

# Inhaltsverzeichnis

6.7 Unter- oder Überdruck	1
6.7.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	4
6.7.2 Ermittlung und Beurteilung	6
6.7.3 Arbeitsschutzmaßnahmen und Wirksamkeitskontrolle	7
6.7.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur	11
6.7.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	12
6.7.6 Autor und Ansprechpartner	14

## 6.7 Unter- oder Überdruck

Unter- und Überdruck beeinflussen die Aufnahme bzw. Abgabe von Atemgasen.

- Unterdruck in Höhenlagen, Flugzeugen oder Unterdruckkammern schränkt die Sauerstoffversorgung ein und kann insbesondere bei gleichzeitiger körperlicher Beanspruchung zu physiologischen Störungen bis zu schwerer Höhenkrankheit und tödlichen Lungen- und Hirnödemen führen.
- Bei Überdruck beim Tauchen und im Spezialtiefbau unter Wasser reichern sich Atemgase im Körper an, die bei zu schneller Druckabnahme lebensgefährliche physiologische Störungen und Schädigung von Knochen- und Muskelgewebe, der Kreislauffunktionen, des Zentralnervensystems und der Atemorgane hervorrufen können. Pro 10 000 Tauchgängen kommt es durchschnittlich bei Sporttauchern zu einem, bei Berufstauchern zu 9,5 Unfällen [1].

### Druck

Druck wird als die auf eine Fläche wirkende Kraft verstanden und in verschiedenen Einheiten angegeben. Üblich sind die Einheiten Pascal (Pa) und bar<sup>[1]</sup>:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,01 \text{ mbar}$$

$$1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar} = 100.000 \text{ Pa} = 1000 \text{ HPa} = 100 \text{ kPa}$$

### Umgebungsdruck

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Druckverhältnisse, denen ein Mensch ausgesetzt ist (Umgebungsdruck).

Technischer Über- oder Unterdruck in Druckbehältern, Leitungen, Geräten usw., bei deren Bersten oder Undichtigkeiten Menschen von wegfliegenden Teilen, austretenden Flüssigkeiten oder Dampfstrahlen getroffen werden können, gehört zu den mechanischen Gefährdungen (siehe dort unter "[Unkontrolliert bewegte Teile](#)").

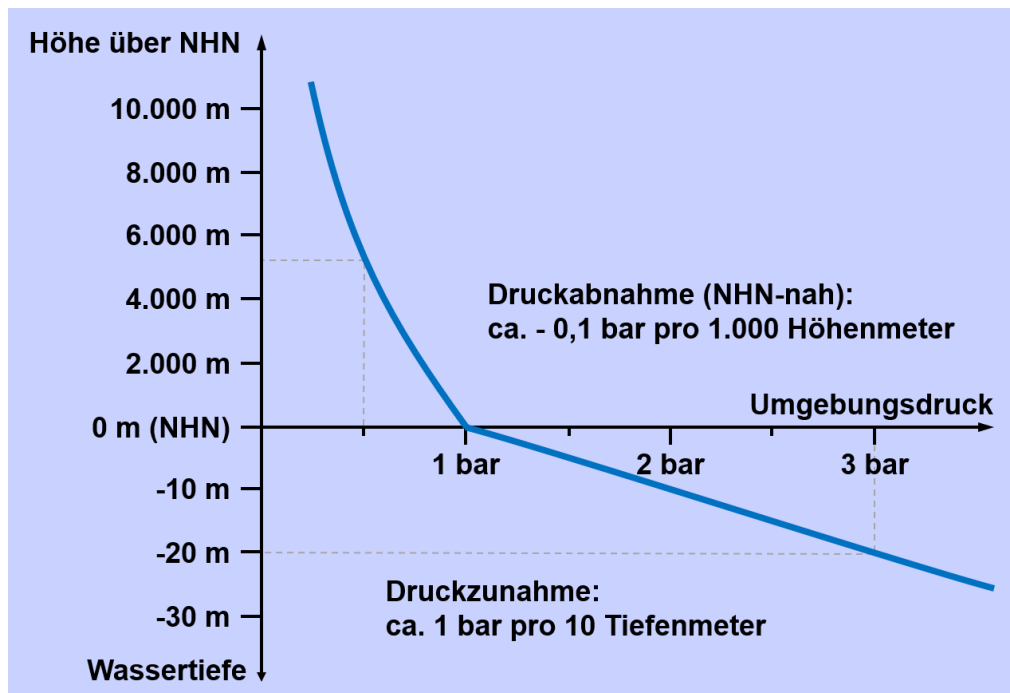


Abb. 6.7-1. Druckzu- und abnahme in Abhängigkeit von Wassertiefe beziehungsweise Höhe über Normalhöhennull (Quelle: Autor)

### Atmosphärendruck auf Normalhöhennull (NHN)

Der Atmosphärendruck auf Normalhöhennull (NHN; entspricht etwa dem Meeresspiegel) beträgt etwa 1 bar. Durch Aufenthalt in größeren Höhen über dem Meeresspiegel oder unter der Wasseroberfläche verändern sich die Umgebungsdruckverhältnisse (vgl. Abb. 6.7.1). Für bestimmte Arbeitsverfahren wird der Umgebungsdruck gezielt erhöht.

Angaben zu Unterdruck oder Überdruck beziehen sich meist auf den Atmosphärendruck auf Meereshöhe. Ein Überdruck von 0,5 bar entspricht beispielsweise einem Umgebungsdruck (auch Absolutdruck genannt) von 1,5 bar; ein Unterdruck von 0,2 bar entspricht dem Umgebungsdruck von 0,8 bar.

### Unterdruck

Unterdruck bezeichnet den Zustand, bei dem ein Mensch einem Umgebungsdruck ausgesetzt ist, der den normalen Luftdruck auf Meereshöhe von etwa 1 bar unterschreitet.

#### Unterdruckarbeiten

Als Arbeiten in Unterdruck gelten ([2], S. 64):

- Tätigkeiten bei einem Umgebungsdruck kleiner als 0,73 bar
- Tätigkeiten in großen Höhenlagen ab etwa 2 500 Metern über dem Meeresspiegel

#### Auftreten und Tätigkeiten

Unterdruck tritt u. a. auf

- in Luftfahrzeugen während des Flugs<sup>[2]</sup> (bei Piloten, Flugbegleitern und Passagieren),
- an hoch gelegenen Arbeitsplätzen (z. B. Bergführer, professionelle Bergsteiger, Arbeiten auf hoch gelegenen Baustellen, Tätigkeiten in hoch gelegenen Hotels, an Skiliften usw., Auslandstätigkeiten, Entwicklungshelfer usw. in großen Höhenlagen),
- in Unterdruckkammern (z. B. Forschungstätigkeiten, Training von Leistungssportlern in Unterdruckkammern, Lagerung von Salaten in Unterdruckkammern).

**Nicht** zu Arbeiten in Unterdruck zählen Arbeiten unter Unterdrucklüftung, bei denen ein leichter Unterdruck verhindern soll, dass gefährliche Stoffe (z. B. Asbest, biologische Arbeitsstoffe) in die Umwelt gelangen (z. B. in

chemischen oder biologischen Laboratorien). Hier treten in der Regel nur geringe Unterdrücke unter 0,1 bar Unterdruck auf.

## Überdruck

Überdruck bezeichnet den Zustand, bei dem ein Mensch einem Druck ausgesetzt ist, der den normalen Luftdruck von etwa 1 bar übersteigt.

### Überdruckarbeiten

Als Arbeiten in Überdruck gelten

- Arbeiten in Umgebungsdruck mit einem Überdruck von mehr als 0,1 bar,
- Arbeiten unter Wasser, bei denen der Beschäftigte über ein Tauchgerät mit der erforderlichen Atemluft versorgt wird.

**Nicht** als Arbeiten in Überdruck sind anzusehen:

- Tätigkeiten in Räumen und Schutzanzügen, in denen aus Lüftungstechnischen Gründen, um das Eindringen unerwünschter Stoffe zu verhindern, ein Umgebungsdruck mit weniger als 0,1 bar Überdruck herrscht (Überdruckbelüftung, z. B. in Reinräumen, Operationssälen, ABC-Schutzanlagen, Flucht- und Rettungswegen; in Schutzanzügen in speziellen chemischen oder biologischen Laboratorien).
- Arbeiten mit Atemschutzgeräten, die z. B. entsprechend DIN EN 137 als Überdruckpressluftatmer in Normaldruck zum Einsatz kommen

### Auftreten und Tätigkeiten

Überdruck wird zum einen gezielt erzeugt, um das Eindringen von unerwünschten Stoffen zu vermeiden, etwa im Spezialtiefbau, meist um Wasser zu verdrängen und unter Wasser trockenes Arbeiten zu ermöglichen (Taucherglocke, Senkkasten/Schwimmtauchergeräte (sog. Caissons), Schildvortrieb im Tunnelbau – hier fallen u. a. Bau-, Schweiß- und Transportarbeiten, Überwachungs- und Instandhaltungsarbeiten an). Gezielt erzeugter Überdruck wird auch als Arbeitsdruck bezeichnet.

Überdruck (bis mehrere bar) wird auch in therapeutischen Druckkammern z. B. zur Sauerstofftherapie erzeugt. Dabei ist in der Regel auch betreuendes medizinisches Personal den erhöhten Drücken ausgesetzt (vgl. [DGVV Information 207-001](#)).

Überdruck tritt zum anderen beim Tauchen als unerwünschte Begleiterscheinung auf. Bei Tauchgängen werden handwerkliche Tätigkeiten sowie Bergungs-, Sicherungs-, Such-, Überwachungs- und Messarbeiten durchgeführt. Die meisten arbeitsbedingten Tauchereinsätze erfolgen in Häfen und an Wasserbauwerken in Wassertiefen bis ca. 30 m [3].

<sup>[1]</sup> Veraltete Einheiten sind z. B. die technische Atmosphäre (1 ta = 1 kp/cm<sup>2</sup> = 0,981 bar), die physikalische Atmosphäre (1 atm = 1,013 bar), Millimeter-Quecksilbersäule (1 mmHg = 1 Torr = 1,33 mbar) oder im angloamerikanischen Bereich Pounds-force per square inch (1 psi = 69 mbar).

<sup>[2]</sup> Übliche Flughöhen sind 30 000 bis 42 000 ft (entspricht 10 000 bis 12 000 m, entspricht einem Luftdruck von 0,27 bis 0,19 bar). In dieser Flughöhe werden Flugzeuge mit Druckkabinen eingesetzt, die einen höheren Kabinendruck aufrechterhalten (0,76 bar = 2 438 m über NHN).

## 6.7.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

### Gefährdungen durch Unterdruck

Gefährdungen treten insbesondere bei zu schnellem Aufstieg in größere Höhen bzw. bei zu schneller Druckminderung auf.

#### Wirkungen auf den Menschen

Sehr schnelle Druckschwankungen (z. B. in Aufzügen, Seilbahnen, bei Flugzeugstarts, plötzlichem Druckabfall in Kabinen oder Kammern) wirken sich zunächst vorwiegend auf das Mittelohr und die Nasennebenhöhlen (Druckgefühl) aus.

Hauptproblem bei Arbeiten in Unterdruck ist der mit dem Druck abnehmende Sauerstoffgehalt in der Atemluft: Die reduzierte Sauerstoffversorgung belastet den Kreislauf und mindert die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit, ggf. verstärkt durch erhöhten Sauerstoffbedarf bei gleichzeitig körperlicher Anstrengung oder erhöhten Konzentrationsanforderungen. Schon bei Höhenlagen unterhalb 2 000 m (unterhalb einem Umgebungsdruck von 0,8 bar) können geringfügige Leistungseinbußen auftreten; ab 3 000 m ist die Leistungsfähigkeit signifikant gemindert [4].

Schon vier Stunden Schlaf im Flugzeug (bei 0,76 bar) führen zu signifikanter Reduzierung der Sauerstoffsättigung des Blutes, flacherem Schlaf und signifikanter Minderung der Leistungsfähigkeit in der folgenden Wachphase [5].

#### Höhenbeschwerden

Ab einer Druckabnahme von etwa 0,2 bar treten bei fast jedem Exponierten leichte Höhenbeschwerden wie leichte Kopfschmerzen, Schlaf- und Appetitstörungen sowie Dyspnoe (erschwerter Atem) auf, die aber nach mehreren Tagen Höhenanpassung verschwinden.

#### Höhenkrankheit

Bei höherer Druckabnahme (z. B. bei schnellem Aufstieg in Höhen über 3 000 m) zeigen sich innerhalb von 4 bis 24 Stunden Symptome der akuten Höhenkrankheit. Es können stärkere Kopfschmerzen, Herzrasen, Kurzatmigkeit, Appetit- und Schlaflosigkeit, Schwindel, Übelkeit, Kältschweißigkeit, Erbrechen, Konzentrations- und Koordinationsstörungen, ungewohntem Leistungsverlust, Reizbarkeit, Apathie, Selbstüberschätzung und Fehleinschätzungen, verengtes Gesichtsfeld, Bewusstseinsveränderung (sog. Höhenrausch) sowie Abfall der Lichtempfindlichkeit und Störungen der Nachtsehfähigkeit auftreten. Es schließen sich Störungen der Motorik und Koordination an bis hin zum denkbaren Hypoxiekollaps (Sauerstoffmangel im Gewebe). Ab 5 000 m Höhe ist jeder Zweite betroffen. Bei empfindlichen Personen treten diese Erscheinungen auch schon in geringeren Höhen auf. Es bestehen Einschränkungen der Höhenverträglichkeit bei bestimmten Erkrankungen.

#### Ödeme

Oberhalb von 4 000 Metern (entspricht Umgebungsdruck unter 0,62 bar) können innerhalb von 24 Stunden in 1-3 % ein Höhenlungenödem bzw. oberhalb von 5 000 Metern seltener das Höhenhirnödem auftreten, die in 25 % bzw. 40 % der Fälle tödlich verlaufen.

#### Wechselwirkungen

Wechselwirkungen bestehen z. B. im Flugverkehr durch Nacht- und Schichtarbeit und wechselnde Tagesrhythmen (Jetlag).

Die oben beschriebenen Wahrnehmungseinschränkungen und Rauschzustände erhöhen das Unfallrisiko stark.

Die verminderte Durchblutung bei Unterdruck erhöht das Risiko von Erfrierungen insbesondere der Extremitäten.

### Gefährdungen durch Überdruck

Gefährdungen beziehen sich insbesondere auf Phasen der Kompression bzw. Dekompression, aber auch auf die Isopressionsphase.

#### Wirkungen auf den Menschen

Bei zunehmendem Druck werden die in der Atemluft enthaltenen Gase, insbesondere Stickstoff vermehrt aufgenommen. Die Sättigung hängt vom Arbeitsdruck bzw. der Tauchtiefe und der Expositions- bzw. Tauchzeit, aber auch von der Kreislaufaktivität (körperlich schwere Arbeiten) ab, wobei es anfangs zur Sättigung der Körperflüssigkeiten, dann von gut durchbluteten, später aller Gewebe kommt. Bei Dekompression (abfallender Druck) werden die eingelagerten Gase über das Kreislaufsystem und die Lunge wieder freigesetzt und ausgeschieden.

Gesundheitsprobleme können in der Regel ab einem Überdruck > 0,1 bar auftreten.

#### **Atemgasintoxikation**

Bei hohem konstantem Überdruck (Isopressionsphase) besteht die Gefahr von Atemgasintoxikation [3]. Auch Verunreinigungen der Atemluft mit Kohlenmonoxid, nitrosen Gasen und Kohlendioxid kommen vor und können zu Intoxikationserscheinungen führen.

Erkrankung durch Arbeit in Druckluft ist in der Liste der Berufskrankheiten als [BK 2201](#) enthalten.

Beim Auftauchen und nach Tauchgängen treten jährlich mehrere Hundert Dekompressionsunfälle auf [1]. Pro 10 000 Tauchgänge kommt es durchschnittlich bei Sporttauchern zu einem, bei Berufstauchern zu 9,5 Unfällen [1]. Zwischen 1993 und 2014 haben die Unfallversicherungsträger 267 Anzeigen wegen "Erkrankung durch Arbeit in Druckluft" (BK 2201) erhalten und 126 Fälle als Berufskrankheit anerkannt (Auswertung der Meldedaten an die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung).

#### **Wechselwirkungen**

Darüber hinaus bestehen in Überdruck über Wechselwirkungen mit anderen Gefährdungen erhöhte Risiken:

- Dekompressionserscheinungen können verstärkt werden, wenn sich Exponierte innerhalb der folgenden Stunden in Unterdrucksituationen begeben, z. B. einen Flug antreten oder in höhere Lagen fahren.
- Da Druckluft mehr Sauerstoff enthält, erhöht sich die Brandgefahr. Die Zündtemperatur ist verringert und die Abbrandgeschwindigkeit nimmt zu.
- Rauchgase, die beim Schweißen und Schneiden entstehen, wirken in Überdruck erheblich gesundheitsschädlicher. Die für Normaldruck ausgelegten Luftgrenzwerte sind nicht anwendbar.
- In Überdruck erzeugen Schallquellen höhere Lärmimmissionen. Gefahr von Gehörschädigung tritt bei geringerer Schallemission auf als bei Normalumgebungsdruck.

## 6.7.2 Ermittlung und Beurteilung

Eine Gefährdung besteht, wenn ein Mensch

- einem Unterdruck kleiner als 0,73 bar ausgesetzt sein kann oder
- Arbeiten in Höhenlagen ab etwa 2 500 m über Normalhöhennull (NHN) ausführt oder
- in Druckluft mit einem Überdruck von mehr als 0,1 bar arbeitet oder
- bei Unterwasserarbeiten ein Tauchgerät zur Atemluftversorgung nutzt.

Weitere Orientierung, bei welchen Tätigkeiten solche Gefährdungen bestehen, geben die Abschnitte "Auftreten und Tätigkeiten" in der Einführung.

Für die Risikobeurteilung der Gefährdungen durch Unter- bzw. Überdruck stehen spezifische Beurteilungsverfahren nicht zur Verfügung. Für viele Anwendungsfälle können aber qualitative Anforderungen in Vorschriften und Regeln sowie Literatur zum Stand der Technik zur Risikobeurteilung herangezogen werden (vgl. Abschnitt "Vorschriften, Regelwerke, Literatur").

Für die Risikobeurteilung anhand qualitativer Anforderungen ist das Ampelmodell hilfreich: Werden die für den Anwendungsfall zutreffenden qualitativen Anforderungen

- **vollständig und zuverlässig eingehalten**, kann von einem geringen Restrisiko im grünen **Akzeptanzbereich** ausgegangen werden. Eine weitere Risikoreduzierung ist aber ggf. möglich und anzustreben.
- **weitgehend vollständig, aber nicht hinreichend zuverlässig eingehalten**, besteht ein Risiko im gelben **Besorgnisbereich**, das 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, d. h. ein nicht tolerierbares Risiko im roten Gefahrenbereich. Maßnahmen der Risikoreduzierung sind erforderlich.

Arbeiten unter Druckluft und Arbeiten mit Tauchgeräten gelten als besonders gefährliche Arbeiten nach Anhang II der [Baustellenverordnung](#). Die Betriebsärztin/der Betriebsarzt ist bei Bedarf bei der Risikobeurteilung hinzuzuziehen.

Bei der Risikobeurteilung sind besondere Personengruppen, wie z. B. Jugendliche, Schwangere, stillende Mütter, und für diese geltende besondere Anforderungen zu berücksichtigen.

**Nicht beschäftigt** werden dürfen nach [§ 9 DruckLV](#) <sup>[1]</sup>

- Arbeitnehmer allgemein in Druckluft von mehr als 3,6 bar Überdruck,
- Arbeitnehmer unter 18 oder über 50 Jahre in Druckluft von mehr als 0,1 bar Überdruck.

Taucharbeiten dürfen nur Personen ab 21 Jahren und bis 50 Jahre durchführen. Beschäftigungsverbote bestehen auch bei akuten und chronischen Erkrankungen, auch Zahnerkrankungen.

Schwangere und stillende Mütter dürfen unter Überdruck nicht arbeiten ([§ 11 MuSchG](#)).

<sup>[1]</sup> Für Arbeiten in Druckluft von mehr als 3,6 bar Überdruck sowie für Beschäftigte über 50 Jahre bei Arbeiten in Druckluft von mehr als 0,1 bar Überdruck sind entsprechend [§ 6 DruckLV](#) auf Antrag und unter bestimmten Voraussetzungen Ausnahmegewilligungen möglich.

### 6.7.3 Arbeitsschutzmaßnahmen und Wirksamkeitskontrolle

Arbeitsschutzmaßnahmen sind auf der Grundlage einer Beurteilung der Arbeitsbedingungen gemäß § 5 ArbSchG in aller Regel vor Aufnahme der Tätigkeit zu ergreifen, um sicherzustellen, dass Beschäftigte bei Tätigkeiten mit Unter- bzw. Überdruck nur akzeptablen, zumindest aber tolerablen Restrisiken 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 regelmäßigen Abständen zu kontrollieren. Dabei hat der Arbeitgeber eine stetige Verbesserung der Arbeitsbedingungen anzustreben (vgl. § 3 Absatz 1 ArbSchG).

#### Unterdruck

##### Unterdruck vermeiden

Der Aufenthalt in Höhenlagen sowie Flughöhen ohne Druckkabine über 3 000 Meter (entspricht Umgebungsdruck unter 0,73 bar) sind möglichst zu vermeiden.

##### Sicherheitstechnische Maßnahmen

Für Flüge über 6 000 m (20 000 ft) über NHN müssen Flugzeuge mit Druckkabinen ausgerüstet sein. Flugzeuge mit Druckkabinen müssen mit einer Sauerstoffanlage ausgerüstet sein und bei Flügen über 3 000 m einen ausreichenden Sauerstoffvorrat mitführen (§ 21 Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (LuftBO)).

##### Persönliche Schutzausrüstung

In Höhenlagen ab 2 500 m können aufblasbare Drucksäcke (ggf. mit Sauerstoffzufuhr) zur schnellen Linderung bei auftretender Höhenkrankheit bereitgestellt werden.

In Höhenlagen ab 3 000 m wird für unangepasste Personen das Mitführen eines Sauerstoffspendegerätes empfohlen.

##### Organisatorische und verhaltensbezogene Maßnahmen

In Höhenlagen ab 2 500 m ist in den ersten Tagen schwere körperliche Arbeit zu vermeiden. Nach mehrtägiger Anpassung ist jedoch Arbeit bis zu einer Höhe von 5 000 bis 6 000 m (> 0,48 bar) noch möglich.

Zur Vorbeugung der Höhenkrankheit ist ein langsamer Anstieg und ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu empfehlen.

Treten bei Höhen ab 2 500 m erste Anzeichen einer Höhenkrankheit auf, ist neben Rast und Flüssigkeitszufuhr insbesondere der zügige Abstieg in niedrigere Lagen erforderlich.

#### Überdruck

##### Übergreifende Gestaltungskonzepte

##### Überdruck vermeiden

Da Arbeiten in Überdruck mit hoher Belastung und Gesundheitsrisiken verbunden sind, sind alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um solche Arbeiten zu vermeiden und zu minimieren. Dabei geht es unter Einbeziehung von Experten darum, alternative Produktions- und Arbeitsverfahren auszuloten bzw. zu entwickeln.

Für das Inverkehrbringen von Geräten mit einem Überdruck von 0,5 bar ist ggf. die [Druckgeräteverordnung](#) zu beachten.

##### Sicherheitstechnische Maßnahmen

Beim Einsatz von Atemgeräten kann bei höherem Überdruck die Zusammensetzung des Atemgases verändert werden, z. B. Ersatz von Stickstoff durch Helium oder/und Wasserstoff oder Reduzierung des Sauerstoffanteils (z. B. Nitrox, Heliiox oder Trimix). Derartige Gasgemische ermöglichen Arbeiten unter noch höherem Druck (z. B. 20-30 bar) bzw. in größeren Tauchtiefen bis zu mehreren Hundert Metern.

Der Einsatz von Atemgasen ohne Stickstoff oder/und Sauerstoffatmung über Sauerstoffmaske in der Dekompression ermöglicht eine schnellere Dekompression und senkt das Risiko von Dekompressionserkrankungen signifikant. Weitere Hinweise enthält die [DGUV Information 201-061](#).

An Arbeitskammern und Einrichtungen werden zahlreiche Beschaffenheitsanforderungen gestellt (§§ 4 und 5 [Druckluftverordnung \(DruckLV\)](#) in Verbindung mit Anhang 1).

Weitere technische Gestaltungsmaßnahmen enthalten Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen [RAB 25](#), Anhang, Abschnitt 4.

### Organisatorische Maßnahmen

Um zeitaufwendige Dekompressionsphasen zu vermeiden, halten sich Druckluftarbeiter bzw. Taucher zwischen den Arbeits- bzw. Tauchgängen über längere Zeit in Druckkammern mit Arbeitsdruck auf (Sättigungstauchen).

Insbesondere Dekompressionsprozesse müssen sehr langsam ablaufen, damit die im Gewebe gesättigten Gase (besonders Stickstoff) ohne gefährliche Bläschenbildung aus dem Gewebe entweichen können. Bei einem 30-minütigen Tauchgang in 100 m Tiefe dauert die Dekompression mehrere Stunden. Eine vollständige Entsättigung ist erst nach ca. 36 Stunden erreicht.

An die Ausschleusungs- und Wartezeiten zwischen den Einsätzen in Druckluft werden abhängig von den Einsatz- und Rahmenbedingungen unterschiedliche, spezifische Anforderungen gestellt (§ 21 [DruckLV](#)). Anhang 2 der [DruckLV](#) enthält Tabellen für Ausschleusungs- und Wartezeiten bei unterschiedlichen Bedingungen (abrufbar z. B. bei der [BG Bau](#)). Weitere Hinweise sind in den Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen [RAB 25](#), Teil 3 zu finden.

Durch organisatorische Maßnahmen können die Gesundheitsrisiken verringert werden (siehe Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen ([RAB 25](#), Anhang, Abschnitt 3):

- Die ersten beiden Einsätze in Druckluft (auch nach längeren Pausen) sollten verkürzt erfolgen.
- Vor dem Ausschleusen trockene Kleidung anziehen.
- Während der Druckluftarbeiten und des Ausschleusens auf ausreichende Flüssigkeitsaufnahme achten.
- Zusätzlichen Dekompressionsstress durch druckgeminderte Höhenlagen (z. B. Flug, Höhengaufenthalt, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden bzw. in Abstimmung mit dem Druckluftarzt zusätzliche Maßnahmen ergreifen wie verlängerte Dekompressions- und Wartezeiten, verkürzte Arbeitszeiten.
- Für den Fall von Drucklufterkrankungen ist ein Verfahrensablauf festzulegen und allen Mitarbeitern zu vermitteln, um eine schnelle fachgerechte Behandlung sicherzustellen ([DGUV Information 250-006](#)).
- Verhaltensbezogene Maßnahmen

Die Dekompression muss sich an festgelegten Regelungen orientieren ([DruckLV](#), Anhang 2; [DGUV Vorschrift 40](#)).

Es wird empfohlen, dass jeder Beschäftigte auch außerhalb der Arbeitszeit eine rote Notfallkarte bei sich führt, die u. a. lebensrettende Hinweise zur Behandlung von Druckfallbeschwerden enthalten kann ([DGUV Information 250-006](#)).

### Arbeitsmedizinische Vorsorge bzw. ärztliche Untersuchung

Der Arbeitgeber darf einen Arbeitnehmer zu Taucherarbeiten nur nach einer arbeitsmedizinischen Vorsorge (Pflichtvorsorge gem. § 4 [ArbMedVV](#) mit Anhang 3 (1) Nummer 5) beschäftigten (siehe auch Abschnitt "Taucharbeiten" in [DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratung und Untersuchungen](#)). Der Arbeitgeber hat über die in Druckluft Beschäftigten eine Vorsorgekartei zu führen mit Angaben, dass, wann und aus welchen Anlässen arbeitsmedizinische Vorsorge stattgefunden hat (§ 3 Absatz 4 [ArbMedVV](#)).

Arbeitnehmer dürfen nur in Druckluft beschäftigt werden, wenn sie von einem gem. § 13 [DruckLV](#) ermächtigten Arzt untersucht worden sind, und zwar

- vor der ersten Beschäftigung bzw.
- vor Ablauf eines Jahres seit der letzten Untersuchung.

Die Bescheinigung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit ist Tätigkeitsvoraussetzung. Die Untersuchungen müssen erfolgt sein

- innerhalb von zwölf Wochen vor Beginn der Beschäftigung
- und anschließend jeweils vor Ablauf von zwölf Monaten.

Vor der Weiterbeschäftigung nach Erkrankungen, Erkältungen oder sonstigem Nichtwohlfühlen muss der ermächtigte Arzt festgestellt haben, dass gesundheitliche Bedenken gegen die Weiterbeschäftigung nicht bestehen

(§ 11 [DruckLV](#)).

### **Spezifische Maßnahmen bei Druckluftarbeiten**

Arbeitgeber, die Beschäftigte in Luftdruck über 0,1 bar Überdruck einsetzen wollen, müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen ergreifen:

#### **Anzeigepflicht**

Arbeiten unter Druckluft sind bei der zuständigen Behörde spätestens zwei Wochen vor Aufnahme der Arbeiten anzuzeigen. Auch geplante oder eingetretene Änderungen gegenüber der Anzeige hat der Arbeitgeber unverzüglich schriftlich anzuzeigen (§ 3 [DruckLV](#)).

Erholungsräume, sanitäre Einrichtungen, Druckluftkammer

- Der Arbeitgeber muss bestimmte Erholungsräume und sanitäre Einrichtungen für die Beschäftigten bereitstellen (§ 17 [DruckLV](#)).
- Ab einem Arbeitsdruck von 0,7 bar ist am Arbeitsplatz eine Krankendruckluftkammer zur Rekompensation bereitzustellen, mit der im Falle einer auftretenden Drucklufterkrankung eine Behandlung sehr schnell eingeleitet werden kann und damit irreversible Spätfolgen infolge verspäteter Behandlung vermieden werden können (§ 17 [DruckLV](#)).

#### **Technische Prüfungen**

Arbeitskammern sind vor der Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen einer Prüfung durch behördlich anerkannte Sachverständige zu unterziehen. Schleusen und Schachtrohre müssen darüber wiederkehrend geprüft werden, vor Ablauf von drei Jahren bzw. nachdem sie zum dritten Mal neu installiert worden sind (§ 7 [DruckLV](#)).

#### **Ermächtigter Arzt**

Der Arbeitgeber hat einen ermächtigten Arzt mit spezieller arbeitsmedizinischer Fachkunde bezüglich Arbeiten in Druckluft (Druckluftarzt genannt) zu beauftragen, die notwendigen Maßnahmen zur Verhütung von Gesundheitsgefahren zu veranlassen, die Arbeitnehmer zu beraten und Drucklufterkrankte zu behandeln. Dazu muss der Arzt in der Regel während der Arbeits- und Wartezeiten jederzeit an der Arbeitsstelle erreichbar sein, d. h. innerhalb von maximal 30 Minuten an der Arbeitsstelle zur Verfügung stehen (§ 12 ). Die Einleitung der Behandlung von drucklufterkrankten Beschäftigten kann der ermächtigte Arzt auf einen Bereitschaftsarzt übertragen. Für Ausnahmen auf Antrag geben die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen "Arbeiten in Druckluft" ([RAB 25](#)) weitere Hinweise.

#### **Geschulte Fachkräfte**

Der Arbeitgeber hat bestimmte speziell geschulte Fachkräfte zu bestellen, die während des Betriebs festgelegte Überwachungs- und bei Bedarf Brandbekämpfungs- oder Erste-Hilfe-Maßnahmen wahrnehmen (§ 18 [DruckLV](#)). Unter anderem muss er einen Fachkundigen mit einem behördlichen Befähigungsschein bestellen, der die Arbeiten in Druckluft leitet und überwacht sowie Erlaubnisscheine (vgl. [DGUV Information 201-061](#), Anlage 8) ausstellt. Weitere Hinweise zu den Aufgaben und Qualifikationsanforderungen der zu bestellenden Fachkräfte enthalten die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen "Arbeiten in Druckluft" ([RAB 25](#)) sowie die DGUV Information 201-061 in Abschnitt 5.2.

#### **Unterweisung**

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass der leitende Fachkundige und der beauftragte Arzt die Arbeitnehmer vor Beginn der Beschäftigung und mindestens halbjährlich über die Unfall- und Gesundheitsgefahren und die Einrichtungen und Maßnahmen zur Abwendung dieser Gefahren belehren. Vor Beginn der Beschäftigung hat der Arbeitgeber jedem Arbeitnehmer zudem ein entsprechendes Merkblatt in dessen Sprache auszuhändigen (§ 20 [DruckLV](#)).

### **Spezifische Maßnahmen bei Baumaßnahmen**

#### **Baustellenkoordinator**

Arbeiten in Überdruck auf Baustellen zählen zu den besonders gefährlichen Arbeiten nach § 2 Absatz 3 [Baustellenverordnung \(BaustellV\)](#). Da es sich meist um Bauvorhaben größeren Umfangs mit mehreren

Arbeitgebern handelt, muss der Bauherr in der Regel einen Koordinator bestellen, der einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt sowie eine Unterlage für spätere Arbeiten zusammenstellt. Der Koordinator muss in der Regel unter Einschaltung zusätzlicher Fachleute auf die Auswahl von Bauverfahren mit möglichst geringen Risiken hinwirken (siehe Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen - RAB 25 "Arbeiten in Druckluft", Anhang, Abschnitt 11). Umfangreiche Empfehlungen zu Arbeiten in Druckluft insbesondere im Tiefbau sind in der [DGUV Information 201-061](#) zusammengestellt. Insbesondere im Tunnelbau können Einsätze mit Arbeitsdrücken über 3,6 bar und Taucharbeiten in der Stützflüssigkeit einer Tunnelbohrmaschine unvermeidlich sein. DGUV Information 201-061 beschreibt in den Abschnitten 6 und 7 die erhöhten Anforderungen für diesen Sonderfall.

### **Spezifische Maßnahmen bei Tauchgängen**

Bei Tauchgängen muss der Arbeitgeber unabhängig von Druckluftarbeiten folgende Pflichten erfüllen:

#### **Taucheinsatzleiter**

Taucheinsätze müssen unter der Leitung eines schriftlich bestellten Taucheinsatzleiters erfolgen. Dieser muss die Einsatzbedingungen beurteilen, den Tauchgang schriftlich planen, den sicheren Ablauf des Tauchereinsatzes überwachen und die bei Unfällen und Störungen erforderlichen Maßnahmen treffen können (§§ 8 und 15 bis 16 [DGUV Vorschrift 40](#)).

#### **Signalmann, Tauchhelfer**

Taucherarbeiten dürfen nur von Tauchergruppen aus mindestens zwei geprüften Tauchern, Signalmann sowie Tauchhelfer erfolgen. Die Verständigung zwischen Tauchern und Signalmann muss sichergestellt sein (§§ 9 bis 13 und 18 [DGUV Vorschrift 40](#)).

#### **Ausrüstung**

- Es ist eine festgelegte Ausrüstung bereitzustellen, die bestimmte Beschaffenheitsanforderungen erfüllt (§§ 14 und 3 bis 7 [DGUV Vorschrift 40](#)).
- Anforderungen an Bau und Ausrüstung sowie Betrieb von Taucherdruckkammern enthält

#### **Vorschriften, Regelwerk**

- Für die Vorbereitung und Durchführung von Tauchgängen sind zahlreiche Regeln zu beachten (§§ 19 bis 25 [DGUV Vorschrift 40](#)).
- Weitere Regelungen betreffen die Not-Dekompression, Maßnahmen nach dem Tauchgang, zusätzliche Bestimmungen für Helmtauchgeräte und Leichttauchgeräte, Prüfung der Ausrüstung und Verhalten bei Taucherunfällen (§§ 26 bis 32 [DGUV Vorschrift 40](#)).
- Hinweise für Tauchereinsätze mit Mischgas enthält [DGUV Information 201-033](#).
- Für Tauchereinsätze mit wissenschaftlicher Zielsetzung, d. h. Forschungstauchereinsätze, gelten spezielle Regeln gemäß [DGUV Regel 101-023](#).
- Umfangreiche Empfehlungen zu Arbeiten in Druckluft insbesondere im Tiefbau sind in der [DGUV Information 201-061](#) "Handlungsanleitung für sicheres Arbeiten in Druckluft" zusammengestellt.

#### **Anforderungen für den Betrieb therapeutischer Druckkammern**

Für den Betrieb therapeutischer Druckkammern sind die Anforderungen aus [DGUV Information 207-001](#) zu beachten.

## 6.7.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

### Gesetze, Verordnungen

[www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

- Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung - DruckLV)
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO)
- Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (LuftBO)
- Mutterschutzgesetz (MuSchG)
- Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss Geprüfter Taucher/Geprüfte Taucherin (TauchPrV)

### Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

- RAB 25: Arbeiten in Druckluft
- Merkblatt zu Berufskrankheit Nr. 2201 "Erkrankungen durch Arbeit in Druckluft"

### DGUV Regelwerk

DGUV Datenbank Publikationen

- DGUV Vorschrift 40: Taucharbeiten (mit Durchführungsanweisungen)
- DGUV Regel 101-022: Tauchdruckkammern
- DGUV Regel 101-023: Forschungstauchen
- DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV Information 201-033: Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas
- DGUV Information 201-025: Taucher-Dienstbuch
- DGUV Information 201-061: Handlungsanleitung für sicheres Arbeiten in Druckluft
- DGUV Information 207-001: Sicheres Arbeiten mit therapeutischen Druckkammern
- DGUV Information 250-006: Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucharbeiten)
- DGUV Grundsatz 312-190: Ausbildung - Fortbildung und Unterweisung im Atemschutz
- DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen

### Literatur

- [1] Vann, R. D.; Butler, F. K.; Mitchell, S. J.; Moon, R. E.: **Decompression illness** Lancet 2011; 377, S. 153 ff.
- [2] Ebner, W.; Gminski, R.; Zimmer, G.: **Rechtsmedizin, Arbeitsmedizin, Umweltmedizin, Toxikologie**. Endspurt Klinik Skript 19. Stuttgart: Georg Thieme (2014)
- [3] Pressel, G.; Neubauer, B.: **Erkrankungen durch Arbeit unter erhöhtem Luftdruck**. In: Handbuch der Arbeitsmedizin. Landberg/Lech: ecomed Medizin Losebl.-Ausgabe 37. Erg.-Lfg. September 2004, IV – 3.6
- [4] Schommer, K.; Mairbäurl, H.: **Arbeiten in großer Höhe**. In: Handbuch der Arbeitsmedizin. Landberg/Lech: ecomed Medizin Losebl.-Ausgabe 33. Erg.-Lfg. Juni 2014, D II-2.1.2
- [5] Rooney, D.; Elmenhorst, E.-M.; Wittkowski, M.; Wenzel, J.: **Schlaf im Flugzeug: ein unerkanntes Risiko?** 49. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM), 08.-10. September 2011, Sinsheim (nicht veröffentlicht)

### Internetangebote/Links

- Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin
- Sachgebiet Tiefbau des Fachbereichs Bauwesen der DGUV

## 6.7.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

### Prüffragen

- Tritt Unterdruck unter 0,73 bar auf?
- Wird in Höhenlagen über 2 500 m gearbeitet?
- Tritt Überdruck von mehr als 0,1 bar auf?
- Sind Taucharbeiten unter 1 m Wassertiefe vorgesehen?
- Überschreitet der Überdruck 3,6 bar?

### Gefährdungen

- geringfügige Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit bereits unter 2 000 m Höhe
- signifikante Verminderung der Leistungsfähigkeit und der Gesundheitsbeeinträchtigung ab 3 000 m Höhe
- erhöhte Gesundheitsrisiken ab 4 000 m Höhe
- Gefährdung lufthaltiger Körperhöhlen bei zu schneller Kompression
- Sauerstofftoxizität ab 2 bar Überdruck
- narkotische Wirkung von Stickstoff ab 2,5 bar Überdruck
- Störung zahlreicher Körperfunktionen bis zum Tod bei zu schneller oder nicht fachgerechter Dekompression

### Wichtige Maßnahmen

#### Bei Unterdruck

- ab 2 500 m Höhenanpassung erforderlich (mehrtägige Schonung)
- ab 2 500 m ggf. Drucksäcke zur schnellen Behandlung auftretender Höhenkrankheiten bereithalten
- ab 3 000 m ggf. Sauerstoffspendegerät mitführen
- Flugzeugausrüstung mit Druckkabinen und Sauerstoffanlage bei Flügen über 6 000 m
- Schwangere im Flugdienst nicht einsetzen

#### Bei Überdruck

- Mindestalter von 18 Jahren bei Druckluftarbeiten bzw. 21 Jahren bei Taucharbeiten einhalten
- Höchstalter von 50 Jahren bei Druckluftarbeiten einhalten
- schwangere oder stillende Mütter nicht in Überdruck einsetzen
- nur Taucher mit Taucherzeugnis nach Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss geprüfter Taucher einsetzen
- sicherstellen, dass nur Beschäftigte in Überdruck arbeiten, die vor nicht länger als zwölf Wochen vor dem ersten Einsatz bzw. anschließend vor nicht länger als zwölf Monaten durch einen gem. § 13 DruckLV ermächtigten Arzt untersucht worden sind und die vollkommen gesund und nachgewiesen nicht erkältet sind
- Druckluftarbeiten spätestens zwei Wochen vor der Aufnahme der Arbeiten bei der zuständigen Behörde anzeigen; Änderungen unverzüglich anzeigen
- bei Druckluft über 3,6 bar Überdruck staatliche Ausnahmegenehmigung erforderlich
- Bereitstellen spezieller Räume und Einrichtungen nach § 17 DruckLV vor Beginn der Arbeiten unter Luftdruck
- bei Druckluft über 0,7 bar eine Krankendruckluftkammer am Arbeitsplatz bereitstellen
- regelmäßige Prüfung von Arbeitskammern, Schleusen und Schachtrohre entsprechend § 7 DruckLV sicherstellen
- einen Arzt mit spezieller arbeitsmedizinischer Fachkunde bezüglich Arbeiten in Druckluft beauftragen, die notwendigen Maßnahmen zur Verhütung von Gesundheitsgefahren zu veranlassen, die Arbeitnehmer zu beraten und Drucklufterkrankte zu behandeln
- Erreichbarkeit des beauftragten Druckluftarztes während der Arbeits- und Wartezeiten an der Arbeitsstelle sicherstellen
- Bestellung und Schulung eines leitenden Fachkundigen sowie weitere nach § 18 DruckLV erforderliche Fachkräfte
- schriftliche Bestellung eines verantwortlichen und kompetenten Taucheinsatzleiters, der die Einsatzbedingungen beurteilt, den Tauchgang schriftlich fachgerecht plant, den sicheren Ablauf des Taucheinsatzes überwacht und bei Unfällen und Störungen die erforderlichen Maßnahmen treffen kann
- Taucharbeiten nur von Tauchgruppen aus zwei geprüften Tauchern, Signalmann sowie Tauchhelfer zulassen
- Prüfung der Tauchausrüstung gemäß §§ 14 und 3 bis 7 DGUV Vorschrift 40
- Einhaltung der Regeln für die Vorbereitung und Durchführung von Tauchgängen gemäß §§ 19 bis 25 DGUV

[Vorschrift 40](#) in jedem Einzelfall sicherstellen

- Prüfung der erforderlichen Ausrüstungsgegenstände (Geräte, Einrichtungen und Hilfsmittel) vom Tauchereinsatzleiter vor jedem Tauchgang sicherstellen
- Einsatz von Sauerstoffatmung und ausreichende Flüssigkeitszufuhr bei der Dekompression sicherstellen
- Ausschleusungs- und Wartezeiten entsprechend Anhang 2 [DruckLV](#) sowie weitere Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen [RAB 25 "Arbeiten in Druckluft"](#), Anhang, Abschnitt 3 einhalten
- Gestaltungsmaßnahmen nach [RAB 25 "Arbeiten in Druckluft"](#), Anhang, Abschnitt 4 ergreifen
- zusätzlichen Dekompressionsstress durch druckgeminderte Höhenlagen (z. B. Flug, Höhengaufenthalt, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden bzw. in Abstimmung mit dem Druckluftarzt zusätzliche Maßnahmen ergreifen
- Festlegen eines Verfahrensablaufs für eine schnelle, fachgerechte Behandlung bei Drucklufterkrankungen und Einweisung allen Mitarbeiter
- jedem Beschäftigten die rote Notfallkarte gemäß [DGUV Information 250-006](#) mit lebensrettenden Hinweisen zur Behandlung von Druckfallbeschwerden bereitstellen

## 6.7.6 Autor und Ansprechpartner

### Autor:

- Dipl.-Ing. Christof Barth  
systemkonzept GmbH, Köln

### Ansprechpartnerin:

- Bettina Lafrenz  
Fachgruppe 2.3 "Human Factors, Ergonomie"

### 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/gefaehrungsbeurteilung](http://www.baua.de/gefaehrungsbeurteilung)

### 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](mailto:info-zentrum@baua.bund.de)  
Internet: [www.baua.de](http://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.