

ANHANG A – DEUTSCHLAND

zum
„Leitfaden für Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und
Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen“

**„Mindestmaßnahmen zur Vermeidung von
Personenschäden bei den wesentlichen
Gefährdungen Brand, Gaseintritt,
Wassereinbruch sowie Verbruch/Niederbruch“**

GLIEDERUNG

1.	EINFÜHRUNG	3
2.	DEFINITIONEN.....	4
3.	BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUFTRAGNEHMERS UNABHÄNGIG VON DER VORTRIEBSART	8
3.1	Fluchtwege	8
3.2	Sauerstoffselbstretter.....	8
3.3	Schutzcontainer	8
3.4	Rettungscontainer als sicherer Bereich	9
3.5	Sonstige Maßnahmen.....	10
4.	BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUFTRAGNEHMERS BEI KONVENTIONELLEM VORTRIEB	11
4.1	Ereignis Brand	11
4.1.1	Konventioneller Vortrieb Kategorie A	11
4.1.2	Konventioneller Vortrieb Kategorie B	11
4.1.3	Konventioneller Vortrieb Kategorie C	12
4.1.4	Konventionelle Kleinvortriebe	12
4.2	Ereignis Gas	13
4.3	Ereignis Wassereinbruch	13
4.4	Ereignis Verbrauch/Niederbruch	14
5.	BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUFTRAGNEHMERS BEI MASCHINELLEM VORTRIEB	15
5.1	Ereignisse.....	15
5.1.1	Ereignis Brand	15
5.1.1.1	Maschinenvortrieb Kategorie A	15
5.1.1.2	Maschinenvortrieb Kategorie B	15
5.1.1.3	Maschinenvortrieb Kategorie C.....	16
5.1.1.4	Bemannte maschinelle Kleinvortriebe	16
5.1.2	Ereignis Gas	17
5.1.3	Ereignis Wassereinbruch	17
5.1.4	Ereignis Verbrauch / Niederbruch	18
5.2	Maßnahmen für Tätigkeiten in der Abbaukammer	18
5.2.1	Generelle Maßnahmen bei der Begehung der Abbaukammer	18
5.2.2	Zusatzmaßnahmen bei druckluftbeaufschlagter Abbaukammer.....	19
6.	BEGRIFFSBESTIMMUNG, ERLÄUTERUNGEN	21

1. EINFÜHRUNG

Die nachfolgende Ausarbeitung wurde in Gemeinschaftsarbeit durch DAUB (Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen) und DA GRW (Deutscher Ausschuss für das Grubenrettungswesen) erstellt. Veranlassung ist die vielfältige Zuständigkeit verschiedener Bundes- und Länderbehörden in Deutschland für die Genehmigung zur Durchführung von Untertagearbeiten und der dafür erforderlichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen. Diese Situation erforderte die Festlegung von konkreten Maßnahmen für wesentliche Gefährdungen, die einheitlich von allen beteiligten Stellen (Bauherren, Genehmigungsbehörden und Industrie) als Mindestmaßnahmen zur Vermeidung von Personenschäden akzeptiert werden. Bei ihrer Beachtung entfällt eine separate Risiko- und Sicherheitsanalyse gemäß Punkt 7 und 8 des „Leitfadens für Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen“.

Im nachfolgenden Papier wird unterschieden zwischen konventionellen Vortriebsverfahren (Spritzbetonbauweise - SBW) und maschinellen Vortrieben (offene TBM [TBM-o], TBM mit Schild [TBM-S], Schildmaschine [SM]). Zusätzlich zu den nachstehenden Empfehlungen sind ggf. darüber hinausgehende nationale und EU-Regelungen in jedem Fall zu beachten.

Die hier dargestellten Gefährdungen behandeln die in der Regel plötzlich und unerwartet eintretenden Ereignisse Brand, Wasser- und Schlammbruch, Gaszutritt sowie Verbruch und Niederbruch. Sie erfassen keine Folgeereignisse an der Geländeoberfläche.

Weitere Sicherheits- und Gesundheitsgefährdungen z.B. durch Stäube, Abgase, Lärm, Erschütterungen und extreme Klimabedingungen werden im Rahmen des vorerwähnten Leitfadens erfasst.

2. DEFINITIONEN

Die Vortriebe werden unter Beachtung bestehender technischer Regelwerke (RABT, BOStrab und EBA-Ril) in 3 Gefährdungskategorien eingeteilt:

Gefährdungskategorie A
(niedrigste Gefährdungsstufe)

Es ergeben sich während der Vortriebsarbeiten Fluchtweglängen bis zu einem „sicheren Bereich“, die weniger als 500 m betragen.

(Fälle 1 und 4)

Gefährdungskategorie B

Es ergeben sich während der Vortriebsarbeiten Fluchtweglängen bis zu einem „sicheren Bereich“, die mehr als 500 m aber weniger als 1000 m betragen.

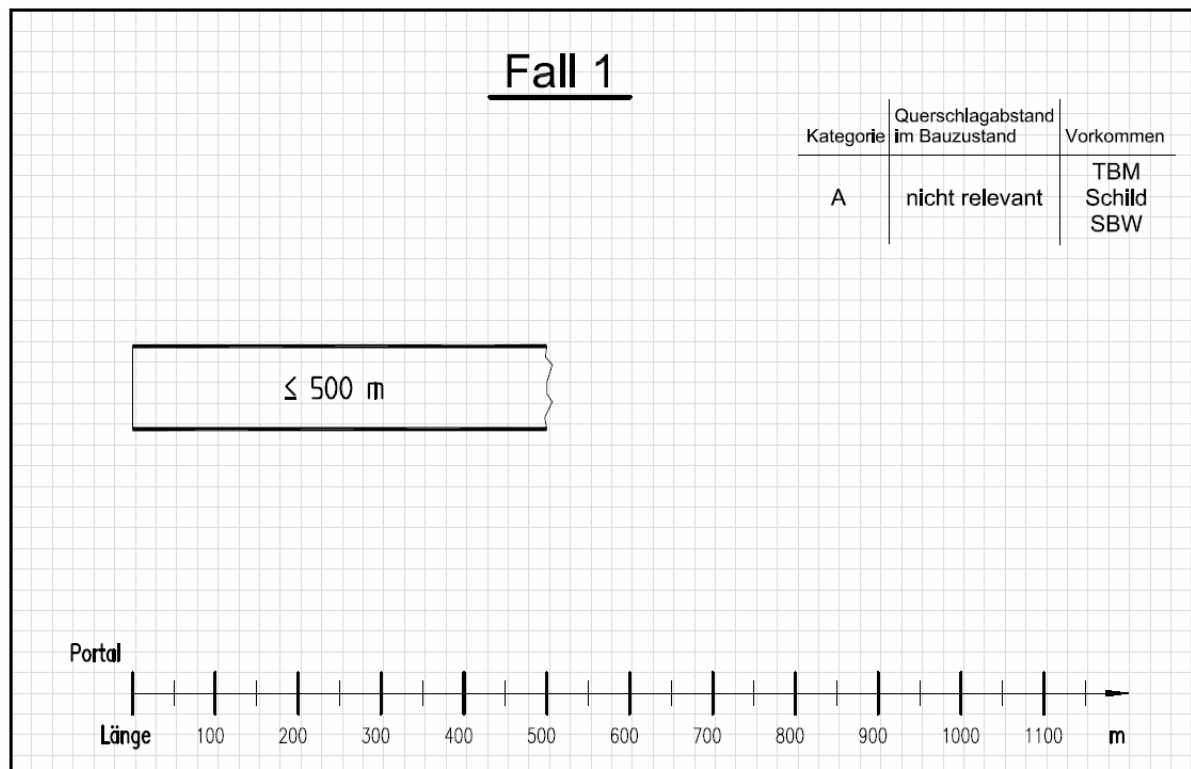
(Fälle 2 und 5)

Gefährdungskategorie C
(höchste Gefährdungsstufe)

Es ergeben sich während der Vortriebsarbeiten Fluchtweglängen bis zu einem „sicheren Bereich“, die mehr als 1000 m betragen

(Fall 3)

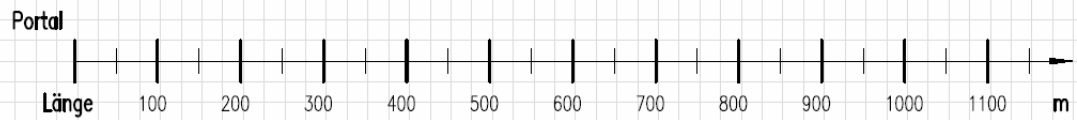
Fälle 1, 2, 3, 4, 5 und 6 gehen aus nachstehenden Skizzen hervor



Fall 2

Kategorie	Querschlagabstand im Bauzustand	Vorkommen
B	nicht relevant	TBM Schild SBW

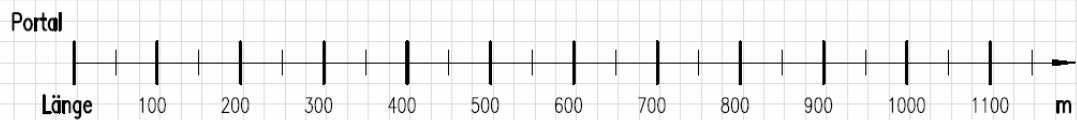
> 500 < 1000 m

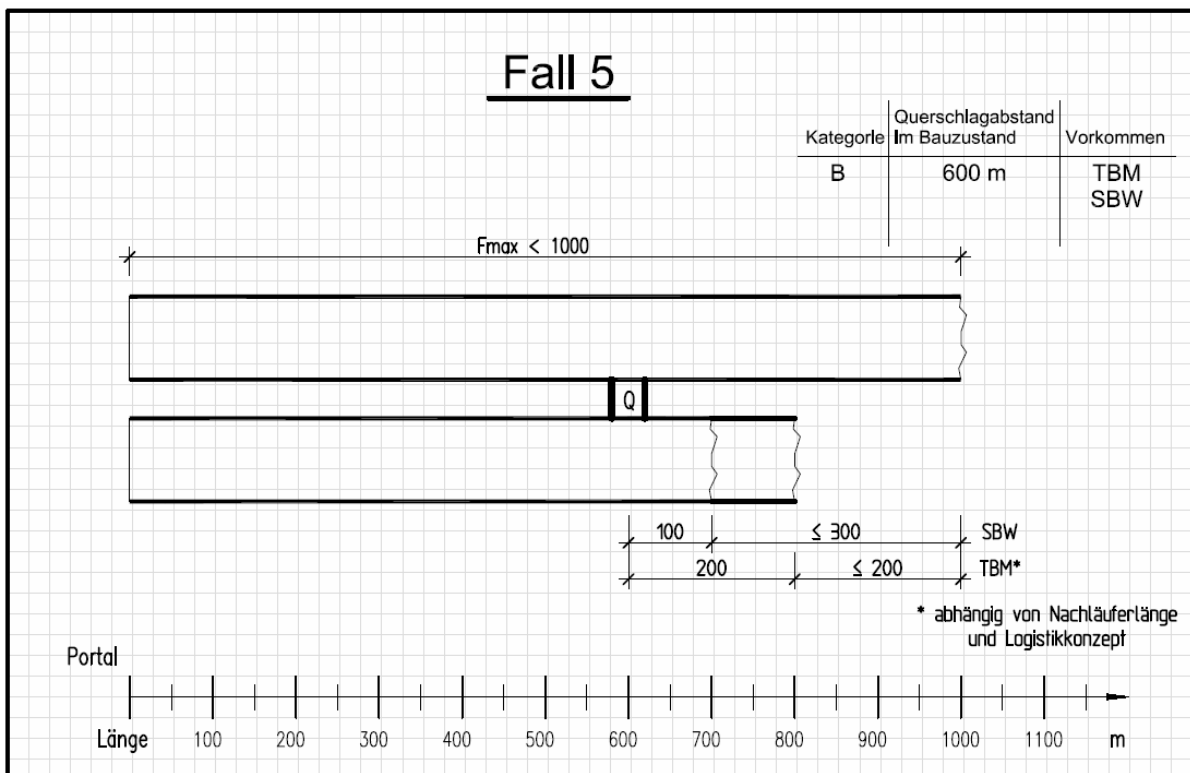
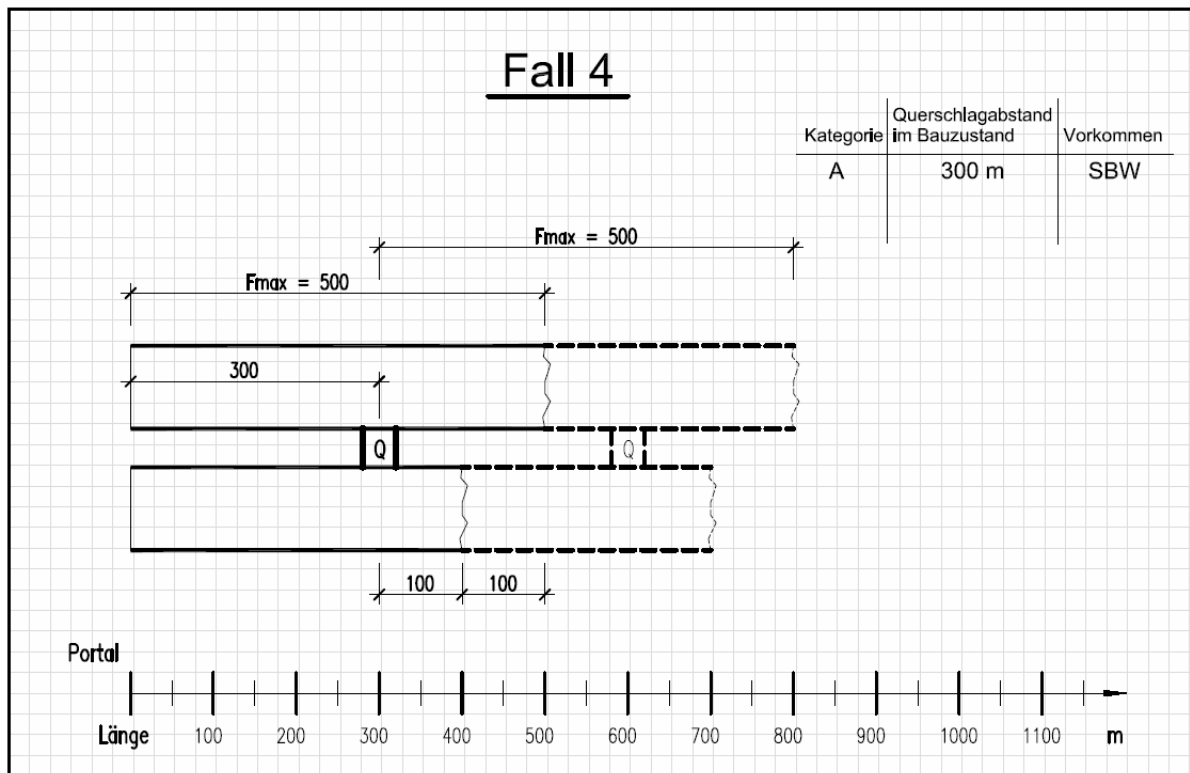


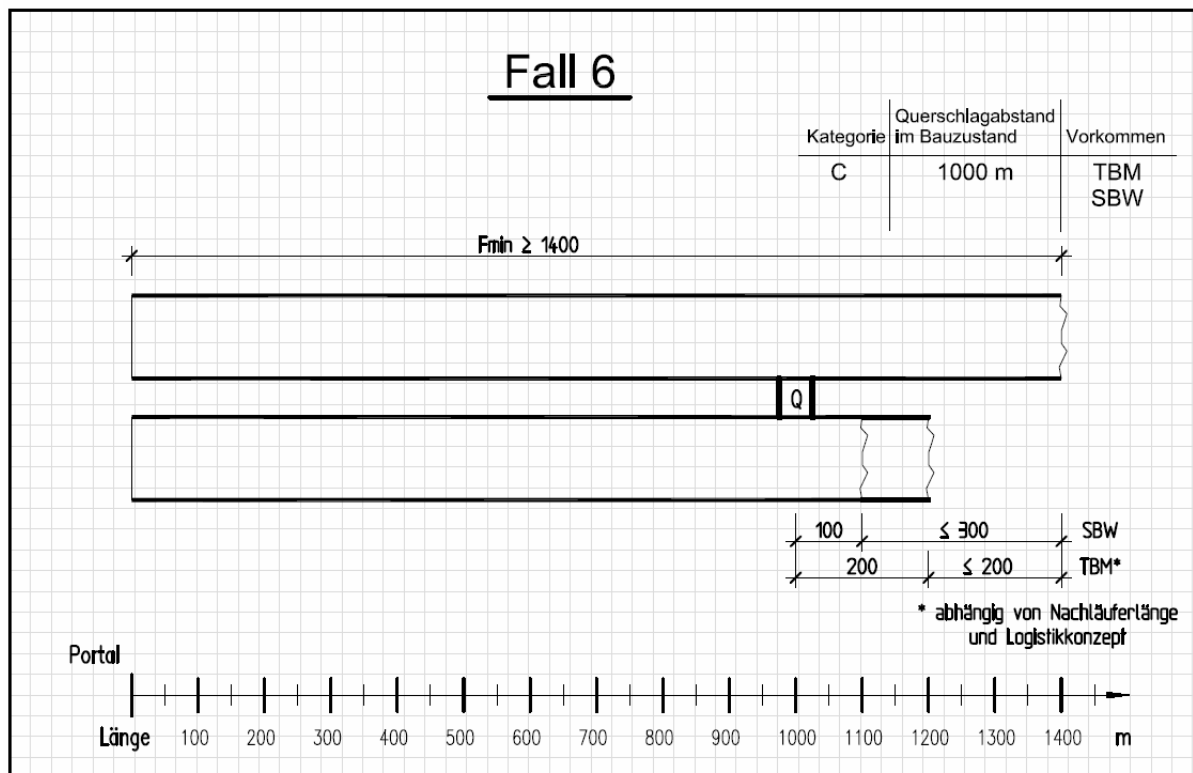
Fall 3

Kategorie	Querschlagabstand im Bauzustand	Vorkommen
C	nicht relevant	TBM Schild SBW

> 1000 m







Die Gefährdungskategorien bestimmen die im Weiteren zu treffenden Maßnahmen.

Unabhängig von den Fluchtweglängen gelten für konventionelle Kleinvortriebe und maschinelle Vortriebe mit Nennweiten zwischen 1,00 m und 3,80 m Sonderregelungen (Pkt. 5.1.1.4 und 5.2.1.4).

Bei Tunnelbaumaßnahmen mit mehreren gleichzeitigen Vortrieben von einem Angriffspunkt aus können weitergehende projektspezifische Maßnahmen erforderlich sein. Dies kann auch für Teilvortriebe gelten.

Bezugspunkt (Fluchtansatzpunkt) ist die entfernteste Ortsbrust.

Als „sicherer Bereich“ gelten Punkte mit Frischluftversorgung und zugleich Schutz vor anderen Gefahren die infolge eines Ereignisses gegeben sind (z.B. Querschläge, Notausstiege, Schächte, Portale).

Rettungscontainer gelten nur dann als „sicherer Bereich“, wenn die Forderungen in Pkt. 4.4 erfüllt werden.

3. BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUFTRAGNEHMERS UNABHÄNGIG VON DER VORTRIEBSART

Im Rahmen des bauzeitlichen Sicherheitskonzeptes sind detaillierte Brandschutz-, Flucht- und Rettungskonzepte einschließlich eines Alarm- und Einsatzplanes zu erstellen. In diesem Konzept ist festzulegen, ob für den geplanten Vortrieb Schutzcontainer nach Pkt. 3.3 oder Rettungscontainer nach Pkt. 3.4 einzusetzen sind.

3.1 Fluchtwege

- Sämtliche Flucht- und Rettungswege, Übertage und Untertage, sind deutlich zu kennzeichnen und müssen jederzeit freigehalten und ausreichend beleuchtet sein.
- Zur Risikominimierung sollten die Querschläge, Fluchtstollen oder Notausstiege unmittelbar dem ersten Vortrieb folgend erstellt werden (Schaffung eines Fluchtweges / Schaffung eines sicheren Bereiches).

3.2 Sauerstoffselbstretter

- Für jede anwesende Person unter Tage (Bauherr, Auftragnehmer, Besucher) muss ein Sauerstoffselbstretter (SSR) zur Verfügung gestellt werden, dessen Haltezeit die längste Fluchtdauer sicher überdeckt. In der Regel kann von einer Fluchtgeschwindigkeit von 40 m/min ausgegangen werden. Dieser Wert ist im Einzelfall zu überprüfen. Dabei sind die örtlichen Gegebenheiten (z.B. Durchgangsquerschnitte) entlang des Fluchtweges zu berücksichtigen
- Der AN muss sicherstellen, dass jede Person, an die ein SSR ausgegeben wird, in der ordnungsgemäßen Benutzung unterwiesen ist.
- Der Selbstretter muss mitgeführt werden, bzw. kann in unmittelbarer Nähe des Arbeitsplatzes abgelegt sein. Dabei sind die örtlichen Gegebenheiten (z.B. Durchgangsquerschnitte) entlang des Fluchtweges zu berücksichtigen.
- Der AN muss alle SSR regelmäßig auf Einsatzfähigkeit prüfen, planmäßig instand halten und dies dokumentieren.

3.3 Schutzcontainer

Schutzcontainer dienen der Aufnahme von Personen zum Schutz vor Sprenggasen und im Brandfall vor den Rauchgasen. Schutzcontainer sind in Abhängigkeit vom Vortriebsverfahren möglichst nah zur Ortsbrust aufzustellen.

Der Schutzcontainer gilt nicht als sicherer Bereich.

Die Mindestanforderungen an den Schutzcontainer lauten:

- Raumauslegung zur Aufnahme von Personal und Besuchern im Ereignisfall: Die Größe ist entsprechend der Anzahl der im Ereignisfall aufzunehmenden Personen (Mannschaftsstärke + Besucher) auszulegen (min. 1,0 m²/Person).
- Der Schutzcontainer ist entsprechend den zu erwartenden dynamischen Einwirkungen zu dimensionieren (z.B. Belastung beim Sprengvortrieb)
- Mittels der Druckluftversorgung des Tunnels ist im Schutzcontainer eine externe Überdruckhaltung mit einem Überdruck von $\cong 0,001$ bar, bzw. 100 Pa einzurichten. Bei Ausfall der externen Überdruckhaltung ist für mindestens 4 Stunden die

Luftversorgung über Flaschen sicherzustellen. Dabei ist von einem Luftverbrauch von 40 l/min pro Person bei maximal zulässiger Personenzahl im Schutzcontainer auszugehen.

- Folgende Ausrüstungen sind im Schutzcontainer vorzuhalten:
 - Beleuchtung mit externer Stromversorgung, bei Ausfall Notversorgung mit Handlampen (Pro Person eine Lampe) Telefonversorgung
 - Zusätzliche Sauerstoffselbstretter entsprechend der max. zul. Personenzahl; Tragedauer abgestimmt auf die Fluchtweglänge (ca. 40 m/min)
 - Krankentrage, Verbandskasten, Notdurftbehälter.
- Der Schutzcontainer ist farblich deutlich zu kennzeichnen (z.B. reflektierender Anstrich). Außen sind Blitzlampen als Standortinformation anzubringen, die im Alarmfall automatisch aktiviert werden. Die Wege zum Schutzcontainer sind als Fluchtwege zu markieren.
- In den Türen sind Fenster zur Kontaktaufnahme von außen und innen vorzusehen.
- Im Schutzcontainer sind Hinweistafeln für das sichere Verhalten im Ereignisfall anzubringen.

3.4 Rettungscontainer als sicherer Bereich

Der Rettungscontainer ist dann aufzusuchen, wenn eine Flucht zu einem auf Dauer sicheren Bereich mit angelegtem Sauerstoffselbstretter nicht möglich ist.

Der Rettungscontainer dient der zeitlich begrenzten, sicheren Aufnahme von Personal und Besuchern im Ereignisfall Brand und/oder bei Gaszutritten unter den nachfolgend angeführten Bedingungen.

Für Rettungscontainer gelten zusätzlich zu den Mindestanforderungen nach 3.3 folgende Anforderungen:

- Die Aufstellung soll möglichst auf der Tunnelsohle, Brandlasten sind in einem ausreichenden Abstand zu lagern.
- Der Rettungscontainer erhält einen Anschluss an die externe Druckluft-, und eine Energieversorgung (Strom/Wasser) für die Klimatisierung bei gleichzeitiger Absicherung der Komponenten, z. B. durch in die Sohle verlegte (einbetoniert, eingeschüttet) Leitungen.
- Können Leitungen nicht in der Sohle verlegt werden, müssen diese Leitungen, (Druckluft, Strom, Wasser) ein Brandereignis sicher überdauern (z. B. durch dickwandige Stahlleitungen, entsprechend hitzebeständige Dichtungen).
- Kann eine externe Luft- u. Energieversorgung nicht realisiert werden, muss eine andere ausreichende Atemluft- und Energieversorgung für mindestens 24 Std. zur Verfügung stehen (z.B. 40 l/min und Person bei DL-Versorgung).
- Die Temperatureinwirkungen eines Ereignisses auf das Innere des Rettungscontainers sind möglichst zu begrenzen (z.B. durch Sprinkleranlagen, Isolation, Kühlung). Eine Klimatisierung auf $t_{\text{eff}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ ist vorzusehen (bei 60°C Umgebungstemperatur über eine Dauer von mind. 8 Stunden).

3.5 Sonstige Maßnahmen

- Die Konzeption der Belüftungseinrichtung, hat sich neben der Beachtung der Gegebenheiten der Baumaßnahme (mehrere Röhren, Querschläge, sonstige Verbindungen), auch auf das Eintreten möglicher Brandereignisse zu orientieren.
- Die Versorgungsleitungen sind außerhalb des Gefahrenbereiches (mechanische Gefahren) von Fahrzeugen zu verlegen.
- Optische und akustische Warneinrichtungen sind im Tunnel zu installieren, um einen Evakuierungsfall zu signalisieren.
- Durch geeignete, möglichst redundante Kommunikationsmittel ist zu gewährleisten, dass die Vortriebsmannschaften von einem Alarmfall unverzüglich informiert werden. Die Kommunikationskabel müssen auf der Strecke gegen mechanische Beschädigungen geschützt verlegt werden.
- Die Notstromanlage ist auf die in der Ausschreibung genannten außergewöhnlichen Ereignisse ausreichend zu dimensionieren.
- An geeigneten Stellen, z.B. beim Tunneltelefon, im Schutzcontainer, im Rettungscontainer ist geeignetes Erste Hilfe Material bereitzuhalten.

4. BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUFTRAGNEHMERS BEI KONVENTIONELLEM VORTRIEB

4.1 Ereignis Brand

4.1.1 Konventioneller Vortrieb Kategorie A

Für das Ereignis Brand sind mindestens folgende Sicherheitseinrichtungen bzw. Maßnahmen vorzusehen:

- Bereithalten von geeigneten Feuerlöschern, Löscheinrichtungen etc. an den Gefahrenschwerpunkten (dies gilt speziell für Trafos im Tunnel).
- Einbau einer Löschwasserversorgung (auch Brauchwasserleitung) mit ausreichenden Anschlüssen (Minimum C-Schlauch, Abstand max. ca. 100 m, einschl. Schlauch) mit ausreichender Kapazität und Betriebsruhedruck im Tunnel.
- Einrichten eines Kommunikationssystems (z.B. Telefon mit eingespeicherten Kurzwahlnummern für den Notfall).
- Bereithalten von sonstigen geeigneten Hilfsmitteln für Flucht und Rettung (Erste-Hilfe-Material, Tragen, Schleifkörbe, etc.) an den Standorten der Tunneltelefone.
- Installation eines Überwachungssystems, das jederzeit Aufschluss über die Anzahl der unter Tage befindlichen Personen gibt.
- Zur Verringerung des Brandrisikos sind für die Bauwerksabdichtung (KDB), aber auch für die Folie des Nachbehandlungswagens, schwer entflammbare Kunststoffe (mindestens Brandklasse B 2) zu verwenden.
- Beim Einsatz von Heizgeräten zur Nachbehandlung des Betons sind die Brandgefahren durch offenes Feuer zu vermeiden, z.B. durch Einsatz Warmwasser oder von elektrischen Heizgeräten.

4.1.2 Konventioneller Vortrieb Kategorie B

Zusätzlich zu den für Kategorie A aufgelisteten Sicherheitseinrichtungen bzw. Maßnahmen muss der AN vorsehen:

- Für die Dauer der Baumaßnahme ist ein Verantwortlicher (Bauleitung) auf der Baustelle für die Rettungscoordination mit Entscheidungskompetenz zu benennen. Er ist für die erste Einsatzkoordination entsprechend den erstellten Notfallplänen und für die Information aller unter Tage laufender Arbeitsbereiche verantwortlich.
- In Vortriebsnähe ist ein Schutzcontainer mitzuführen.
- An gefährlichen Stellen (Trafo, Gefahrstofflager, Tankanlage, Sprenglager) ist die Installation eines automatischen Brandmeldesystems (Rauchmelder, CO-Melder, Hitzesensoren), mit automatischer Auslösung des Feueralarms und zusätzlicher Meldung in das Büro des Verantwortlichen vorzusehen
- Die Länge des Bereichs der vorlaufend vor den Betonarbeiten verlegten, aber noch freiliegenden Bauwerksabdichtungen ist nach RiL 853.4101, Abs. (26) (2002) auf höchstens 50 m zu begrenzen. Sollte dies bei bewehrter Innenschale

aus Gründen des Bauablaufes nicht ausreichend sein, so kann davon abweichend auch nach RiL 853 die Länge auf max. 150 m vereinbart werden, bei entsprechend definierten zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen. Das Verlegen der KDB sollte erst nach dem Durchschlag der Tunnelarbeiten, oder anderer vergleichbarer wirksamer Schutzmaßnahmen (z. B. kunststofffreier Schneisen, Sprühvorhänge) erfolgen. Ist dies nicht möglich, sollte zwischen dem Abdichtungsbereich und der Ortsbrust mindestens ein sicherer Bereich liegen, der innerhalb der Haltezeit der SSR erreichbar ist.

- Der Einbau einer bituminösen Tunnelabdichtung entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

4.1.3 Konventioneller Vortrieb Kategorie C

Zusätzlich zu den für Kategorie A und B aufgelisteten Sicherheitseinrichtungen bzw. Maßnahmen muss der AN vorsehen:

- In Vortriebsnähe ist anstelle des Schutzcontainers ein Rettungscontainer mitzuführen.
- Einrichten zweier voneinander unabhängiger Kommunikationssysteme (Telefon/Funk)
- Der Funktionserhalt der Kommunikationskabel muss mindestens 30 Min. (Zugrundelegung der Brandkurve nach EBA-Richtlinie) betragen.
- Vorsehen von Ortungshilfen für die Rettung von unter Tage befindlichen Personen.
- Dieselbetriebene Arbeits- und Transportmaschinen, die sich regelmäßig im untertägigen Einsatz befinden, sind mit bordfesten manuell auszulösenden, bzw. selbsttätig auslösenden Löschanlagen auszurüsten.
- Die Notwendigkeit der Installation einer projektbezogenen Tunnelwehr ist in Abhängigkeit von der Ausrüstung, der Ausbildung und den jeweiligen örtlichen Verhältnissen der ortsansässigen Feuerwehren und Hilfsdienste zu prüfen.

4.1.4 Konventionelle Kleinvortriebe

Bei Tunnelvortrieben nach Kategorie B,C in denen auf Grund der Länge ein Schutzcontainer nach Pkt. 3.3 erforderlich wäre, aber auf Grund des Querschnittes nicht untergebracht werden kann (<12 m²), sind Zusatzmaßnahmen zu treffen, die eine Brandentstehung im Bereich des Vortriebs und auf der Strecke unwahrscheinlicher machen, die sofortige Brandbekämpfung auslösen, eine schnelle Verrauchung des Fluchtweges verhindern und die Flucht über eine größere Distanz ermöglichen.

- Wasservorhänge über dem Fluchtweg, vom Portal her alle 250 m, sind vorzusehen. Die Wasserversorgung muss mit Dickmantelrohren erfolgen.
- Für Beschäftigte und Besucher sind Selbstretter vom Portal her alle 1.000 m zu lagern.

- Eine separate, brandgeschützte und notstromversorgte Notbeleuchtung, oder separate batteriebetriebene Notbeleuchtung ist vorzusehen. Die Funktionsdauer muss länger als die mögliche Fluchtdauer sein.
- Es dürfen keine brandgefährdenden Arbeiten auf der Strecke ohne ausgebildeten Löschhelfer durchgeführt werden.
- Dieselbetriebene Arbeits- und Transportmaschinen, die sich regelmäßig im untertägigen Einsatz befinden, sind mit bordfesten manuell auszulösenden, bzw. selbsttätig auslösenden Löschanlagen auszurüsten.

4.2 Ereignis Gas

Ist mit austretenden Gasen (z.B. Methan, Radon) aus dem Gebirge zu rechnen muss die Baubelüftung daraufhin konzipiert werden oder es müssen schlagwettergeschützte Geräte eingesetzt werden. Entsprechende Messgeräte sind vorzuhalten.

- Erreicht der Messwert für Methan 10 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) ist ein Voralarm auszulösen und die Lüftung zu verstärken. Bei 20 % UEG ist der Gefahrenbereich unverzüglich zu räumen und alle nicht eigensicheren elektrischen Betriebsmittel sind unverzüglich spannungslos zu schalten.
- Bei einer Radongaskonzentration mehr als 1000 Bq/m³, sind das Personal mit Dosimetern auszurüsten, die blasende Lüftung von der Radonbelastung abhängig zu optimieren und regelmäßige Messungen durchzuführen. Entsprechend den gemessenen Radonkonzentrationen können weitere Maßnahmen erforderlich werden z.B. Verkürzung der Arbeitszeit unter Tage.

4.3 Ereignis Wassereinbruch

Die Gefährdung besteht vor allem bei siphonartigen Vortrieben (z.B. bei steigendem Vortrieb aus einem Schacht) aus der Kombination von anfallendem Wasser, gegebenenfalls in Verbindung mit Bodeneintrag (Schlamm). Kann eine Gefährdung durch Grund-, Schichten- oder Kluftwasser nicht ausgeschlossen werden, so sind hierfür notwendige Schutzmaßnahmen auf Grundlage entsprechender Vorerkundungen zu konzipieren. Diese sind abhängig vom angewandten Bauverfahren.

Die Mengen des zu berücksichtigenden maximalen Wasser- und Bodenanfalls müssen vom Bauherrn definiert werden.

Die projektspezifisch festgelegten Maßnahmen müssen in ihrer Gesamtheit Flucht und Rettung aller betroffenen Personen ermöglichen.

Hierzu zählen z.B.

- höher gelegter Fluchtweg
- Die Platzierung der Stromversorgung in einer sicheren Position.
- Ausführung der Stromversorgung in Spritzwasserschutz IP 64
- Ersatzstromversorgung, die auf die Pumpenkapazität abgestimmt ist.
- Auslegung des Fördersystems auf den zu erwartenden Wasser- und Bodenanfall.

4.4 Ereignis Verbrauch/Niederbruch

Die Gefährdung besteht vor allem durch Verschütten bzw. durch Einschuss von Personen. Rettungsmaßnahmen sind für den Ereignisfall festzulegen.

Die letztlich projektspezifisch festgelegten Maßnahmen müssen in ihrer Gesamtheit Flucht und Rettung aller betroffenen Personen ermöglichen.

Zur Planung einer sicheren Vortriebsmethodik, der Wahl der richtigen Ausbruchsklassen und der notwendigen Sicherungsmittel sind vorlaufend Erkundungsmaßnahmen durchzuführen.

Zur Minimierung eines Verbrauchs-, Niederbruchsrisikos sind z.B. folgende Präventivmaßnahmen geeignet:

- Während des Vortriebes ist eine intensive Beobachtung und Dokumentation der geologischen Verhältnisse durch einen Geologen erforderlich
- Permanente Beobachtung und Beurteilung der Verformungen im gesamten Tunnelbereich bis zu deren Abklingen, inklusive deren geotechnischer Interpretation
- Erhöhung der vorgesehenen Sicherungsmittel,
- Verminderung der Abschlagslänge,
- Umstellung der Vortriebsmethode, z. B. von Vollausbuch auf Teilausbuch

5. BEISPIELHAFTE PROJEKTBEZOGENE MASSNAHMEN DES AUF- TRAGNEHMERS BEI MASCHINELLEM VORTRIEB

5.1 Ereignisse

5.1.1 Ereignis Brand

5.1.1.1 Maschinenvortrieb Kategorie A

- Es muss ein Kommunikationssystem installiert sein (z.B. Telefon mit eingespeicherten Kurzwahlnummern für den Notfall).
- Befindet sich nur eine Person in der Maschine, muss eine Freisprechverbindung zu einer Person außerhalb des Tunnels eingerichtet werden.
- Im Tunnel befindliche Trafos sind mit automatischen/manuellen Löschanlagen auszurüsten.
- Brandschutzdecken sind mitzuführen.
- Es sind schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten zu verwenden.
- Alle Versorgungsaggregate bzw. Einrichtungen sind mit geeigneten Löscheinrichtungen (z. B. Feuerlöschern, Schaum, Inertgas) auszustatten.
- Alle selbstangetriebenen Transport- und Versorgungsfahrzeuge sind mit min. 2 x 10 kg Handfeuerlöschern ABC auszurüsten.
- Vorhandene Brauchwasserleitungen können zur Löschwasserversorgung herangezogen werden, der notwendige Betriebsruhedruck ist zu gewährleisten.
- Eine mehrtägige Bevorratung von brennbaren Verbrauchsmaterialien auf der Vortriebsanlage und an für die Rettung wichtigen Stellen im Tunnel ist auszuschießen.
- Es ist ein System zu installieren, das jederzeit Aufschluss über die Anzahl der unter Tage befindlichen Personen gibt.

5.1.1.2 Maschinenvortrieb Kategorie B

Zusätzlich zu den für Kategorie A aufgelisteten Maßnahmen gilt:

- Für die Dauer der Baumaßnahme ist ein Verantwortlicher (Bauleitung) auf der Baustelle für die Rettungscoordination mit Entscheidungskompetenz zu benennen. Er ist für die erste Einsatzcoordination entsprechend den erstellten Notfallplänen und für die Information aller unter Tage laufender Arbeitsbereiche verantwortlich.
- Wasservorhänge über dem Fluchtweg, mindestens aber am Ende des Nachläufers, sind vorzusehen. Die Wasserversorgung muss mit Dickmantelrohren erfolgen.
- Es sind zwei voneinander unabhängige Kommunikationssysteme (z.B. Telefon/Funk) vorzusehen. Diese sollen geschützt eingebaut werden.
- An den Gefahrenschwerpunkten müssen geeignete Löscheinrichtungen bereitgehalten werden.
- Es ist ein geeignetes Brandmeldesystem, z.B. mit CO als Leitkomponente zu installieren.

- Es muss ein Schutzcontainer auf dem Nachläufer mitgeführt werden, dessen Größe auf die maximal vor Ort anwesenden Personenzahl (Mannschaftsstärke + Besucher) abgestimmt ist.

5.1.1.3 Maschinenvortrieb Kategorie C

Zusätzlich zu den für Kategorie A und B aufgelisteten Maßnahmen gilt:

- Es muss anstelle des Schutzcontainers ein Rettungscontainer auf dem Nachläufer mitgeführt werden, dessen Größe auf die maximal vor Ort anwesenden Personenzahl (Mannschaftsstärke + Besucher) abgestimmt ist.
- Es ist ein automatisches Brandmeldesystem (Rauchmelder, Hitzesensoren) an den Gefahrenschwerpunkten (Trafo, Elektroanlage, Hydraulikaggregate) mit automatischer Auslösung des Feueralarms und Meldung in das Büro des Verantwortlichen zu installieren.
- Dieselbetriebene Arbeitsmaschinen (Lok, etc.) sind mit bordfesten, manuell auszulösenden, bzw. selbsttätig auslösenden Löschanlagen auszurüsten.
- Zum effizienten Einsatz der Rettungskräfte stellt die Baustelle nach Erfordernis ortskundige, Atemschutzgeräte taugliche Begleiter.
- Ortungshilfen für die Rettung von unter Tage befindlichen Personen sind vorzusehen.
- Die Notwendigkeit der Installation von projektbezogenen Tunnelwehren ist in Abhängigkeit der Ausrüstung, der Ausbildung und der jeweiligen örtlichen Verhältnisse der ortsansässigen Feuerwehren und Hilfsdienste zu prüfen.

5.1.1.4 Bemannte maschinelle Kleinvortriebe

Bei Tunnelinnendurchmessern kleiner 1,8 m sind die Maßnahmen der Vortriebskategorie A und unabhängig von der Fluchtweglänge besondere Maßnahmen zu treffen:

- Jeder Beschäftigte ist als Ersthelfer- und Löschhelfer auszubilden.
- Wasservorhänge über dem Fluchtweg, vom Portal her alle 250 m, sind vorzusehen. Die Wasserversorgung muss mit Dickmantelrohren erfolgen.
- Für Beschäftigte und Besucher sind Selbstretter vom Portal her alle 500 m zu lagern.

Bei Tunnelinnendurchmessern unter 3,80 m, in denen keine Flucht- bzw. Rettungscontainer untergebracht werden können und in denen die Fluchtgeschwindigkeit erheblich eingeschränkt ist, sind Zusatzmaßnahmen zu treffen, die eine Brandentstehung im Bereich der Vortriebsmaschine und auf der Strecke unwahrscheinlicher machen, die sofortige Brandbekämpfung auslösen, eine schnelle Verrauchung des Fluchtweges verhindern und die Flucht über eine größere Distanz ermöglichen.

- Der gesamte Maschinenbereich ist mit Sprinkleranlagen auszurüsten.
- Wasservorhänge über dem Fluchtweg, vom Portal her alle 250 m, sind vorzusehen. Die Wasserversorgung muss mit Dickmantelrohren erfolgen.

- Für Beschäftigte und Besucher sind Selbstretter vom Portal her alle 1.000 m zu lagern.
- Eine separate, brandgeschützte und notstromversorgte Notbeleuchtung, oder separate batteriebetriebene Notbeleuchtung ist vorzusehen. Die Funktionsdauer muss länger als die mögliche Fluchtdauer sein.
- Es dürfen keine brandgefährdenden Arbeiten auf der Strecke ohne ausgebildeten Löschhelfer durchgeführt werden.
- Es darf für die Maschine nur schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeit verwendet werden.
- Dieselbetriebene Arbeits- und Transportmaschinen, die sich regelmäßig im untertägigen Einsatz befinden, sind mit bordfesten manuell auszulösenden, bzw. selbsttätig auslösenden Löschanlagen auszurüsten.

5.1.2 Ereignis Gas

Ist mit austretenden Gasen, z.B. Methan, Radon, aus dem Gebirge zu rechnen, muss die Baubelüftung daraufhin konzipiert werden oder es müssen schlagwettergeschützte Geräte eingesetzt werden. Entsprechende ständig erfassende Messgeräte sind im Maschinenbereich fest zu installieren und mit einer optischen sowie akustischen Warnanlage zu kombinieren, die bei Erreichen kritischer Messwerte automatisch ausgelöst werden.

- Erreicht der Messwert für Methan 10 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) sind ein Voralarm auszulösen und die Lüftung zu verstärken. Bei 20% UEG sind der Gefahrenbereich zu räumen und alle nicht eigensicheren elektrischen Betriebsmittel unverzüglich spannungslos zu schalten.
- Bei einer Radongaskonzentration von mehr als 1000 Bq/m³, ist das Personal mit Dosimetern auszurüsten, die Lüftung zu verstärken. Es sind regelmäßige Messungen durchzuführen. Entsprechend den gemessenen Radonkonzentrationen können weitere Maßnahmen erforderlich werden z.B. Verkürzung der Arbeitszeit.
- Ist gemäß Angabe des Bauherrn mit Auftreten von Gasen zu rechnen, sind geeignete Messgeräte auf der TBM zu installieren. Ein Maßnahmenkatalog der die besonderen maschinentechnischen Ausrüstungen und die einzuleitenden Prozesse regelt, ist aufzustellen.

5.1.3 Ereignis Wassereinbruch

Kann eine Gefährdung durch Grund-, Schichten- oder Kluftwasser nicht ausgeschlossen werden, so sind hierfür notwendige Schutzmaßnahmen auf Grundlage entsprechender Vorerkundungen zu konzipieren. Diese sind abhängig vom Maschinentyp durchzuführen. Die Gefährdung besteht vor allem bei siphonartigen TBM-Vortrieben (z.B. bei steigendem Vortrieb aus einem Schacht) aus der Kombination von anfallendem Wasser, gegebenenfalls in Verbindung mit Bodeneintrag (Schlamm) und dem Versagen von Dichtungselementen, z.B. am Schildgelenk oder an der Schildschwanzdichtung.

Die Stromversorgung ist in sicheren Bereichen zu führen. Sie muss dem Stand IP 64 (spritzwassergeschützt) entsprechen.

Die letztlich projektspezifisch festgelegten Maßnahmen müssen in ihrer Gesamtheit Flucht und Rettung aller betroffenen Personen ermöglichen.

Hierzu zählen z.B.

- höher gelegter Fluchtweg
- Die Vorhaltung einer ausreichenden Pumpkapazität und einer ausreichenden Ersatzstromversorgung.
- Maßnahmen zur Ableitung des anfallenden Wasser- und Bodenarfs.

5.1.4 Ereignis Verbruch / Niederbruch

Die Gefährdung des Vortriebspersonals hat für maschinelle Vortriebe mit Tübbingausbau oder Vorpressrohren nur eine untergeordnete Bedeutung.

Eine Gefährdung des Vortriebspersonals durch Verbruch/Niederbruch kann jedoch bei einer offenen TBM und bei speziellen Schildmaschinen mit Teilflächenabbau bestehen. Hier ist vorbeugend eine Sicherung der Firste als Kopfschutz durch geeignete Maßnahmen (z.B. Bewehrungsmatten und Anker) vorzusehen.

Während des Vortriebes ist eine intensive Begleitung durch einen Geologen mit täglicher Beobachtung und Dokumentation vor Ort, erforderlich.

Eventuell ist eine systematische Vorauserkundung durchzuführen.

Die letztlich projektspezifisch festgelegten Maßnahmen müssen in ihrer Gesamtheit Flucht und Rettung aller betroffenen Personen ermöglichen.

5.2 Maßnahmen für Tätigkeiten in der Abbaukammer

Bei Vollschnittmaschinen sind Ereignisse in der Abbaukammer während des Vortriebes in der Regel nicht mit Gefährdungen für die Vortriebsmannschaft verbunden.

Der Einsatz von bemannten Vortriebsschilden mit teilflächigem Abbau, (Bühnenschild), bedarf auf Grund seines erhöhten Risikopotentials im jeweiligen Einzelfall einer gesonderten Betrachtung.

5.2.1 Generelle Maßnahmen bei der Begehung der Abbaukammer

Es ist eine zusätzliche Maschinenausrüstung zur Unterstützung (Verbesserung) der Standsicherheit der Ortsbrust vor einer Kammerbegehung wie z.B. (Injektionsmöglichkeiten zur Bodenverbesserung aus der Maschine heraus, Stützung der Ortsbrust durch Verbauplatten u.a.) oder zur Schaffung eines vergrößerten Arbeitsraumes vorzusehen.

Eine Begehung der Abbaukammer ist bei Vollschnittmaschinen nur im Stillstand zulässig. Gründe für eine Kammerbegehung sind in der Regel Inspektions-, Wartungs-, Reparaturarbeiten oder aber die Bergung von nicht abbaubaren Hindernissen. Gefährdungspotenziale bei einer Kammerbegehung sind zum einen geologischer Natur wie Wasser-, Schlammeinbruch, Gaszutritt, Ausbläser und Niederbruch (bzw. Versagen der Ortsbrust), alle Arten

mechanischer Einwirkungen wie sie sich beim Bergen von nicht abbaubaren Hindernissen ergeben können, sowie Brandgefahren, toxische Rauche und Stäube.

- Zu Beginn eines jeden Kammeraufenthaltes ist die Ortsbrust bezüglich Standfestigkeit zu begutachten und der Abbauraum auf anhaftendes Bodenmaterial hin zu untersuchen und gegebenenfalls zu reinigen. Ein Kammeraufenthalt ist bei jeglichen Anzeichen von entstehenden Instabilitäten abzubrechen.
- Zu jedem Zeitpunkt eines Kammeraufenthaltes muss mindestens ein Fluchtweg für die dort befindlichen Personen offengehalten sein. Eine Einschränkung des Fluchtwegs durch z.B. Schläuche, Kabel oder sonstige Hilfsausrüstung ist konstruktiv und organisatorisch zu vermeiden.
- Ausreichende Belüftung und Beleuchtung der Abbaukammer ist im Einstiegsfall vorzusehen. Ist mit austretenden Gasen zu rechnen sind entsprechende Messgeräte vorzusehen und die Belüftung/ Absaugung ist daraufhin auszulegen.
- Die Gestaltung des Arbeitsraumes Abbaukammer/ Schneidrad muss auch auf die Situation Kammerbegehung hin ausgelegt sein. Die vorgesehene Arbeitsorganisation und Mannschaftsstärke bei der Kammerbegehung (Mindestanzahl) sind bereits bei der Planung zu berücksichtigen.
- Werkzeuganordnung und Befestigung sind für einen Werkzeugwechsel von hinten auszulegen. Regelmäßige Arbeiten vor dem Schneidrad sind zu vermeiden. Ist dies aus geometrischen Gründen nicht vermeidbar (kein Werkzeugwechsel von hinten möglich) sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen bautechnischer oder maschinentechnischer Natur vorzusehen.
- Hilfsausrüstungen für Kammerbegehung und Werkzeugwechsel wie mobile Podeste und Spezialwerkzeuge sind im Lieferumfang der Vortriebsmaschine vorzusehen. "Trockenübungen" vor Vortriebsbeginn sind durchzuführen sowohl für regelmäßige Arbeiten als auch für Sonderfälle wie z.B. Verletztenbergung.
- Steuerungstechnische Verriegelungen gegen unbeabsichtigtes Drehen des Bohrkopfes und weitere im Abbauraum befindliche Maschinen wie z.B. Brecher oder Agitatoren sind vorzusehen. Drehantriebe sind mit einer Haltebremse auszurüsten.
- Störungen in der Energieversorgung der Anlage darf nicht zu einer Gefährdung der in der Abbaukammer befindlichen Personen führen.
- Eine Kommunikationsverbindung der Mannschaft im Abbauraum mit der Unterstützungsmannschaft im Maschinenbereich ist sicherzustellen. Wo immer möglich, ist Sichtkontakt herzustellen.
- Bei atmosphärischer Kammerbegehung ist das Entwässerungssystem auf den maximal zu erwartenden Wasserzutritt auszulegen.

5.2.2 Zusatzmaßnahmen bei druckluftbeaufschlagter Abbaukammer

- Der Absenkvorgang (teilweises oder vollständiges Leeren der Abbaukammer von Stützflüssigkeit oder Bodenmaterial) ist bezogen auf den jeweiligen Standort der Maschine rechnerisch nachzuweisen.

- Technische Lösungen (wie z.B. Verschleißerkennung), welche die Einstiegshäufigkeit reduzieren sind zu bevorzugen.
- Die Maschine muss mit einem Zugangsschleusensystem und dessen Versorgungseinheiten für Schleusen und Kammer entsprechend den gültigen Vorschriften (EN 12110, Druckluftverordnung) ausgerüstet sein und betrieben werden.
- Für alle sich im Druckbereich befindlichen Personen muss zu jeder Zeit die Möglichkeit des Rückzuges in eine Dekompressionskammer (Schleusenkammer) gegeben sein.
- Zu allen sich im Druckbereich befindlichen Personen (auch während der Dekompressionsphase) muss zu jeder Zeit ein Helfer eingeschleust werden können.
- Stützdruckschwankungen dürfen nicht zur Gefährdung von in der Schleuse befindlichen Personen führen.
- Einsätze in Druckbereichen über 3,6 bar (Geltungsbereich der Druckluftverordnung) erfordern darüber hinausgehende Maßnahmen und sind abgestimmt auf den jeweiligen Einzelfall gesondert zu betrachten. Einsätze im Höchstdruckbereich können ein Sättigungstauchen sowie geeignete Transportschleusensysteme und übertägige Wohnquartiere erfordern. Hier kann der Einsatz von Berufstauchern erforderlich werden.

6. BEGRIFFSBESTIMMUNG, ERLÄUTERUNGEN

Abbaukammer	Arbeitsraum des Bohrkopfes unmittelbar an der Ortsbrust, zum Tunnel hin in der Regel ganz oder teilweise abgeschottet (je nach Maschinentyp durch Tauch-, Druck- oder Staubwand).
BOStrab	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung
Fluchtgeschwindigkeit	Erfahrungswert für die Geschwindigkeit, die bei einer Flucht zu Fuß in einem Tunnel in der Auffahrungsphase im Regelfall mindestens erreicht wird; hier 40 m/min bei waagerechtem, ebenem Tunnel ohne Hindernisse auf dem Fußweg.
Feuerhemmend	Bezeichnung für eine Eigenschaft eines Baustoffes oder Bauteils. Feuerhemmend kennzeichnet nach DIN 4102 einen Stoff der Baustoffklasse B (Brennbare Baustoffe) mit einer Mindestwiderstandsdauer von 30 Minuten unter definierten Bedingungen (F 30-B).
Flucht	Selbstrettung in einen sicheren Bereich bei Gefährdung durch ein Ereignis.
Fluchtansatzpunkt	Der Fluchtansatzpunkt ist der Punkt, an dem die Flucht in einen sicheren Bereich beginnt. Normalerweise ist für die Bestimmung der max. Fluchtdauer der am weitesten von einem sicheren Bereich entfernte Fluchtansatzpunkt, in der Regel die Ortsbrust, heranzuziehen.
Fluchtendpunkt	Der Punkt des Fluchtweges, an dem ein sicherer Bereich erreicht wird.
Fluchtweg	Weg, der im Fall eines Ereignisses bis zum Erreichen eines sicheren Bereiches zurückgelegt werden muss.
Haltezeit	Als Haltezeit eines Selbstretters wird die Zeitdauer bezeichnet, für die das Gerät dem Geräteträger einen sicheren Schutz bietet. Sie wird unter definierten Prüfbedingungen ermittelt und im Rahmen des behördlichen Zulassungsverfahrens oder der Zertifizierung des Gerätes festgelegt.
KDB	Kunststoffdichtungsbahn – Abdichtungsbahn aus Kunststoff, teilweise vlieskaschiert.
Ortungshilfen	Eine Ortungshilfe ermöglicht es, den jeweiligen Besitzer mit Hilfe eines Ortungsgerätes aufzuspüren (z.B. Verschüttete oder Bewusstlose).
RABT	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel, herausgegeben vom BMVBW, Ausgabe 2003
Rettungscontainer	dient der sicheren Aufnahme von Personal und Besuchern für eine vordefinierte Mindestdauer im Ereignisfall Brand und/oder bei Gaszutritten

Sammelstelle	Eine Stelle, an der sich im Gefahrenfall alle Personen nach Verlassen des Gefahrenbereiches zur Anwesenheitskontrolle versammeln sollen. Diese Stelle ist mit dem Zeichen E 11 nach BGV A8 zu kennzeichnen.
Sicherer Bereich	Als sicherer Bereich werden Orte bezeichnet, an denen sich nach einem Ereignis die betroffenen Personen ohne Gefährdung aufhalten können, beispielsweise Portale, Querstollen mit Zugang zu unbelasteten Tunnelstrecken, Notausstiege, Rettungscontainer.
Schutzcontainer	dient der Aufnahme von Personen zum Schutz vor Sprenggasen und im Brandfall vor den Rauchgasen.
Brandlast	Die Summe der brennbaren Stoffe, die von selbst oder durch Zündung in Brand geraten können und/oder zu einem Brand beitragen.
Tunnelwehr	<p>Als Tunnelwehr wird eine besonders für die Anforderungen im Tunnel ausgestattete Feuerwehr bezeichnet. Die Aufgaben einer Tunnelwehr können durch eine örtliche Feuerwehr oder durch Beschäftigte des Baustellenbetriebes wahrgenommen werden, wenn der Ausbildungs- und Ausrüstungsstand der beteiligten Personen sie für diese Aufgaben qualifiziert.</p> <p>Wird die Tunnelwehr aus Beschäftigten des Baustellenbetriebes gebildet, so müssen diese Personen für den Einsatz im Tunnel geeignet sein, im abwehrenden Brandschutz und im Rettungswesen einschließlich der Ersten Hilfe ausgebildet sein sowie im Umgang mit Atemschutzgeräten unterwiesen und wiederkehrend geübt sein.</p> <p>Eine Tunnelwehr besteht aus mindestens zwei Trupps mit je 5 Mann, davon je ein Truppführer. <i>Ein Trupp befindet sich dabei in Bereitschaft (rekrutiert sich aus einer Gegenschicht), der andere Trupp rekrutiert sich aus Beschäftigten, die sich zum Einsatzzeitpunkt in der Arbeit befinden.</i></p>