



BGI 690

Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck

(Arbeiten in Druckluft,
Taucherarbeiten)

Oktober 1996

Ausschuss ARBEITSMEDIZIN des HVBG

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	3
1 Maßeinheit für Überdruck	3
2 Vorbereitende Maßnahmen	
2.1 Informationsgespräch	3
2.2 Erste-Hilfe-Station	4
2.3 Planung zusätzlicher Rettungsmaßnahmen	4
2.4 Notfallkarte	4
2.5 Grundausrüstung für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck	4
3 Durchführung der Behandlung	
3.1 Behandlung des Barotraumas	5
3.2 Behandlung von Druckfallerkrankungen	
3.2.1 Allgemeines zu Dekompressionserkrankung und -unfällen	5
3.2.2 Rekompansionsbehandlung	6
3.2.3 Rekompansionsbehandlung mit Sauerstoff	7
3.2.4 Behandlung von Rückfällen	7
3.2.5 Verlegung in ein hyperbares Behandlungszentrum	8
3.2.6 Druckkammerverzeichnis	8
3.2.7 Behandlungstabellen	9
3.2.8 Wartezeit nach Rekompansionsbehandlung	9
3.3 Behandlungsprotokolle	9
3.4 Notausschleusung/Notaufstieg	9
Anhang 1: Muster für Notfallkarte	10
Anhang 2: Erläuterungen zur Anwendung der Behandlungstabellen	11
Anhang 3: Behandlungsprotokoll einer Erkrankung durch Überdruck	15

Vorbemerkung

Die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten) mit bestimmten Behandlungstabellen gründet sich auf physikalische Gesetzmäßigkeiten und auf Therapieerfahrungen, die in Jahrzehnten gewonnen wurden. Diese Tatsache ist im vorliegenden Merkblatt berücksichtigt. Es soll den ermächtigten Arzt - orientierend auch seine Helfer und das technische Personal - auf bewährte Behandlungsverfahren hinweisen und ihn mit den für die Behandlung wichtigen Gesichtspunkten vertraut machen.

Die Kenntnis des Berufsgenossenschaftlichen Grundsatzes für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 31 "Überdruck" wird vorausgesetzt; es wird auf die dort abgedruckten Literaturhinweise (siehe Abschnitt 6) verwiesen. Auf eine umfassende Darstellung der Pathophysiologie der Erkrankungen durch Überdruck wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten) sind durch folgende Vorschriften geregelt:

- Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung) (vom 4. 10. 1972, zuletzt geändert am 19. 06. 1997) in Verbindung mit der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung vom 26. Oktober 1994 (IIIb2-34572-2, Bundesarbeitsblatt 12/1994 S. 52)
- UVV "Taucherarbeiten" (BGV C23 / vormals VBG 39) in Verbindung mit der UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (BGV A4 / vormals VBG 100).

1 Maßeinheit für Überdruck

1 bar Überdruck¹⁾ entspricht etwa dem Druck in einer Wassertiefe von 10 m.

1 bar = 100 kPa (= alte Einheit: 1,019 atü oder kp/cm²)

2 Vorbereitende Maßnahmen

2.1 Informationsgespräch

Vor Beginn der Arbeiten in Überdruck sollte mit dem technischen Führungspersonal, das durchweg langjährige Erfahrung besitzt, ein ausführliches Informationsgespräch über technische und medizinische Aspekte (Auswirkung des Druckes, mögliche Erkrankungen und deren Behandlung) geführt werden.

¹⁾ 1 bar Überdruck entspricht 2 bar (= 200 kPa)

Hierbei sind besonders folgende Punkte anzusprechen:

- besonderer Vorteil der Sauerstoffatmung beim Ausschleusen sowie bei Behandlung (siehe auch Abschnitt 3.2.3),
- Rettung und Transport Verletzter (auch Beschaffen von Transportmöglichkeiten für enge räumliche Verhältnisse),
- Lage der Bedienungselemente, Ableseinstrumente und Kommunikationsmittel an der Behandlungskammer, möglichst im Bereich eines Beobachtungsfensters,
- Erstellen eines Bereitschafts- und Alarmplanes,
- Beschaffung einer Grundausrüstung an Medikamenten und Instrumenten.

2.2 Erste-Hilfe-Station

Bei Großbaustellen hat sich die Einrichtung einer Erste-Hilfe-Station und zusätzlich zu den zwei Betriebshelfern nach § 18 Abs. 1 Nr. 6 der Druckluftverordnung die Beschäftigung eines Sanitäters bewährt, der auch Verbindung zum Arzt hält und auf dessen Weisung die Behandlung von Druckfallerkrankungen einleitet und durchführt. Auch der Sanitäter soll in der Behandlung von Druckfallerkrankungen unterwiesen sein.

2.3 Planung zusätzlicher Rettungsmaßnahmen

Um auch auf schwere Unfälle oder akute Erkrankungen vorbereitet zu sein, empfiehlt es sich, Verbindung mit dem nächsten geeigneten Krankenhaus aufzunehmen, damit ein für einen eventuellen Einsatz in Überdruck geeigneter Notarzt bereitsteht. Die Durchführung einer Rettungsübung wird empfohlen.

2.4 Notfallkarte

Für die in Überdruck Beschäftigten wird die Ausgabe einer Notfallkarte empfohlen (Muster siehe Anhang 1).

2.5 Grundausrüstung für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck

Die Medikamente und Instrumente, die erforderlich sind, um überdruckspezifische Beschwerden im Rahmen der Vorschläge dieses Merkblattes zu behandeln, z.B. Schleimhaut abschwellende Nasentropfen und Nasensprays, Politzerballon, Analgetika, Infusionslösung, müssen an einem jederzeit zugänglichen Ort zur Verfügung stehen.

Bei der Zusammenstellung einer Grundausrüstung für Erste Hilfe sind die örtlichen Gegebenheiten für eine schnelle Unfallversorgung, z.B. Notarztwagen, Krankenhaus, zu berücksichtigen.

Ergänzende Hinweise erteilt gegebenenfalls der zuständige Gewerbearzt.

3 Durchführung der Behandlung

3.1 Behandlung des Barotraumas

Bei Behinderung des Druckausgleiches können durch Druckdifferenzen an allen luftgefüllten Räumen im oder am menschlichen Körper Schmerzen und Schäden (Barotraumen) auftreten. Diese Beschwerden treten weitaus häufiger bei Druckerhöhung als bei Drucksenkung auf. Betroffen sein können Lunge, Nasennebenhöhlen, Mittelohr, Haut unter der Gesichtsmaske oder einem Trockentauchanzug, schadhafte Zähne, Magen-Darm-Trakt. Druckausgleich im Mittelohr lässt sich zumeist durch weites Öffnen des Mundes, Schlucken, Gähnen und Pressen gegen die zugehaltene Nase bei geschlossenem Mund (Valsalva-Versuch) erreichen. Auch durch geringfügige Drucksenkung und verlangsamte Druckerhöhung lassen sich Druckausgleichsstörungen oft überwinden. Bei Schleimhautschwellungen in den Tuben oder Nebenhöhlenöffnungen kann außer beim Tauchen - ein Versuch mit schleimhautabschwellenden Nasentropfen oder -sprays gemacht werden. Bleiben trotz dieser Maßnahmen Schmerzen bestehen, muß bis zur Behebung der Druckausgleichsstörungen der Einsatz in Überdruck unterbleiben, weil andernfalls Schleimhautblutungen oder Trommelfellrisse entstehen können.

Ausnahme: Rekompensation bei Druckfallerkrankungen (siehe Abschnitt 3.2.2)

Schwere Formen des Barotraumas (Trommelfellperforation, Hämatotympanon, Lungenödem, "Blaukommen") sind sobald wie möglich fachärztlich zu behandeln.

3.2 Behandlung von Druckfallerkrankungen

3.2.1 Allgemeines zu Dekompressionserkrankung und -unfällen

Dekompressionskrankheit "Caisson- oder Tauchererkrankung"

Ursache der Druckfallbeschwerden sind mehr oder minder große Gasbläschen in den Gefäßen und Geweben, die zu Durchblutungsstörungen zu vorübergehenden Mikroembolien und lokalen Anoxämien führen, besonders in bradytrophem und fettreichen Geweben (Knochen, Gelenkknorpel, Fettgewebe, Zentralnervensystem). Besonders können durch den lokalen Druck der Blasen auf entsprechende Nervenendigungen starke Schmerzen ausgelöst werden.

Lebensbedrohliche Komplikationen kommen vor allem bei Beteiligung des Zentralnervensystems, des Kreislaufs und der Atmungsorgane vor.

Die Lokalisation und die Häufigkeit von Druckfallerkrankungen schwankt sehr (siehe Abschnitt 6.3 Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz G 31). Zusammenhänge mit unterschiedlicher Belastung am Arbeitsplatz, z.B. Kälte, Nässe, Vibration, Druckschwankungen, körperliche Belastung, bestehen ebenso wie mit persönlicher Disposition, z.B. Übergewicht, Übermüdung, Alkohol.

Beschwerden treten in der Regel in den ersten Stunden nach dem Ausschleusen auf, gelegentlich auch viele Stunden später.

Überdehnung der Lunge

Atemanhalten bei gleichzeitiger rascher Druckminderung kann - besonders bei niedrigen Druckstufen - unabhängig von der Aufenthaltsdauer in Überdruck zu einer gefährlichen Überdehnung der Lungen führen. Dieser Gefahr sind besonders Personen ausgesetzt, die zu schnell ausschleusen. Gleiches gilt für zu schnelles Austauchen (Notaufstieg). Als Folgen können z.B. Pneumothorax, Mediastinalemphysen oder Luftembolie im großen Kreislauf (Herzinfarkt, ZNS-Ausfälle, periphere Ausfälle) auftreten. Die Behandlung von Pneumothorax und Mediastinalemphysen erfolgt mit den üblichen klinischen Maßnahmen, gegebenenfalls auch in der Überdruckkammer.

3.2.2 Rekompessionsbehandlung

Einzig wirksame Behandlung von Druckfallerkrankungen ist die Rekompensation. Sie muss umgehend nach Auftreten eines Krankheitssymptoms beginnen und nach Druckhöhe und Dauer der Behandlung ausreichend sein (siehe auch Abschnitt 3.2.7). Der ermächtigte Arzt hat dies bei der Planung seiner Maßnahmen sicherzustellen und auch Vorsorge für den Ausnahmefall einer verzögerten Kontaktaufnahme zu treffen. Über die Notwendigkeit einer Rekompensionsbehandlung entscheidet der Arzt. Bei Taucherarbeiten ist bis zur Einleitung ärztlicher Maßnahmen Atmung mit 100 % Sauerstoff durchzuführen.

In schweren Fällen ist der Einsatz des Arztes in der Behandlungskammer erforderlich. Bis zum Eintreffen des Arztes muss eine von ihm unterwiesene Begleitperson mit eingeschleust werden. Arzt und Begleitperson müssen gesundheitlich für den Einsatz in Überdruck geeignet sein.

Meist kann auf eine zusätzliche Therapie der Druckfallerkrankungen mit anderen physikalischen Maßnahmen oder Medikamenten verzichtet werden. Dagegen können bei schweren Fällen (z.B. Kreislaufzwischenfällen) Medikamente, Infusionen (bei Druckänderungen auf Tropfgeschwindigkeit achten) oder Wiederbelebungsmaßnahmen erforderlich sein.

Sollten bei einer Rekompensation beim Erkrankten Erscheinungen im Sinne eines Mittelohrbarotraumas auftreten, so empfehlen sich - je nach Lage des Falles - Maßnahmen nach Abschnitt 3.1 oder

- Politzern,
- schmerzstillende Mittel,
- Parazentese oder Punktion des Trommelfells im vorderen unteren Quadranten, z.B. mit einer geeigneten Kanüle.

Bei lebensbedrohlichen Fällen schwerer Druckfallerkrankung muss die Rekompensation unter Umständen ohne Rücksicht auf die hiermit verbundenen Schmerzen und mögliche Trommelfellperforation fortgesetzt werden.

3.2.3 **Rekompensationsbehandlung mit Sauerstoff**

Die Kompensationsbehandlung mit Sauerstoffatmung ermöglicht kürzere Behandlungszeiten und vermindert die Gefahr von Rückfällen. Behandlungskammern sollten daher stets mit einer Einrichtung zur Sauerstoffatmung ausgerüstet sein.

Abhängig von Zeit und Druck können Sauerstoffvergiftungen auftreten. Anzeichen dafür sind z.B. Sehstörungen (Röhrengesichtsfeld), Schwindel, Übelkeit, Atemstörungen, Muskelzuckungen im Gesicht und an den Händen. Es können auch generalisierte Krampfanfälle ohne Vorzeichen auftreten. Solche Störungen zwingen zur sofortigen Unterbrechung der Sauerstoffatmung. Deshalb muss bei einem Sauerstoffüberdruck von mehr als 1,0 bar eine Begleitperson in der Behandlungskammer anwesend sein.

3.2.4 **Behandlung von Rückfällen**

Bestehen nach einer Kompensationsbehandlung noch Beschwerden, oder treten diese nach Abschluß der Behandlung erneut auf, so ist eine nochmalige Kompensation die beste Behandlung. Zusätzlich können Medikamente zur Förderung der Mikrozirkulation angewendet werden.

3.2.5 **Verlegung in ein hyperbares Behandlungszentrum**

Die Behandlung von Druckfallerkrankungen soll in der Regel in einer einsatzbereiten Behandlungskammer an der Arbeitsstelle durchgeführt werden (soweit diese gemäß Druckluftverordnung bzw. UVV "Taucherarbeiten" (VBG 39) vorgeschrieben ist). Die Verlegung in ein hyperbares Behandlungszentrum sollte nur im äußersten Notfall erfolgen.

Bei Taucherarbeiten und Druckluftarbeiten, bei denen eine Behandlungskammer vor Ort nicht vorgeschrieben ist, erfolgt der Transport zum nächsten hyperbaren Behandlungszentrum unter normobarer 100%-iger Sauerstoffatmung.

Besondere Erfahrungen mit der Behandlung von Druckfallerkrankungen liegen bei den nachfolgend aufgeführten Stellen vor (Stand Mai 1996):

Schiffahrtmedizinisches Institut der Marine

Kopperpahler Allee 120,
24119 Kronshagen

Außerhalb der Dienstzeit:	Tel.: 0431/5409-1715 (Unteroffizier vorn Dienst; stellt Kontakt her)
Während der Dienstzeit:	Tel.: 0431/5409-1782 (Druckkammerarzt) Tel.: 04 31 /54 09-17 60 (FachGrpLtr. Tauch- und Überdruck medizin) Tel.: 04 31 /54 09-17 20 (AbtLtr. Tauch- und Überdruckmedizin)

Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Intensivabteilung,
Oberer Eselsberg 40,
89079 Ulm/Donau
Tel.: 0731/171-2285 oder -2286

3.2.6 Druckkammerverzeichnis

Auskunft über die zur Zeit in der Bundesrepublik Deutschland verfügbaren Behandlungskammern gibt eine Liste der Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, 81241 München, Tel.: 089/8897-01.

Die Betriebsbereitschaft der hier angeführten Kammern muss jedoch rechtzeitig nachgeprüft werden.

3.2.7 Behandlungstabellen

Die Behandlungstabellen für die Behandlung von Druckfallerkrankungen und Taucherkrankheit sind in Anhang 2 dargestellt.

Für die Anwendung der Behandlungstabellen wird unterschieden zwischen der leichten Form der Druckfallerkrankung (Hautsymptome, Gelenk- und Gliederschmerzen) und der schweren Form der Druckfallerkrankung (zentralnervöse Störungen) bzw. der Luftembolie.

Nach Abschluss der hyperbaren Behandlung sollte nach schweren Fällen eine weitergehende Abklärung durch entsprechende fachärztliche Untersuchungen durchgeführt werden. In jedem Falle ist eine erneute spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 31 durchzuführen.

3.2.8 **Wartezeit nach Rekompessionsbehandlung**

Je nach Schwere der Druckfallerkrankung und der Dauer der Rekompessionsbehandlung legt der Arzt einen Zeitraum fest, in dem der Behandelte in der Nähe der Behandlungskammer bleiben muß (in der Regel mindestens 6 Stunden). Sind nach der Behandlung Aufenthalte in größerer Höhe oder Flugreisen geplant, sind in Abstimmung mit dem betreuenden Arzt weitere Wartezeiten erforderlich. Nach ausbehandelten leichten Formen der Dekompensionskrankheit ist ein erneuter Drucklufteinsatz frühestens 24 Stunden nach Beendigung der letzten Rekompessionsbehandlung zulässig. Für schwere Formen der Dekompensationserkrankung (z.B. nach Tauchunfällen) kann je nach Anweisungen des ermächtigten Arztes ein Intervall von Tagen bis Wochen erforderlich sein.

3.3 **Behandlungsprotokolle**

Verlauf und Behandlung von Druckfallerkrankungen müssen ausführlich dokumentiert werden (Muster siehe Anhang 3).

3.4 **Notausschleusung / Notaufstieg**

Auch in Notfällen, z.B. chirurgische Versorgung bei schweren Verletzungen, sollte die ordnungsgemäße Ausschleusung aus Überdruck bei gleichzeitiger ärztlicher Notversorgung in der Personenschleuse durchgeführt werden. Ist bei vitaler Indikation oder aus anderen, besonderen Gründen schnelles Ausschleusen oder Austauschen abweichend von den entsprechenden Tabellen erforderlich, muss nach Abschluss der Versorgung des Verletzten eine Rekompensation in der Behandlungskammer erfolgen.

Anhang 1

Muster für Notfallkarte auf rotem Karton

(Format DIN A 7)

Vorderseite

<p style="text-align: center;">Notfallkarte für Druckluftarbeiter/Taucher</p> <p>Herr/Frau</p> <p>Geburtsdatum</p> <p>ist beruflich druckluftexponiert.</p> <p>Im Falle von Gelenk- oder Gliederschmerzen, jedoch auch bei anderen akut auftretenden Beschwerden, ist an eine Druckfallerkrankung (Dekompressionserkrankung) zu denken.</p>

Rückseite

<p>Der erstbehandelnde Arzt wird gebeten, umgehend mit dem zuständigen Druckluftarzt über</p> <p>Telefon-Nr.</p> <p>Baustelle</p> <p>Kontakt aufzunehmen, um gegebenenfalls die obligate Druckkammerbehandlung unverzüglich zu veranlassen.</p>
--

Anhang 2

Erläuterungen zur Anwendung der Behandlungstabellen

Vorbemerkung

Für die differenzierte Anwendung der Behandlungstabellen ist die Klassifizierung der Symptome der Dekompressionserkrankung maßgebend; sie soll nur von einem erfahrenen Taucherarzt vorgenommen werden.

“leichte Form“: Hautmarmorierung bzw. Gelenk- oder Gliederschmerzen

“schwere Form“: Funktionsstörungen oder -ausfälle des Zentralnervensystems, des Kreislaufs oder der Atmung; auch abdominelle Symptome

Häufig überdecken “leichte“ Symptome, z.B. heftige Gelenkschmerzen, die ersten Manifestationen der schweren Form, z.B. Parästhesien oder eine umschriebene Muskelschwäche; in solchen Fällen muß die Erkrankung als “schwer“ eingestuft werden.

Entsprechend der Therapieform wurden die folgenden Behandlungstabellen ausgewählt:

- S1/S2 (S = Standard) für die Standardtherapie
- L1/L2 (L = Luft) für die Nottabellen bei Ausfall der Sauerstoffatmung
- D1/D2 (D = Druckluft) für verkürzte Behandlung bei Druckluftarbeiten

Standardtherapie (siehe Abbildungen)

Tabelle S1 stellt die Regelbehandlung für alle Fälle der Dekompressionserkrankung dar.

Für besonders schwere, akute Fälle, insbesondere nach zu schnellem Aufstieg beim Tauchen (Verdacht auf Luftembolie), ist die Tabelle S2 vorgesehen, sie soll nur von einem erfahrenen Taucherarzt angeordnet werden.

Nottabellen für Ausfall der Sauerstoffatmung

Falls während der Behandlung die Sauerstoffatmung unmöglich wird, ist als Ausweichmöglichkeit Tabelle L2 angegeben, bzw. kann für leichte Formen der Dekompressionserkrankung dann auch Tabelle L1 eingesetzt werden (nur nach Druckluftarbeiten nicht tiefer als 15 m).

Falls der Ausfall der Sauerstoffversorgung schon vor Behandlungsbeginn bekannt ist, muß der Patient unter normobarer Sauerstoffatmung in das nächste einsatzbereite hyperbare Therapiezentrum verlegt werden

mWT \ TAB	50	42	36	30	24	18	15	12	9	6	3	Gesamtzeit in Stunden
L1 (in min)				30	12	30	30	30	60	60	120	07:00
L2 (in min)	30-120	30	30	30	30	360	360	360	720	120	120	38:55

Verkürzte Behandlung bei Druckluftarbeiten (mit Sauerstoffatmung)

Tabelle S1 kann bei leichten Dekompressionserkrankungen verkürzt werden, jedoch nur bei Druckluftarbeiten bis 15 m Tiefe (Tabelle D1); alternativ kommt noch Tabelle D2 in Betracht, die nur eine Behandlungstiefe von 12 m aufweist (z.B. bei O₂-Intoleranz). Die Sauerstoffatmung bei den Tabellen D1 und D2 wird in der angegebenen Weise jeweils von Luftatmung für 5 min unterbrochen.

mWT \ TAB	18	12	9	0	Gesamtzeit in Stunden
D1 (in min)	2x(25+5)	30	25+5	30	02:30
D2 (in min)		4x(25+5)		30	02:30

Tabelle S 1

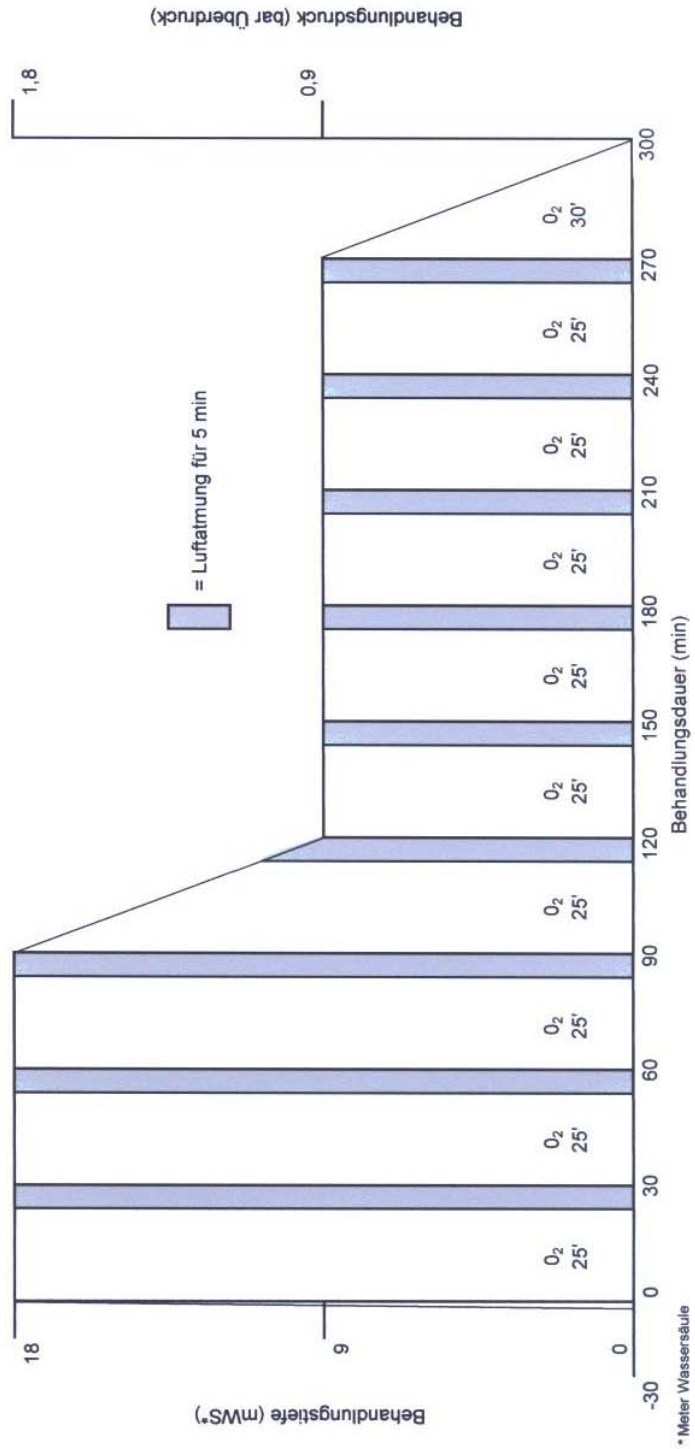
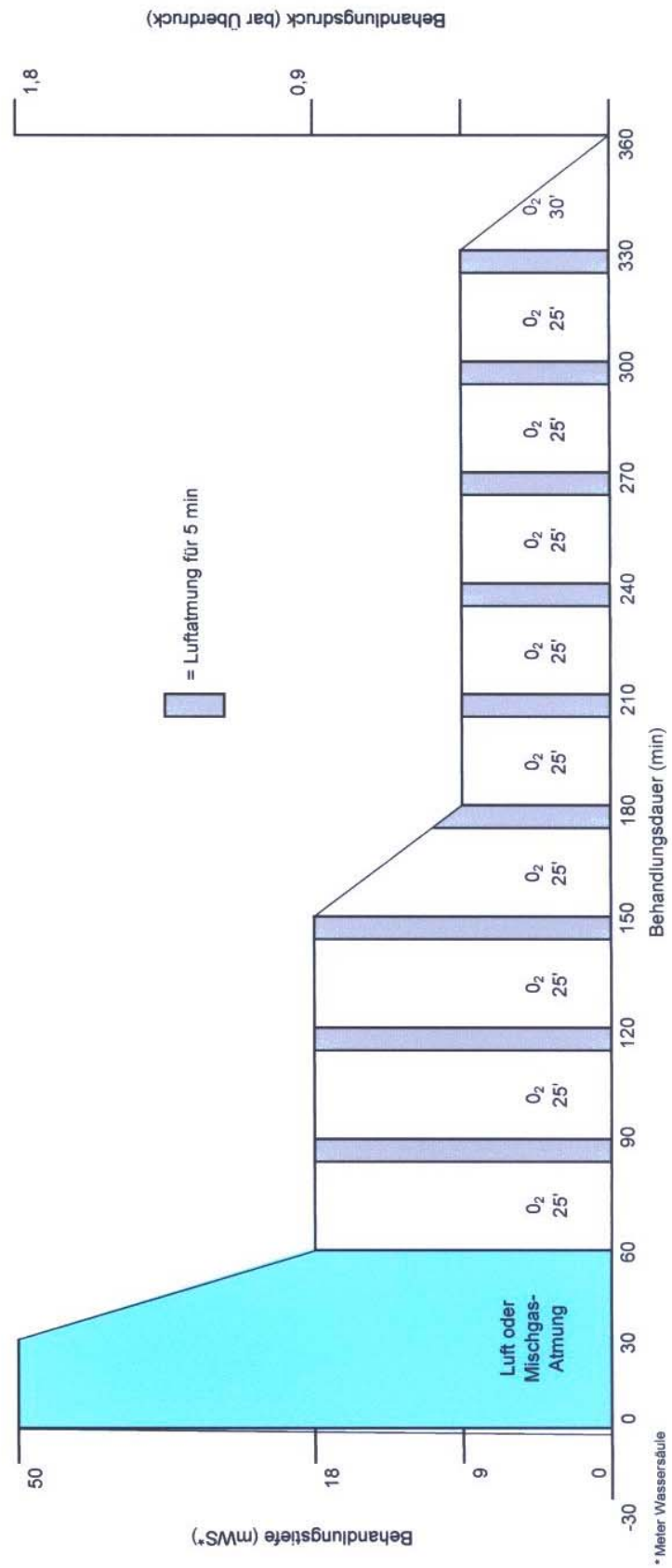


Tabelle S 2



Anhang 3

Behandlungsprotokoll einer Erkrankung durch Überdruck

Nr.:/ am:(Rückfall s. Prot.-Nr.)

Name:geb:.....

Arbeitszeit am vonbisUhr (Ende Ausschleusung/Austauchen)

Aufenthalt unter Druckluft/TauchzeitStd.

Arbeitsdruckbar Überdruck

Ausschleusung mit / ohne Sauerstoffmind')

Arbeiten während der letzten Schicht:

.....
.....

Besondere Erschwernisse: (z.B. Feuchtigkeit; Arbeiten in verkrampfter Haltung, Lärm, Vibration)

.....

Welche Beschwerden traten auf (Art und Lokalisation)?

.....
.....

Wann traten die Beschwerden auf?

(Std. nach Ausschleusung/Austauchen)

Verständigung des Arztes Dr.

Uhrzeit: Datum:

Erste Anordnungen des Arztes:

.....
Behandlung nach Spalte:

Rekompression vonbisUhr

Wartezeit an der Kammer nach Behandlungsendemin

Besondere Vorkommnisse:

.....
Falls von einem üblichen Behandlungsschema abgewichen wird:

.....
.Überdruck (bar).....Verweildauer (min)..... Uhrzeit..... Bemerkungen:

.....
Weitere Anordnungen des Arztes nach der Rekompressionsbehandlung:

.....

Nach Behandlung beschwerdefrei/Rückfall s. Protokoll Nr.....

.....
Protokollführer

.....

') nur bei Druckluftarbeiten