



## Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen

DAUB-Arbeitskreis

## Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen

### Herausgeber

Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB)  
German Tunnelling Committee (ITA-AITES)  
Mathias-Brüggen-Str. 41, 50827 Köln  
Tel. +49 - 221 - 5 97 95-0  
Fax +49 - 221 - 5 97 95-50  
E-Mail: info@daub.de  
www.daub-ita.de

### Erarbeitet von dem Arbeitskreis „Anforderungen für Fluchtkammern“

Mitglieder des Arbeitskreises:

Ing. Rainer Antretter	BeMo Tunneling GmbH, Innsbruck (A)
Dipl.-Ing. Dirk Böttner	BG BAU Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Erfurt
Dipl.-Ing. Andreas Domke	Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck
Dipl.-Ing. Andreas Fischer	DNV GL SE, Hamburg
Dipl.-Ing. Wolfgang Frieztzsche (†)	Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt/M.
Frank Güssow	Güssow Drucklufttechnik GmbH, Marxzell
Nico Haferburg	Porr Deutschland GmbH, Berlin
Dipl.-Ing. Matthias Heinrichs	HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Frankfurt/M.
Dipl.-Ing. Gregor Hohenecker	AUVA Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Wien (A)
Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke	Beratender Ingenieur für Felsmechanik und Tunnelbau, Ettlingen
Arnold Luschnik	BeMo Tunneling GmbH, Werne
Dipl.-Ing. Ralf Paaßens	RP Freiburg, Referat 97 - Landesbergdirektion, Freiburg
Ass. des Bergfachs Martin Rauscher	BG RCI Berufsgenossenschaft Rohstoffe Chemische Industrie, Hohenpeißenberg
Dipl.-Ing. Ulf Spod	BG BAU Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Frankfurt/M.
Dipl.-Ing. Stephan Wiegand	Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck

# Inhalt

<b>0</b>	<b>Glossar, Begriffsbestimmungen .....</b>	<b>5</b>	3.5	Türen .....	11
<b>1</b>	<b>Grundsätzliches zur Anwendung der Empfehlungen .....</b>	<b>5</b>	3.6	Notausstiegsöffnung .....	12
1.1	Hintergrund .....	5	3.7	Beständigkeit gegenüber Sprengbetrieb ...	12
1.2	Geltungsbereich .....	5	3.8	Einsatz als Schwadencontainer .....	12
1.3	Maßgebende Ereignisfälle zur Auslegung der Fluchtkammern .....	5	3.9	Überdruck .....	12
1.4	Zutrittskontrolle der Untertagebaustelle .....	6	3.10	Sichtbarkeit und Erkennbarkeit .....	12
1.5	Hierarchie der Schutzmaßnahmen .....	6	3.11	Bewegen und Anheben .....	12
1.6	Gefährdungsbeurteilung .....	6	<b>4</b>	<b>Fluchtkammer-Ausstattung und -Einrichtung .....</b>	<b>12</b>
1.7	Planung des Einsatzes von Fluchtkammern in Tunneln mit geringem Innendurchmesser .....	6	4.1	Minimierung der Brandgefahr .....	12
1.8	Ermittlung der erforderlichen Aufenthaltsdauer in der Fluchtkammer .....	6	4.2	Innenausstattung .....	12
1.9	Standort der Fluchtkammer .....	7	4.2.1	Innenbeleuchtung .....	12
1.9.1	Allgemeines .....	7	4.2.2	Sitze .....	12
1.9.2	Maschinellem Tunnelvortrieb .....	8	4.2.3	Toilette .....	12
1.9.3	Konventioneller Tunnelbau .....	8	4.2.4	Lagerung .....	12
1.9.4	Besondere Bestimmungen für den Sprengvortrieb .....	8	4.2.5	Sauerstoffseltretter .....	12
<b>2</b>	<b>Versorgung der Fluchtkammer mit Atemluft, Strom und Kommunikation .....</b>	<b>8</b>	4.2.6	Trinkwasserversorgung .....	13
2.1	Betriebsarten .....	8	4.2.7	Feuerlöscher .....	13
2.1.1	Bereitschaft – Standby Betrieb .....	8	4.2.8	Erste-Hilfe-Material und Krankentrage .....	13
2.1.2	Ereignisfall – autarker Betrieb .....	8	4.2.9	Überwachung der Atmosphäre .....	13
2.1.3	Ereignisfall – externer Betrieb .....	9	4.2.10	Luftzirkulation in der Fluchtkammer .....	13
2.2	Atemluftversorgung .....	9	4.2.11	Kondensatableitung der Klimaanlage .....	13
2.2.1	Allgemeines .....	9	<b>5</b>	<b>Betrieb der Fluchtkammer .....</b>	<b>13</b>
2.2.2	Autarke Luftversorgung .....	9	5.1	Allgemeines .....	13
2.2.3	Externe Luftversorgungsleitung von Übertage .....	9	5.2	Betriebsanleitung .....	13
2.2.4	Luftqualität in der Fluchtkammer .....	9	5.3	Prüfungen .....	13
2.2.5	Steuerung der Luftzufuhr .....	9	<b>6</b>	<b>Einweisung, Unterweisung, praktische Übungen .....</b>	<b>14</b>
2.2.6	Schalldämpfung bei der Luftzufuhr .....	9	6.1	Allgemeines .....	14
2.2.7	Verwendung von Masken zur Atemluftversorgung .....	10	6.2	Qualifikation der Trainer .....	15
2.2.8	Luftversorgung im Sprengbetrieb .....	10	6.3	Hinweise zur Einweisung in die Funktionsweise der Fluchtkammer .....	15
2.3	Begrenzung der Innentemperatur .....	10	<b>7</b>	<b>Nachweis der Brauchbarkeit .....</b>	<b>15</b>
2.4	Stromversorgung .....	10	7.1	Nachweis der Luftqualität über die Dauer der Haltezeit .....	15
2.5	Kommunikation .....	10	7.2	Nachweis der autarken Stromversorgung .....	15
<b>3</b>	<b>Bau und Ausrüstung der Fluchtkammer .....</b>	<b>11</b>	7.3	Nachweis zur Einhaltung der Innentemperatur über die Haltezeit .....	15
3.1	Generelle Anforderungen .....	11	<b>8</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>16</b>
3.2	Kapazität der Kammer .....	11	<b>Anlagen .....</b>	<b>17</b>	
3.3	Fluchtkammer-Abmessungen .....	11			
3.4	Fenster .....	11			



## 0 Glossar, Begriffsbestimmungen

### Fluchtkammer

Ort mit temporärer Sicherheit auf einer Schacht- oder Tunnelbaustelle, in den sich die unter Tage anwesenden Personen bei einem Brandereignis zurückziehen können. Vor den Brandgasen geschützt, werden sie in der Fluchtkammer mit Atemluft und anderen überlebenswichtigen Medien versorgt und bleiben dort, bis sie durch Rettungskräfte gerettet werden, oder bis sie die Fluchtkammer aus eigenen Kräften sicher wieder verlassen können.

### Sicherer Bereich

Bereich, in dem sich Personen für die Dauer eines Ereignisses ohne Gefährdungen aufhalten können. Das wird in aller Regel durch die Schaffung einer Fluchtmöglichkeit nach Übertage erreicht.

### Konventioneller Tunnelvortrieb

Tunnelvortrieb erfolgt im Spreng-, Bagger- oder Fräsvortrieb, die Sicherung mittels Spritzbeton.

### Maschineller Tunnelvortrieb

Tunnelvortrieb erfolgt mit einer Tunnelvortriebsmaschine, entsprechend der europäischen harmonisierten Norm EN 16191 „Tunnelbaumaschinen – Sicherheitstechnische Anforderungen“, die Sicherung in der Regel mittels Tübbingausbau.

### Schwadencontainer

Schutzraum mit autonomer Luftversorgung, der von den Beschäftigten vor der Sprengung aufgesucht und erst wieder verlassen wird, nachdem der Abzug der Sprengschwaden durch Messung festgestellt worden ist.

## 1 Grundsätzliches zur Anwendung der Empfehlungen

### 1.1 Hintergrund

Der „D-A-CH-Leitfaden für Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen“, herausgegeben im Jahr 2007, beschreibt in dem „Anhang A – Deutschland“ grundsätzliche Beschaffenheitsanforderungen der Schutz- und Rettungscontainer, und zwar in ausschließlicher Abhängigkeit von der dort beschriebenen Gefährdungskategorie bzw. der ermittelten Fluchtweglänge. Rückmeldungen aus dem Untertagebau in Deutschland machten deutlich, dass es offene Fragen zum Einsatz der Schutz- bzw. Rettungscontainer gibt und zwar bzgl. der Anforderungen an Bau und Ausrüstung der Container, der Maßnahmen zur

Absicherung der Einsatzbereitschaft im Ereignisfall sowie der Gewährleistung des Betriebes der Container auf der Untertagebaustelle. Betroffen davon sind gleichermaßen die Auftraggeber bzw. die für sie tätigen Bauwerksplaner sowie Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren nach Baustellenverordnung, die Hersteller der Container und die Betreiber bzw. Bauunternehmen auf den Untertagebaustellen. Das war der Grund, weshalb der DAUB sich erneut in einem Arbeitskreis mit diesem Thema auseinandergesetzt hat. Ziel war es, die offenen Fragen zu beantworten, möglichst ohne dabei im Widerspruch zu dem existierenden D-A-CH-Leitfaden zu stehen, sondern ihn mit diesen Empfehlungen sinnvoll zu ergänzen.

Die im „Anhang A – Deutschland“ verwendeten Begriffe „Schutzcontainer“ und „Rettungscontainer“ existieren im internationalen Sprachgebrauch nicht. Daher hat sich der Arbeitskreis darauf verständigt, zukünftig den international gebräuchlichen Begriff „Fluchtkammer“, im Englischen „Refuge Chamber“, zu verwenden. Die unterschiedlichen Anforderungen an die Fluchtkammern werden durch die Einführung von Kategorien beschrieben.

### 1.2 Geltungsbereich

Die vorliegende Empfehlung gilt für die Bereitstellung und Verwendung von mobilen Fluchtkammern, konzipiert für Untertagebaustellen während des konventionellen oder maschinellen Tunnelvortriebs. Der Standort der Fluchtkammern ist in der Regel im Tunnel, kann aber auch ein Schachtbauwerk sein, aus welchem ein Tunnelvortrieb betrieben wird. Auf Untertagebaustellen, bei denen die Fluchtkammern in Form von Fluchträumen fest in die Bauwerksstruktur integriert werden, wie zum Beispiel in Nischen oder Querschlägen, sind die Empfehlungen sinngemäß zu übertragen und anzuwenden. Auch bei Sanierungen von untertägigen Bauwerken kann die Notwendigkeit zum Einsatz einer Fluchtkammer gegeben sein. Die Empfehlung ist für Bauherren, Planer, Bauunternehmen, Sicherheitskoordinatoren sowie Versicherer und andere im Untertagebau Beteiligte bestimmt.

### 1.3 Maßgebende Ereignisfälle zur Auslegung der Fluchtkammern

Der Ereignisfall, in dem sich Personen in eine Fluchtkammer zurückziehen, ist die Verrauchung der Untertagebaustelle, bedingt durch ein Brandereignis.

Soll die Fluchtkammer auch als Schwadencontainer genutzt werden, sind die Hinweise unter **Abschnitt 2.2.8** und **Abschnitt 3.8** zu beachten.

Die Fluchtkammer ist nicht konzipiert, um Schutz gegen direkte Temperatureinwirkung bei einem Brand

in der unmittelbaren Umgebung der Fluchtkammer zu gewährleisten. Ebenso ist sie nicht konzipiert, um den Schutz der unter Tage anwesenden Personen gegen eine Überflutung oder Steinschlag bei einem Verbruch zu gewährleisten.

Die Verwendung einer Fluchtkammer als Pausen- oder Bereitschaftsraum ist nicht zulässig, da sonst die Gefahr besteht, dass sensible wichtige Anlagenteile der überlebenswichtigen Versorgungseinrichtungen missbraucht, beschädigt oder entwendet werden und im Ereignisfall der sichere Betrieb als Fluchtkammer nicht gewährleistet ist.

#### 1.4 Zutrittskontrolle der Untertagebaustelle

Um zu jeder Zeit zu wissen, wie viele Personen incl. möglicher Besucher sich gerade auf der Untertagebaustelle aufhalten, ist es notwendig, ein zuverlässig arbeitendes Zutrittskontrollsystem einzusetzen. Damit kann jederzeit schnell überprüft werden, ob die beim Ereignisfall unter Tage anwesenden Personen sich sicher nach Übertage retten konnten oder ob sie sich in der Fluchtkammer befinden. Nur so können gefährliche Einsätze der Rettungskräfte zur Suche nach vermissten Personen auf das notwendige Minimum reduziert werden. Außerdem soll die Zutrittskontrolle sicherstellen, dass sich nicht mehr Personen auf die Untertagebaustelle begeben, als Plätze in Fluchtkammern vorhanden sind.

#### 1.5 Hierarchie der Schutzmaßnahmen

**Grundsatz: Der Einsatz einer Fluchtkammer auf Untertagebaustellen ist keine gleichwertige Schutzmaßnahme gegenüber der Schaffung von Möglichkeiten zur Flucht der Personen in dauerhaft sichere Bereiche.**

Neben den vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen haben Maßnahmen, die eine jederzeitige Möglichkeit der Flucht von Personen nach Übertage sicherstellen, die höchste Priorität. Die Verwendung einer Fluchtkammer ist als Schutzmaßnahme immer zwingend erforderlich, wenn der Einschluss von Personen in ihrem untertägigen Arbeitsbereich mit den vorherigen Maßnahmen nicht sicher ausgeschlossen werden kann.

Ist ein Tunnelbauwerk mit zwei parallelen Tunnelröhren und Querschlägen zu erstellen, dann sind die Bauabläufe möglichst so zu planen, dass die zur Flucht dienenden Querschläge frühestmöglich hergestellt werden. Dadurch wird es möglich, die jeweils nicht vom Brandereignis betroffene Tunnelröhre für die sichere Flucht zu nutzen. Dafür muss die Belüftung so zu steuern sein, dass es zu keiner Verrauchung in der für die Flucht genutzten Tunnelröhre kommen kann.

#### 1.6 Gefährdungsbeurteilung

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gemäß der §§ 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) sind beim Vorliegen besonderer Gefahren nach § 9 ArbSchG, welche im Tunnelbau grundsätzlich anzunehmen sind, wirksame Maßnahmen zu treffen, die entsprechend des § 10 die Erste Hilfe, Brandbekämpfung und Evakuierung der Beschäftigten sicherstellen. Das Brandschutz- und Rettungskonzept ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und zu dokumentieren. Es sollen hierbei alle möglichen Ereignisse betrachtet werden, welche eine Flucht und/oder Rettung erforderlich machen können.

Ob auf einer Untertagebaustelle eine Fluchtkammer gebraucht wird oder nicht, geht aus dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hervor. In der Regel ist erst einmal davon auszugehen, dass auf jeder Untertagebaustelle Fluchtkammern benötigt werden.

#### 1.7 Planung des Einsatzes von Fluchtkammern in Tunneln mit geringem Innendurchmesser

Die Fluchtkammern sind üblicherweise so konzipiert, dass sie auf Tunnelvortriebmaschinen mit einem Innendurchmesser des Tübbingausbaues von ca. 4,0 m ( $\approx 12 \text{ m}^2$  Querschnittsfläche) und größer installiert und betrieben werden können. Bei kleineren Durchmessern muss das Design (Geometrie und Abmessungen) der Kammer als Sonderkonstruktion den projektspezifischen Platzverhältnissen angepasst werden.

*Anmerkung: Wenn die Anordnung der Fluchtkammer auf dem Nachläufer der Vortriebsmaschine aus Platzgründen nicht möglich ist, kann sie auch kontinuierlich an dessen Ende nachgezogen werden.*

Bei konventionellen Tunnelvortrieben kann, wenn der Tunneldurchmesser für die Anordnung der Fluchtkammer im Querschnitt zu klein ist, mit dem Ausbruch von Nischen der notwendige Platz für die Fluchtkammer geschaffen werden. Die Nischen sollten einen regelmäßigen Abstand von weniger als 250 m haben.

#### 1.8 Ermittlung der erforderlichen Aufenthaltsdauer in der Fluchtkammer

Die Fluchtkammer ist von den Beschäftigten unter Tage aufzusuchen, wenn sie bei einem Brandereignis eingeschlossen werden und die Flucht in einen dauerhaft sicheren Bereich nicht mehr möglich ist. Die erforderliche Aufenthaltsdauer der Beschäftigten in der Fluchtkammer, d. h. die Zeit, bis sie die Fluchtkammer wieder sicher verlassen können, oder die Zeit, bis eine Rettung durch Rettungskräfte erfolgen kann, hängt

im Wesentlichen davon ab, wie lange das Brandereignis anhält. Bei der geschätzten Branddauer sind auch mögliche Schwelbrände unterhalb des Vollbrandes zu betrachten, da diese zum Teil eine verlängerte Brand- und Verrauchungsdauer aufweisen.

Das abgebildete Ablaufdiagramm (**Bild 1**) zeigt die Zusammenhänge zwischen den Einflussfaktoren der Gefährdungsbeurteilung und den sich jeweils im zu betrachtenden Ereignisfall ergebenden ungünstigsten Fluchtweg- und Rettungsweglängen. Als Ergebnis empfiehlt das Ablaufdiagramm zwei Kategorien mit unterschiedlichen notwendigen Aufenthaltszeiten. In der Kategorie I muss die Fluchtkammer bis zu 12 Stunden Schutz bieten, in der Kategorie II sind es 24 Stunden, für welche die Fluchtkammer einen sicheren Aufenthalt gewährleisten muss. Da in der Planungsphase eines Tunnels detaillierte Bauabläufe in der Regel noch nicht bekannt sind, muss im Zweifelsfall für die Ausschreibung der Fluchtkammern

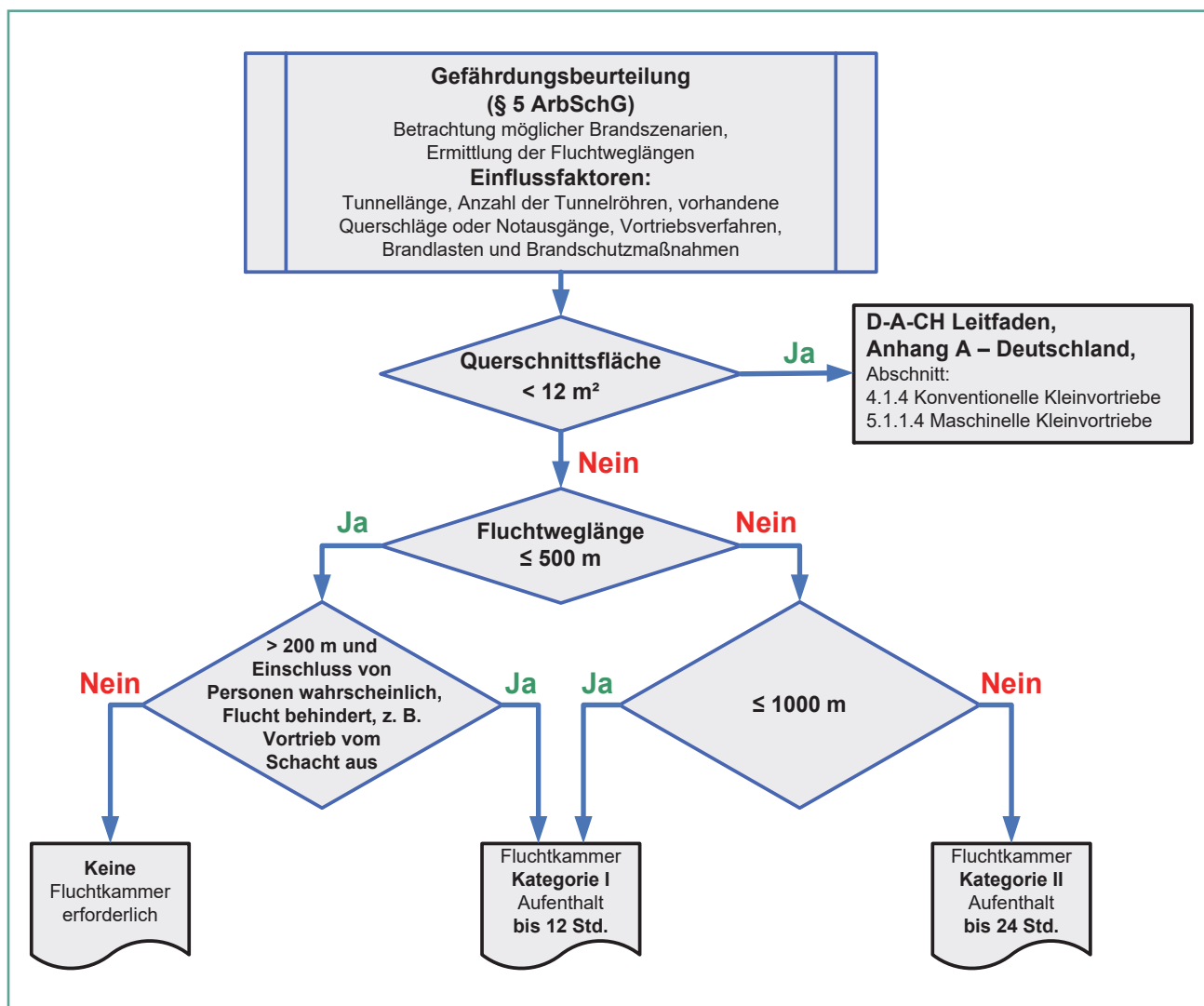
konservativ abgeschätzt werden, welche der beiden Kategorien in dem Projekt erforderlich werden.

## 1.9 Standort der Fluchtkammer

### 1.9.1 Allgemeines

Für jeden Ort einer Baustelle unter Tage, bei dem im Ereignisfall ein Einschluss von Personen unter Tage möglich ist, ist in Abhängigkeit von der Gefährdungsbeurteilung eine Fluchtkammer zu installieren.

Der Bereich zwischen der Ortsbrust und dem Standort der Fluchtkammer ist in der Regel der Arbeitsbereich, in dem sich mögliche Brandlasten im Blickfeld der Beschäftigten befinden. Dadurch sind die Beschäftigten im Ereignisfall in der Lage, unverzüglich mit der Bekämpfung eines Entstehungsbrandes zu beginnen. Schlägt die Entstehungsbrandbekämpfung fehl, ist im Rahmen der Selbstrettung eine sofortige Evakuierung des Arbeitsbereiches vorzu-



**Bild 1** Ablaufdiagramm zur Ermittlung der erforderlichen Aufenthaltszeit in der Fluchtkammer



nehmen. Damit die Selbstrettung/Flucht der noch im Arbeitsbereich befindlichen Personen in einen sicheren Bereich gewährleistet ist, sind weitere Schutzmaßnahmen erforderlich. Dazu zählen in erster Linie die Minimierung von Brandlasten im Arbeitsbereich, die Kennzeichnung und Freihaltung der Fluchtwege, die Vorhaltung von Sauerstoffseltrettern sowie die Unterweisung aller unter Tage anwesenden Personen.

Der Mindestabstand zwischen der Fluchtkammer und einer Brandlast, welche auf der vortriebsabgewandten Fluchtkammerseite im Brandfall einen Einschluss von Beschäftigten im Arbeitsbereich verursachen kann, muss:

- $\geq 100$  m für abgestellte Baumaschinen und Fahrzeuge mit hoher Brandlast
- $\geq 50$  m für sonstige Brandlasten, wie z. B. Trafostationen oder brennbares Baumaterial betragen.

Die Fluchtkammern müssen so aufgestellt sein, dass sie zu jeder Zeit leicht zugänglich sind und dass ausreichend Freiraum für die Nutzung einer Trage zum Transport von Verletzten vorhanden ist.

### 1.9.2 Maschineller Tunnelvortrieb

Auf Grund der großen Fluchtweglängen beim maschinellen Tunnelvortrieb ist auf einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) in der Regel mindestens eine Fluchtkammer vorzusehen. Die Fluchtkammern sind in unmittelbarer Nähe der gekennzeichneten Fluchtwege auf der TVM aufzustellen. Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung sind in Abhängigkeit von der Fluchtweglänge und den Brandlasten zwischen der TVM und dem Tunnelportal weitere Fluchtkammern (stationär oder fahrbar) vorzusehen.

### 1.9.3 Konventioneller Tunnelbau

Beim konventionellen Tunnelvortrieb sollte die Fluchtkammer nicht weiter als 150 m bis 300 m von der Ortsbrust entfernt und jederzeit leicht zugänglich sein. Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um die Fluchtkammer selber sowie die zugehörigen Einrichtungen, wie z. B. die Flaschenbündel, gegen Fahrzeuganprall zu schützen.

### 1.9.4 Besondere Bestimmungen für den Sprengvortrieb

Beim Sprengvortrieb richtet sich der Mindestabstand der Fluchtkammer von der Ortsbrust auch nach der Sprengstofflademenge und dem Ausbruchquerschnitt. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, die vor Durchführung der Sprengarbeiten zu erstellen ist, wird der Sprengbereich festgelegt. Wird ein Standort der Fluchtkammer innerhalb des Sprengbereichs gewählt, sind die Hinweise in **Abschnitt 3.7** und **Abschnitt 3.8** zu beachten.

## 2 Versorgung der Fluchtkammer mit Atemluft, Strom und Kommunikation

### 2.1 Betriebsarten

Fluchtkammern sind für unterschiedliche Betriebszustände ausgelegt, die je nach Konzeption und Ereignis wechseln:

- Bereitschaft – Standby Betrieb
- Ereignisfall – autarker Betrieb
- Ereignisfall – externer Betrieb

Betriebsmodus	Stromversorgung	Atemluftversorgung
Bereitschaft – Standby Betrieb	Externe Stromversorgungsleitung zur Erhaltung der Akkumulator-Ladung	Gasspeicher komplett gefüllt, Atemkalk vorhanden
Ereignisfall – autarker Betrieb	Externe Stromversorgungsleitung/Versorgung Akkumulator	Versorgung Gasspeicher/Regenerationssystem
Ereignisfall – externer Betrieb	Externe Stromversorgungsleitung	Externe Luftversorgungsleitung

#### 2.1.1 Bereitschaft – Standby Betrieb

In diesem Betriebsmodus befindet sich die Fluchtkammer betriebsbereit an ihrem vorgesehenen Standort auf der Untertagebaustelle. Es halten sich keine Beschäftigten in der Kammer auf, sie wird aber ständig einsatzbereit gehalten, so dass im Ereignisfall die lebenserhaltenden Systeme sofort aktiviert werden können. Um die Akkumulatoren im geladenen Zustand zu halten, ist die Fluchtkammer während der Betriebsbereitschaft permanent an die externe Stromversorgung angeschlossen. Die Kommunikationssysteme sind dauerhaft aktiviert. Durch technische und organisatorische Maßnahmen entsprechend den Vorgaben des Herstellers ist sicherzustellen, dass die Fluchtkammer jederzeit betriebsbereit ist.

#### 2.1.2 Ereignisfall – autarker Betrieb

Jede Fluchtkammer muss für den Ereignisfall autark, das heißt unabhängig von allen externen Versorgungsleitungen, für die vorgegebene Mindesthaltezeit den Betrieb gewährleisten. Der autarke Betriebsmodus wird aktiviert, wenn der Ereignisfall „Brand und/oder Verrauchung“ eingetreten ist und die Beschäftigten sich in die Fluchtkammer zurückziehen



müssen. Die Bereitstellung der Luft- und Sauerstoffversorgung erfolgt ausschließlich aus Quellen innerhalb der Fluchtkammer. Diese müssen in der Lage sein, für die ausgewiesene maximale Personenzahl die Atemluft in der erforderlichen Menge und Qualität über die gesamte Dauer der Mindesthaltezeit zu liefern. Ferner muss die Raumatmosphäre im Hinblick auf Wärme und Luftfeuchtigkeit in den vorgegebenen Grenzen gehalten werden. Im Falle einer ereignisbedingten Unterbrechung der externen Stromversorgung müssen auch die Akkumulatoren in der Lage sein, die Fluchtkammer über die gesamte Dauer der Mindesthaltezeit mit Energie zu versorgen.

### 2.1.3 Ereignisfall – externer Betrieb

Dieser Betriebszustand ist als zusätzliche Option für den maschinellen Tunnelvortrieb gedacht, wenn bei Einsatz eines Hydro- oder Erddruckschildes ohnehin eine Luftversorgung (Atemluftqualität) für die Durchführung von Druckluftarbeiten mitgeführt wird. Für den externen Betrieb sind vom Hersteller an der Fluchtkammer Anschlusspunkte vorzusehen, an denen eine externe Luftversorgung angeschlossen werden kann. Die externen Versorgungsleitungen werden zur temporären Versorgung der Fluchtkammer genutzt, bis möglicherweise ereignisbedingt die externe Versorgung beschädigt wird und deshalb ausfällt. Dann ist mit der Fluchtkammer in den autarken Betrieb zu wechseln.

## 2.2 Atemluftversorgung

### 2.2.1 Allgemeines

Zu Projektbeginn ist festzulegen, mit welcher Technik die Atemluftversorgung der Fluchtkammer in Abhängigkeit vom Vortriebsverfahren und der erforderlichen Mindesthaltezeit erfolgen soll.

### 2.2.2 Autarke Luftversorgung

Für die autarke Luftversorgung der Fluchtkammer ist grundsätzlich zwischen zwei Systemen zu unterscheiden. Zum einem sind es Systeme, bei denen das Kammerinnere mit Atemluft aus Flaschenbündeln gespült und damit der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt sowie die Luftfeuchtigkeit und Temperatur in den vorgegebenen Grenzen gehalten wird. Zum anderen kommen Regenerationssysteme zum Einsatz, die durch gezielte Nachdosierung von Sauerstoff und mittels CO<sub>2</sub>-Adsorption die verbrauchte Luft wieder in Atemluftqualität aufbereiten. Bei Anwendung der Regenerationstechnik ist besonderes Augenmerk auf die Entwicklung der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur im Kammerinneren zu legen, da hier systembedingt kein Luftwechsel im Kammerinneren erfolgt, wie es bei der Versorgung über die Flaschenbündel der Fall ist. Die für die Regenerationstechnik notwendigen Sauer-

stoffflaschen sind an einem sicheren Ort im Inneren der Fluchtkammer zu platzieren.

### 2.2.3 Externe Luftversorgungsleitung von Übertage

Die Leitung zur externen Luftversorgung der Fluchtkammer muss von einer Druckluftanlage gespeist werden, die in der Lage ist Atemluftqualität zu liefern. Um bei der Einspeisung der Atemluft Geruch und Ölrückstände aus der zugeführten Atemluft zu entfernen, müssen entsprechende Filter angeordnet werden.

Zur Erlangung einer möglichst langen Funktionsfähigkeit im Ereignisfall ist bei der Verlegung der externen Luftversorgungsleitung von Übertage auf einen Schutz gegen mechanische Beschädigungen und Feuer zu achten.

Da die Funktionsfähigkeit der externen Luftversorgungsleitung im Ereignisfall nicht hinreichend garantiert werden kann, ist für die Atemluftversorgung eine Redundanz notwendig. Die Fluchtkammer ist deshalb zusätzlich immer für den autarken Betrieb zu konzipieren und zwar für die gesamte ermittelte Haltezeit der Luftversorgung.

### 2.2.4 Luftqualität in der Fluchtkammer

Die Sauerstoffkonzentration ist in dem Bereich von  $21 \pm 2$  Vol.-% stabil zu halten. Die Konzentration von Kohlendioxid sollte 10.000 ppm und die von Kohlenmonoxid 60 ppm nicht überschreiten. Die vorgenannten Werte sind messtechnisch zu überwachen.

### 2.2.5 Steuerung der Luftzufuhr

Um die Zuführung der Atemluft entsprechend der Personenanzahl in der Fluchtkammer regeln zu können, egal ob die Atemluft aus dem Flaschenbündel oder aus einer externen Luftversorgungsleitung kommt, ist ein Ventil zur Steuerung der Durchflussmenge anzubringen. Neben der Steuerung ist ein Diagramm/Tabelle mit Einstellwerten auszuhängen, in der die Einstellung der Luftzufuhr in Abhängigkeit von der in der Fluchtkammer anwesenden Personenzahl abzulesen ist.

*Anmerkung: Die Steuerung der Luftversorgung ist hinsichtlich der Bedienung möglichst einfach und übersichtlich zu gestalten, da bei zu vielen Stellmöglichkeiten der Bediener im Ereignisfall schnell überfordert wird.*

### 2.2.6 Schalldämpfung bei der Luftzufuhr

Da durch die Zuführung der Atemluft Lärm im Inneren der Fluchtkammer erzeugt wird, sind Maßnahmen zur Lärminderung an der Ausblasöffnung, wie z. B. Schalldämpfer, vorzusehen, welche den Schallpegel auf maximal 80 dBA begrenzen. Gehörschutz sollte bereitgestellt werden.

### 2.2.7 Verwendung von Masken zur Atemluftversorgung

Die Bereitstellung der Atemluft über Masken wird ausdrücklich nicht empfohlen.

### 2.2.8 Luftversorgung im Sprengbetrieb

Sollen Fluchtkammern beim Sprengvortrieb gleichzeitig auch als „Schwadencontainer“ bzw. Schutzraum eingesetzt werden, ist das nur dann zulässig, wenn der Hersteller die Fluchtkammer für diesen Betrieb konzipiert hat und dieses als bestimmungsgemäße Verwendung in seiner Betriebsanleitung zulässt.

Durch den Betrieb als Schwadencontainer darf die erforderliche Mindesthaltezeit für den autarken Betrieb der Fluchtkammer nicht beeinträchtigt werden. Daher muss eine zweite umgebungsluftunabhängige Luftversorgung der Kammer installiert sein, die nicht auf die Ressourcen zur Versorgung der Fluchtkammer zugreift.

Ferner ist eine Messeinrichtung zu installieren, die es den Benutzern des Schwadencontainers bzw. des Schutzraumes ermöglicht, nach der Sprengung die Leitkomponenten Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO, NO<sub>2</sub>) im Tunnel zu messen. Damit soll festgestellt werden, ob die Grenzwerte der auf den Menschen gefährlich wirkenden Gase in den Sprengschwaden eingehalten sind und der Schwadencontainer wieder gefahrlos verlassen werden kann.

## 2.3 Begrenzung der Innentemperatur

Zur Dimensionierung der Klimatisierung und Isolierung ist die Fluchtkammer mindestens für die folgenden Außentemperaturverläufe im Tunnel auszulegen:

	Kategorie I 12 Std. Mindest- haltezeit	Kategorie II 24 Std. Mindest- haltezeit	Außen- tempe- ratur
Brand- phase	2 Std.	2 Std.	60 °C
Rettungs- phase 1	10 Std.	10 Std.	40 °C
Rettungs- phase 2	-	12 Std.	30 °C

Ist eine höhere Gebirgstemperatur als die in der Tabelle angesetzte Außentemperatur der Rettungsphase 2 zu erwarten, ist diese bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Die Innentemperatur darf bei voller Belegung der Fluchtkammer eine Effektivtemperatur von  $t_{\text{eff}} = 30 \text{ °C}$  nicht überschreiten. Bei der Effektivtemperatur ( $t_{\text{eff}}$ ) handelt es sich um ein Klimasummenmaß, also eine Zusammenfassung der gleichzeitigen

Wirkung verschiedener Faktoren auf die Empfindung des Menschen. Die Ermittlung der Effektivtemperatur nach Yaglou (Quelle: DGUV Information 213-002, Hitzearbeit – erkennen – beurteilen – schützen, ehem. BGI 579) erfolgt im Regelfall unter Einsatz von Nomogrammen, in welche mit den drei messbaren Größen Trockentemperatur, Feuchtttemperatur (i. d. R. ermittelt aus Trockentemperatur und relativer Luftfeuchte) und Luftgeschwindigkeit hinein gegangen wird.

In dem nachfolgenden Diagramm (**Bild 2**) wurde die Grenzlinie für die Effektivtemperatur  $t_{\text{eff}} = 30 \text{ °C}$  aufgetragen, sodass hier direkt die maximal zulässige, relative Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit von der Trockentemperatur abgelesen werden kann. Die Luftgeschwindigkeit wird auf der sicheren Seite liegend mit 0,1 m/s angesetzt. Um die Klimaanforderung im Inneren der Fluchtkammer zu erfüllen, muss der Schnittpunkt aus der gemessenen Trockentemperatur und relativen Luftfeuchte unterhalb der Effektivtemperatur-Grenzlinie ( $t_{\text{eff}} = 30 \text{ °C}$ ) liegen. Ist der Schnittpunkt oberhalb der Linie, muss mehr gekühlt, besser isoliert und/oder eine höhere Luftwechselrate angestrebt werden.

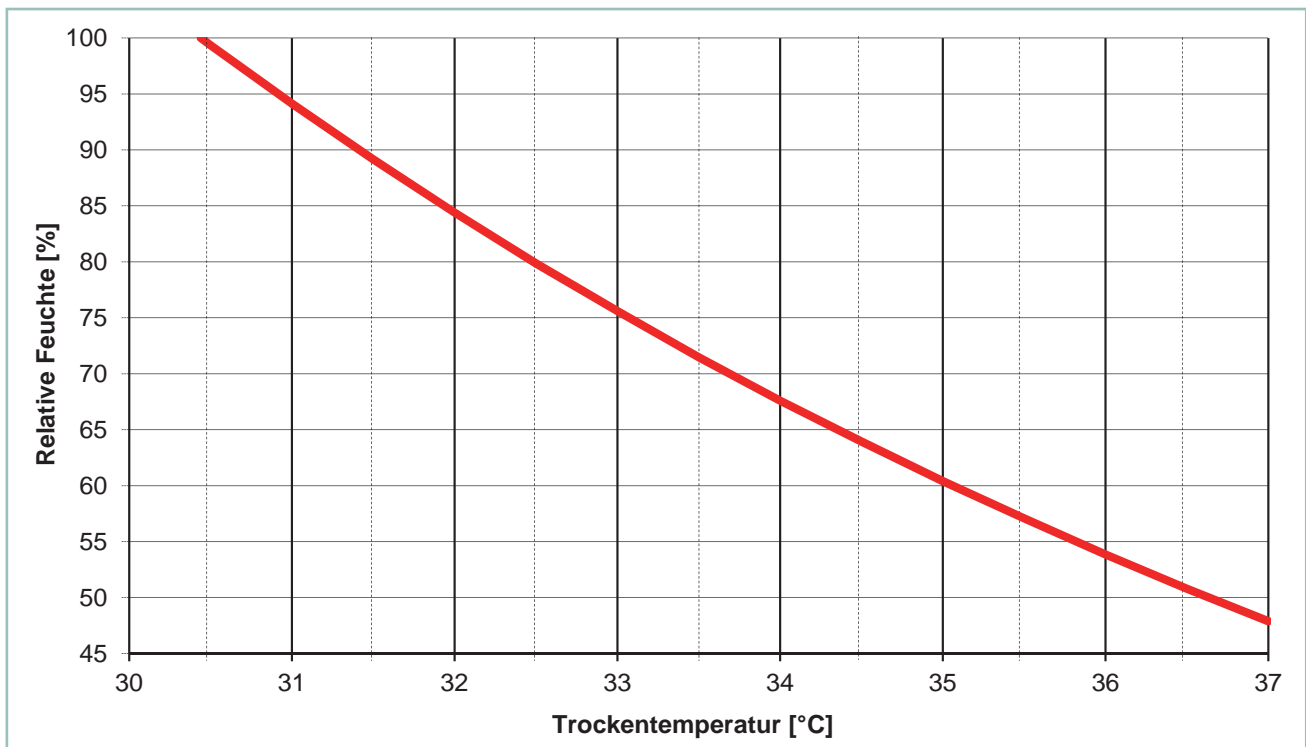
## 2.4 Stromversorgung

Die Fluchtkammer ist im „Standby Betrieb“ permanent an der externen Stromversorgung angeschlossen. Damit wird sichergestellt, dass die Akkumulatoren für den Ereignisfall sich immer im vollständig geladenen Zustand befinden und eine Stromversorgung der Fluchtkammer gewährleistet ist. Bei einer ereignisbedingten Beschädigung und dem Ausfall der externen Stromversorgung muss die Kapazität der Akkumulatoren in der Lage sein, die Fluchtkammer über die gesamte Haltezeit (entsprechend der Fluchtkammerkategorie) mit Strom zu versorgen. Dabei ist auch der Fall zu berücksichtigen, dass zur Aufrechterhaltung der Innentemperatur eine Klimaanlage betrieben werden muss.

Zum Schutz vor Staub und Spritzwasser ist die elektrische Anlage der Fluchtkammer mindestens in der Schutzart IP 54 auszuführen.

## 2.5 Kommunikation

Die Fluchtkammer ist mit einem redundanten Kommunikationssystem auszustatten, damit im Ereignisfall jederzeit eine Sprechverbindung zu den Insassen der Fluchtkammer gewährleistet ist. Kommunikationssysteme sind permanent betriebsbereit zu halten, das heißt, auch während der Betriebsbereitschaft (Standby-Betrieb) der Fluchtkammer. Die Redundanz wird sinnvollerweise durch ein drahtgebundenes und ein drahtloses System erreicht.



**Bild 2** Grenzlinie für die Effektivtemperatur von 30 °C bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,1 m/s

## 3 Bau und Ausrüstung der Fluchtkammer

### 3.1 Generelle Anforderungen

Die Fluchtkammer muss für den Einsatz auf Untertagebaustellen geeignet sein und sollte als robuste Stahlkonstruktion ausgeführt werden.

### 3.2 Kapazität der Kammer

Die maximale Personenzahl, die von der Fluchtkammer im Ereignisfall aufgenommen werden muss, ist im Zuge der Planung und Ausschreibung sinnvoll abzuschätzen und dann vom Betreiber, d. h. in aller Regel vom Bauunternehmen, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung abschließend zu ermitteln und festzulegen.

Zu den Personen, die im Ereignisfall in der Fluchtkammer Schutz finden müssen zählen neben der Vortriebsmannschaft, dem Bauleitungspersonal und dem Werkstattpersonal (Schlosser, Elektriker), die Bauüberwachung, die Vermesser, die Geologen, die Mitarbeiter des Auftraggebers sowie die im Tunnel befindlichen Besucher.

Es ist zu berücksichtigen, dass zu bestimmten Zeiten, zum Beispiel während des Schichtwechsels, die Anzahl der schutzsuchenden Personen deutlich höher sein kann. Auch muss die Zahl der maximal gleich-

zeitig auf der Untertagebaustelle befindlichen Besucher zu jeder Zeit auf die maximale Personenzahl, die von der/den Fluchtkammer/n aufgenommen werden kann, abgestimmt sein.

### 3.3 Fluchtkammer-Abmessungen

Die Abmessungen der Fluchtkammer sind von der maximal zulässigen Personenzahl abhängig. Es ist pro Person mindestens eine Grundfläche von 0,5 m<sup>2</sup>, eine lichte Höhe von mindestens 1,5 m und ein Mindestvolumen von 0,75 m<sup>3</sup> zur Verfügung zu stellen. Sofern möglich, sollte die Fluchtkammer ein Volumen von 1 m<sup>3</sup> pro Person bieten.

### 3.4 Fenster

Es muss ein Fenster mit einem Durchmesser von mindestens 150 mm, entweder in der Tür oder in der Stirnwand neben der Tür, vorhanden sein, um den Sichtkontakt von drinnen nach draußen und umgekehrt zu gewährleisten.

### 3.5 Türen

Die Türen müssen robust ausgeführt sein. Der Schließmechanismus der Türen muss mindestens an zwei Punkten verriegeln und muss sich von innen und von außen betätigen lassen. Die Tür ist mit einer Dichtung

zu versehen, die das Eindringen von Brandgasen verhindert.

### 3.6 Notausstiegsöffnung

Es ist ein Notausstieg in einer Wand vorzusehen, um bei blockierter Ausgangstür einen zweiten Ausgang zu gewährleisten. Der Notausstieg muss von innen und von außen geöffnet werden können. Die Position des Notausstieges sollte so gewählt sein, dass ein Blockieren durch z. B. Steinschlag unwahrscheinlich ist.

### 3.7 Beständigkeit gegenüber Sprengbetrieb

Wenn die Fluchtkammer in einem Tunnel mit Sprengvortrieb eingesetzt wird, muss die Kammer für diesen Einsatz gegenüber den Druckstößen und gegen Steinflug bei der Sprengung ausreichend bemessen sein. Ein zusätzlicher Schutz gegen Steinflug kann beispielsweise durch eine Sprengschutzwand aus Holz an der Stirnseite der Fluchtkammer geschaffen werden.

### 3.8 Einsatz als Schwadencontainer

Befindet sich der Standort der Fluchtkammer innerhalb des Sprengbereiches und wird diese von der Vortriebsmannschaft auch als Schwadencontainer bzw. Schutzraum genutzt, muss diese gemäß der Technischen Regel zum Sprengstoffrecht, Spreng-TR 310 „Sprengarbeiten“, die Anforderungen als Deckungsraum erfüllen.

### 3.9 Überdruck

Die Fluchtkammer muss so ausgelegt werden, dass in jedem Betriebszustand ein Raumüberdruck von mindestens 100 Pa gewährleistet werden kann. Es müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den Raumüberdruck in der Kammer auf maximal 1 kPa zu begrenzen. Der Raumüberdruck muss überwacht und den Insassen angezeigt werden.

### 3.10 Sichtbarkeit und Erkennbarkeit

Die Position der Kammer sollte im Notfall leicht erkennbar sein. Dazu ist die Kammer mit einer gut erkennbaren Farbgebung zu gestalten und mit einem reflektierenden Streifen von mindestens 100 mm Breite umlaufend zu kennzeichnen.

Für den Ereignisfall bzw. wenn ein entsprechender Alarm ausgelöst wurde, muss die Kammer mit einer Blitzlampe/Blinklicht ausgestattet sein, die für Flüchtende und/oder Rettungskräfte den Weg zur Eingangstür anzeigt.

### 3.11 Bewegen und Anheben

Die Fluchtkammer sollte mit Zug- und Hebeösen ggf. mit Staplertaschen ausgestattet sein, um das Bewegen und Anheben der Kammer im Tunnel zu ermöglichen.

## 4 Fluchtkammer-Ausstattung und -Einrichtung

### 4.1 Minimierung der Brandgefahr

Alle Einrichtungsgegenstände und Oberflächen sind so zu wählen, dass die Brandlasten möglichst gering sind.

### 4.2 Innenausstattung

Die Fluchtkammer ist mit folgender Ausstattung zu versehen:

#### 4.2.1 Innenbeleuchtung

Die Innenbeleuchtung der Fluchtkammer sollte an der Steuertafel für die Luftversorgung eine Intensität von mindestens 15 Lux haben. Diese kann auf 5 Lux reduziert werden, wenn sich die Fluchtkammer im autarken Betrieb (Ereignisfall) befindet. LED-Beleuchtung ist zu bevorzugen.

Bei Ausfall der Beleuchtung ist in der Fluchtkammer pro Person eine batteriebetriebene Handlampe vorzuhalten.

#### 4.2.2 Sitze

Die Rückenlehnen der Sitze sollten pro Person eine Breite von mindestens 500 mm haben.

#### 4.2.3 Toilette

Die Toilette ist für einen Betrieb von 12 bzw. 24 Std. bei maximaler Belegung der Fluchtkammer auszulegen und z. B. durch einen Vorhang gegenüber den Sitzmöglichkeiten abzuteilen. Toilettenpapier ist in ausreichender Menge vorzuhalten.

#### 4.2.4 Lagerung

Es ist ein ausreichender Stauraum für Rettungsausrüstung und -geräte (z. B. Sauerstoffselbstretter, Krankentragen, Erste-Hilfe-Material) und Wasser vorzusehen.

#### 4.2.5 Sauerstoffselbstretter

Entsprechend der maximal zulässigen Personenzahl ist in der Fluchtkammer pro Person ein Sauerstoffselbstretter vorzuhalten, dessen Haltezeit die längste Fluchtdauer in einen sicheren Bereich bzw. bis zur nächsten Fluchtkammer sicher überdeckt. Für die

Ermittlung der Haltezeit kann in der Regel mit einer Fluchtgeschwindigkeit von 40 m/min gerechnet werden. Dieser Wert ist im Einzelfall zu überprüfen.

#### 4.2.6 Trinkwasserversorgung

Pro Person ist in der Fluchtkammer ein Trinkwasservorrat von mindestens 2 l je 12 Std. bzw. 4 l für 24 Std. vorzuhalten.

#### 4.2.7 Feuerlöscher

Ein 6 Liter-Wasser-Feuerlöscher ist in der Fluchtkammer zu platzieren, ein zweiter außerhalb neben der Eingangstür.

#### 4.2.8 Erste-Hilfe-Material und Krankentrage

In der Fluchtkammer ist ein kleiner Verbandkasten, nach DIN 13157 „Erste-Hilfe-Material; Verbandkasten C“ sowie eine Krankentrage vorzuhalten.

#### 4.2.9 Überwachung der Atmosphäre

Wenn die Fluchtkammer in Betrieb genommen wurde, sind für die Dauer der Nutzung die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie der Kohlenmonoxid-, Kohlendioxid- und Sauerstoffgehalt in der Kammer kontinuierlich zu überwachen.

Zur ständig anzeigenden Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind digitale Messgeräte mit einer Genauigkeit von 0,5 °C und 3 % rel.F zu verwenden, die eine Auflösung von 0,1 °C und 0,1 % rel.F aufweisen.

Ein akustischer Alarm muss warnen, wenn die Messwerte für Sauerstoff, Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid die voreingestellten Schwellenwerte unter- bzw. überschreiten. Als Redundanz sollte ein Handmessgerät vorhanden sein, um in der Kammer den Sauerstoffgehalt und toxische Verunreinigungen messen zu können und ggf. die Luftversorgung nachzuregulieren.

#### 4.2.10 Luftzirkulation in der Fluchtkammer

Sowohl beim externen wie auch beim autarken Betrieb muss eine Luftzirkulation innerhalb der Fluchtkammer gegeben sein. Wenn die Luftgeschwindigkeit durch die eingeblasene Luft nicht ausreicht, was vor allem beim Adsorberbetrieb der Fall sein wird, kann die Luftzirkulation durch einen Ventilator unterstützt werden.

#### 4.2.11 Kondensatableitung der Klimaanlage

Das von der Klimaanlage ausgeschiedene Kondensatwasser ist aus dem Kammerinneren über ein Ventil nach außen abzuleiten. Das Ventil darf dabei den erforderlichen Raumüberdruck von  $\geq 100$  Pa und  $\leq 1000$  Pa nicht beeinflussen.

## 5 Betrieb der Fluchtkammer

### 5.1 Allgemeines

Damit die Fluchtkammer im Ereignisfall ordnungsgemäß funktioniert, d. h. den Schutz als temporär sicheren Ort bietet, ist die Kammer entsprechend der Vorgaben des Herstellers zu installieren, regelmäßig zu prüfen und instand zu halten. Personen, die diese Arbeiten ausführen, sind schriftlich zu beauftragen und müssen befähigt sein, den sicheren und funktionsfähigen Zustand der Fluchtkammer beurteilen zu können.

### 5.2 Betriebsanleitung

Vom Hersteller ist eine Betriebsanleitung zu erstellen, welche mit der Fluchtkammer an den Betreiber auszuhängen ist. Neben den Angaben zur Installation und Inbetriebnahme der Fluchtkammer sind die vorgesehenen Betriebszustände (Standby, autark, ggf. extern) detailliert, z. B. in Form von Ablaufdiagrammen mit Fotodokumentation, zu beschreiben. Die Ablaufdiagramme sind in der Fluchtkammer auszuhängen und die betreffenden Steuerelemente entsprechend zu kennzeichnen (**Bild 3**).

Für den Betrieb der Fluchtkammer sind Angaben über die erforderlichen Mengen und die Beschaffenheit der bauseits beizustellenden Betriebsmittel (Atemluft in Flaschenbündeln [l], O<sub>2</sub> [l], Atemkalk [kg], Akkukapazität [Ah], etc.) zu machen, damit im Ereignisfall die Mindesthaltezeit gewährleistet ist.





Des Weiteren sind in der Betriebsanleitung Angaben zu Art und Umfang der notwendigen Prüfungen zu machen sowie Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen zu benennen.

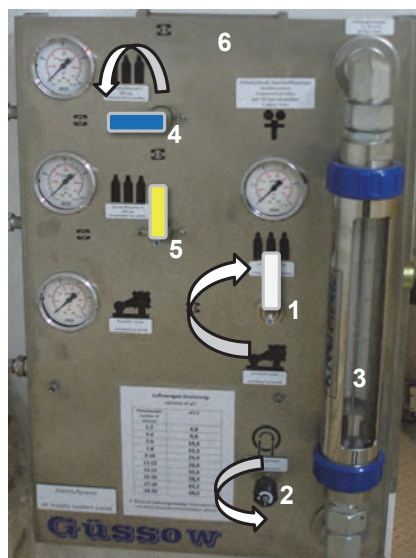
### 5.3 Prüfungen

Bei den Prüfungen ist zwischen den täglichen Sichtprüfungen mit überwiegendem Kontrollcharakter und den regelmäßig wiederkehrenden tatsächlichen Prüfungen an der Struktur und Technik der Fluchtkammer zu unterscheiden. Entsprechend sind die Anforderungen an die Kenntnisse der Prüfer auch sehr unterschiedlich. Während für die täglichen Sichtprüfungen, bei denen sinnvollerweise mit Checklisten (**Anlage 2**) gearbeitet wird, eine Einweisung z. B. durch die Bauleitung ausreichend ist, muss der Mitarbeiter, der wiederkehrende Prüfungen durchführt, z. B. eine Elektrofachkraft sein, die ggf. sogar durch den Hersteller der Fluchtkammer eingewiesen wurde. Das Ergebnis der Prüfungen ist zu dokumentieren und festgestellte Mängel sind umgehend zu beseitigen. Die Beauftragung und Unterweisung der Personen, die für die Durchführung der Prüfungen verantwortlich sind, soll-



„Stand-alone-Betrieb“ - „Druckluftflaschen 300 bar“ aktivieren  
(wenn keine „Druckluft Tunnel“ vorhanden)

- ☞ Umschaltsschieber (1)  nach oben auf  „Druckluftflaschen 300 bar“ stellen
  - ☞ Schieber (4)  „Druckluftflaschen 300 bar Kreis I“ langsam vollständig nach links öffnen, dann
  - ☞  Luftmengenregler (2) nach links drehen und Luftmenge je nach Personenanzahl Luftmengenmesser (3) gemäß Tabelle einstellen (ablesbar an Oberkante Schwebekörper)
- ⇒ Druckluft strömt nun hörbar über Schalldämpfer (6) hinter Atemluftpaneel in den Container



- ⇒ Zu geringe oder fehlende Luftzufuhr wird am Gasmonitoring aufgrund zu niedrigem Überdruck (mind. 1 mbar) mit „Alarm1“ am Kanal 4 und roter Alarmleuchte angezeigt – Druckluftzufuhr überprüfen – Druckluftzufuhr erhöhen oder auf „CO<sub>2</sub>-Adsorber-Betrieb“ umschalten.

**Bild 3** Auszug aus einer Betriebsanleitung „Luftversorgung Ereignisfall autarker Betrieb“

te ebenfalls schriftlich dokumentiert (Anlage 1) werden.

## 6 Einweisung, Unterweisung, praktische Übungen

### 6.1 Allgemeines

Die Fluchtkammer kann nur dann bestimmungsgemäß genutzt werden, wenn die Personen, welche im Ereignisfall in der Fluchtkammer Schutz suchen, in

Theorie und Praxis geschult wurden. Die Schulungsmaßnahmen sind sinnvoll zu untergliedern in:

- eine Einweisung in die Funktionsweise der Fluchtkammer,
- eine Unterweisung zum richtigen Verhalten in der Fluchtkammer sowie
- praktische Übungen zum Aufsuchen, zur Inbetriebnahme, zum Aufenthalt und zum Verlassen der Fluchtkammer.

Die Ergebnisse der Schulungsmaßnahmen, insbesondere die der praktischen Übungen, sind auszuwerten.

Darauf aufbauend können so die Schulungsmaßnahmen laufend verbessert werden.

Die Schulungsmaßnahmen sind regelmäßig zu wiederholen, wobei der Kenntnisstand der Teilnehmer überprüft werden soll. Über die Durchführung der Schulungsmaßnahmen ist ein Nachweis zu führen.

## 6.2 Qualifikation der Trainer

Eine Anzahl von Mitarbeitern muss vom Hersteller oder einem anderen Fachkundigen als Trainer geschult worden sein, damit diese wiederum die Personen, welche die Fluchtkammer im Ereignisfall benutzen sollen, zu den in **Abschnitt 6.1** genannten Inhalten schulen können.

## 6.3 Hinweise zur Einweisung in die Funktionsweise der Fluchtkammer

Die technischen und organisatorischen Anweisungen zur Inbetriebnahme und zum Aufenthalt in der Fluchtkammer sind in dieser auszuhängen. Dabei ist zu beachten, dass die Personen, welche in einem Ereignisfall die Fluchtkammer aufsuchen, sich in einer psychischen Ausnahmesituation unter dem Einfluss von Stress befinden.

Deshalb sind die o. g. Anweisungen auf das absolut notwendige Maß zu reduzieren und in leicht verständlicher Form, wie z. B. in Form von Ablaufdiagrammen, darzustellen. Von besonderer Bedeutung sind die Hinweise zum Austausch/Ersatz von Verbrauchsmaterialien, wie z. B. dem Atemkalk in dem CO<sub>2</sub>-Adsorber, damit die Funktion der Fluchtkammer nach der Inbetriebnahme sicher erhalten wird.

Bei schriftlichen Anweisungen ist darauf zu achten, dass diese von allen Nutzern der Fluchtkammer verstanden werden können (verschiedene Muttersprachen beachten!).

Inhalt und Form der Anweisungen sollen im Rahmen der Beschaffung der Fluchtkammer mit dem Hersteller besprochen werden und sind Teil der Betriebsanleitung der Fluchtkammer.

## 7 Nachweis der Brauchbarkeit

Der Hersteller der Fluchtkammer hat die Übereinstimmung der technischen Dimensionierung mit den Vorgaben dieser Empfehlung zu erklären. Alle zugehörigen Nachweise sind zu dokumentieren und vorzuhalten. Die Nachweisführung hat insbesondere die nachfolgenden Punkte zu umfassen.

### 7.1 Nachweis der Luftqualität über die Dauer der Haltezeit

Die Führung des Nachweises erfolgt über eine Berechnung. Grundsätzlich ist dabei pro Person von folgenden Verbrauchsparametern auszugehen:

- 0,5 l/min Sauerstoffbedarf,
- 0,45 l/min CO<sub>2</sub>-Abgabe,
- 40 l/min Atemluftbedarf bei ausschließlicher Versorgung über Flaschenbündel.

In der Betriebsanleitung ist in Abhängigkeit von der Art der Atemluftversorgung vorzugeben, welche Mengen an Betriebsmitteln (Sauerstoff, Atemkalk, komprimierte Atemluft) für die jeweilige Haltezeit vorzuhalten sind.

*Anmerkung: Für die Bemessung des Atemluftvorrates in den Flaschenbündeln sollte eine gewisse Reserve berücksichtigt werden, damit kurzzeitige Testbetriebe nicht gleich einen Austausch des gesamten Flaschenbündels erforderlich machen.*

### 7.2 Nachweis der autarken Stromversorgung

Die Führung des Nachweises erfolgt über eine Bedarfsberechnung und mit Angabe der gewählten Batteriekapazität. Grundsätzlich sind dabei alle für den autarken Betrieb notwendigen Verbraucher anzusetzen.

In der Betriebsanleitung sind der Leistungsbedarf und die notwendige Akkukapazität anzugeben.

### 7.3 Nachweis zur Einhaltung der Innentemperatur über die Haltezeit

Die Führung des Nachweises erfolgt über eine Berechnung in Verbindung mit einem Versuch an einer fertigen Fluchtkammer unter den Temperaturbedingungen gemäß **Abschnitt 2.3**. Der Versuch ist unter Vollbelegung über mindestens zwei Stunden durchzuführen und darf erst beendet werden, wenn über eine halbe Stunde die Messwerte konstant waren. Eine Innentemperatur  $t_{\text{eff}} = 30 \text{ °C}$  darf dabei nicht überschritten werden, außerdem ist die Einhaltung der Parameter für die Luftqualität in der Fluchtkammer gemäß **Abschnitt 2.2.4** messtechnisch zu überwachen.



## 8 Danksagung

Der DAUB bedankt sich bei allen Mitgliedern des Arbeitskreises für die Erarbeitung dieses Dokumentes. Im Einzelnen haben neben den aus dem DAUB berufenen Mitgliedern folgende Firmen und Institutionen an dem Dokument mitgearbeitet:

- BeMo Tunneling GmbH
- Dräger Safety AG & Co. KG
- DNVGL SE
- Güssow Drucklufttechnik GmbH
- HOCHTIEF Infrastructure GmbH
- Porr Deutschland GmbH
- Wayss & Freytag Ingenieurbau AG
- Ed. Züblin AG
- AUVA
- BG BAU
- BG RCI
- Landesbergdirektion des Regierungspräsidium Freiburg. ■

# Anlage 1

## Muster für die Beauftragung zur Prüfung von Fluchtkammern

### Beauftragung Prüfung von Fluchtkammern

Frau/Herrn

..... Baustelle: .....

..... Standort: .....

.....

Hiermit beauftragen wir Frau/Herrn ..... mit der **Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme, Umsetzung, Wartung und Prüfung der Fluchtkammer + Flaschenbündelcontainers**. Im Zuge dessen ist die einwandfreie Funktion und Vollständigkeit der Ausstattung zu prüfen.

Die fachlichen Kenntnisse über die Handhabung, Funktionsweise und vorhandenen Sicherheitseinrichtungen des Fluchtcontainers sowie der Umfang der Prüfungen, wurden in einer Unterweisung der beauftragten Person übermittelt.

Die Prüfungen sind gemäß beigefügtem Umfang und Fristen durchzuführen.

Bei Funktionsstörungen und Fehlbeständen ist umgehend die Bauleitung zu informieren. Gleichzeitig sind sofortige Maßnahmen zur Mängelbeseitigung zu veranlassen!

Fluchtkammer und Flaschenbündelcontainer mit Mängeln dürfen nicht betrieben werden!

*(Personen für die 1x täglichen Kontrollen gemäß Checkliste, werden gesondert beauftragt.)*

.....	.....	.....
Ort, Datum	Unterschrift beauftragte Person	Unterschrift Bauleitung

Verteiler:  
Beauftragte Person  
Bauleitung

## Anlage 2

### Muster der Checkliste für die tägliche Prüfung einer Fluchtkammer

#### Checkliste Fluchtkammer Typ *Muster XXX*

**Baustelle:** ..... Protokoll Nr. ....

**Standort:** ..... Datum .....

Bauteil / Ausstattung	Ist-Werte	Prüfergebnis: In Ordnung		Mängel
		Ja	Nein	
Rahmen, Isolierung				
Türen, Sichtfenster, Sitzbänke				
Stromversorgung: <b>400 Volt~</b>				
Notstromversorgung: Batterie-Spannung mind. <b>50-55 Volt =</b>	..... Volt			
<b>Umschaltung Stromversorgung</b> Netz / Batteriebetrieb Test				
Druckluft Tunnel 5-10 bar	..... bar			
<b>Druckluftflaschen</b> 300 bar Füllstand: (mindestens 280 bar) <b>Kreis 1</b> Stand-alone-Betrieb min. 280 bar <b>Kreis 2</b> Sprengschwaden min. 150 bar	..... bar ..... bar			
Atemluftpaneel Funktion				
<b>Sauerstoffflaschen</b> 300 bar Füllstand: Mindestens 280 bar	..... bar			
CO <sub>2</sub> -Absorber Lüfter-Funktion				
Atemkalk-Vorrat 6 Kübel je 15 kg = 90 kg	..... Kübel			
Klimaanlage: Lüfter Verdampfer (innen) Temperatur-Anzeigen (innen) Verflüssiger-Kühler (außen) Filterverschmutzung?				
Gasmonitoring: Digitalanzeige, Alarmleuchte				
Überdruckhaltung ca. 1,0 mbar	..... mbar			
Wasseranschluss, Sprinkleranlage				
Telefonverbindung, Notrufeinrichtung				
Beleuchtung, innen + außen				
<b>Blitzlicht weiss</b> , außen, Personenaufenthalt <b>Blitzlicht rot</b> , außen, bei Netzausfall				
20 Selbstretter – optische Prüfung auf Unversehrtheit	..... Stk.			
20 Taschenlampen + Batterien	..... Stk.			

Bauteil / Ausstattung	Ist-Werte	Prüfergebnis: In Ordnung		Mängel
		Ja	Nein	
Verbandskasten, Augenspülflasche Krankentrage, Erste-Hilfe-Anleitung				
Feuerlöscher Wasser 6 kg				
Chemie-Toilette, Reserve-Chemikalie				
Toiletten-Papier 10 Rollen	..... Rollen			
..... Ltr. Trinkwasser Haltbarkeitsdatum? Voll?	..... Ltr.			
<u>Bedienungsanleitungen:</u> - Flucht-Rettungscontainer - Selbstretter				
Beschriftung Armaturen/Schalter				
Notrufliste, Meldeschema, Alarmpläne				
Reinigungszustand, Ordnung				
Sonstiges				

**Flaschenbündel-Container:**

Kufen, Rahmen, Bleche, Türen, Sprengschutzwand				
Flaschenbündel: Rahmen, Befestigung, Spanngurte				
Spiral-Druckluftschläuche, Verschraubungen, Armaturen Dichtigkeit?				
Beleuchtung				
Beschilderung, Anleitung Flaschenbündelwechsel, Sicherheitsdatenblatt Druckluftflaschen				
Sonstiges				

**Mängel und Fehlteile sind sofort zu beheben! Bauleitung informieren!**

.....  
Datum

.....  
Name, Unterschrift Prüfer