Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre
kommmitmensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmiutmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Betrieblicher Brandschutz“ des Fachbereichs „Feuerwehren, Hilfeleistungsorganisationen, Brandschutz“ der DGUV

Ausgabe: Juni 2013 – aktualisierte Fassung Januar 2019

DGUV Information 205-006
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen
Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kapitel</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Vorbemerkung</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>1 Anwendungsbereich</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Beschreibung der Technologie</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>3 Arbeitsphysiologische Grundlagen</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>4 Risikoklassen</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>5 Grundlegende Anforderungen</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>Planung und Einrichtung</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>6 Schutzmaßnahmen für alle Bereiche mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Bauliche und technische Maßnahmen</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>7 Organisatorische Maßnahmen</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>Risikoklassen und Sicherheitsmaßnahmen</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>8 Prüfungen</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Prüfpflicht</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Prüfungen</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>9 Arbeitsmedizinische Untersuchungen</td>
<td>19</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Die Sauerstoffreduktion ist eine Technologie zur Brandvermeidung, die in verschiedenen Bereichen, vor allem in der Informationstechnologie (IT- und Serverräumen), Lagern (z. B. Kleinladungsträger-, Gefahrstoff- und Tiefkühlager) sowie Archiven und Museen immer häufiger zum Einsatz kommt. Bei Betrieb der Brandvermeidungsanlagen wird je nach gelagerten Materialien oder zu schützenden Einrichtungen der Sauerstoffgehalt der Luft im Raum reduziert, um einen Brandausbruch zu verhindern. Um gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies können bauliche, technische, organisatorische und arbeitsmedizinische Maßnahmen sein.
1 Anwendungsbereich

Diese Information gilt für Bereiche, in denen aus Gründen der Brandvermeidung die Sauerstoffkonzentration der Atmosphäre durch technische Maßnahmen gesenkt wird. Sie beschreibt die notwendigen Schutzmaßnahmen in derartigen Bereichen.


2 Beschreibung der Technologie


---

\(^1\) **Brandgefährdung**: Eine Brandgefährdung im Sinne TRGS 800 ist die Möglichkeit, dass aufgrund der Entstehung oder Ausbreitung eines Brandes und damit einhergehender Folgen wie Wärme oder Brandrauch die Sicherheit oder Gesundheit von Beschäftigten, anderen Personen oder die Umwelt beeinträchtigt wird.
Abb. 1 Beispiel eines Regelschema für Sauerstoffreduzierungsanlagen

**Entzündungsgrenze:** Die Entzündungsgrenze ist die Sauerstoffkonzentration, bei der ein brennbarer Stoff unter Versuchsbedingungen gerade nicht mehr entzündet werden kann.

**Auslegungskonzentration:** Entzündungsgrenze abzüglich eines Sicherheitsabstandes.
**Sicherheitsabstand:** Dieser Abstand berücksichtigt die Tatsache, dass der brennbare Stoff in der Anlage unter anderen Temperaturen und Drücken vorliegen kann als bei der Ermittlung der Sauerstoffgrenzkonzentration im Labor.

**Betrieblicher Abstand 1:** Dieser Abstand berücksichtigt die betrieblich bedingten örtlichen und zeitlichen Schwankungen der Sauerstoffkonzentration, die Verzögerung des Wirksamwerdens eingeleiteter Schutzmaßnahmen sowie die messtechnisch bedingte Messabweichung und Alarmverzögerung des Messgerätes zur Überwachung der Sauerstoffkonzentration.

**Betrieblicher Abstand 2:** Dieser Abstand legt den Sollwert eines Konzentrationsreglers zur Vermeidung von Fehlalarmen fest, bezogen auf die Meldung “Sauerstoffgehalt zu hoch“.

**Betrieblicher Abstand 3:** Dieser Abstand legt den Sollwert eines Konzentrationsreglers zur Vermeidung von Fehlalarmen fest, bezogen auf den unteren Alarmwert (Evakuierungsalarm).
3  Arbeitsphysiologische Grundlagen

Der Aufenthalt in einer sauerstoffreduzierten Atmosphäre ist mit einem Aufenthalt in der Höhe vergleichbar. Die physiologisch maßgebliche Größe ist der Sauerstoffpartialdruck \((pO_2)\). Aus arbeitsmedizinischer Sicht können reale Höhe (=hypobare Hypoxie) und Sauerstoffreduktion (=normobare Hypoxie) als vergleichbar betrachtet werden.


Erst bei einem deutlich reduzierten Sauerstoffgehalt der Atemluft \((c < 11 \text{ Vol.-\%})\) ist bei längerem Aufenthalt mit einer erhöhten Fehlerrate bei visuellen Aufgaben und im logischen Denken sowie mit einer verlängerten Reaktionszeit und eingeschränkter Koordinationsfähigkeit zu rechnen. Bei körperlich belastenden Arbeiten muss ein Leistungsverlust von ~10 % pro 2 % \(O_2\)-Reduktion, beginnend ab 17,4 Vol.-%, bei der Arbeitsplanung berücksichtigt werden.


In extremer Hypoxie \((O_2\)-Konzentration < 13,0 Vol.-%, Risikoklasse 3) müssen alle Maßnahmen zum Gesundheitsschutz auf der Basis einer individuellen Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Hier ist grundsätzlich umluftunabhängiger Atemschutz zu tragen (siehe auch DGUV Grundsatz G 26 „Atemschutz“).

Aus regeltechnischen Gründen kann die Sauerstoffkonzentration auf ± 0,2 Vol.-% stabilisiert werden. Diese Schwankungsbreite ist physiologisch irrelevant und kann daher aus Sicht des Personenschutzes akzeptiert werden.

Entsprechend dieser Gefährdung lassen sich die sauerstoffreduzierten Bereiche in vier Risikoklassen einteilen:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Risikoklasse 0</th>
<th>[O_2] Konzentration c (20,9 &gt; c \geq 17,0) Vol.-%</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Risikoklasse 1</td>
<td>[O_2] Konzentration c (17,0 &gt; c \geq 15,0) Vol.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Risikoklasse 2</td>
<td>[O_2] Konzentration c (15,0 &gt; c \geq 13,0) Vol.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Risikoklasse 3</td>
<td>[O_2] Konzentration c (c &lt; 13,0) Vol.-%</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Planung und Einrichtung


Die zu treffenden Schutzmaßnahmen richten sich nach dem Grad der Reduktion des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre. Die gemessene Sauerstoffkonzentration [in Vol.-%] gilt für Örtlichkeiten bis zu einer Höhe von \( h = 700 \) m über NN. Oberhalb dieser Grenze ist der Einfluss der Höhe über Meer mit zu berücksichtigen. Zur arbeitsmedizinischen Risikoklassifikation ist die reale Höhe und die Äquivalenzhöhe, die die Anlage produziert, zu addieren.

Maßgebend bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen ist die tiefste Sauerstoffkonzentration, die im Raum auftreten kann (Alarmwert für die minimale Sauerstoffkonzentration = unterster Regelbereich minus \( c = 0,1 \) Vol.-%).

Der Restsauerstoffgehalt ist so hoch wie möglich festzulegen, das heißt aus Brandschutzgründen nur so gering wie zwingend notwendig.

In sauerstoffreduzierten Bereichen dürfen keine ständigen Arbeitsplätze eingerichtet werden.
6 Schutzmaßnahmen für alle Bereiche mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre

Bauliche und technische Maßnahmen


An allen Zugängen zu den sauerstoffreduzierten Bereichen ist die Alarmierung durch ein Leuchttableau anzuzeigen (Abb. 3). Optische Alarmmittel müssen in auffälliger Weise durch unterbrochenes Aufleuchten Signal geben.

Abb. 2 Beispiel einer Kennzeichnung am Zugang zu einem sauerstoffreduzierten Bereich
Das Abschalten des Alarmes ist erst zulässig, wenn durch die Leuchttableaus an den Zugängen zu den gefährdeten Bereichen oder durch Absperren der Zugänge sichergestellt wird, dass unbefugte Personen die sauerstoffreduzierten Bereiche nicht mehr betreten können.

Abb. 3
Beispiel einer Kennzeichnung am Zugang zu einem sauerstoffreduzierten Bereich im Alarmfall
– Leuchttableau

Das Messsystem ist so zu gestalten, dass ein Funktionsverlust oder eine Fehlmessung in keinem Fall zu einem unerkannten Unterschreiten der Sauerstoff-Untergrenze führen kann.

Eine Störung des Mess- und Regelsystems muss frühzeitig erkannt und angezeigt werden.


Die Stickstoffzufuhr zum Raum muss jederzeit von Hand von einem sicheren Standort aus abgeschaltet werden können.

Es muss sichergestellt sein, dass im gesamten sauerstoffreduzierten Bereich eine homogene Sauerstoffkonzentration vorhanden ist.

Die Ausbreitung der sauerstoffreduzierten Atmosphäre in andere, nicht dafür vorgesehene Bereiche (z. B. durch Maueröffnungen, Leitungsdurchführungen, Bodenabläufe, undichte Türen, Transportbänder usw.) ist zu verhindern.
7 Organisatorische Maßnahmen

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat für Sauerstoffreduzierungsanlagen eine Betriebsanweisung unter Berücksichtigung der vom Hersteller mitgelieferten Betriebsanleitung aufzustellen, die insbesondere alle erforderlichen sicherheitstechnischen Hinweise enthält.


Bei Räumen mit einer sauerstoffreduzierten Atmosphäre ist sicherzustellen, dass nur Befugte und unterwiesene Beschäftige die Räume betreten können (Zutrittskonzept).

Die Aufenthaltszeit in Bereichen mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre soll möglichst kurz gehalten werden.

Die Sauerstoffkonzentration im sauerstoffreduzierten Bereich ist mindestens alle 10 Minuten zu messen und aufzuzeichnen. Die Ergebnisse sind für mindestens ein Jahr zu archivieren.

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat beim Betreiben von Räumen mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre sicherzustellen, dass die organisatorischen, personenbezogenen und ggf. arbeitsmedizinischen Maßnahmen auch von Beschäftigten von Fremdfirmen eingehalten werden.

Im Falle von Rettungsmaßnahmen müssen die Rettungskräfte zu Einsatzbeginn über das Vorhandensein von sauerstoffreduzierter Atmosphäre informiert sein. Eine Kennzeichnung im Feuerwehrplan ist erforderlich.

Eine Kontaktaufnahme mit Personen außerhalb der Räume mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre muss gewährleistet sein (z. B. Rufverbindung, Telefon, Funk ...).
Im Falle eines Alarms ist der Raum unverzüglich zu verlassen.


**Risikoklassen und Sicherheitsmaßnahmen**

Bei Arbeiten in Räumen mit reduziertem Sauerstoffgehalt sind die Maßnahmen aus Tabelle 1 durchzuführen.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Risikoklasse</th>
<th>Sauerstoffkonzentration ( c ) in Vol.-% ( O_2 )</th>
<th>Sicherheitsmaßnahmen</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Klasse 0</td>
<td>( 20,9 &gt; c \geq 17,0 )</td>
<td>Unterweisung der Beschäftigten</td>
</tr>
<tr>
<td>Klasse 1</td>
<td>( 17,0 &gt; c \geq 15,0 )</td>
<td>Arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß G 28 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“ Unterweisung der Beschäftigten Nach 4 Stunden Aufenthalt ist eine Pause von 30 Minuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche notwendig</td>
</tr>
<tr>
<td>Klasse 2</td>
<td>( 15,0 &gt; c \geq 13,0 )</td>
<td>Arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß G 28 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“ Unterweisung der Beschäftigten nach 2 Stunden Aufenthalt ist eine Pause von mindestens 30 Minuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche notwendig</td>
</tr>
<tr>
<td>Klasse 3</td>
<td>( c &lt; 13,0 )</td>
<td>Nicht im Regelungsbereich dieser Information Betreten ohne spezifische Zusatzmaßnahmen nicht zulässig</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 1: Risikoklassifikation der Hypoxieexposition und Sicherheitsmaßnahmen
Prüfpflicht

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat Sauerstoffreduzierungsanlagen durch befähigte Personen (siehe Betriebssicherheitsverordnung) prüfen zu lassen.

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat die Sauerstoffreduzierungsanlagen unverzüglich einer außerordentlichen Prüfung durch befähigte Personen zu unterziehen, wenn außergewöhnliche Ereignisse stattgefunden haben, die schädigende Auswirkungen auf die Sicherheit haben können. Ist aufgrund festgestellter Mängel mit einer Gefahr für Personen zu rechnen, muss die Sauerstoffreduzierungsanlage außer Betrieb genommen werden. Der Brandschutz ist dann durch geeignete Ersatzmaßnahmen sicher zu stellen.

Bei festgestellten Mängeln hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin der Sauerstoffreduzierungsanlage für die Beseitigung der aufgezeigten Mängel zu sorgen.

Prüfungen

Abnahmeprüfung
Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat die Sauerstoffreduzierungsanlage nach Errichtung oder nach wesentlichen Änderungen der Anlage einer Abnahmeprüfung durch den Hersteller/Errichter oder durch eine befähigte Person zu unterziehen. Diese Prüfung muss vor Inbetriebnahme erfolgt sein.

Regelmäßige Prüfungen
Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat die ordnungsgemäße Funktion von Sauerstoffreduzierungsanlagen mindestens einmal jährlich durch eine befähigte Person prüfen zu lassen. Besondere betriebliche Gegebenheiten können häufigere Prüfungen erforderlich machen.
Nachweis der Prüfungen
9 Arbeitsmedizinische Untersuchungen

Personen, die sauerstoffreduzierte Bereiche der

**Risikoklasse 1**  [O₂ Konzentration c 17,0 > c ≥ 15,0 Vol.-%]

und/oder der

**Risikoklasse 2**  [O₂ Konzentration c 15,0 > c ≥ 13,0 Vol.-%]

betreten, sind vor Arbeitsaufnahme und danach in regelmäßigen Abständen, gemäß DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen – DGUV Grundsatz G 28 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“, arbeitsmedizinisch zu untersuchen.

Die Untersuchung dient der Feststellung, ob bei diesen Personen gesundheitliche Bedenken gegen eine Tätigkeit in technisch sauerstoffreduzierter Atmosphäre bestehen.

Ein Einsatz in Räumen mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre darf erst stattfinden, wenn die Untersuchung gemäß dem DGUV Grundsatz G 28 erfolgt ist.