachen. Kurzfristiges Einatmen von reinem Sauerstoff oder stark mit Sauerstoff angereicherter Luft hat in der Regel keine nachteiligen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus.

Öl und Fett sind in Gegenwart von Sauerstoff besonders gefährlich, weil sie explosionsartig verbrennen können. Sie dürfen niemals zum Schmieren von Arbeitsmitteln, welche mit Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherter Luft verwendet werden. Mit Öl und Fett verunreinigte Geräte und Einrichtungen sind unverzüglich mit geeigneten Lösemitteln zu entfetten.

Ursache und Massnahmen zur Vermeidung von Sauerstoffanreicherung

Insbesondere in geschlossenen, schlecht belüfteten Räumen ist das Austreten von Sauerstoff grundsätzlich zu vermeiden.

Die folgenden Punkte enthalten einige der wichtigsten Ursachen und Massnahmen zur Vermeidung von Sauerstoffanreicherung:

- Einrichtungen für die Sauerstoffversorgung müssen vor ihrer Inbetriebnahme und in regelmässigen Abständen einer **Dichtheitsprüfung** unterzogen werden. Alle Geräte, z. B. Schweis- und Schneiddüsen und Schlauchverbindungen sind sorgfältig zu befestigen.
- Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten müssen von erfahrenem und geschultem Personal ausgeführt werden.
- Die wichtigsten Voraussetzungen zur Vermeidung von Sauerstoffanreicherung beim **Schweissen, Schneiden** usw. sind die richtige Düsenauswahl und die richtige Druckeinstellung. Darüber hinaus entweicht bei vielen Verfahren mit Sauerstoffverwendung, wie beispielsweise beim Fugenhobeln, Brennschneiden, Flämmen, Sauerstofflanzenverfahren usw. ein technologisch bedingter Überschuss an Sauerstoff in die Luft. Daher muss die **Belüftung** der Bereiche, in denen solche Arbeiten ausgeführt werden, ausreichend gross sein.
- Nach Beendigung der Arbeit ist ausser den Ventilen an den Schweis- und Schneidbrennern unbedingt auch das **Sauerstoffventil zu schliessen**, das sich an der Flasche bzw. an der Versorgungsleitung befindet, um ein eventuelles Ausströmen von Sauerstoff zwischen zwei Arbeitsperioden zu vermeiden.

Neben der technologisch bedingten möglichen Sauerstoffanreicherung in der Luft, ist der **Missbrauch** von reinem Sauerstoff besonders gefährlich und daher für folgende Anwendungen ausdrücklich **verboten**:

- Antreiben von Druckluftwerkzeugen
- Aufblasen von Fahrzeugreifen, Schlauchbooten usw.
- Kühlen oder Verbessern der Luft
- Abkühlen von Personen
- Abstauben von Werkbänken, Maschinen und Kleidern
- Starten von Verbrennungsmotoren
- Farbspritzen

Sauerstoff sollte nur verwendet werden, wenn er durch kein anderes Gas ersetzt werden kann.

Sauerstoff in flüssigem Zustand

Sauerstoff in flüssigem Zustand hat eine **sehr niedrige Temperatur** (minus 183°C bei Atmosphärendruck). Weitere Information sind zu finden in der IGS-Sicherheitsempfehlung „A06 Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen“.

Auch eine geringe Menge von flüssigem Sauerstoff führt zur Bildung einer grossen Menge gasförmigen Sauerstoffs und dadurch zu einer Sauerstoffanreicherung. Tiefkalter Sauerstoff ist in verdampftem Zustand deutlich schwerer als Luft. Wo mit dem Freiwerden von tiefkalt verflüssigtem Sauerstoff gerechnet werden muss, dürfen sich keine Kanaleinläufe ohne Flüssigkeitsverschluss (z.B. Siphon), keine offenen Kellerfenster oder andere offenen Zugänge zu **tieferliegenden Räumen**, Kanälen, Gruben, Mulden usw. befinden.

Umweltbelastung durch Sauerstoff

Sauerstoff ist ein natürlicher Bestandteil der Luft und in ihr zu 21% vorhanden. Wenn Sauerstoff in die Atmosphäre entweicht, so wird diese dadurch nicht belastet. Wenn versehentlich tiefkalt verflüssigter Sauerstoff verschüttet wird, entsteht keine Verunreinigung des Erdreiches. Auch die vorübergehende lokale Bodenfrostung hinterlässt keine Dauerschäden am Erdreich.

Sauerstoffmangel

Gefahren durch Sauerstoffmangel

Wird die natürliche Zusammensetzung der Luft (zirka 21% Sauerstoff, 78 Vol.-% Stickstoff und 1% Edelgase) verändert, so können Störungen oder gar **Schädigungen des menschlichen Organismus** eintreten. Werden der Atemluft andere Gase ausser Sauerstoff beigemischt, so sinkt der Sauerstoffgehalt, es tritt Sauerstoffmangel auf. Sinkt der Sauerstoffgehalt unter 17 Vol.-%, so wird dadurch die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit zunehmend vermindert. Bei Sauerstoffkonzentrationen von weniger als 13 Volumenprozent können schwere, nicht reversible Schäden auftreten – auch Todesfälle sind möglich!

Eigenschaften und Gefahren von Gasen, welche eine Reduktion des Sauerstoffgehaltes verursachen können, sind in den entsprechenden Sicherheitsdatenblätter (SDB) nachzulesen.

Ursache für Sauerstoffmangel

Wenn verflüssigte Gase (z. B. tiefkalt verflüssigter Stickstoff, tiefkalt verflüssigtes Argon, flüssiges Kohlendioxid) verdampfen, so entstehen aus einem Liter Flüssigkeit ca. 600 bis 850 Liter Gas. Dieses erhebliche Gasvolumen verursacht besonders rasch einen Sauerstoffmangel, wenn **keine ausreichende Lüftung** vorhanden ist. Verdampfen verflüssigte brennbare Gase (z. B. Propan, flüssiges Erdgas), entsteht innert kürzester Zeit eine explosionsfähige Atmosphäre.

Wenn andere Gase als Sauerstoff aus gasführenden Leitungen, Behältern usw. austreten können, so ist immer mit Sauerstoffmangel zu rechnen. Die möglichen **Austrittsstellen** sind daher regelmässig auf **Dichtheit** zu prüfen.

Wenn in der Nähe von **Entlüftungsöffnungen** oder Abblaseleitungen gearbeitet werden muss, so muss immer damit gerechnet werden, dass aus diesen Öffnungen Gase mit geringem oder fehlendem Sauerstoffanteil austreten.

Sauerstoffmangel tritt immer dann auf, wenn Anlagen oder Behälter, für Reparatur- oder Wartungsarbeiten mit Stickstoff oder anderen **inerten Gasen gespült** werden.

Praktisch alle Schweisss- oder Anwärmeverfahren mit **offener Flamme** verbrauchen Sauerstoff aus der Luft und können damit zu Sauerstoffmangel führen, wenn nicht die Grösse der Arbeitsräume und ihre Belüftung ausreichend sind. Darüber hinaus kann die atembare Atmosphäre bei manchen Schweisssverfahren mit gesundheitsschädlichen oder giftigen Gasen angereichert werden.

Wenn Gase, die **schwerer als Luft** sind (z. B. Argon, CO₂, Kältemittel, kalte Gase, Propan, Butan,...) aus Behältern und tiefen Gruben zu entfernen sind, ist es vorteilhafter, diese Gase **von unten her abzusaugen**, als sie durch eingblasene Luft verdrängen zu wollen. Die Luft, die in solche Räume am Boden eingeleitet wird, steigt zu einem grossen Teil durch das schwerere Gas auf, ohne es zu verdrängen.

Feststellung von Sauerstoffmangel

Mit den menschlichen Sinnesorganen ist Sauerstoffmangel nicht direkt feststellbar (mögliche, indirekte Symptome: Übelkeit, Kopfschmerzen, Schwindel). Mit **Sauerstoffmessgeräten**, die einen Sauerstoffmangel (oder -überschuss) optisch oder akustisch anzeigen, lässt sich nur der Sauerstoffgehalt feststellen. Diese Geräte geben in der Regel keine Information über die Zusammensetzung der Luft und ob diese gesundheitsschädlich, giftig oder brennbar ist. Wenn letztere Gefahren vermutet werden, muss mit entsprechenden Geräten gemessen werden.

Atemschutzgeräte

Wenn mit Sauerstoffmangel gerechnet werden muss, der sich durch entsprechende Lüftungsmassnahmen nicht beseitigen lässt, sind geeignete Atemschutzgeräte zu tragen. Diese dürfen nur durch entsprechend ausgebildetes Personal eingesetzt werden. **Filtergeräte (Gasmasken) sind bei Sauerstoffmangel ohne Ausnahme unwirksam.**

Arbeiten in engen Räumen, Behältern usw.

Wenn ein Behälter oder ein enger Raum begangen werden muss, in dem Sauerstoffmangel vermutet wird oder auftreten könnte, so ist jede in den Behälter hineinführende Leitung durch Demontage eines Rohrleitungsstückes und Montage eines **Blindflansches** oder einer **Steckscheibe** von ihrer Gaszufuhr zu trennen, bevor mit der Arbeit im Behälter begonnen wird. Sich lediglich auf die Dichtheit von Ventilen zu verlassen kann tödliche Folgen haben. Bevor ein derartiger Behälter oder Raum begangen wird, ist er sorgfältig zu belüften, der **Sauerstoffgehalt** (und ggf. der Gehalt anderer gesundheitsschädlicher oder brennbarer Gase) ist regelmässig zu **analysieren**. Lässt sich in einem solchen Behälter oder Raum eine atembare Atmosphäre nicht herstellen, so müssen Atemschutzgeräte getragen werden. Solche Räume dürfen erst dann betreten werden, wenn eine schriftliche Einstiegsurlaubnis vorliegt, die von einer verantwortlichen Person unterzeichnet ist.

Solange sich eine Person in einem engen Raum oder Behälter aufhält, muss ein Sicherheitsposten direkt am Eingang ständig vorhanden sein.

Der Sicherheitsposten muss das Seil eines Rettungsgeschirrs halten, welches die im engen Raum arbeitende Person trägt. Der Sicherheitsposten darf nicht mit anderen Aktivitäten abgelenkt sein, da in seinen Händen das Leben der Person liegt, die im engen Raum oder Behälter arbeitet.

Notmassnahme bei Sauerstoffmangel

Wenn ein Beschäftigter infolge Sauerstoffmangels bewusstlos geworden ist, so kann er nur gerettet werden, wenn das **Rettungspersonal mit Atemschutzgeräten** ausgerüstet in den gefährlichen Bereich hineingehen kann. Nach Möglichkeit ist dem Verunglückten Sauerstoff aus einem automatischen Wiederbelebungsgerät zuzuführen, oder es ist künstliche Beatmung durchzuführen. Die künstliche Beatmung ist solange fortzusetzen, bis der Verunglückte selbständig atmet oder ein Arzt zum Aufhören der Wiederbelebung auffordert.

Der Verunglückte ist unverzüglich ins Freie zu bringen und warm zu halten.

Schlussbemerkung

Der sichere Umgang mit Gasen ist nur möglich, wenn die spezifischen Eigenschaften der Gase bekannt sind und bewusst genutzt werden. Unsachgemäss angewandte Gase können z. B. Erstickungen verursachen, während die sachgemässe Anwendung des Sauerstoffmangels (inertisieren) z. B. Explosionsgefahren vermindern hilft.

Geltungsbereich / Abgrenzung

Dieses Dokument ersetzt die bestehenden IGS-Sicherheitsempfehlungen „Sauerstoffanreicherung IGS-TS-002/03“ und „Sauerstoffmangel IGS-TS-003/02“.

Der Umgang mit tiefkalten flüssigen Gasen ist in der IGS-Sicherheitsempfehlung „A06 Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen“ beschrieben.

Weitere Informationen zu Sauerstoff sind in der Sicherheitsempfehlung „A01 Die wichtigsten Industriegase – Anwendung und Eigenschaften“ zu finden.

Über die sicherheitsrelevanten Eigenschaften der Gase informieren die Sicherheitsdatenblätter (SDB).

Haben Sie Fragen?

Wir halten für Sie weitere Unterlagen bereit.

Überreicht durch:

Linde Gas Schweiz AG
Hauptsitz, Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Telefon 0844 800 300, contact.lg.ch@linde.com
linde.ch



Diese Veröffentlichung entspricht dem Stand des technischen Wissens zum Zeitpunkt der Herausgabe. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen speziellen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung des IGS, des Überreichters und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.