

# Inhaltsverzeichnis

7.6 Unter- oder Überdruck	1
7.6.1 Einführung	2
7.6.2 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	4
7.6.3 Grenzwerte, Beurteilungskriterien	7
7.6.4 Arbeitsschutzmaßnahmen bei Unterdruck	8
7.6.5 Arbeitsschutzmaßnahmen bei Überdruck	9
7.6.6 Vorschriften, Regelwerk, Literatur	12
7.6.7 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	14
7.6.8 Autoren und Ansprechpartner	16

## 7.6 Unter- oder Überdruck

Unter- und Überdruck beeinflussen die Aufnahme beziehungsweise 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 Kreislauf Funktionen, des Zentralnervensystems und der Atemorgane hervorrufen können.

## 7.6.1 Einführung

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). Nicht gemeint ist in diesem Abschnitt technischer Über- oder Unterdruck in Leitungen, Geräten und so weiter, denen der Mensch nicht als Ganzes ausgesetzt ist. Diese unterliegen bezüglich der technischen Sicherheit, insbesondere der Produktsicherheit (vgl. [Produktsicherheitsgesetz](#) mit seinen Verordnungen), und bezüglich der überwachungsbedürftigen Anlagen mit Druckgefährdung der [Betriebssicherheitsverordnung \(BetrSichV\)](#).

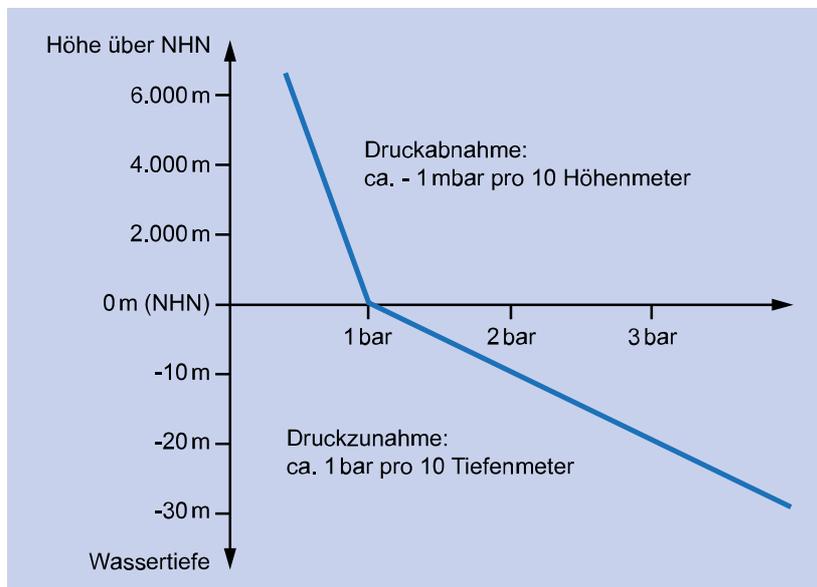


Abb. 7.6-1. Druckzu- und abnahme in Abhängigkeit von Wassertiefe beziehungsweise Höhe über NHN

### Atmosphärendruck auf Normalhöhennull (NHN)

Vielfach werden die Druckverhältnisse durch Aufenthalt in größeren Höhen über dem Meeresspiegel oder unter der Wasseroberfläche bestimmt.

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

### Unterdruck

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

#### Definition Unterdruckerarbeiten

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 unter anderem auf

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

**Nicht** zu Arbeiten in Unterdruck zählen Arbeiten unter so genannter "Schutzdruckatmosphäre", bei denen ein leichter Unterdruck verhindern soll, dass gefährliche Stoffe (zum Beispiel Asbest, Biologische Arbeitsstoffe) in die Umwelt gelangen. Hier treten in der Regel nur geringe Unterdrücke auf.

## Überdruck

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

### Definition Überdruckarbeiten

Als Arbeiten in Überdruck gelten

- Arbeiten in Druckluft 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, in denen aus Lüftungstechnischen Gründen ein Druck herrscht, der geringfügig höher ist als der atmosphärische Druck (also weniger als 0,1 bar Überdruck).
- Arbeiten mit Atemschutzgeräten, die zum Beispiel 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 (sogenannte Caissons), Schildvortrieb im Tunnelbau - hier fallen unter anderem Bau-, Schweiß- und Transportarbeiten, Überwachungs- und Instandhaltungsarbeiten an).

Überdruck tritt zum anderen beim Tauchen als unerwünschte Begleiterscheinung auf. Bei Tauchgängen werden handwerkliche Tätigkeiten sowie Bergungs-, Sicherheits-, Such-, Überwachungs- und Messarbeiten durchgeführt.

<sup>1)</sup> Veraltete Einheiten sind zum Beispiel die technische Atmosphäre ( $1 \text{ ta} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar}$ ), die physikalische Atmosphäre ( $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$ ), Millimeter-Quecksilbersäule ( $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ Torr} = 1,33 \text{ mbar}$ ) oder im angloamerikanischen Bereich Pounds-force per square inch ( $1 \text{ psi} = 69 \text{ mbar}$ ).

<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).

## 7.6.2 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

### Gefährdungen durch Unterdruck

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

#### Wirkungen auf den Menschen

Sehr schnelle Druckschwankungen (zum Beispiel 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, gegebenenfalls verstärkt durch erhöhten Sauerstoffbedarf bei gleichzeitig körperlicher Anstrengung oder erhöhten Aufmerksamkeitsanforderungen.

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 (erschwerterte Atmung) auf, die aber nach mehreren Tagen Höhenanpassung verschwinden.

#### Höhenkrankheit

Bei höherer Druckabnahme (zum Beispiel 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, Kaltschweißigkeit, Erbrechen, Konzentrations- und Koordinationsstörungen, ungewohntem Leistungsverlust, Reizbarkeit, Apathie, Selbstüberschätzung und Fehleinschätzungen, verengtes Gesichtsfeld, Bewusstseinsveränderung (so genannten 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 5000 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 4000 Metern (entspricht Luftdruck unter 0,62 bar) können innerhalb von 24 Stunden in 1-3 % ein Höhenlungenödem beziehungsweise oberhalb von 5000 Metern seltener das Höhenhirnödem auftreten, die in 25 % beziehungsweise 40 % der Fälle tödlich verlaufen.

#### Wechselwirkungen

Wechselwirkungen bestehen zum Beispiel 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 beziehungsweise 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 beziehungsweise der Tauchtiefe und der Expositionszeit beziehungsweise 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:

- Ab einem Überdruck über 2,5 bar (entspricht circa 25 m Tauchtiefe) verursachen Stickstoff und auch Wasserstoff und Edelgase in der Atemluft durch ihre mit dem Druck zunehmende narkotische Wirkung den sogenannten "Tiefenrausch". Er führt zu schweren Rauschzuständen bis hin zu Ohnmacht, schädigt aber den Körper nicht unmittelbar.
- Bei zunehmendem Druck steigt auch die Sauerstoffmenge in der Atemluft. Ab einem Überdruck von 2 bar wirkt Sauerstoff toxisch.
- Weiter können Sauerstoffmangel und CO<sub>2</sub>-Intoxikationen auftreten.

#### **Probleme bei zu schnellen Druckschwankungen**

##### **– Schäden in lufthaltigen Körperhöhlen**

In der Kompressionsphase kann es durch zu schnellen Druckanstieg beim Einschleusen infolge mangelnden Druckausgleichs zu mechanischen Schäden in lufthaltigen Körperhöhlen (zum Beispiel Ohrtuben, Nasenneben-, Stirn- und Kieferhöhlen) kommen. Bei Schleimhautschwellungen zum Beispiel durch Erkältung können bereits ab 0,1 bar Druckzunahme Beschwerden (Druckschmerzen, Schwindel, Tinnitus) und Schädigungen eintreten ("Barotraumen", Trommelfellperforation, atrophische Trommelfellnarben, chronischer Tubenverschluss, chronische Erkrankungen der Nasennebenhöhlen). Bei Schlägen auf das Ohr (z.B. Ohrfeige) kann das Trommelfell verletzt werden. In schweren Fällen kann es zu vorübergehendem oder dauerhaftem Hörverlust kommen. Bei schadhafem Gebiss treten auch Zahnschmerzen auf.

##### **– Caissonkrankheit**

Nach zu schneller Dekompression (Druckabnahme auf normalen Luftdruck; Tauchunfall mit zu schnellem Auftauchen) kann die sogenannte Caissonkrankheit (auch Dekompressionskrankheit oder Gasembolie genannt) auftreten. Dabei bildet insbesondere gelöster Stickstoff im Gewebe Bläschen (ähnlich wie beim Öffnen einer Sprudelflasche), die Körperfunktionen, zum Beispiel Blut- und Nervenbahnen blockieren können. Die Ausscheidung der Gase über das Kreislaufsystem und die Lunge gelingt je nach Gewebetyp unterschiedlich schnell.

##### **– Druckfallbeschwerden**

Innerhalb der ersten halben Stunde, häufig auch erst Stunden oder Tage nach der Ausschleusung können mehr oder weniger heftige Druckfallbeschwerden auftreten. Als Leitsymptome gelten Gelenk- und Muskelschmerzen und manchmal Hautmarmorierungen. Weitere Folgen können sein: Ohrensausen, Schwerhörigkeit, Gleichgewichtsstörungen, Tonusverlust der Muskulatur (Zusammensinken des Körpers), Sprachverlust/Sprachstörung, vorübergehende psychische Störungen, epileptiforme Anfälle, Atemlähmung, (auch dauerhafte) Lähmungen besonders der unteren Gliedmaßen, Durchblutungs- und Kreislaufstörungen, Herzinfarkt bis hin zum Tod. Lebensbedrohliche Komplikationen kommen vor allem bei Beteiligung des Zentralnervensystems, des Kreislaufs und der Atemorgane vor.

##### **– Gelenkschäden**

Da insbesondere Knochen und Knorpel unter Druck sehr schnell mit Stickstoff aufsättigen, aber die Entsättigungshalbwertszeiten bei der Dekompression sehr lang sind, können als Spätfolgen auch Gelenkschäden mit deformierenden Arthrosen und Sequesterbildung unter anderem auftreten.

##### **– Fieber**

Erhöhte Körpertemperatur über mehrere Tage weist auf eine gestörte Wärmeregulation hin.

##### **– Handlungsfähigkeit**

- Eine Dekompressionserkrankung kann die Handlungsfähigkeit beeinträchtigen, zum Beispiel das Fahrvermögen einschränken.
- Zu schnelle Dekompression oder der Notaufstieg bei Tauchern kann auch zu einer gefährlichen Überdehnung der Lunge führen.

##### **– Gesundheitliche Risiken für Taucher**

Unter bestimmten Bedingungen kann es bei Tauchern zu relativen Unterdrücken bestimmter Körperpartien, besonders der Lunge und des Kopfes, kommen, die Schwellungen, Ergussbildung, Gewebeeinriss oder Einblutungen verursachen können.

Erkrankung durch Arbeit in Druckluft ist in der Liste der Berufskrankheiten als [BK 2201](#) enthalten. Auch Verunreinigungen der Atemluft mit Kohlenmonoxid, nitrosen Gasen und Kohlendioxid kommen vor und können zu Intoxikationserscheinungen führen.

#### **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, zum Beispiel 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.

### 7.6.3 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Bei Unterdruck kleiner als 0,73 bar beziehungsweise Tätigkeiten in großen Höhenlagen ab etwa 2.500 m über dem Meeresspiegel ist mit gesundheitlichen Problemen zu rechnen.

#### Beschäftigungsverbot

Nicht beschäftigt werden dürfen nach §9 DruckLV<sup>3)</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>3)</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 Ausnahmegenehmigungen möglich.

## 7.6.4 Arbeitsschutzmaßnahmen bei Unterdruck

### Unterdruck vermeiden

Der Aufenthalt in Höhenlagen beziehungsweise Flughöhen ohne Druckkabine über 3.000 Meter (entspricht Luftdruck unter 0,73 bar) sollte möglichst gemieden werden.

### 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 (gegebenenfalls 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.

## 7.6.5 Arbeitsschutzmaßnahmen bei Überdruck

### Übergreifende Gestaltungskonzepte

#### Überdruck vermeiden

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

Für das Inverkehrbringen von Geräten mit einem Überdruck von 0,5 bar ist gegebenenfalls die Druckgeräteverordnung zu beachten.

#### Sicherheitstechnische Maßnahmen

Beim Einsatz von Atemgeräten kann bei höherem Überdruck die Zusammensetzung des Atemgases verändert werden, zum Beispiel Ersatz von Stickstoff durch Helium oder/und Wasserstoff oder Reduzierung des Sauerstoffanteils (zum Beispiel Nitrox und Bell O<sub>2</sub>). Derartige Gasgemische ermöglichen Arbeiten unter noch höherem Druck (zum Beispiel 20-30 bar) beziehungsweise 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 "Richtlinie für das Ausschleusen mit Sauerstoff nach Arbeiten in Druckluft".

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 beziehungsweise Taucher zwischen den Arbeits- beziehungsweise 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 circa 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. 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 (zum Beispiel Flug, Höhenaufenthalt, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden beziehungsweise 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 unter anderem 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), Nr. 5) beschäftigten. 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, Abs. 4 ArbMedVV).

Arbeitnehmer dürfen nur in Druckluft beschäftigt werden, wenn sie von einem gem. §13 DruckLV ermächtigten Arzt untersucht worden sind:

- vor der ersten Beschäftigung bzw.
- vor Ablauf von einem Jahr seit der letzten Untersuchung

Die Bescheinigung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit ist Tätigkeitsvoraussetzung. Die Vorsorgeuntersuchungen 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**

Anzeige von Arbeiten unter Druckluft bei der zuständigen Behörde spätestens zwei Wochen vor Aufnahme der Arbeiten. Geplante oder eingetretene Änderungen gegenüber der Anzeige muss der Arbeitgeber unverzüglich schriftlich anzeigen (§ 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 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 beziehungsweise 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 (§ 12 DruckLV). 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). Die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen "Arbeiten in Druckluft" (RAB 25) geben in Teil 2 weitere Hinweise zu den Aufgaben und Qualifikationsanforderungen an den leitenden Fachkundigen.

### **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).

## 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 [DGUV Regel 101-022](#).

### **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 Helmtauchergeräte und Leichttauchergeräte, 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, das heißt Forschungstauchereinsätze, gelten spezielle Regeln gemäß [DGUV Regel 101-023](#).

## 7.6.6 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

### Gesetze, Verordnungen

- 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

### Vorschriften der Berufsgenossenschaften

- DGUV Vorschrift 40: Taucharbeiten  
(mit Durchführungsanweisungen)

### Weitere Regeln der Technik

- DGUV Regel 101-022 (bisher BGR 235): Tauchdruckkammern
- DGUV Regel 112-190 (bisher BGR/GUV-R 190): Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV Regel 101-023 (bisher GUV-R 2112): Einsatz von Forschungstauchern
- DGUV Information 201-033 (bisher BGI 897): Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas
- DGUV Information 201-025: Taucher-Dienstbuch
- DGUV Information 240-310 (bisher BGI/GUV-I 504-31): Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 31 "Überdruck"
- DGUV Information 250-006 (bisher BGI 690): Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck
- Merkblatt zu Berufskrankheit Nr. 2201 "Erkrankungen durch Arbeit in Druckluft"
- Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. (DGAUM): "Arbeiten in Überdruck"
- Leitlinie "Tauchunfall" der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e. V.

### Literatur

- [1] 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
- [2] Ebner, W.; Gminski, R.; Zimmer, G.:  
**Rechtsmedizin, Arbeitsmedizin, Umweltmedizin, Toxikologie.**  
Endspurt Klinik Skript 19. Stuttgart: Georg Thieme (2014)
- [3] Treibel, W.:  
**Höhenmedizin für Ärzte.**  
In: Erste Hilfe und Gesundheit am Berg und auf Reisen. 2. Auflage, München: Bergverl. Rother 2012
- [4] Berghold, F.; Schaffert, W.:  
**Handbuch der Trekking- und Expeditionsmedizin. Praxis der Höhenanpassung – Therapie der Höhenkrankheit.**  
München: DAV Summit Club 2004
- [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



## 7.6.7 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 Luftdruck 3,6 bar Überdruck?

### Gefährdungen

- Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit und der Gesundheit ab 2.500 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 gegebenenfalls Drucksäcke zur schnellen Behandlung auftretender Höhenkrankheiten bereithalten
- ab 3.000 m gegebenenfalls 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 beziehungsweise 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 12 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 Druckluftverordnung (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
- Prüfung der Tauchausrüstung gemäß §§ 14 und 3 bis 7 DGVU 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 (zum Beispiel Flug, Höhengaufenthalt, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden beziehungsweise 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

### **7.6.8 Autoren und Ansprechpartner**

#### **Autoren:**

– Dipl.-Ing. Ch. Barth

#### **Ansprechpartner:**

– Dipl.-Ing. Ch. Barth

Systemkonzept GmbH, Köln

## Impressum

### Bitte zitieren als:

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg., 2019.

Gefährdungsfaktoren: Ein Ratgeber; Dortmund

[Bitte Zugriffsdatum einfügen.]

Verfügbar unter: [www.baua.de/gefaehrungsfaktoren](http://www.baua.de/gefaehrungsfaktoren)

### 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:** Dieter Mantei, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

**Gestaltung:** eckedesign, Berlin

**Fotos:** Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln

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.