

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>Reglas relativas a la protección y seguridad de trabajadores en obras de construcción</b> | <b>Trabajos en ambiente hiperbárico</b><br>(Detalles sobre la regulación relativa a trabajos en aire comprimido) | <b>RAB 25</b><br>Estado: 12.11.2003 |
|--|--|-------------------------------------|

*TRADUCCIÓN CONFORME AL SENTIDO – SÓLO LA VERSIÓN ALEMANA ES DECISIVA*

Las reglas alemanas relativas a la protección y seguridad de trabajadores en obras (en lo siguiente denominadas “RAB”) describen el estado actual de las recomendaciones relativas a la seguridad y protección sanitaria en obras de construcción. Dichas reglas se elaboran por la comisión para seguridad y protección sanitaria en obras de construcción (ASGB) y son adaptadas regularmente al estado actual de la técnica.

Las RAB alemanas son publicadas por el Ministerio Federal de Economía y Trabajo en el boletín federal de trabajo (BarbBl.).

Las reglas RAB 25 incluyen recomendaciones y respuestas a preguntas frecuentes con respecto a las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido.

**Contenido**

- Parte 1      Recomendaciones para la admisión de excepciones según § 12 párrafo 1 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Parte 2      Emisión de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Parte 3      Esclusaje con oxígeno después de la realización de trabajos en ambiente hiperbárico en conexión con § 21 párrafo 1 y anexo 2 de las regulaciones referentes a trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Anexo A      Muestra para la documentación de los trabajos de los buzos.
- Anexo B      Muestra para la solicitud de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Anexo C      Muestra para la comprobación de las actividades para la solicitud de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Anexo D      Muestra para el certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones concerniente trabajos en aire comprimido (DruckLV).
- Apéndice    Respuestas a preguntas frecuentes sobre la aplicación de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido.

## **Parte 1      Recomendaciones para la admisión de excepciones según § 12 párrafo 1 de las regulaciones referentes a trabajos en aire comprimido (DruckLV).**

### **Contenido**

#### Preámbulo

1.      Aplicación
2.      Requerimientos al personal en la obra
  - 3.1     Médico autorizado o médico asesor
    - 3.1.1   Tareas
    - 3.1.2   Cualificación
  - 3.2     Médico de guardia
    - 3.2.1   Tareas
    - 3.2.2   Cualificación
  - 3.3     Esclusero
    - 3.3.1   Tareas
    - 3.3.2   Cualificación
  - 3.4     Trabajador experimentado
    - 3.4.1   Tareas
    - 3.4.2   Cualificación
3.      Información requerida para la solicitud de la autorización excepcional
4.      Documentación de los trabajos

### **1            Preámbulo**

Según § 12 párrafo 1 cláusula 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido<sup>1</sup>, el patrón deberá poner a disposición un médico según § 12 de las regulaciones, el cual deberá estar presente en el lugar de ejecución de trabajos durante el tiempo en que se efectúen trabajos bajo una presión de más de 2,0 bar. Dicho médico deberá estar autorizado por una administración competente según § 13 de las regulaciones.

En casos especiales la autoridad responsable puede permitir a solicitud del patrón, exenciones de la obligación de presencia del médico autorizado o médico asesor, a condición de que la primera asistencia médica de empleados que sufran de la enfermedad de buzo pueda garantizarse por otras medidas.

---

<sup>1</sup> En lo siguiente "las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido" y „regulaciones“ se refieren a las palabras alemanas „Druckluftverordnung“ o „DruckLV“.

La comisión para seguridad y protección sanitaria en obras de construcción considera razonable de describir dichas medidas, suministrando así a los propietarios y a las empresas contratantes una orientación para su planificación, licitaciones públicas y calculaciones.

## **2 Aplicación**

Esta regla describe medidas y requerimientos para la admisión de excepciones en proyectos de construcción sujetos a las prescripciones de las regulaciones, en los cuales la presión de trabajo en la cámara de escombros sea mayor a 2,0 bar, pero no exceda 3,6 bar.

Para dichos casos se ofrecen recomendaciones para los requerimientos al personal responsable de la asistencia y tratamiento de los trabajadores que padezcan de la enfermedad de buzo, para el contenido de la solicitud de excepción así como para la documentación de los trabajos.

La posibilidad para admitir una excepción se refiere exclusivamente a la obligación de la presencia permanente del médico autorizado en el lugar de ejecución de los trabajos según § 12 párrafo 1 frase 2 de las regulaciones. El patrón tiene que ocuparse de que en casos excepcionales se lleven a cabo las medidas necesarias. Según § 12 de las regulaciones, las demás obligaciones del patrón no verán afectadas por dicha excepción.

## **3 Requerimientos al personal en la obra**

Dentro del equipo de personal de la obra se incluyen un médico autorizado o médico asesor, un esclusero, un ayudante y posiblemente otros médicos de guardia.

### **3.1 Médico autorizado o médico asesor**

El patrón deberá asignar por escrito un médico autorizado según § 13 de las regulaciones para ejecutar las tareas según § 12 de las regulaciones.

#### **3.1.1 Tareas**

El médico autorizado o médico asesor es responsable para la asistencia médica de la obra con respecto a los trabajos en aire hiperbárico según las prescripciones de los §§ 11 y 12 de las regulaciones.

La asistencia médica de la obra en casos de emergencia se efectúa por los servicios de socorro responsables y no se incluye dentro de las tareas del médico autorizado.

Sin embargo, en algunos casos (p. ej. un accidente en la cámara de escombros que no permita la salida de la esclusa en condiciones normales) pueden coincidir en parte los campos de trabajo de la “medicina de urgencia” y de la “medicina general en aire comprimido”. Para estos casos se tienen que definir reglas a seguir, p. ej. en un plan de emergencia.

El médico autorizado deberá poderse localizar en todo momento durante los tiempos de trabajo y espera, y deberá estar disponible en el lugar de la ejecución de los trabajos dentro de un lapso de tiempo adecuado.

Si para la iniciación del tratamiento de enfermos de buzo se prevé el empleo de uno o varios médicos de guardia según no. 3.2, el médico autorizado es responsable de que cada médico de guardia tenga la cualificación necesaria y la aptitud sanitaria.

### **3.1.2 Cualificación**

El médico autorizado deberá estar cualificado según § 13 de las regulaciones.

Deberá de tener conocimientos especiales en el área de los trabajos en aire hiperbárico, los cuales por ejemplo se demuestran por la participación regular en cursos complementarios.

Deberá de tener un certificado de sanidad comprobando que su estado físico le permite ejecutar este tipo de trabajo.

### **3.2 El médico de guardia**

Las tareas y la cualificación del médico de guardia no están fijadas en las regulaciones.

La introducción del tratamiento trabajadores que padezcan la enfermedad de buzo según § 12 de las regulaciones puede confiarse del médico autorizado a los médicos de guardia si el primero no puede estar en la obra de forma permanente.

Al médico de guardia lo elige y lo emplea para esta tarea el médico autorizado, sin embargo, según § 13 de las regulaciones no tiene que estar correspondientemente autorizado.

El médico de guardia no podrá sustituir al médico autorizado.

### **3.2.1 Tareas**

El médico de guardia asume el inicio del tratamiento de las personas que padezcan la enfermedad de buzo según las instrucciones del médico autorizado hasta que este último llegue al lugar de trabajo.

Debe ser posible localizar al médico de guardia en todo momento y esté debe estar disponible en el lugar de trabajo en un lapso de 30 minutos después de recibir la alarma.

### **3.2.2 Cualificación**

El médico autorizado deberá garantizar que el médico de guardia tenga las cualificaciones profesionales y sanitarias necesarias para la realización de sus tareas. El médico de guardia deberá ser instruido por el médico autorizado en el examen y el tratamiento del personal que padezca de la enfermedad de buzo, en las situaciones locales y operacionales que se presenten en el lugar de trabajo así como en la función de la cámara de aire comprimido para enfermos.

El contenido, el tipo y la duración de esta introducción serán fijados por el médico autorizado.

## **3.3 Esclusero**

El esclusero es el responsable de la entrada y la salida de los empleados de la cámara de escombros.

### **3.3.1 Tareas**

Las tareas del esclusero están detalladas en el anexo 3 de las regulaciones.

### **3.3.2 Cualificación**

Además de los requerimientos según § 18 párrafo 6 de las regulaciones se necesitan conocimientos de los procesos físicos durante los trabajos en aire comprimido, las consecuencias de errores al entrar y salir de la esclusa y los síntomas posibles de una enfermedad durante la estancia en la esclusa y al salir de ésta.

Además se deberá saber operar la esclusa de aire comprimido para enfermos.

El contenido, el tipo y la duración del curso de instrucción del esclusero tienen que fijarse por el médico autorizado y por un especialista según § 18 párrafo 1 de las regulaciones.

### **3.4 Trabajador experimentado**

El trabajador experimentado deberá ser una persona que trabaje en la obra quien, en caso de emergencia resultante de accidentes o enfermedades por la exposición al ambiente bajo presión, deberá estar disponible para poder prestar los primeros auxilios.

#### **3.4.1 Tareas**

Además de prestar los primeros auxilios en caso de accidentes según § 18 párrafo 1 cláusula 6, el trabajador experimentado tiene las tareas siguientes en caso de presentarse enfermedades resultantes de trabajos en ambiente hiperbárico:

- Asistir al médico autorizado o al médico de guardia en el tratamiento de personas que sufran de la enfermedad de buzo.
- Operar la esclusa para enfermos.
- Comenzar la descompresión en la cámara para enfermos.

El trabajador experimentado deberá de ejecutar dichas tareas según las instrucciones del médico competente.

#### **3.4.2 Cualificaciones**

Además de las cualificaciones requeridas en el § 18 párrafo 8 de las regulaciones, el trabajador experimentado deberá de ser capaz de prestar primeros auxilios a las personas que muestren síntomas de la enfermedad de buzo resultante de los trabajos bajo presión y deberá saber operar la esclusa para enfermos.

El contenido, el tipo y la duración del curso de instrucción del trabajador experimentado tienen que fijarse por el médico autorizado.

### **4. Información requerida para la solicitud de la autorización excepcional**

El patrón puede solicitar por escrito la exención de la obligación de tener al médico autorizado o al médico asesor continuamente presente en la obra según §12 párrafo 1 cláusula 2 de las regulaciones. La solicitud tiene que exponer las razones que justifiquen la exención y los documentos siguientes deberán incluirse para comprobar que se garantice la primera asistencia médica a los trabajadores que padezcan de la enfermedad de buzo:

1. Médico responsable
  - 1.1 Nombre y dirección
  - 1.2 Certificado de la designación
  - 1.3 Certificado de la participación regular en cursos de capacitación adecuados.
  - 1.4 Certificado de sanidad y aptitud para prestar la asistencia médica a los trabajadores en ambiente hiperbárico.
  - 1.5 Detalles relativos al tiempo necesario para llegar a la obra después de haber sido alarmado (p. ej. el fragmento de un mapa).
2. Médico de guardia, si fuera aplicable
  - 2.1 Nombre y dirección
  - 2.2 Certificado de la cualificación
  - 2.3 Detalles relativos al tiempo necesario para llegar a la obra después de haber sido alarmado (p. ej. un recorte de una mapa).
3. Asistentes según § 18 párrafo 1 cláusula 6 de las regulaciones, en caso dado
  - 3.1 Nombres
  - 3.2 Certificado de la cualificación
- 5. Documentación de los trabajos**

El cuaderno de bitácora de la esclusa según el anexo 1 n° 1.14 de las regulaciones tiene que contener los detalles requeridos en el anexo A de las reglas RAB 25.

## **Parte 2 Emisión de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las referentes a trabajos en aire comprimido (DruckLV).**

### **Contenido:**

1. Preámbulo
2. Aplicación
3. Tareas del especialista
4. Solicitud
5. Condiciones previas a la obtención de un certificado de aptitud
6. Examen
7. Comisión examinadora
8. Certificado de aptitud

### **1. Preámbulo**

Conforme a § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones el patrón deberá nombrar un especialista y su sustituto permanente para supervisar los trabajos en aire comprimido y controlar continuamente la operación de la cámara de escombros. El especialista así como su sustituto permanente deberán tener un certificado de aptitud emitido por la autoridad competente según § 18 párrafo 2 de las regulaciones, autorizándoles a efectuar dichos trabajos.

La comisión para seguridad y protección sanitaria en obras de construcción ha elaborado un listado enumerando todos los conocimientos y experiencias prácticas que cada candidato deberá tener para obtener el certificado de aptitud para trabajar en ambientes hiperbáricos conforme a § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones. Dicho listado sirve como modelo y punto de comparación para la emisión de tales certificados y facilita la dirección y supervisión de los trabajos en aire comprimido.

### **2. Aplicación**

Esta norma describe los conocimientos y experiencias prácticas en trabajos bajo presión requeridos para obtener un certificado de aptitud como especialista conforme a § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones.

### **3. Tareas del especialista**

Las tareas del especialista se derivan de los trabajos fijados en las regulaciones así como de las posibles responsabilidades adicionales que le pudieran ser conferidas por su patrón, por ejemplo:

- Supervisar los trabajos en ambiente hiperbárico y controlar la operación de la cámara de escombros (§ 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones).
- Asistir en la preparación del aviso a las autoridades competentes con respecto a los trabajos en aire comprimido (§ 3 de las regulaciones).
- Asistir en la preparación de solicitudes de exención (§ 6 de las regulaciones).
- Organizar inspecciones de peritos o asesores técnicos (§ 7 de las regulaciones).
- Impedir a personas no autorizadas o no apropiadas la ejecución de trabajos bajo presión (§§ 9, 10, 11, 14 de las regulaciones).
- Cooperar con el médico autorizado (§§ 11, 12, 14 de las regulaciones).
- Administrar el fichero de sanidad (§ 16 de las regulaciones).
- Ayudar en el equipamiento de la esclusa para enfermos, de las áreas de recuperación y de las instalaciones sanitarias (§ 17 de las regulaciones).
- Asistir en la elección y designación de especialistas, escluseros y trabajadores experimentados (§ 18 de las regulaciones).
- Instruir a los empleados (§ 20 de las regulaciones).
- Garantizar que los trabajadores entren y salgan de la esclusa correctamente (§ 21 de las regulaciones).

### **4. Solicitud**

Las solicitudes de un certificado de aptitud deben dirigirse por escrito a las autoridades responsables. Se pueden ver muestras del formulario de dicha solicitud en los anexos B y C adjuntados a este documento.

### **5. Condiciones previas a la obtención de un certificado de aptitud**

Las condiciones requeridas para obtener un certificado de aptitud son las siguientes:

- Una formación profesional completa en el ramo de la construcción o cualificaciones similares.
- Una actividad que implique una función directiva.
- Experiencias suficientes en la práctica de trabajos en ambiente hiperbárico (por regla general, el candidato deberá haber entrado en acción por lo menos 50 veces bajo presión; dichas misiones deberán comprobarse mediante fotocopias de los cuadernos de bitácora de las esclusas así como por medio de un listado de estas misiones firmado por el especialista responsable).

- Conocimientos amplios de los eventuales peligros que pudieran presentarse durante la realización de trabajos en ambiente hiperbárico y de las medidas correspondientes para evitar dichos riesgos.

El cumplimiento de dichos requerimientos deberá comprobarse en un examen según párrafo 6. El examen será dirigido por una comisión examinadora conforme al párrafo 7.

## **6. Examen**

El candidato deberá de pasar un examen mostrando sus conocimientos en las áreas siguientes:

- Peligros para la salud de trabajos en aire comprimido, p. ej.:
  - Los efectos específicos del nitrógeno y oxígeno.
  - Síntomas de dolores causados por la realización de trabajos en aire comprimido.
  - Enfermedades de buzo.
  - El riesgo de una descompresión súbita.
- Características especiales de una obra que incluya trabajos bajo presión, p. ej.:
  - Diseño y función de esclusas, cámaras de escombros y de todos los equipos necesarios para su operación, cámaras para enfermos, áreas de recuperación, vestuarios, áreas de secado e instalaciones sanitarias.
  - Riesgos resultantes de la realización de trabajos en ambiente hiperbárico y medidas apropiadas para reducirlos, p. ej. un mayor peligro de incendio por una presión de trabajo más elevada, por una descompresión con oxígeno, por los riesgos que implican los trabajos de soldadura, de corte y oxicorte, por materiales peligrosos en aire comprimido.
- Requerimientos especiales relativos a la organización al ejecutar trabajos en ambiente hiperbárico, p. ej.:
  - Vestimenta y equipamiento protector individual.
  - Procedimientos de transferencia en esclusas, incluso las reacciones en caso de malfuncionamiento o fallos (p. ej. fallo del equipo de oxígeno).

- Comportamiento en la cámara de escombros, comportamiento antes, durante y después de salir de la esclusa, comportamiento en caso de una caída súbita de presión.
- Instrucciones para escluseros.

➤ Reglamentación legal relativa a trabajos en aire comprimido.

## **7. La comisión examinadora**

La comisión examinadora está formada por lo menos de:

- Un representante de la autoridad responsable como presidente.
- Un representante de la compañía de seguros legales de accidentes como asesor.
- Un médico autorizado conforme a §13 de las regulaciones como asesor.

## **8. Certificado de aptitud**

El certificado de aptitud es válido por tres años. Puede ser prolongado sin un nuevo examen, a condición de que el candidato pueda comprobar que ha trabajado como especialista tal como se definió en § 18 párrafo n° 1 de las regulaciones dentro del periodo de tres años a partir de la emisión del certificado.

Dependiendo de la presión y la duración de trabajos anteriores en aire comprimido, el certificado puede limitarse a presiones específicas.

Si la mayor parte de los trabajos presentados como comprobación de la experiencia del candidato se efectuó en condiciones de presiones inferiores a 0,7 bar, el certificado deberá limitarse a presiones menores de 0,7 bar.

Una muestra del certificado de aptitud se puede ver en el anexo D.

**Parte 3      Esclusaje con oxígeno después de la realización de trabajos en ambiente hiperbárico en conexión con § 21 párrafo 1 y anexo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).**

**Contenido:**

1.        Preámbulo
2.        Aplicación
3.        Principios de la descompresión de oxígeno
4.        Medidas a tomar antes del esclusaje
5.        Medidas a tomar durante el esclusaje
6.        Medidas a tomar después del esclusaje
7.        Conducta de los trabajadores
8.        Documentación de los trabajos
9.        Funcionamiento del sistema respiratorio de oxígeno
10.      Mantenimiento del sistema de oxígeno mediante inspecciones y reparaciones
11.      Inspección del sistema de oxígeno

**1.            Preámbulo**

Conforme a § 21 párrafo 1 de las regulaciones y al apéndice 2 de las regulaciones, los trabajadores deberán pasar por una esclusa con oxígeno después de haber terminado sus trabajos bajo presión. El apéndice 2 de las regulaciones contiene detalles y tablas indicando los tiempos de compresión y descompresión.

Para el esclusaje seguro con oxígeno se necesitan observar varias medidas.

La comisión para seguridad y protección sanitaria en obras de construcción considera necesaria la descripción de dichas medidas para facilitar a los patrones y empleados una segura planificación y ejecución de los trabajos.

**2.            Aplicación**

Esta sección describe las medidas y requerimientos para una descompresión segura con oxígeno después de la ejecución de trabajos en ambiente hiperbárico según § 1 de las regulaciones.

### **3. Principios de la descompresión de oxígeno**

Dependiendo de la presión y del tiempo, el tejido humano experimenta una saturación adicional de nitrógeno en caso de ser expuesto a sobrepresiones. Dentro de un marco muy limitado de posibilidades fisiológicas, este exceso de nitrógeno puede excretarse por el organismo mediante los pulmones durante la transición a la presión normal. Durante este proceso se tienen que observar niveles de presión determinados (niveles de retención) para tiempos mínimos fijados en tablas y en los cuales se inhala el gas de descompresión (aire, oxígeno o gas mixto).

En el caso de aire como gas de descompresión, sólo el gradiente bajo de presión entre la presión parcial actual del tejido y la presión parcial del nitrógeno del aire respiratorio es efectivo en el nivel de retención como gradiente de presión para la eliminación del nitrógeno. En este caso la descompresión dura mucho tiempo.

Sin embargo, si se utiliza un porcentaje de 100 % de oxígeno como gas de descompresión, el gradiente completo de presión entre la presión del tejido y la presión ambiente es efectivo y la desaturación del tejido se produce así dentro de un periodo de tiempo mucho más corto. La inhalación de oxígeno en sobrepresión también aumenta considerablemente el porcentaje de oxígeno soltado físicamente en la sangre, aumentando así el suministro de oxígeno al tejido. Posibles problemas de microcirculaciones causados por burbujas de nitrógeno pueden ya ser eliminados al producirse. Un efecto específico de oxígeno también es la reducción de burbujas de nitrógeno y la disminución del hinchamiento del tejido.

Estudios realizados recientemente han demostrado que el uso de la descompresión con oxígeno, basándose en las tablas de las regulaciones (DruckLV 1997), consiguió reducir considerablemente la frecuencia de enfermedades de buzo.

Sin embargo, una condición imprescindible para lograr dichos resultados es el manejo seguro del oxígeno. El análisis permanente del aire en la cámara como medida primaria de protección contra incendios es tan obligatorio como el cumplimiento de los límites de exposición del oxígeno relativos a la presión y al tiempo. Sólo se puede comenzar la inhalación de oxígeno cuando la presión en la esclusa para personas ya ha sido reducida a 1,0 bar. La inhalación de oxígeno en niveles más elevados de presión sólo es autorizada si es recomendada por un médico y se efectúa bajo su supervisión como medida terapéutica. El oxígeno es un medicamento con un riesgo de una sobredosis peligrosa. La integración de un médico autorizado cualificado en la supervisión de personas expuestas al aire comprimido asegura la protección contra un envenenamiento de oxígeno agudo o crónico en casos de emergencia si se exceden los límites de la exposición.

#### **4. Medidas a tomar antes del esclusaje**

Conforme a § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones, el especialista es responsable de asegurar que la cantidad de oxígeno necesaria para la ejecución rutinaria de esclusajes con oxígeno está disponible. Deberá también garantizar que dicho oxígeno sea apropiado para su utilización como gas respiratorio (véase apéndice).

El especialista deberá asegurar que cada empleado que trabaje regularmente bajo presión tenga una máscara de respiración de oxígeno personal.

Antes de cada proceso de esclusaje, el esclusero deberá asegurarse que la cantidad de oxígeno indicada por el especialista esté realmente disponible.

Los trabajadores que salgan por primera vez de la esclusa utilizando oxígeno deberán efectuar un esclusaje de prueba en coordinación con el médico autorizado. Durante este esclusaje de prueba los trabajadores deberán familiarizarse con la inhalación con máscaras y con el proceso en general, así como obtener instrucciones relativas a su comportamiento en el interior de la esclusa.

#### **5. Medidas a tomar durante el esclusaje**

Si un trabajador nota problemas en su respiración, deberá informarlo al esclusero inmediatamente.

El procedimiento de esclusaje de oxígeno sólo puede comenzarse cuando la sobrepresión en la esclusa ha alcanzado los niveles de presión especificados en la tabla 1, apéndice 2 de las regulaciones (es decir, 1,0 bar o 0,5 bar).

El esclusero sólo puede ordenar que se pongan las máscaras cuando se haya suministrado la presión de trabajo adecuada a los puntos de inhalación de oxígeno.

El esclusero deberá controlar continuamente la presión de abastecimiento del sistema de oxígeno.

En el caso de interrupciones cortas, el procedimiento de esclusaje deberá continuarse según las instrucciones del médico autorizado.

En el caso de fallo del sistema de oxígeno, el esclusero deberá cortar el suministro de oxígeno y continuar el esclusaje utilizando aire comprimido en coordinación con el médico autorizado, tal como se fijó en las tablas de emergencia 1 ó 3 en el apéndice 2 de las regulaciones.

Durante la salida de la esclusa bajo oxígeno, la esclusa deberá de lavarse con cantidades suficientes de aire comprimido.

El esclusero deberá controlar el porcentaje de oxígeno en la esclusa. Si el porcentaje de oxígeno aumenta, el esclusero deberá aumentar el volumen del aire comprimido inmediatamente. Las causas del aumento deberán localizarse sin demora y deberán introducirse las contramedidas apropiadas.

## **6. Medidas a tomar después del esclusaje**

El especialista deberá asegurarse que las máscaras de respiración se limpien inmediatamente después de su uso. Antes de ser reutilizadas deberán estar en un estado impecable desde el punto de vista técnico e higiénico.

Las divergencias en el procedimiento normal de un esclusaje deberán documentarse por el esclusero en el cuaderno de bitácora de la esclusa, tal y como se indica en el apéndice A de las reglas RAB 25.

## **7. Conducta de los trabajadores**

Las máscaras de oxígeno sólo podrán ponerse o quitarse conforme a las instrucciones del esclusero.

Si los trabajadores tienen problemas de salud, p. ej. náuseas o tos, deberán de avisar al esclusero inmediatamente. El esclusaje deberá continuarse según las instrucciones del médico autorizado. En tales casos, la causa deberá de determinarse. Dado el caso, se deberá examinar la composición del oxígeno utilizado y la función del sistema de respiración.

No se permiten llevar a la esclusa fuentes de encendido. Está prohibido fumar, encender fuego y el uso de luces descubiertas.

Los trabajadores en la esclusa deberán portar sus máscaras en todo momento durante el proceso de esclusaje de oxígeno y no deberán dormir.

## **8. Documentación de los trabajos**

Los procesos de esclusaje deberán documentarse en el cuaderno de bitácora de la esclusa conforme a la muestra en el anexo A de las reglas RAB 25. Este documento deberá entregarse a la autoridad responsable de la seguridad laboral después de haberse terminado los trabajos de construcción.

## **9. Funcionamiento del sistema respiratorio de oxígeno**

Las válvulas de las líneas de oxígeno deberán abrirse lentamente.

Todas las instalaciones que contengan oxígeno deberán mantenerse libres de aceite o grasa.

## **10. Mantenimiento del sistema de oxígeno mediante inspecciones y reparaciones**

Los sistemas en servicio deberán someterse regularmente (p. ej. cada seis meses) a una inspección por el fabricante o el suministrador. En el caso de fallos o malfuncionamiento, dicha inspección deberá llevarse a cabo inmediatamente.

Junto con las inspecciones mencionadas en § 18 párrafo 1 n° 2 de las regulaciones (es decir, la inspección según “DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung” (Principios básicos del mantenimiento)), deberá de ejecutarse una prueba de funcionamiento relativa al sistema de oxígeno.

Las reparaciones del sistema de oxígeno sólo deberán realizarse por el especialista.

## **11. Inspección del sistema de oxígeno**

El sistema de oxígeno es parte del sistema de esclusas y deberá estar incluido en las inspecciones según § 7 de las regulaciones.

**Anexo A (a las partes 1 y 3 de las reglas RAB 25)**

Muestra para la documentación de trabajos

**Cuaderno de bitácora de la esclusa**

**Obra:**

| Fecha    | Nombre   | Presión de trabajo<br>en bar | Comienzo compresión<br>Hora | Comienzo descompresión<br>Hora | Permanencia bajo aire comprimido<br>tiempo en h:min | Tiempo de descompresión en minutos |                 |                 |                 |                 | Fin de des-compresión<br>Hora | Tiempo total de descompresión<br>tiempo en h:min. | Comentarios | Firma esclusero |
|----------|----------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---|-------------|-----------------|
|          |          |                              |                             |                                |   | hasta el nivel 1                   | Aire            |                 | Oxígeno         |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   | min.                               | 1,5 bar<br>min. | 1,2 bar<br>min. | 1,0 bar<br>min. | 0,5 bar<br>min. |                               |   |             |                 |
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b>                     | <b>4</b>                    | <b>5</b>                       | <b>6 = 5-4</b>                                      | <b>7</b>                           | <b>8</b>        | <b>9</b>        | <b>10</b>       | <b>11</b>       | <b>12</b>                     | <b>13 = 12-5</b>                                  | <b>14</b>   | <b>15</b>       |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |
|          |          |                              |                             |                                |   |                                    |                 |                 |                 |                 |                               |   |             |                 |

Firma responsable de trabajos en sobrepresión: \_\_\_\_\_

**Anexo B (a la parte 2 de las reglas RAB 25)**

Muestra para la solicitud de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).

**Solicitud de un certificado de aptitud**

conforme a § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV) autorizando al titular de trabajar como especialista según § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).

**1. Detalles personales:**

Apellido: .....

Nombre: .....

Fecha de nacimiento: ..... Lugar de nacimiento: .....

Profesión: .....

Dirección:.....

Formación profesional: .....

**2. Certificado de tiempo de experiencias prácticas en aire comprimido:**

Desde..... hasta.....; Obra: .....  
(los certificados de los empleos conforme al apéndice C de las reglas RAB 25 se encuentran adjuntas)

2.1.....

2.2.....

2.3.....

2.4.....

2.5.....

Atención:

Este certificado sólo es válido en conexión con el certificado de sanidad según § 10 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).

.....  
(Lugar y fecha)

.....  
(Firma del solicitante)

Anexo: Certificados de empleos

**Anexo C (a la parte 2 de las reglas RAB 25)**

Muestra para la comprobación de los empleos para la solicitud de un certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).

**Certificado de empleo**

Obra: Sello /  
membrete.....

El Sr. / la Sra. ....

ha sido empleado desde ..... hasta.....

en la obra .....

para ejecutar trabajos en ambiente hiperbárico.

La presión de trabajo fue de..... bar.

El / ella efectuó los trabajos / las tareas siguientes:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
Lugar / fecha

.....  
(Firma/s gerencia de la obra y supervisor)

**Anexo D (a la parte 2 de las reglas RAB 25)**

Muestra para el certificado de aptitud según § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV).

**Certificado de aptitud**  
**(conforme a § 18 párrafo 2 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido)**  
N° .....

1. El Sr./ la Sra. ....

nacido/a el ..... en .....

dirección.....

está autorizado/a para trabajar como especialista, tal como se definió en § 18 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido. El/ella puede supervisar los trabajos en ambiente hiperbárico y controlar la operación de la cámara de escombros.

2. El certificado de aptitud se extiende con las condiciones siguientes:

- Este certificado es válido sólo en conexión con el certificado de sanidad según § 10 de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido.

- .....

- .....

3. Este certificado es revocable y está limitado hasta el .....

4. Comentarios:

.....  
.....

Sello  
(Autoridad expedidora)

(Firma)

## Apéndice a las reglas RAB 25

Respuestas a preguntas frecuentes sobre el uso de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido.

En la práctica numerosas preguntas surgen en conexión con la aplicación de las regulaciones (DruckLV). La comisión para seguridad y protección sanitaria en obras de construcción (ASGB), que es responsable para asesorar al Ministerio Federal de Economía y Trabajo en cualquier asunto relacionado con la seguridad y protección sanitaria general en obras de construcción, ha elaborado respuestas a las preguntas siguientes. Las respuestas y recomendaciones listadas representan un consenso de todas las autoridades y partes ocupándose de alguna manera de los trabajos en aire comprimido. Estas respuestas deberán de servir como directivas en la planificación, autorización y ejecución de trabajos en ambiente hiperbárico o aire comprimido.

### Contenido:

1. Bases fisiológicas al trabajar en aire comprimido. ¿Dónde están los límites del organismo humano al ser expuesto a sobrepresiones?
2. ¿Es posible generalizar las experiencias obtenidas en trabajos ejecutados en presiones de trabajo de más de 3,6 bar?
3. ¿Qué medidas relativas a la organización se pueden tomar para reducir los efectos físicos de trabajos en ambientes hiperbáricos?
4. ¿Cómo se pueden cumplir los requerimientos ergonómicos de trabajos en aire comprimido?
5. ¿Por qué se necesita una esclusa para enfermos en cada obra?
6. ¿Por qué es tan importante observar los tiempos de descanso?
7. ¿Qué medidas pueden utilizarse para evitar y luchar contra incendios en aire comprimido?
8. ¿Qué problemas pueden ocurrir en la utilización de equipos respiradores para el autosalvamento?
9. ¿Qué deberá de observarse para la soldadura y el corte en aire comprimido?
10. ¿Qué deberá de tenerse en cuenta cuando sean necesarios los trabajos de buceo en aire comprimido?
11. ¿Qué deberes deberá de cumplir el propietario en cuanto a los trabajos en aire comprimido con respecto a la reglamentación alemana sobre la salud y seguridad de los trabajadores en obras de construcción?
12. ¿Qué tipo de oxígeno deberá utilizarse para la descompresión con oxígeno?

En las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido se utiliza la unidad “bar” para la medición e indicación de la presión de trabajo. Para explicar claramente que la presión a la cual el trabajador en aire comprimido está expuesto es la presión diferencial que excede la presión normal atmosférica, se utilizará a continuación el signo de fórmula  $p_{\bar{u}}$  para representar la presión de trabajo. El trabajador está expuesto a la presión total  $p_{abs}$  que es la suma de la presión atmosférica  $p_{atm}$  y la presión de trabajo  $p_{\bar{u}}$ .

El término “enfermedad de buzo” como término general se refiere a todas las enfermedades resultantes de la estancia bajo presión.

### **1. Bases fisiológicas al trabajar en aire comprimido. ¿Dónde están los límites del organismo humano al ser expuesto a sobrepresiones?**

El aire respirable es una mezcla de gases formada por los componentes esenciales oxígeno (aproximadamente 21 %) y nitrógeno (aproximadamente 79 %). En condiciones atmosféricas normales de 1 bar el organismo humano se satura en todas sus estructuras corporales con nitrógeno de unos 0,79 bar. Con cada respiración se aspira el mismo volumen de nitrógeno que se espira inmediatamente después, dado que no tiene ninguna función en el metabolismo del cuerpo. El oxígeno como gas de oxidación vital se metaboliza por las células del cuerpo según los requerimientos actuales de energía del organismo. Por eso, el nivel de la presión parcial de oxígeno sigue sin representar problemas en el caso de presiones parciales de nitrógeno ya críticas (con excepción de la respiración de oxígeno puro). En el caso de presiones de ambiente aumentadas, las presiones parciales del gas inhalado aumentan proporcionalmente. En un nivel nuevo de presión todos los tejidos del cuerpo comienzan a saturarse con nitrógeno. Hay diferencias considerables en la capacidad de diversos tejidos para absorber nitrógeno: los tejidos de grasa, por ejemplo, disuelven cinco veces más nitrógeno que la sangre. El volumen del nitrógeno absorbido depende de la presión, del tiempo, del metabolismo biológico individual y de la carga física. Sólo la presión y el tiempo son incluidos como variables en el cálculo de los procedimientos de descompresión. El tejido humano es capaz de aceptar una presión diferencial determinada entre la presión de tejido de nitrógeno adquirida y aumentada y la presión ambiente, sin demostrar ningún síntoma (presión diferencial tolerada de gas inerte durante la descompresión). Sin embargo, al exceder dicho “valor límite individual”, hay un cambio aumentado del estado de agregación de nitrógeno disuelto a la fase de gas.

En todos los niveles de la estructura del tejido, desde el tejido de nervios y el tejido responsable de la formación de hormonas y enzimas hasta los tejidos más lentos metabólicos como ligamentos, cartílagos y huesos, comienzan a producirse problemas orgánicos, todos resumidos en el término clínico general “enfermedad de buzo”. La enfermedad de buzo puede manifestarse por varias formas y causa grados diferentes de daños que necesitan un tratamiento médico inmediato en el área de aire comprimido.

Los límites de la exposición humana a sobrepresión son irrevocablemente fijados por medio de los procedimientos exponenciales de saturación y desaturación de nitrógeno, teniendo en cuenta los procedimientos biológicos complejos (tal como se describió arriba de manera simplificada). Las variaciones relativas a las profundidades máximas de inmersión o las exposiciones a aire comprimido son causadas por las condiciones marginales diferentes de la exposición respectiva (temperatura, clima, carga, estrés, medio de exposición, etc.). Además de los efectos tóxicos agudos de nitrógeno (narcosis) limitando las presiones de trabajo en aire comprimido a  $p_{\bar{u}} = 3,6$  bar, los tiempos máximos de trabajos bajo presión se determinan sobre todo por los largos semiperíodos de vida biológicos de desaturación de los tejidos “lentos” como huesos y cartílagos. Especialmente los “tiempos básicos” largos en el caso de una exposición repetida que es típica para trabajos en ambientes hiperbáricos conducen a una saturación gradual a la base del nitrógeno residual de la exposición precedente. Sin embargo, ya una única exposición en presiones altas de trabajo y con un tiempo básico largo puede causar una saturación de nitrógeno en los tejidos lentos que incluso conduce a una descompresión de saturación en el caso de la descompresión, es decir que se necesitan periodos de tiempo largos para la descompresión con un riesgo elevado para la salud, por ejemplo debido a la movilidad limitada en la esclusa para personas. Dicho efecto es intensificado por la particularidad biológica que el tejido lento tiene la tendencia de quedarse (exponencialmente) mucho más rápido saturado que desaturado. Por eso, las presiones y tiempos de trabajo tienen límites estrechos, biológicamente definidos, que no pueden excederse en las exposiciones hiperbáricas utilizando aire como gas de respiración. Dichos límites forman la base de las regulaciones correspondientes relativas a seguridad y protección sanitaria.

**2. ¿Es posible generalizar las experiencias obtenidas en trabajos ejecutados en presiones de trabajo de más de 3,6 bar?**

No hay experiencia médica suficiente relativa a los trabajos en aire comprimido bajo una presión de trabajo  $p_{\bar{u}}$  de más de 3,6 bar. La mayor parte relativa a la exposición a presiones hiperbáricas que exceden  $p_{\bar{u}} = 3,6$  bar resulta de experiencias de buceo militar o profesional.

En estos casos, la exposición a dichas presiones se realiza mediante gases mixtos y técnicas de saturación, utilizando técnicas especiales y evaluaciones variables del riesgo.

Ya se han alcanzado presiones de trabajo más altas en proyectos pasados, incluso en proyectos con una combinación de trabajos de buceo y de trabajos en aire comprimido. Sin embargo, las experiencias obtenidas en estos proyectos están considerablemente influidas por las condiciones locales, técnicas y administrativas de cada obra determinada.

Todos los datos recolectados hasta ahora con respecto a trabajos en presiones más elevadas son insuficientes para representar las implicaciones técnicas, médicas y higiénicas en trabajos bajo estas presiones.

En principio no deberá planificarse ningún proyecto de construcción con presiones de trabajo  $p_{\bar{u}}$  de más de 3,6 bar. En el caso individual, la factibilidad deberá comprobarse por dictámenes científicos, teniendo especialmente en cuenta la seguridad laboral y la protección sanitaria de los trabajadores. Por el tiempo y la organización necesarios para la planificación de dichos proyectos, este dictamen debería obtenerse ya desde la fase de la planificación.

La autoridad responsable para el proyecto deberá ocuparse de la ponderación específica y de la determinación de las condiciones marginales, de los métodos utilizadas (p. ej. gas mixto, saturación) y de los límites de exposición.

### **3. ¿Qué medidas relativas a la organización se pueden tomar para reducir los efectos físicos de trabajos en ambientes hiperbáricos?**

Las posibilidades siguientes con respecto a la organización pueden reducir la carga resultante de los trabajos en ambiente hiperbárico:

Para todos los trabajos en aire comprimido se tiene que observar que los trabajadores tengan vestimenta seca para poder cambiar su ropa húmeda / mojada antes de salir de la esclusa. Durante los trabajos bajo presión y al salir de la esclusa es necesario tomar suficiente líquido.

#### **Duración de los trabajos en aire comprimido:**

La duración del trabajo en ambiente hiperbárico deberá reducirse considerablemente si fuera el primer empleo del trabajador en aire comprimido, si fuera su primer empleo en un nivel de presión más alto o si el trabajador no ha trabajado bajo presión por más de 14 días. La duración exacta deberá fijarse en cooperación con el médico autorizado. Dicha reducción se aplicará por lo menos para los primeros dos empleos.

### **Factores que causan un estrés adicional de descompresión**

Algunos factores pueden causar un estrés adicional de descompresión, tales como un viaje en avión o por pasos, estadías en grandes altitudes, esfuerzos físicos o viajes largos en coche. El médico autorizado deberá de dar instrucciones relativas a medidas adicionales necesarias si un trabajador se ve afectado por cualquier factor arriba mencionado. Estas medidas podrían incluir tiempos de espera más largos, tiempos de trabajo más cortos o tiempos de descompresión más largos.

### **¿Que hay que hacer en el caso de enfermedades de buzo? / Sistema de aviso en el caso de enfermedades de buzo.**

Antes de comenzar los trabajos bajo presión, todos los trabajadores deberán ser instruidos con respecto a su reacción en caso de enfermedades de buzo. Se deberá fijar un procedimiento a seguir en caso de emergencia que incluya por ejemplo:

- Sistema de aviso:
  - ¿A quién se deberá de llamar?  
Al servicio de guardia para trabajos en aire comprimido; su número de teléfono deberá estar escrito en el distintivo de autorización para trabajos bajo presión.
  - ¿Qué información se debe dar?
    - > Molestias: Tipo, comienzo y desarrollo.
    - > Cuándo salió el trabajador de la esclusa, con o sin oxígeno.
    - > La presión de trabajo, el tipo del trabajo, el número de los empleos precedentes bajo presión.
    - > ¿Estancia actual del trabajador y si se puede localizarle por teléfono?
- ¿Cómo se efectuará el transporte a la obra (p. ej. en taxi, ambulancia)?
- ¿Quién avisará al médico autorizado?
- ¿Quién informará al esclusero de la cámara de presión para enfermos?
- ¿Quién es responsable para poner en marcha la cámara de presión para enfermos?
- ¿Quién entrará en la esclusa con el enfermo, si fuera necesario (tratamiento de oxígeno)?
- Deberá coordinarse de antemano con el servicio de socorro para asegurar el transporte a la cámara de presión para enfermos en la obra y no a un hospital.

### **4. ¿Cómo se pueden cumplir los requerimientos ergonómicos de trabajos en aire comprimido?**

#### **Esclusas para personas**

La regulación relativa a trabajos en aire comprimido (DruckLV) especifica las dimensiones y el equipamiento mínimos de esclusas para personas.

Los factores ergonómicos deberán de tenerse en cuenta al determinar las dimensiones de la esclusa, la disposición y el diseño de los asientos y el gálibo de paso libre. Los asientos deberán ser confortables para personas de diferente estatura y deberán tener espacio suficiente para mover las piernas y los hombros.

Debido a las condiciones fisiológicas especiales del cuerpo durante la desaturación de nitrógeno, el cumplimiento insuficiente de los factores básicos relativos a la ergonomía pueden aumentar el riesgo de enfermedades de buzo.

Si las condiciones locales en tuneladoras no permiten la integración de una esclusa diseñada según las especificaciones ergonómicas, se deberá asegurar que un número adecuado de esclusas móviles para personas, diseñadas ergonómicamente, esté disponible.

### **Cámaras de transporte**

Si la esclusa para personas no puede diseñarse cumpliendo los requerimientos ergonómicos, se podrán utilizar cámaras de transporte para transferir a los trabajadores a una esclusa diferente diseñada según los factores ergonómicos, lo cual les permite continuar la descompresión en un lugar más favorable y confortable. Esto se recomienda especialmente en el caso de tiempos largos de descompresión.

### **Comunicación**

Las esclusas para personas y las cámaras de presión para enfermos deberán equiparse con una vigilancia acústica constante.

Para evitar la interrupción del suministro de oxígeno durante la descompresión, se deberán utilizar máscaras de respiración con un sistema de comunicación integrado, permitiendo la comunicación entre los trabajadores en la esclusa y con el esclusero. Esto evitará la terminación de la descompresión antes de haberla completado.

Además se recomienda instalar sistemas de audio para reducir el estrés psíquico producido por largos tiempos de descompresión.

### **Regulación de temperatura en esclusas y cámaras de presión para enfermos**

Debido al cambio de la presión en la esclusa, se podrán formar fluctuaciones considerables de la temperatura al entrar y al salir de la esclusa. Esto se podrá evitar asegurando que la transición de un nivel de presión al otro se desarrolle lo más lento posible.

Para proteger las esclusas y al personal de operación de influencias climáticas, se deberá prever un revestimiento para evitar un sobrecalentamiento o un sobreenfriamiento.

### **El puesto de trabajo del esclusero**

El puesto de trabajo del esclusero deberá diseñarse conforme a los principios ergonómicos. El esclusero deberá poder alcanzar fácilmente todos los elementos de mando de la esclusa o de la esclusa para enfermos y deberá de poder leer todos los sistemas de medición así como tener contacto acústico y visual con el interior de las esclusas en todo momento.

El puesto de trabajo del esclusero deberá disponer de un asiento y de espacio suficiente para la documentación escrita.

### **Transporte de trabajadores**

Después de la descompresión se deberán evitar esfuerzos físicos como subir las escaleras (p. ej. en la fosa de la obra) o tener que recorrer caminos largos. Deberá emplearse un ascensor y/o vehículos de transporte adecuados.

## **5. ¿Por qué se necesita una esclusa para enfermos en cada obra?**

La regulación relativa a trabajos en aire comprimido (DruckLV) prescribe que una esclusa para enfermos deberá de estar disponible en la obra a partir de presiones de trabajo de  $p_{\bar{u}} = 0,7$  bar (§ 17 párrafo 1 n° 1 de las regulaciones).

Para tratar las enfermedades de buzo se necesita una recompresión. La disponibilidad de una esclusa para enfermos en una obra donde se ejecutan trabajos bajo presión asegura que un tratamiento pueda comenzarse inmediatamente en caso de emergencia.

Si hay una esclusa para enfermos en la obra es más probable que sea utilizada por los trabajadores en caso que se presente cualquier tipo de molestias, reduciendo así el riesgo de complicaciones posteriores causadas por no haber sido tratadas o solamente demasiado tarde.

El examen médico de los trabajadores deberá incluir una compresión / descompresión de prueba para poder evaluar las posibles consecuencias sanitarias de una exposición al aire comprimido. La disponibilidad de una esclusa para enfermos en la obra permite en cualquier momento la realización de dichas pruebas en las presiones requeridas sin tener que prever medidas adicionales.

## **6. ¿Por qué es tan importante observar los tiempos de descanso?**

La desaturación de nitrógeno en los tejidos del cuerpo no está completa después de haber salido de la esclusa. La desaturación completa solamente se alcanzará al cabo de 36 horas. En tanto que la desaturación todavía no se haya terminado, hay un riesgo de que se presente la enfermedad de buzo. Este riesgo se reduce al progresar la desaturación, es decir que el riesgo es más elevado en las primeras horas después de la salida de la atmósfera hiperbárica.

Para tratar los síntomas de enfermedad de buzo, es necesaria una recompresión. La recompresión deberá iniciarse lo antes posible, lo cual no representa un problema dado de que cada obra en la que se trabaje con presiones de más de  $p_{\bar{u}} = 0,7$  bar dispone de una cámara para enfermos. Si el trabajador sale de la obra antes de haber terminado su tiempo de descanso y muestra después síntomas de la enfermedad de buzo, su tratamiento se efectuará con retraso, es decir que se perderá un tiempo valioso dado que un tratamiento retrasado puede producir daños físicos irreversibles y consecuencias fisiológicas a largo plazo.

Además, una variedad de factores especiales fuera de la obra pueden favorecer la formación de la enfermedad de buzo, por ejemplo una postura forzada durante viajes largos en coche, viajes en avión (por la reducción de la presión ambiental), vibraciones producidas al utilizar cualquier medio de transporte (efecto de efervescente) y todo tipo de esfuerzo físico. Una enfermedad de buzo puede perjudicar la capacidad del paciente para actuar o reaccionar, p. ej. limitar su capacidad de conducir.

## **7. ¿Qué medidas pueden utilizarse para evitar y extinguir incendios en aire comprimido?**

Un incendio se produce en cuanto chispas, material combustible y oxígeno coinciden. Más oxígeno significa una temperatura de inflamación inferior y un aumento de la velocidad de combustión. El aire comprimido contiene una cantidad más alta de oxígeno que el aire en presión atmosférica.

Por estas razones, la gerencia de la obra deberá de asegurar que la cantidad de los materiales combustibles en la cámara de escombros se reduzcan a un mínimo. Se deberán fijar medidas adecuadas y su cumplimiento deberá ser controlado, p. ej.:

- Inspeccionar regularmente las fuentes de encendido posibles, tales como sistemas eléctricos, máquinas y sistemas de cintas transportadoras, y examinarlas en cuanto a posibles defectos.
- Sólo almacenar la cantidad que sea absolutamente necesaria de materiales altamente inflamables, fácilmente inflamables y de combustibles en la cámara de escombros.
- Asegurar que los materiales fácilmente inflamables (p. ej. lana de madera) se guarden en depósitos ininflamables.
- Observar las normas especiales de seguridad para trabajos de corte y soldadura.
- Eliminar inmediatamente los residuos de la cámara de escombros.
- Elaborar un plan de alarma y rescate.

En general los trabajadores en aire comprimido son responsables de controlar y extinguir incendios incipientes produciéndose en la cámara de escombros.

Para luchar efectivamente contra incendios incipientes la cámara de escombros deberá de estar equipada como sigue:

- Con un suministro de agua con la capacidad suficiente y el número adecuado de conexiones y mangueras para poder alcanzar cualquier lugar en la cámara de escombros.
- Con extintores de fuego adecuados ubicados en áreas con un riesgo especialmente elevado de incendios (p. ej. extintores de espuma o con polvo autorizados para el uso subterráneo).

Si el intento de extinguir el incendio no es exitoso, la cámara de escombros deberá ser evacuada inmediatamente. La evacuación completa de la cámara tiene prioridad absoluta ante todas las otras medidas. Sólo en casos individuales específicos fuerzas externas, p. ej. el servicio de bomberos, deberán intentar extinguir el fuego.

En un plan de protección contra incendios se deberán fijar las reglas y los procedimientos a seguir en el caso de incendios, p. ej. tareas y responsabilidades, el sistema de alarma, el número de personas necesario para operar la esclusa y planes de ventilación de emergencia.

Los trabajadores deberán recibir instrucciones regulares que deberán documentarse. Los conocimientos deberán profundizarse y complementarse mediante simulacros de emergencia.

## 8. ¿Qué problemas pueden ocurrir en la utilización de equipos de respiración para el autosalvamento en aire comprimido?

Un equipo respirador para el autosalvamento es un equipo protector individual utilizado para permitir al portador escaparse de una zona de peligro (“equipo de escape”). Este tipo de equipo respirador no es idéntico al utilizado por ejemplo por bomberos durante sus trabajos de salvamento o de extinción de incendios.

Debido a la función tóxica de gases que pueden producirse en un incendio y a la reducción de la concentración de oxígeno en la cámara de escombros, es necesario que un dispositivo aislante esté disponible para los trabajadores, el cual funcione independientemente de la atmósfera del ambiente. Los sistemas de filtro no son apropiados para su uso en aire comprimido.

Los problemas siguientes pueden surgir utilizando dispositivos aislantes (dispositivos de contenedores o de regeneración):

- El caudal de aire respiratorio del equipo respirador para el autosalvamento aumenta proporcionalmente a la presión de trabajo. Esto significa que el tiempo de servicio del aparato respirador se reduce en comparación con el tiempo indicado para el uso en presión normal. Esto reduce la posibilidad de su empleo para caminos largos de escape.
- Los equipos estándares de respiración de oxígeno para el autosalvamento están normalmente ajustados en fábrica de modo que la concentración de oxígeno en el circuito de respiración del portador alcanza casi el 100 % poco después de haberse puesto el aparato. La presión en el circuito de respiración es idéntica a la presión ambiental en la cámara de escombros  $p_{abs}$  (véase comentarios previos). Dado que el oxígeno puede tener un efecto tóxico en presiones parciales de  $> 2,0$  bar, estos aparatos no son apropiados para su uso en presiones de trabajo  $p_{\ddot{u}} > 1,0$  bar (equivalente a  $p_{abs} > 2,0$  bar).

Si debido a las condiciones específicas de la obra, tales como presión de trabajo, longitud del camino de escape o carga calorífica, un equipo respirador para el autosalvamento no pudiera utilizarse, se podrían emplear también “Equipos respiradores para el trabajo y escape” (tal como se fijó en Berufsgenossenschaftliche Regel 190 con respecto al “Uso de equipos respiradores” (Reglas de la cooperativa alemana para la prevención y el seguro de accidentes laborales)). Dichos equipos tienen la posibilidad de operarse con un gas de respiración que contenga una concentración ajustada de oxígeno, permitiendo así la reducción de la presión parcial de oxígeno a un nivel tolerable y no-tóxico.

Para poder abrir el aparato bajo presión, todos los equipos respiradores para el autosalvamento utilizados en ambiente hiperbárico deberán equiparse con un orificio para permitir una compensación de presión entre el interior del aparato y el ambiente. Un equipo respirador diseñado para el uso en presión normal no puede abrirse en presiones más altas dado de que la tapa se prensa en la junta de la caja por la presión ambiental más elevada.

Debido a los problemas mencionados arriba no es posible dar recomendaciones generales. Por eso, se deberán de tener en cuenta las condiciones especiales de cada obra para la selección de equipos respiradores adecuados y su inclusión en el concepto de emergencia.

### **9. ¿Qué deberá observarse para las actividades de soldadura y corte en aire comprimido?**

Los gases de humo que se producen durante los trabajos de corte y de soldadura bajo presión son más perjudiciales para la salud que en condiciones atmosféricas normales. Hasta el día de hoy, no se han determinado y establecido ningunos límites para los gases de soldadura en aire comprimido.

Para asegurar la exposición más baja posible a dichos gases, la cámara de escombros deberá ventilarse y equiparse con una instalación aspiradora local y un número suficiente de equipos respiradores independientes.

El uso de filtros respiratorios no es recomendable durante la ejecución de tal trabajo dado que la resistencia de la respiración aumenta en presiones más altas y los filtros quizás no sean apropiados para filtrar gases no identificados hasta ahora que pueden producirse durante la soldadura y el oxicorte.

El equipo protector individual de los trabajadores deberá componerse de materiales que sean ininflamables incluso en aire comprimido.

Además se deberá tomar nota de las regulaciones en rigor con respecto a la soldadura, p. ej. en las reglas BGV D 1 (Reglas de la cooperativa alemana para la prevención y el seguro de accidentes laborales) y la hoja informativa TGB relativa a trabajos de soldadura y de corte en aire comprimido.

### **10. ¿Qué deberá de tenerse en cuenta cuando sean necesarios trabajos de buceo en aire comprimido?**

En proyectos de la construcción de túneles podría ser necesario emplear buzos para ejecutar trabajos en aire comprimido. Para los trabajos de buceo hay otros reglamentos de seguridad que para trabajos bajo presión. Mientras que la Administración Alemana para la Seguridad Laboral es la autoridad responsable para controlar el cumplimiento de las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV), los trabajos de buceo son regulados por la cooperativa alemana respectiva para la prevención y el seguro de accidentes laborales, la cual se encarga del control del cumplimiento de las instrucciones para prevenir accidentes durante los trabajos de buceo BGV 23 (Reglas de la cooperativa alemana para la prevención y el seguro de accidentes laborales).

Para los buzos que por ejemplo trabajan en la cámara de escombros de una tuneladora valen las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV) y durante el tiempo de la inmersión rigen adicionalmente las reglas BGV C 23.

Las regulaciones relativas a trabajos en aire comprimido (DruckLV) y las reglas BGV C 23 contienen reglamentos diferentes relativos al mismo nivel de presión, lo cual puede causar conflictos.

En caso de que dichos trabajos de buceo se tengan que ejecutar, es recomendable contactar lo antes posible a la Administración Alemana para la Seguridad Laboral y a la cooperativa alemana para la prevención y el seguro de accidentes laborales para asegurar que se pueda acordar un compromiso aceptable para ambas partes antes de que comiencen los trabajos.

**11. ¿Qué deberes deberá cumplir el propietario para la realización de trabajos en aire comprimido con respecto a la reglamentación alemana sobre la salud y seguridad de los trabajadores en obras de construcción?**

Los trabajos en ambientes hiperbáricos son trabajos especialmente peligrosos, tal como se fijó en § 2 párrafo 3 de la reglamentación alemana sobre la salud y seguridad de los trabajadores en obras de construcción (BaustellV). En general se emplea más de un trabajador en aire comprimido debido a la función y la importancia de los trabajos ejecutados en obras de aire comprimido. Si este fuera el caso, se tendrá que designar a un coordinador o supervisor y deberá elaborarse un plan de seguridad y salud antes de comenzar los trabajos. Además, se tendrán que documentar todos los empleos y trabajos para su referencia futura.

El empleo de un coordinador o supervisor en una fase temprana de la planificación de los trabajos en aire comprimido significa que se podrán elegir los métodos y procedimientos de trabajo apropiados que representen el menor riesgo posible para la salud de los trabajadores. También sería recomendable incluir especialistas externos para valorar los métodos propuestos. La evaluación de los trabajos a ejecutar deberá tener en cuenta los puntos siguientes:

- La evaluación de métodos alternativos de construcción.
- La compilación de información relativa a los posibles procedimientos de trabajo en aire comprimido (avance convencional, procedimiento Caisson de profundización, avance con el frente apoyado por líquido o por aire, etc.) y los posibles peligros resultantes de cada método.
- La identificación y la evaluación de posibles riesgos en la operación bajo presión con respecto a la seguridad.

Se recomienda incluir un módulo separado relativo a “Trabajos en ambiente hiperbárico” en el plan de seguridad y salud de la obra. Este módulo deberá entregarse a las empresas y empleados afectados por los trabajos de aire, conteniendo información exacta sobre los peligros y medidas correspondientes resultantes del trabajo en ambiente hiperbárico.

El posible contenido de dicho módulo “Trabajos en ambiente hiperbárico” del plan de seguridad y salud de la obra podría ser:

- La definición precisa de los trabajos en aire comprimido y la documentación de sus posibles repercusiones en otros áreas de las obras de construcción.
- La inclusión de las medidas de asistencia médica y de primeros auxilios para los trabajos bajo presión en un amplio plan de emergencia para la obra.
- Un plan de emergencia con regulaciones en caso de coincidencia de los campos de trabajo de la “medicina en caso de urgencia” y de la “medicina general en aire comprimido” (p. ej. un accidente en la cámara de escombros que no permita una salida de la esclusa en condiciones normales).
- Las rutas de tráfico y caminos de emergencia que tienen que mantenerse libres para un caso de emergencia, sobre todo las rutas de acceso de ambulancias.
- La regulación de prioridades de grúas y otros medios de transporte durante las medidas de rescate.
- La determinación de vías de comunicación e información.
- La incorporación de los requerimientos de la empresa autorizadora / del prestador de servicios de aire comprimido en las regulaciones de seguridad de la obra.
- Referencia a textos de licitación correspondientes.

## 12. ¿Qué tipo de oxígeno deberá utilizarse para la descompresión con oxígeno?

Se pueden adquirir varios tipos de oxígeno en el mercado. Para excluir los peligros para la salud resultantes de impurezas y residuos de otros gases, se deberá utilizar oxígeno médico para la descompresión de trabajadores en una esclusa.

La traducción ha sido patrocinada por:



HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, D-77963 Schwanau, Germany  
Tel.: +49 7824 302 0; Fax: +49 7824 302364  
E-Mail: [info@herrenknecht.de](mailto:info@herrenknecht.de); Internet: [www.herrenknecht.de](http://www.herrenknecht.de)



NORDSEETAUCHER GmbH, Bramkampweg 9, D-22949 Ammersbek, Germany  
Tel.: +49 4102 2318 0; Fax: +49 4102 231820  
E-Mail: [info@nordseetaucher.de](mailto:info@nordseetaucher.de); Internet: [www.nordseetaucher.de](http://www.nordseetaucher.de)