Inhaltsverzeichnis

7.3 Ersticken, Ertrinken	1
7.3.1 Einführung	2
7.3.2 Art der Gefährdungen und ihre Wirkungen	3
7.3.3 Ermittlung und Beurteilung	7
7.3.4 Arbeitsschutzmaßnahmen und Wirkungskontrolle	11
7.3.5 Vorschriften, Regelwerk, Literatur - Ersticken	16
7.3.6 Vorschriften, Regelwerk, Literatur - Ertrinken	17
7.3.7 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	18
7.3.8 Autoren und Ansprechpartner	20

7.3 Ersticken, Ertrinken

Reduzierung der Sauerstoffaufnahme in den Körper gefährdet Gesundheit und Leben, z. B. durch sauerstoffreduzierte Atemluft oder Behinderung der Atmung in Gewässern. Ersticken oder Ertrinken kann sehr schnell eintreten.

7.3.1 Einführung

Ersticken ist eine Sammelbezeichnung für zahlreiche unterschiedliche Vorgänge, die die Sauerstoffaufnahme in den Körper und damit die Sauerstoffversorgung der Organe beeinträchtigen. Zu unterscheiden sind:

– äußere Erstickung durch Sauerstoffmangel der Atemluft oder Verlegung der Atemwege oder Atemlähmung
– innere Erstickung durch Stoffe/Gase, die die Aufnahme und die Bereitstellung von Sauerstoff im Körper beeinträchtigen

Ertrinken ist eine Sonderform des äußeren Erstickens durch Verlegung der Atemwege durch Flüssigkeit (meist Wasser).

Im allgemeinen Sprachgebrauch schließt Ersticken und Ertrinken den Tod der betreffenden Person ein.

Die Unfallversicherung in Deutschland registrierte von 2014 bis 2018 [1]

gut 3 000 meldepflichtige Arbeitsunfälle durch Ersticken, davon
- gut 400 durch Ertrinken,
- gut 500 durch verschüttet werden sowie
- etwa 1 200 durch Gase;

– knapp 100 Unfälle davon verliefen tödlich.

7.3.2 Art der Gefährdungen und ihre Wirkungen

Ersticken

Ersticken ist die Auswirkung unterschiedlicher wirksam gewordener Gefährdungen:
- mangelnde Verfügbarkeit von Atemluft oder Sauerstoff beim Verschüttetwerden
- Einatmen oder Verschlucken von Fremdkörpern mit einer Blockierung der Atemwege, in besonderer Form bei Einatmen oder Verschlucken von Wasser als Ertrinken
- mangelnde Sauerstoffkonzentration in großen Höhen
- Verbrauch von Sauerstoff in engen oder abgeschlossenen Räumen
- Verdrängung von Sauerstoff durch andere Gase
- Tätigkeiten in Räumen und Bereichen mit reduzierter Sauerstoffkonzentration
- Blockierung der Atmung durch giftige Gase
- Einatmen von höheren Konzentrationen von Kohlendioxid

Der Mensch ist auf eine ständige und gleichbleibende Sauerstoffzufuhr angewiesen. Sauerstoffmangel in der Einatemluft führt zu einem Sauerstoffmangel in den Zellen des menschlichen Körpers und blockiert wichtige Lebensfunktionen. Er wird durch die menschlichen Sinne nicht wahrgenommen. Sauerstoffmangel kann zu Bewusstlosigkeit führen, irreversible Schädigung von Gehirnzellen und den Tod bewirken. Der Umfang der Schädigung ist abhängig von der restlichen Sauerstoffkonzentration in der Einatemluft, der Einwirkdauer, dem Atemminutenvolumen und der körperlichen Verfassung.

Verschüttung

Bei Verschüttungen entsteht die Gefährdung durch unkontrolliert bewegte Erdmassen oder Sande sowie durch Schnee bei Lawinenabgängen. Durch mangelnde Sauerstoffzufuhr ist Atemnot die Folge. Teilweise tritt auch eine mechanische Blockierung der Atmung durch eine Quetschung des Brustkorbs hinzu. Aufgrund der genannten Gefahrenquellen, die zu den mechanischen Faktoren gehören, wird diese Gefährdung im Abschnitt "Unkontrollierte bewegte Teile" behandelt.

Fremdkörper verschlucken oder einatmen

Einatmen oder Verschlucken von Fremdkörpern ist häufig eine Folge zu hastigen Essens. Ist der Fremdkörper (z. B. Bestandteile des Essens) zu groß, kann ein Reflex des Kehlkopf-Nervengeflechts plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstand auslösen (Bolustod). Es handelt sich also nicht um Ersticken.

Das Einatmen oder Verschlucken von größeren Mengen Wasser wird als Sonderfall behandelt, hier spricht man vom Ertrinken (siehe folgenden Abschnitt "Ertrinken").

Mangelnde Sauerstoffkonzentration

Die mangelnde Sauerstoffkonzentration ist eine Folge des abnehmenden Luftdrucks, insbesondere in Höhen über 3 000 Metern. Diese Gefährdung wird im Abschnitt "Unter- oder Überdruck" behandelt.

In engen oder abgeschlossenen Räumen ist die verfügbare Sauerstoffmenge begrenzt. Bei unzureichender Frischluftzufuhr kann es durch den Verbrauch von Sauerstoff zu Sauerstoffmangel kommen. Sauerstoffverbraucher sind u. a.:
- Der Mensch durch seine eigene Atmung
- Offenes Feuer, zum Beispiel bei Schweißarbeiten
- Chemische Reaktionen (z. B. Oxidation) mit Gütern (vgl. Stoffliste in Anhang 5 DGUV Regel 113-004)

Es erfolgt bei diesen Prozessen eine Bindung des Sauerstoffs in Oxidationsprodukten, oft in Form von Kohlendioxid CO_2. Die Gefährdungen bestehen im Sauerstoffmangel und im Einatmen von Gefahrstoffen. Sauerstoffmangel liegt nach DGUV Regel 103 003 und DGUV Regel 113-004 vor, wenn bei Normaldruck der Sauerstoffgehalt niedriger ist als der Sauerstoffgehalt der natürlichen Atemluft von ca. 20,9 Vol.-% Sauerstoff. Auch Bereiche, die nur teilweise von festen Wandungen umgeben sind, in denen sich aber Gefahrstoffe ansammeln können bzw. Sauerstoffmangel entstehen kann, sind enge Räume im Sinne der DGUV Regel 113-004. Mit abnehmendem Sauerstoffgehalt in der Luft treten schwerere Folgen ein:

Tab. 7.3-1 Gefährdung und Auswirkung bei abnehmender Sauerstoffkonzentration [2]

O_2-Anteil in der Atemluft	Gefährdung und Auswirkung
21 - 18 Vol.-%	Betroffene können keine erkennenden Symptome feststellen.
18 - 11 Vol.-%	Ohne dass der Betroffene es merkt, sind körperliche und geistige Leistungsfähigkeiten beeinträchtigt.
11 - 8 Vol.-%	Mögliche Ohnmacht innerhalb weniger Minuten ohne Vorwarnung. Unter 11 % tödliches Risiko.
8 - 6 Vol.-%	Ohnmacht nach kurzer Zeit. Bei sofortiger Durchführung ist Wiederbelebung möglich.
6 - 0 Vol.-%	Unmittelbare Ohnmacht. Hirnschäden, auch bei Rettung.

Sauerstoffverdrängung durch andere Gase

Durch die Freisetzung von anderen Gasen kann die atmosphärische Luft verdrängt werden, damit sinkt der Sauerstoffanteil in der Atemluft. Erhöhtes Risiko besteht in engen, unbelüfteten Räumen wie Tanks, Behältern, Schächten, Kanälen und Kellern. Viele Gase sind schwerer als Sauerstoff und reichern sich daher in Bodennähe an. Tödliche Unfälle haben sich schon ereignet, bei denen sich Mitarbeiter leicht in einen Behälter gebeugt haben, um ihn zu inspizieren und dort kein ausreichender Sauerstoffgehalt war.

Inerte Gase wie Stickstoff, Argon und Helium sind geruchs-, farb- und geschmacklos, sie haben daher keine Warnwirkung. Die Erstickung tritt ohne vorher spürbare Signale ein.
Weitere mögliche Gefährdungen sind Vergiftungen durch giftige Gase sowie Explosionsgefahren durch brennbare Gase.

Mögliche Gefahrenquellen sind:
- Undichtigkeiten an Druckgasflaschen und Gasleitungen
- unzureichende Belüftung von Tanks und Behältern, die mit Stickstoff gespült wurden
- Auslösung von Kohlendioxid-Feuerlöschanlagen
- Umgang mit tiefkaltverflüssigten oder unter Druck verflüssigten Gasen. Wenn verflüssigte Gase (z. B. tief kalt verflüssigter Stickstoff, der zu Kühlungszwecken eingesetzt wird) verdampfen, so entstehen aus einem Liter Flüssigkeit etwa 600 bis 850 Liter Gas. Durch diese Ausdehnung kann es zu einer schnellen Verdrängung kommen.
- biologische Reaktionen, z. B. Gärung bei der Herstellung von Bier mit der Freisetzung von Kohlendioxid im Gärkeller oder Verrottung von biologischem Material in Abwassersystemen mit Bildung von Faulgasen

Tätigkeiten in Räumen mit reduzierter Sauerstoffkonzentration

Eine aktive Verdrängung des Sauerstoffs, in der Regel durch Stickstoff, ist eine technische Maßnahme zur Brandverhütung. Sie wird u. a. eingesetzt in EDV-Räumen, Telekommunikationsanlagen, Lebensmittellagern, Kühlhäusern, Bibliotheken und Archiven, in denen Beschäftigte regelmäßig Kontroll-, Reparatur- und Wartungsarbeiten mit Aufenthaltsdauern von bis zu mehreren Stunden vornehmen.
Der Sauerstoffgehalt wird in diesen Bereichen von 21 Vol.-% auf 13 bis 17 Vol.-% durch Einbringung von Stickstoff abgesenkt. Neben Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit können Ohnmacht und Tod eintreten, wenn der Sauerstoffgehalt durch Störungen unter die festgelegte Mindestsauerstoffkonzentration absinkt (Abschnitt "Ermittlung und Beurteilung").

Blockierung der Atmung durch giftige Gase und Dämpfe

Kohlenmonoxid (CO) sowie Blausäure (Cyanwasserstoff HCN) blockieren durch ihre starke Bindung an das Hämoglobin den Sauerstofftransport im Blut. Schwefelwasserstoff (H_2S) hemmt wichtige Enzyme der Atmungskette. Dadurch werden vor allem Gewebe mit hohem Sauerstoffverbrauch (Nerven, Herz) geschädigt. Alle drei Stoffe können in höheren Konzentrationen in Rauchgasen bei Bränden, schlecht eingestellten Motoren oder Öfen entstehen.

Nach Einatmen von Dichlormethan-Dämpfen, das z. B. als Löse- oder Abbeizmittel sowie Klebstoff zur Anwendung kommt, wird im Körper Kohlenmonoxid als Abbauprodukt gebildet, das an Hämoglobin gebunden wird.

Schon nach wenigen Atemzügen ist Bewusstlosigkeit und Tod durch Ersticken möglich. Aufgrund dieser Wirkungen als innere Erstickung (Vergiftung) sind diese Stoffe als Gefahrstoffe zu betrachten. Diese Gefährdung wird im Abschnitt "Einatmen von Gefahrstoffen" behandelt.

Einatmen von höheren Konzentrationen von Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO_2) ist nicht als gefährlicher Stoff (nach § 3a Chemikaliengesetz (ChemG)) eingestuft. Ab einer Raumluftkonzentration von ca. 4 Vol.-% wird aber das Abatmen vom im Köper gebildeten CO_2 behindert und es kommt dadurch zu einer Anreicherung im Körper. Bei höheren Konzentrationen sind Bewusstlosigkeit und Tod durch Ersticken möglich. Aufgrund dieser erstickenden Wirkung (sonstige durch Gefahrstoff bedingte Gefährdung) ist Kohlendioxid ein Gefahrstoff (TRGS 400).

Gefährdungen durch Kohlendioxid bestehen insbesondere bei

- Undichtigkeiten an Getränkeschankanlagen; hier ist Kohlendioxid, umgangssprachlich als Kohlensäure bezeichnet, das am häufigsten verwendete Druckgas;
- Umgang mit Trockeneis (tiefkalt verfestigtes Kohlendioxid) zu Kühlungszwecken;
- Einatmen von Motorabgasen, z. B. in Garagen, hier ist auch die Vergiftung durch Einatmen von Kohlenmonoxid zu beachten.

Arbeiten Personen in Behältern, teilweise geschlossenen Räumen, Gräben, Gruben oder in kleinen Räumen, werden plötzlich ohnmächtig und geben kein Lebenszeichen mehr von sich, dann ist davon auszugehen, dass Sauerstoffmangel vorliegt.

Gefährdungen beim Retten von verunfallten Personen

Bei Rettungsversuchen kam es schon zu Todesfällen, weil Personen ohne ein von der Umgebungsluft unabhängiges Atemschutzgerät zum Verunfallten gelangen wollten. Hier ist von einem hohen Risiko auszugehen, weil in der Stresssituation notwendige Schutzmaßnahmen häufig außer Acht gelassen werden.

Ertrinken

Ertrinken ist ein Tod durch Sauerstoffmangel, der infolge Einatmens von Wasser oder anderen Flüssigkeiten in die Lunge eintritt. Oft wird verallgemeinert jeder Tod im Wasser als Ertrinken bezeichnet. In der Medizin wird als Ertrinken das Eintauchen des Körpers und des Kopfes mit Todesfolge innerhalb von 24 Stunden bezeichnet.

"Trockenes Ertrinken"

Beim Einatmen selbst geringer Mengen Flüssigkeit kann es zu einem Atemwegskrampf (Verschluss der Stimmritze im Bereich des Kehlkopfes durch die Stimmbänder) kommen, wodurch die Atmung unterbunden wird. Hält dieser Krampf z. B. bei Bewusstlosigkeit an, führt dies innerhalb von fünf bis zehn Minuten zum Tod, dem sog. "trockenen" Ertrinken.

"Nasses Ertrinken"

In der Mehrzahl der Fälle löst sich aber der Krampf innerhalb von Sekunden und die verunfallte Person unter Wasser schluckt und atmet größere Mengen Wasser ein. Ein Tod infolge von eingeatmetem Wasser in der Lunge wird als "nasses" Ertrinken bezeichnet. In beiden Fällen führt der Sauerstoffmangel in der Regel zum Kammerflimmern und schließlich zum Herzstillstand.

Sekundäres Ertrinken

In Fällen, in denen ein Verunfallter aus dem Wasser gerettet wird (Beinaheertrinken), kann es innerhalb von Stunden durch Lungenschäden (Lungenödeme oder Lungenentzündung) ebenfalls zu Todesfällen kommen (sekundäres Ertrinken). Die Lungenschädigung kann durch Bestandteile im Wasser (z. B. Salze, Bakterien, Algen) verstärkt werden. Unterschiedliche Wirkungen von Salz- und Süßwasser sind für die Praxis kaum von Bedeutung, hier ist eher der Verschmutzungsgrad entscheidend. Auch kann es nach dem Verschlucken von größeren Mengen Wasser zum Erbrechen kommen. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass Bestandteile des Mageninhalts eingeatmet werden. Dies löst ebenfalls eine starke Entzündungsreaktion aus.

Sturz in eine Flüssigkeit

Bei der Möglichkeit eines Sturzes in eine Flüssigkeit (insbesondere in einen Wasser-behälter, ein Wasserbecken oder in ein Gewässer) ist stets von der Gefährdung "Ertrinken" in der Folge des Sturzes auszugehen.

Insbesondere sind folgende Situationen zu betrachten (DGUV Regel 112-201 Abschnitt 3.1.2.1):

- Sturz in eine Flüssigkeit
- Sturz in eine Flüssigkeit in bewegungsunfähigem Zustand oder Ohnmacht, hervor-gerufen durch ein vorhergehendes Ereignis oder einen Unfall
- Bewegungsunfähigkeit nach dem Sturz in die Flüssigkeit, hervorgerufen durch Schock, Kreislaufversagen oder Ohnmacht bzw. durch Eigenschaften der Flüssigkeit (z. B. Kälte)
- Bewegungsunfähigkeit oder Ohnmacht durch Erschöpfung oder durch Unterkühlung bei entsprechend langer Verweildauer in der Flüssigkeit
- Probleme der Ortung bei Nacht und unsichtigem Wetter und in strömenden Gewässer

Tätigkeiten mit einer Gefährdung des Sturzes in Flüssigkeiten oder Gewässer sind z. B.:

- Tätigkeiten auf Deck von Binnen- oder Hochseeschiffen, insbesondere auf Fischereifahrzeugen beim Ausbringen und Einholen der Fischernetze
- Bootsübergänge z. B. beim Überwechseln eines Lotsen, bei Schiffskontrollen durch die Wasserschutzpolizei
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Schiffen sowie im Schiffbau
- Tätigkeiten in Häfen, an Kanälen und Talsperren
- Bau- und Abbrucharbeiten im Bereich von Gewässern, insbesondere Arbeiten an Brücken, Ufer- und Kanalbefestigungen sowie Schifffahrtseinrichtungen
- Tätigkeiten in Kläranlagen und Kanalisationsanlagen
- Tätigkeiten der Kiesgewinnung
- Hilfseinsätze an Gewässern von Feuerwehr, Technisches Hilfswerk (THW), Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e. V. (DLRG) und anderen Hilfsorganisationen im und am Wasser sowie bei Überschwemmungen und der Eisrettung

Wassereinbruch in Arbeitsbereiche

Als weitere Gefährdung kann der Einbruch von Wasser auftreten:

- beim Tunnelbau und bei Bohrungen, insbesondere bei Arbeiten unterhalb der Grundwasserlinie
- bei Inspektionen und Arbeiten in Kanalisationsanlagen, insbesondere bei starken Gewitterregen, die zu einem kurzzeitigen, starken Anstieg des Wasserspiegels führen

Taucherarbeiten

Etwa 80 % aller tödlichen Tauchunfälle beruhen auf Ertrinken. Neben Mängeln in der Ausrüstung ist oft die mangelnde Erfahrung bei Sporttauchern Ursache eines Unfalls.

Wasserrettung

Retter bei Unfällen im Wasser sind ebenfalls der Gefährdung "Ertrinken" ausgesetzt. Sie können vom wild um sich schlagenden Ertrinkenden getroffen werden oder der Ertrinkende klammert sich an den Retter und zieht ihn unter Wasser.

7.3.3 Ermittlung und Beurteilung

Eine Gefährdung zu ersticken bzw. zu ertrinken besteht, wenn Arbeitsbedingungen wie in Abschnitt 7.3.2 "Art der Gefährdungen und deren Wirkungen" und im Folgenden beschrieben vorliegen.

Die Methodik zur Beurteilung des Risikos, zu ersticken bzw. zu ertrinken, hängt von den Arbeitsbedingungen der jeweiligen Gefährdungen ab. In vielen Fällen geht dem Ersticken bzw. Ertrinken eine andere wirksam gewordene Gefährdung voraus, die bei der Risikobeurteilung zu berücksichtigen ist.

Ersticken

Verschüttung unter Erdmassen, Streugut oder Schnee

Das Risiko, infolge von Verschüttung unter Erdmassen, Streugut oder Schnee zu ersticken, ist nach Abschnitt Unkontrolliert bewegte Teile (Mechanische Gefährdungen) zu beurteilen.

Einatmen oder Verschlucken von Fremdkörpern mit Blockierung der Atemwege

Für die Beurteilung des Risikos, in Folge des Einatmens oder Verschluckens von Fremdkörpern durch Blockierung der Atemwege zu ersticken, liegt keine spezifische Methodik vor. Sie sollte unter Einbeziehung arbeitsmedizinischer Expertise erfolgen.

Mangelnde Sauerstoffkonzentration in Höhenlagen

Das Risiko, in Höhen über 3 000 Meter über Normalhöhennull (NHN) aufgrund mangelnder Sauerstoffkonzentration zu ersticken, ist nach Abschnitt "Unter- oder Überdruck" (Gefährdungen durch physikalische Einwirkungen) zu beurteilen.

Mangelnde Sauerstoffkonzentration in engen Räumen

Für die Beurteilung des Risikos, in engen Räumen aufgrund mangelnder Sauerstoffkonzentration zu ersticken, stehen eine Reihe Technischer Regeln und Informationen zur Verfügung:

- Die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.6 definiert in Abschnitt 4.1, dass in umschlossenen Arbeitsräumen eine "gesundheitlich zuträgliche Atemluft in ausreichender Menge vorhanden sein muss". In der Regel entspricht dies der Außenluftqualität. Bei Bauarbeiten in abwassertechnischen Anlagen, unter Tage oder in engen Räumen ist ein Sauerstoffgehalt von mindestens 19 Vol.-% sicherzustellen (ASR A3.6, 7 (2)).
- Nach DGUV Regel 101-604, Abschnitte 3.7.4 und 3.8.1 muss an jeder Arbeitsstelle ein Sauerstoffgehalt von mehr als 19 Vol.-% vorhanden sein. Arbeiten in Arbeitsumgebungen mit begrenzter natürlicher Belüftung, z. B. in tieferen Schächten oder unter Tage, sind nur mit einer Überwachung durch ein Sauerstoffmessgerät zulässig.
- Bei Arbeiten in umschlossenen Räumen abwassertechnischer Anlagen stellt die DGUV Regel 103-003 insbesondere in Abschnitt 4.2 Anforderungen auf, deren Einhaltung eine hinreichende Risikobeherrschung angeben.
- Für Rohrleitungsbauarbeiten gibt die DGUV Information 201-052 insbesondere in Abschnitt 5.4 Anforderungen zur Risikobeherrschung an.
- Für Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen enthält DGUV Regel 113-004 insbesondere in Abschnitt 4.4 Anforderungen zur Beherrschung des Risikos zu ersticken. Danach handelt es sich um gefährliche Arbeiten nach § 8 DGUV Vorschrift 1 und § 22 Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG).

Werden die für den jeweiligen Anwendungsfall zutreffenden qualitativen Anforderungen in den Technischen Regeln

- vollständig und zuverlässig eingehalten, kann von einem geringen Restrisiko im Akzeptanzbereich ausgegangen werden. Weitere Risikoreduzierung ist aber ggf. möglich und anzustreben.
- weitgehend vollständig, aber nicht hinreichend zuverlässig eingehalten, besteht ein Risiko im Besorgnisbereich, der Maßnahmen insbesondere des aktiven Risikomanagements erfordert, um sicherzustellen, dass das noch tolerierbare Risiko zuverlässig eingehalten und möglichst weit unterschritten bleibt.
- nicht oder unzureichend eingehalten, besteht Gefahr (nicht tolerierbares Risiko). Maßnahmen der Risikoreduzierung sind erforderlich.

Die Betriebsärztin/der Betriebsarzt ist bei Bedarf bei der Risikobeurteilung hinzuzuziehen.

Sauerstoffverdrängung durch Gase

Das grundsätzliche Risikopotenzial kann durch eine erste Worst-Case-Betrachtung erfolgen, indem man die verbleibende Sauerstoffkonzentration ermittelt, wenn sich alle vorhandenen sauerstoffverdrängenden Gase im Raum

ausgebreitet haben. Befinden sich beispielsweise in einem 20 m³ großen Raum zwei Liter Flüssigstickstoff, könnte dieser bei einer Havarie ca. 1,6 m³ Raumluft verdrängen; der durchschnittliche Sauerstoffgehalt würde um weniger als 10 % sinken; das wäre unbedenklich. Da kalter Stickstoff schwerer ist als Luft bei Raumtemperatur, würde er bei geringer Luftbewegung aber eine bis zu 50 cm hohe Stickstoffgasschicht am Boden bilden, die fast keinen Sauerstoff enthält und damit schon beim Bücken ein sehr hohes Erstickungsrisiko bedeuten.

DGUV Regel 113-004 enthält in Abschnitt 4.3 Anforderungen, die zur Risikobeurteilung herangezogen werden können.

Tätigkeiten in Räumen mit reduzierter Sauerstoffkonzentration

DGUV Information 205-006 legt Risikobereiche nach Sauerstoffkonzentration O_2 in der Luft fest:
- Risikoklasse 0: > 17 Vol.-%: unbedenklich
- Risikoklasse 1: < 17 und > 15 Vol.-%: Leistungseinschränkungen
- Risikoklasse 2: < 15 und > 13 Vol.-%: gesundheitsschädlich
- Risikoklasse 3: < 13 Vol.-%: Bewusstlosigkeit, irreversible Schäden, Tod

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen sind die lokalen Gegebenheiten (z. B. Höhenlage, Wetter-/Luftdruckbedingungen), zusätzliche chemische, biologische oder physikalische Einwirkungen (wie Kälte) sowie der Schweregrad der zu verrichtenden körperlichen Arbeit und die psychomentalen Belastungen mit zu berücksichtigen. Ab einer Höhe von 700 m über NHN ist der Einfluss der Höhe über Meer mit zu berück-sichtigen. Zur arbeitsmedizinischen Risikoklassifikation sind die reale Höhe und die Äquivalenzhöhe, die die Anlage produzieren, zu addieren. Die baulichen, technischen, organisatorischen und arbeitsmedizinischen Maßnahmen sind in der Gefährdungsbeurteilung (dem betriebsspezifischen Sicherheitskonzept) zu dokumentieren (DGUV Information 205-006).

Gefährdungen durch Kohlendioxid (CO_2)

Für Kohlendioxid besteht ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 5 000 ml/m³ (ppm), was 0,5 Vol.-% entspricht. Als resorptiv wirksamer Stoff gilt für Kurzzeitwerte (15-Minuten-Mittelwert) ein Überschreitungsfaktor von 2; dies entspricht einem Mittelwert von 1 Vol.-% (TRGS 900).

Kohlendioxid kommt mit einer Konzentration von etwa 0,035 Vol.-% in der Atmosphäre vor. In der Ausatemluft des Menschen beträgt die Konzentration ca. 4 Vol.-%. Steigt der Gehalt in der Einatemluft über 4 Vol.-%, kommt es zu einer Anreicherung von Kohlendioxid im Blut, da kein Austausch gegen Sauerstoff mehr stattfindet (vgl. Tabelle 7.3-2).

DGUV Regel 110-007 und ASI 6.80, Anhang 1 enthalten Verfahren zur worst-case-Berechung der Kohlendioxid- bzw. Stickstoff-Konzentration bei Austritt des gesamten Flascheninhalts in Abhängigkeit vom Raumvolumen.

Tab. 7.3-2 Gefährdung und Auswirkung bei zunehmender CO_2-Einwirkung gem. ASI 6.80, Abschnitt 2.2

CO_2-Anteil in der Atemluft	Gefährdung und Auswirkung bei zunehmender Kohlenstoffdioxid-Einwirkung
0,5 - 1 Vol.-%	bei nur kurzzeitiger Einatmung generell noch keine besonderen Beeinträchtigungen der Körperfunktionen
2 - 3 Vol.-%	zunehmende Reizung des Atemzentrums mit Aktivierung der Atmung und Erhöhung der Pulsfrequenz.
4 - 7 Vol.-%	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden; zusätzlich Durchblutungsprobleme im Gehirn, Aufkommen von Schwindelgefühl, Brechreiz und Ohrensausen
8 - 10 Vol.-%	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden bis zu Krämpfen und Bewusstlosigkeit mit kurzfristig folgendem Tod
10 Vol.-%	Tod tritt kurzfristig ein

Blockierung der Atmung durch giftige Gase und Dämpfe

Angaben zur Risikobeurteilung enthält der Abschnitt "Gefahrstoffe".

TRGS 900 gibt die Arbeitsplatzgrenzwerte an, z. B.
- 50 ppm für Dichlormethan
- 30 ppm für Kohlenmonoxid
- 5 ppm für Schwefelwasserstoff
- 0,9 ppm für Cyanwasserstoff

Ertrinken

Mit erhöhten Risiken des Ertrinkens ist zu rechnen bei
- den in DGUV Regel 112-201, Anhang 2 aufgeführten Einsatzgebieten,
- seemänischem Überstieg von Wasserfahrzeugen auf Anlagen oder andere Wasserfahrzeuge und umgekehrt (vgl. DGUV Information 203-007, insbesondere Abschnitt C 2.2).

Besonders gefährliche Arbeiten im Sinne der Baustellenverordnung (Anhang II) und RAB 10 sind:
- Tätigkeiten an, auf oder über Flüssigkeit, insbesondere Wasser, in einem Abstand von weniger als 2 m von der Absturzkante ohne technische Schutzmaßnahmen, da dann eine unmittelbare Gefahr des Ertrinkens im Sinne der BaustellV besteht
- Brunnenbauarbeiten, also Arbeiten zur Errichtung, Änderung, Instandhaltung oder Instandsetzung von Brunnen jeder Art, bei denen die Gefahr des Hineinfallens, des Verschüttetwerdens, des Ertrinkens, des Vergiftetwerdens oder eine Verpuffungs-gefahr aufgrund eines explosiven Gas-Luft-Gemisches besteht
- Arbeiten mit Tauchgeräten in flüssigen Medien, bei denen die Taucher über Tauchgeräte mit Atemgas versorgt werden. Dabei befinden sich die Taucher in lebensfeindlicher Umgebung. Der Ausfall der Atemgasversorgung bedeutet akute Lebensgefahr für den Taucher. Daher dürfen derartige Arbeiten nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden (vgl. DGUV Vorschrift 40 "Taucharbeiten").

Absturzhöhe

In Abhängigkeit von der jeweiligen Absturzhöhe muss bei der Beurteilung des Risikos bedacht werden, dass der Verunfallte beim Aufprall auf der Wasseroberfläche verletzt wird oder bewusstlos werden kann.

Schwimmfähigkeiten

Beim Sturz in fließende oder kalte Gewässer sowie auf hoher See sind Schwimmfähigkeiten des Verunfallten kein Beurteilungskriterium, da auch ein geübter Schwimmer schnell unterkühlt und schon nach wenigen Minuten nicht mehr handlungsfähig sein kann.

Die Schwimmfähigkeit kann auch durch weitere Ausrüstung (z. B. Atemschutzgeräte, schwere Schutzausrüstung) beeinträchtigt sein. Die Schutzwirkung von Schwimmwesten kann durch Funktionsstörung oder Beschädigung ausfallen (vgl. DGUV Regel 112-201, Abschnitt 3.1.2.3).

Unterkühlung

Da Wasser eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft hat, kommt es bei Stürzen in Gewässer häufig zu einer schnellen Auskühlung des Verunfallten. Eine Faustformel spricht von etwa einer Minute Handlungsfähigkeit pro Grad Wassertemperatur über null. Ab etwa 26 °C ist kaum mehr von einer Unterkühlung auszugehen. Bei Wassertemperaturen um den Gefrierpunkt muss damit gerechnet werden, dass der Verunfallte innerhalb weniger Minuten bewusstlos wird.

Flüssigkeiten mit geringem Auftrieb

Bei Arbeiten in Kläranlagen muss der mangelnde Auftrieb in Belüftungs- und Belebungsbecken berücksichtigt werden. Durch eingeblasene Luft wird die Dichte des Wassers herabgesetzt. Stürzt ein Mensch in das Becken, sinkt er sofort zu Boden. Schwimmwesten sind in der Regel wirkungslos. Infolge des eingeatmeten stark verschmutzten Abwassers verlaufen derartige Unfälle in der Regel tödlich.

Weitere gefahrbringende Bedingungen

Es können auch mehrere Gefährdungen kombiniert auftreten. Bei der Gefährdungsermittlung ist grundsätzlich davon auszugehen, dass der Abgestürzte nicht aktiv zu seiner Rettung beitragen kann.
Zum möglichen Sturz in eine Flüssigkeit können auch weitere gefahrbringende Bedingungen am jeweiligen Arbeitsplatz beitragen und sind deshalb in die Gefährdungsermittlung mit einzubeziehen, z. B „(vgl. u.a. DGUV Regel 112-

201, Abschnitt 3.1.2.2.):

– unzureichende oder fehlende Absturzsicherungen
– Stürzen oder Stolpern
– Ausrutschen auf Verunreinigungen oder Eis
– austretende Flüssigkeiten oder Gase
– mechanische Einwirkungen, z. B. getroffen werden von bewegten Gegenständen
– optische Einwirkungen, Blendung, Spiegelungen, unzureichende Beleuchtung
– chemische Einwirkungen
– thermische Einwirkungen
– Hitze, hohe Sonneneinstrahlung, Wind
– schwere dynamische Arbeit mit Ermüdungspotenzial
– Ablenkung
– Zeitdruck

Wechselwirkungen

Die am Arbeitsplatz vorhandenen Gefährdungen können auch direkten Einfluss auf die Schutzwirkung der persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken haben, z. B. durch mechanische Einwirkungen (Stiche oder Stöße) oder thermische Einflüsse (Schweißperlen bei Schweißarbeiten). Hier sind ggf. zusätzliche Schutzmaßnahmen, z. B. das Anbringen spezieller Schutzhüllen, vorzusehen.

7.3.4 Arbeitsschutzmaßnahmen und Wirkungskontrolle

Arbeitsschutzmaßnahmen sind in aller Regel vor Aufnahme der Tätigkeit zu ergreifen, um sicherzustellen, dass Beschäftigte nur einem akzeptablen, zumindest aber tolerablen Restrisiko zu ersticken bzw. zu ertrinken ausgesetzt sind.

Um dies zu gewährleisten, ist eine entsprechende Wirksamkeit der Maßnahmen vor Aufnahme der Tätigkeit zu kontrollieren. Der Arbeitgeber muss sicherstellen, dass die Maßnahmen dauerhaft wirksam bleiben. Dies ist in geeigneten Abständen zu kontrollieren. Dabei hat der Arbeitgeber eine stetige Verbesserung der Arbeitsbedingungen anzustreben (vgl. § 3, Absatz 1 ArbSchG).

Ersticken

Die Maßnahmen sind vorrangig darauf auszurichten, dass eine ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden ist (Anhang, Nr. 3.6 ArbStättV). Technische Regeln konkretisieren die Anforderungen, insbesondere ASR A3.6 Lüftung sowie DGUV Regel 109-002 Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen.

Maßnahmen bei Tätigkeiten mit einem möglichen Sauerstoffmangel

Aufgrund des hohen Risikopotenzials ist stets zu prüfen, ob Arbeiten in solchen Gefahrenbereichen vermeidbar sind (z. B. Reinigungsarbeiten von außen oder Inspektionen mittels Kameratechnik).
DGUV Regel 113-004 legt in Abschnitt 4 Anforderungen und erforderliche Maßnahmen für Tätigkeiten in Behältern, Silos und engen Räumen fest, wie z. B.:

- Festlegung der Zugangsverfahren und Gestaltung der Zugänge für Arbeit und Rettung, der Anschlagpunkte bzw. Anschlagskonstruktionen für persönliche Schutz-ausrüstung, Möglichkeiten des Abtrennens (z. B. der Zu- und Abgangsleitungen) bei der Planung und Errichtung der Anlagen (empfohlene Mindestmaße für Behälteröffnungen siehe DGUV Regel 113-004 Anhang 4, vgl. auch FBRCI-005 "Zugangsöffnungen für Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen")
- Planung des Arbeitsablaufs mit Bestimmung eines Aufsichtsführenden, von Sicherungsposten und für Freimessungen Zuständigen (Auswahl, Ausbildung und Beauftragung von Fachkundigen zum Freimessen erfolgt nach DGUV Grundsatz 313-002)
- Erstellung eines Erlaubnisscheins (oder Betriebsanleitung) mit festgelegten Maßnahmen durch den Unternehmer oder Aufsichtsführenden mit Unterschriften von Aufsichtsführendem, Sicherheitsposten und ggf. Fremdfirmenverantwortlichen (siehe Mustererlaubnisschein in DGUV Regel 113-004, Anhang 1)
- Bereitstellung geeigneter Sicherungs- und Rettungsgeräte (vgl. DGUV Information 213-055)
- Unterweisung aller beteiligten Personen (mit praktischen Übungen einschließlich Rettungsübungen) auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme der Arbeiten
- Umsetzungs- und Wirkungskontrolle der festgelegten Maßnahmen (einschl. Unterweisung aller beteiligten Beschäftigten) durch den Aufsichtführenden vor Beginn und während der Arbeiten; Aufhebung der Schutzmaßnahmen durch den Aufsichtsführenden nach Überprüfung, dass alle Personen den engen Raum verlassen haben
- Sicherung der Arbeitsstelle zum Fernhalten nicht beteiligter Personen
- Entleeren, Reinigung und Abtrennen der Behälter, Silos und engen Räume
- Lüftung mit Frischluft (vgl. siehe DGUV Regel 113-004 Anhang 3) und Freimessen
- Atemschutz (Isoliergeräte, nicht Filtergeräte: vgl. DGUV Regel 112-190), wenn ein Sauerstoffgehalt von mindestens 17 Vol.-% Sauerstoff nicht zuverlässig sichergestellt ist

Arbeitsplätze bei Bauarbeiten unter Tage oder in Schächten sind nach DGUV Regel 101-604, Abschnitte 3.7.4 und 3.8.1 regelmäßig messtechnisch zu überwachen. Für eine Grenzwertüberschreitung (Sauerstoffgehalt unter 19 Vol%) ist ein hinreichend wirksames Maßnahmenkonzept aufzustellen. Für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen sind entsprechende Maßnahmen in DGUV Regel 103-003 beschrieben.

Vorsorge für Rettungsmittel und -maßnahmen

Zur Vorsorge für Unfälle sollten geeignete Rettungs- und Transportmittel vor Ort bereitgehalten werden. Die Zusammenstellung der Rettungsausrüstung muss sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergeben; dabei ist zu berücksichtigen, ob Beschäftigte bei der Rettung aus Schächten gehoben oder in horizontaler Richtung gezogen werden können.

Geeignete Rettungsausrüstungen werden in DGUV Regel 113-004, DGUV Regel 103 003 und DGUV Regel 112-199 beschrieben, dabei handelt es sich z. B. um

– ein frei tragbares, von der Umgebungsluft unabhängig wirkendes Atemschutzgerät, das für die Fremdrettung von Personen geeignet ist,
– PSA gegen Absturz mit integrierter Rettungshubeinrichtung,
– Rettungstragen und Rettungsschlaufe,
– Schleifkorb oder Rettungswanne.

Rettungskräfte dürfen nur in umschlossene Räume von abwassertechnischen Anlagen bzw. in Behälter, Silos und enge Räume ohne Isoliergerät einsteigen, wenn sichergestellt ist, dass keine gefährlichen Gefahrstoffkonzentrationen oder Sauerstoffmangel vorliegen (DGUV Regel 113-004, DGUV Regel 103-003).

Eine schnelle Rettung ist in der Regel nur dann gewährleistet, wenn der Beschäftigte den Rettungsgurt bereits während der Arbeiten angelegt hat.

Alarm- und Rettungsplan, Übungen

Aufstellung eines Alarm- und Rettungsplans, um eine schnelle Alarmierung der Rettungskräfte zu gewährleisten.

Die Beschäftigten, insbesondere die Sicherungsposten, sind über die Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen zum Retten zu unterweisen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Rettung von in Not geratenen Beschäftigten sind in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich, praxisnah zu üben. Ist im Rettungsplan vorgesehen, außerbetriebliche Rettungskräfte, z. B. öffentliche Feuerwehren, in die Rettungsmaßnahmen mit einzubeziehen, sind diese an den Übungen zu beteiligen.

Tätigkeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre

Vor der Einführung der Technologie der Sauerstoffreduzierung ist zu prüfen, ob das Schutzziel (Brandschutz) nicht auch mit anderen, weniger die Gesundheit der Beschäftigten gefährdenden Maßnahmen erreicht werden kann.

DGUV Information 205-006 bestimmt Anforderungen und erforderliche Maßnahmen für Bereiche mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre und Tätigkeiten darin, z. B.:
– Verbot der Einrichtung von ständigen Arbeitsplätzen in sauerstoffreduzierten Bereichen. Der Aufenthalt soll möglichst kurzgehalten werden.
– Kennzeichnung aller Zugänge mit Warnzeichen gem. ASR A 1.3, die auf sauerstoffreduzierte Atmosphäre und Zugangsbeschränkungen hinweisen (siehe Abbildung 7.3-1)
– regelmäßige Messung der Sauerstoffkonzentration (mindestens alle zehn Minuten)
– akustische Alarmierung mit Leuchttableau bei zu niedriger Sauerstoffkonzentration
– Festlegung organisatorischer Maßnahmen durch den Betreiber (u. a. Betriebsanweisung, schriftliche Festlegung der zugangsberechtigten Personen, Zutrittskonzept, Unterweisung dieser Personen)
– regelmäßige Prüfungen der Sauerstoffreduzierungsanlage sowie der Messung- und Alarmierungseinrichtungen. Abhängig von der niedrigst möglichen Sauerstoffkonzentration sind weitere Maßnahmen gemäß Tabelle 7.3-3 erforderlich.



Abb. 7.3-1. Beispielkennzeichnung am Zugang zu einem sauerstoffreduzierten Bereich

Tabelle 7.3-3 Erforderliche Maßnahmen bei Tätigkeiten in Räumen mit reduziertem Sauerstoffgehalt gem. DGUV Information 205-006

Risikoklasse	Sauerstoffkonzentration c in Vol.-% O_2	Sicherheitsmaßnahmen
0	20,9 > c ≥ 17,0	– Unterweisung der Mitarbeiter
1	17,0 > c ≥ 15,0	– Unterweisung der Mitarbeiter – arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß Grundsatz G 28 "Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre" – nach vier Stunden Aufenthalt Pause von 30 Minuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche
2	15,0 > c ≥ 13,0	– Unterweisung der Mitarbeiter – arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß Grundsatz G 28 "Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre" – nach zwei Stunden Aufenthalt Pause von mindestens 30 Mi-nuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche
3	< 13,0	– Betreten ohne spezifische Zusatzmaßnahmen nicht zulässig

Sind diese Maßnahmen nicht zu gewährleisten, ist in Bereichen mit einer Sauerstoff-konzentration < 17 Vol.-% Umgebungsluft unabhängiger Atemschutz zu tragen.

Kohlendioxid in Getränkeschankanlagen

Anforderungen an die Gestaltung und den Betrieb von Getränkeschankanlagen enthalten DGUV Regel 110-007 "Einrichtung und Betrieb von Getränkeschankanlagen" und DGUV Regel 110-001 "Arbeiten in Gaststätten".

Ein unkontrollierter Austritt des Kohlendioxids oder ein Zerknall der Druckgasflaschen muss verhindert werden. Druckgasflaschen von Getränkeschankanlagen müssen deshalb gegen Umfallen oder Herabfallen gesichert sein. Bei der Aufstellung ist zu achten, dass die Druckgasflaschen keiner gefährlichen Wärmeeinwirkung ausgesetzt sind.

Eine gefährliche Konzentration durch Austreten von Druckgas muss vermieden sein (ASI 6.80, Abschnitt 7), z. B. durch

– Gewährleistung einer ausreichenden natürlichen Be- und Entlüftung der Räume,
– Installation einer technischen Lüftung (Zu- und Abluftanlage) oder
– Gaswarneinrichtung.

Druckgasflaschen müssen stehend, mit einem an die Getränkebehälter angeschlossenen geeigneten Druckminderer, betrieben werden.

Mit Druckbehältern dürfen nur Personen umgehen, die unterwiesen sind und von denen zu erwarten ist, dass sie ihre Aufgabe zuverlässig erfüllen.

Zugänge zu Räumen mit Gefährdung durch Druckgase sind deutlich sichtbar mit Warnzeichen gem. Abb. 7.3-2 zu kennzeichnen (ASI 6.80).



Abb. 7.3-2 Kennzeichnung mit Warnzeichen oder W041 Warnung vor Erstickungsgefahr

Ertrinken

Absturzsicherung

An Arbeitsplätzen und Verkehrswegen an, auf und über dem Wasser oder anderen Stoffen, in denen die Gefahr des Ertrinkens, Erstickens oder Versinkens besteht, müssen unabhängig von der Absturzhöhe Einrichtungen, die ein Abstürzen von Beschäftigten verhindern (Absturzsicherungen), vorhanden sein (ASR A 2.1, Abschnitt 8.2).

Stege, Brücken

Für Bootsübergänge können ausfahrbare Stege und Brücken bis hin zu hydraulisch betriebenen Übersteigeeinrichtungen eingesetzt werden [1].

Lässt die Eigenart des Arbeitsplatzes oder der durchzuführenden Arbeiten eine ständige Sicherung nicht zu, muss die Sicherung gegen Abstürzen oder Hineinstürzen von Beschäftigten auf andere Weise, z. B. durch Fangnetze oder einer geeigneten persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz nach DGUV Regel 112-198 ermöglicht werden.

Persönliche Schutzausrüstungen

Ist das Restrisiko zu ertrinken nicht hinreichend reduziert, sind geeignete Auftriebmittel bereitzustellen (z. B. Rettungswesten nach DIN EN ISO 12402). In Anhang 2 der DGUV Regel 112-201 sind Arbeiten aufgeführt, bei denen Persönliche Schutzausrüstung gegen Ertrinken getragen werden muss oder bei denen Absturzgefahr mit zusätzlicher Gefahr des Ertrinkens besteht. Grundsätzlich sind automatisch aufblasbare Rettungswesten mit mindestens 150 N Auftrieb bereitzustellen (DIN EN ISO 12402-3 „Persönliche Auftriebsmittel; Teil 3: Rettungswesten, Stufe 150; Sicherheitstechnische Anforderungen“), bei Kombination mit anderen PSA wie z.B. Atem- oder Kälteschutz mindestens 275 N Auftrieb (DIN EN ISO 12402-2 „Persönliche Auftriebsmittel; Teil 2: Rettungswesten, Stufe 275; Sicherheitstechnische Anforderungen“). Handauslösende Rettungswesten sind nur zulässig, wenn von automatisch auslösenden Rettungswesten Gefahren ausgehen (z.B. beim Verlassen von Fahrzeugkabinen). Weitere Hinweise zur Bewertung und Auswahl enthält DGUV Regel 112-201.

Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan

Werden auf Baustellen Arbeiten durchgeführt, bei denen die unmittelbare Gefahr des Ertrinkens besteht (besonders gefährliche Arbeit im Sinne des Anhangs II BaustellV), so ist nach § 3 Absatz 2 BaustellV dafür zu sorgen, dass vor Einrichtung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt wird. In dem Plan müssen die besonderen Maßnahmen für die besonders gefährlichen Arbeiten enthalten sein.

Abwassertechnische Anlagen

Für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen enthält die DGUV Regel 103-003 Anforderungen an Schutzmaßnahmen gegen Gefahren bei starker Wasserführung.

Betriebsanweisung und Unterweisung

Für den Einsatz der persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken ist eine Betriebsanweisung mit Verpflichtung zur Benutzung zu erstellen (DGUV Regel 112-201, Abschnitt 3.5.3). Da es sich hierbei um eine persönliche Schutzausrüstung handelt, die gegen tödliche Gefahren schützen soll, ist nach § 31 DGUV Vorschrift 1 der Inhalt der Betriebsanweisung den Beschäftigten im Rahmen von Unterweisungen mit Übungen zu vermitteln (DGUV Regel 112-201, Abschnitt 3.5.5). Unterweisungen mit Übungen sind vor der ersten Benutzung und anschließend nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich durchzuführen. Ziel dieser Übungen ist neben einer sicheren Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen im Rahmen der jeweiligen Arbeitsaufgaben auch das richtige Verhalten in kritischen Situationen.

Prüfung und Instandhaltung

Die Beschäftigten haben die persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken vor jeder Benutzung durch eine Sichtprüfung auf Einsatzbereitschaft und auf äußerlich erkennbare Mängel zu prüfen (DGUV Vorschrift 1).

Die Beschäftigten haben die persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken vor jeder Benutzung durch eine Sichtprüfung auf Einsatzbereitschaft und auf äußerlich erkennbare Mängel zu prüfen (DGUV Vorschrift 1). Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass persönliche Schutzausrüstungen gegen Ertrinken entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen Verhältnissen nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich, auf ihren einwandfreien Zustand durch eine sachkundige Person geprüft werden (DGUV Regel 112-201, vgl. auch Checkliste für PSA gegen Ertrinken [2])

PSA gegen Ertrinken sind regelmäßig zu warten (in der Regel in Wartungsintervallen von zwei Jahren) (DGUV Regel 112-201, Abschnitt 3.5.6)

7.3.5 Vorschriften, Regelwerk, Literatur - Ersticken

Gesetze, Verordnungen

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG)
- Mutterschutzgesetz (MuSchG)

Technische Regeln zu den Arbeitsschutzverordnungen

- TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
- ASR A3.6: Lüftung

DGUV Regelwerk

- DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- DGUV Vorschrift 21: Abwassertechnische Anlagen (mit Durchführungsanweisungen)
- DGUV Vorschrift 79: Verwendung von Flüssiggas (mit Durchführungsanweisungen)
- DGUV Regel 101-604: Branche Tiefbau
- DGUV Information 201-052: Rohrleitungsbauarbeiten
- DGUV Information 205-006: Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre
- DGUV Information 205-010 Sicherheit im Feuerwehrdienst
- DGUV Regel 113-004: Behälter Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- DGUV Grundsatz 313-002: Auswahl, Ausbildung und Beauftragung von Fachkundigen zum Freimessen nach DGUV Regel 113-004
- DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen
- DGUV Regel 109-603: Branche Schiffbau
- DGUV Regel 103-003: Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
- DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV Regel 112-199: Benutzung von persönlichen Absturzschutzausrüstungen zum Retten
- DGUV Information 213-001: Arbeiten in engen Räumen (Diese Schrift ist nicht mehr aktuell und wird im Zuge der Überführung in eine DGUV Information zu gegebener Zeit neu veröffentlicht.)
- FBRCI-005: Zugangsöffnungen für Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- DGUV Information 213-055: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- DGUV Regel 110-001: Arbeiten in Gaststätten
- DGUV Regel 110-007:Verwendung von Getränkeschankanlagen

Weitere Regeln der Technik

- ASI 6.80 der BGN: Sicherer Betrieb von Getränkeschankanlagen

Literatur

- [1] Unfallstatistiken der Berufsgenossenschaften, Unfallkassen sowie der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
- [2] European Industrial Gases Association: Kampagne gegen den Erstickungstod. Safety Newsletter, Extraausgabe SAG NL 77/03/D

Internetangebote/Links

- DGUV Sachgebiet "Behälter, Silos und enge Räume"
- Formulare für Erlaubnisscheine der BGHM
- GB RCI-Portal: Sicheres Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen

7.3.6 Vorschriften, Regelwerk, Literatur - Ertrinken

Gesetze, Verordnungen

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- Baustellenverordnung (BaustellV)
- PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)

Technische Regeln

- ASR A 2.1: Raumabmessungen und Bewegungsflächen
- TRBS 2121: Gefährdung von Personen durch Absturz - Allgemeine Anforderungen
- RAB 10: Begriffsbestimmungen - Konkretisierung von Begriffen zur Baustellenverordnung

DGUV Regelwerk

www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln

- DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- DGUV Vorschrift 21: Abwassertechnische Anlagen (mit Durchführungsanweisungen)
- DGUV Vorschrift 40: Taucharbeiten
- DGUV Vorschrift 49: Feuerwehren und DGUV Regel 105-049 Feuerwehren
- DGUV Vorschrift 60: Wasserfahrzeuge mit Betriebserlaubnis auf Binnengewässern (mit Durchführungsanweisungen)
- DGUV Regel 100-001: Grundsätze der Prävention
- DGUV Regel 103-003: Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
- DGUV Regel 103-009: Wärmekraftwerke und Heizwerke
- DGUV Regel 109-603: Branche Schiffbau
- DGUV Regel 112-198: Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz
- DGUV Regel 112-201: Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken
- DGUV Regel 105-002: Tauchen mit Leichttauchgeräten in Hilfeleistungsunternehmen
- DGUV Information 201-052: Rohrleitungsbauarbeiten
- DGUV Information 203-007: Windenergieanlagen
- DGUV Information 212-515: Persönliche Schutzausrüstungen
- DGUV Information 208-007: Roste - Auswahl und Betrieb
- DGUV Information 201-022: Sicherheitshinweise für die Arbeit mit Geräten zur provisorischen Rohrabsperrung
- DGUV Information 205-010: Sicherheit im Feuerwehrdienst (wird derzeit überarbeitet)
- DGUV Information 205-032: Rettungswesten und Atemschutz bei Einsätzen auf Binnenschiffen
- DIN EN ISO 12402 Teile 1-10: Persönliche Auftriebsmittel

Weitere Regeln der Technik

Normen kostenpflichtig zu beziehen bei: www.beuth.de

Geltendes EU Recht

- Richtlinie 92/57/EWG des Rates über die auf zeitlich begrenzte oder ortsveränderliche Baustellen anzuwendenden Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz
- EU-Verordnung 2016/425 über persönliche Schutzausrüstungen (gilt für Hersteller von PSA)

Literatur

- [1] U. DECHMANN, B. HOLTMANN, J. LIESENFELD, B. ZIGIC : Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzepte für Polizeiboote. BAuA Dortmund (Projektnummer: F 2094)

Internetangebote/Links

- [2] Checkliste für PSA gegen Ertrinken. In: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

7.3.7 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Ersticken

Prüffragen

– Kann es in engen Räumen durch ... zum Verbrauch von Sauerstoff kommen? (z. B. durch Feuer, chemische Reaktionen)
– Kann Sauerstoff durch biologische Reaktionen, z. B. Gärung oder Verrottungsvorgänge, verbraucht werden?
– Kann in engen Räumen Sauerstoff durch andere Gase verdrängt werden?
– Werden tiefkaltverflüssigte Gase oder tiefkalt-verfestigtes Kohlendioxid (Trockeneis) offen verwendet?
– Können Undichtigkeiten an Druckgasflaschen oder Gasflaschen auftreten, z. B. an Getränkeschankanlagen?
– Können Kohlendioxid-Feuerlöschanlagen ausgelöst werden?
– Wird in Arbeitsbereichen die Sauerstoffkonzentration künstlich herabgesetzt?

Festgestellte Gefährdungen/Mängel

– Gefährdung durch Sauerstoffmangel
– Gefährdung durch Sauerstoffverbrauch
– Gefährdung durch Sauerstoffverdrängung
– Gefährdung durch Freisetzung von Kohlendioxid

Maßnahmen

– Gestaltung der Zugänge für Arbeit und Rettung, der Anschlagpunkte bzw. Anschlagskonstruktionen der PSA, Möglichkeiten des Abtrennens (z. B. der Zu- und Abgangsleitungen) bei der Planung und Errichtung der Anlagen
– Arbeiten in potenziell sauerstoffreduzierten Gefahrenbereichen vermeiden (z. B. Reinigungsarbeiten von außen oder Inspektionen mittels Kameratechnik).
– Gewährleistung einer ausreichenden natürlichen Be- und Entlüftung der Arbeitsbereiche
– Installation einer technischen Lüftung
– Aufstellung eines Alarm- und Rettungsplans
– Erlaubnisschein mit erforderlichen Maßnahmen (Formulare für Erlaubnisscheine bei Arbeiten in engen Räumen und Schweißen: siehe BGHM)
– Bereitstellung geeigneter Rettungs- und Transportmittel
– vollständige Entleerung von Behältern, Silos und engen Räumen und anschließende Lüftung
– kontinuierliche Überwachung durch Sauerstoffmessgerät, wenn nicht sichergestellt werden kann, dass der Sauerstoffgehalt in der Atemluft zu jedem Zeitpunkt mehr als 19 % beträgt.
– Freimessen
– Bereitstellung und Benutzung von Atemschutzgeräten
– Festlegung der Mindestsauerstoffkonzentration
– Beschränkung der Aufenthaltsdauer
– Kennzeichnung der Bereiche mit Warnhinweisen
– Bestimmung eines Aufsichtsführenden
– Einteilung von Sicherungsposten
– Erstellung einer Betriebsanweisung
– Unterweisung der Beschäftigten
– Durchführung von praktischen Übungen zur Rettung

Ertrinken

Prüffragen

– Besteht bei Arbeiten am oder auf dem Wasser die Möglichkeit, hineinzufallen, abzudriften und zu ertrinken?
– Ist ein Sturz in eine Flüssigkeit möglich, z. B. in Tanks, Behälter, Gruben?
– Ist ein Sturz von Deck eines Wasserfahrzeugs möglich?
– Ist ein Sturz ins Wasser beim Überstieg von Wasserfahrzeugen auf Anlagen oder andere Wasserfahrzeugen oder umgekehrt möglich?
– Ist bei Bau- oder Abbrucharbeiten ein Sturz in ein Gewässer möglich?
– Werden Ausrüstungen getragen, die beim Sturz in Gewässer die Schwimmfähigkeit beeinträchtigen?

- Ist durch Ausrutschen auf glatten Flächen oder Eis ein Sturz in ein Gewässer möglich?
- Besteht die Gefährdung, im Eis einzubrechen?
- Kann Wasser in Baugruben, Bohrungen oder Tunnel eindringen?
- Kann es in Kanalisationsanlagen zu einem schnellen Anstieg des Wasserspiegels kommen?
- Werden Taucherarbeiten durchgeführt?

Gefährdungen/Mängel

- Gefährdung des Ertrinkens durch Sturz in Flüssigkeiten
- Gefährdung des Ertrinkens durch Sturz in Gewässer
- Gefährdung des Ertrinkens durch schnellen Anstieg von Wasserspiegeln z. B. in Kanalisationsanlagen, Baugruben, Bohrungen
- Gefährdung des Ertrinkens bei der Wasserrettung
- Gefährdung des Ertrinkens bei Taucherarbeiten

Maßnahmen

- Absturzsicherungen z. B. Abdeckungen, Geländer oder Seitenschutz anbringen
- Auffangeinrichtungen z. B. Schutznetze, Schutzwände oder Schutzgerüste aufstellen
- persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz bereitstellen und benutzen
- persönliche Schutzausrüstung gegen Ertrinken bereitstellen und benutzen
- Persönliche Schutzausrüstung gegen Ertrinken (automatisch aufblasbare Rettungsweste) bereitstellen und benutzen
- bei Arbeiten am oder auf dem Wasser, bei denen die Gefahr des Hineinfallens, Abdriftens und Ertrinkens gegeben ist, entsprechende Rettungsmittel verwenden
- regelmäßige Prüfung von persönlicher Schutzausrüstung gegen Ertrinken durch sachkundige Personen
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan bei Bauarbeiten erstellen
- Sperrung von Zuflüssen, Pumpen
- Beachtung der Wetterlage
- Einstellung der Arbeiten bei Hochwasser, starker Wasserführung, starker Strömung
- Betriebsanweisung erstellen
- Unterweisungen mit Übungen durchführen
- regelmäßige Prüfung, Wartung und Instandhaltung sicherstellen

7.3.8 Autoren und Ansprechpartner

Autor:

– Dipl.-Ing. Christof Barth
Systemkonzept GmbH, Köln

Ansprechpartner:

– Dipl.-Ing. Marlies Kittelmann
Fachgruppe 2.4 "Arbeitsstätten, Maschinen- und Betriebssicherheit"

Kontakt

Impressum

Zitiervorschlag:
Marlies Kittelmann, Lars Adolph, Alexandra Michel, Rolf Packroff, Martin Schütte, Sabine Sommer, Hrsg., 2023.
Handbuch Gefährdungsbeurteilung
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
DOI: 10.21934/baua:fachbuch20230531
[Bitte Zugriffsdatum einfügen]
Verfügbar unter: www.baua.de/gefaehrdungsbeurteilung

Fachliche Herausgeber:
Marlies Kittelmann, Lars Adolph, Alexandra Michel, Rolf Packroff, Martin Schütte, Sabine Sommer

Herausgeber:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund
Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund

Telefon: 0231 9071-2071
Telefax: 0231 9071-2070
E-Mail: *info-zentrum@baua.bund.de*
Internet: *www.baua.de*

Redaktion: Strategische Kommunikation und Kooperation, BAuA
Gestaltung: Susanne Graul, BAuA; eckedesign, Berlin
Fotos: Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln; Kapitel "Biostoffe": Nancy Heubach, BAuA

Diese Handlungshilfe benutzt eine geschlechtergerechte Sprache. Dort, wo das nicht möglich ist oder die Lesbarkeit stark eingeschränkt würde, gelten die gewählten personenbezogenen Bezeichnungen für beide Geschlechter.

Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten. Die auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin hinterlegten Datenbankinhalte, Texte, Grafiken, Bildmaterialien, Ton-, Video- und Animationsdateien sowie die zum Download bereitgestellten Publikationen sind urheberrechtlich geschützt. Wir behalten uns ausdrücklich alle Veröffentlichungs-, Vervielfältigungs-, Bearbeitungs- und Verwertungsrechte an den Inhalten vor.

Die Inhalte dieser Handlungshilfe wurden mit größter Sorgfalt erstellt und entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die BAuA jedoch keine Gewähr.

Nachdruck und sonstige Wiedergabe sowie Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.