

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE A - GEFÄHRDUNGSGRUPPE / GEFÄHRDUNG (BEISPIELE)

GEFÄHRDUNGS-GRUPPE		GEFÄHRDUNG		ERLÄUTERUNG
A.	Gestein	A.1	Nachbruch / Niederbruch	Nachbruch / Niederbruch von Gestein oder Spritzbeton im Vortriebsbereich (aus dem ungesicherten Bereich hinter der Ortsbrust oder aus der Ortsbrust selbst).
		A.2	Verbruch	Eindringen von grösseren Mengen von Gestein in den Hohlraum. Ein Verbruch kann sich aus der Ortsbrust (z.B. bei Arbeiten vor dem Bohrkopf), im Vortriebsbereich oder im rückwärtigen Bereich (zwischen Vortriebsbereich und Einbau der Innenschale) ereignen, . Bei einem Verbruch im rückwärtigen Bereich besteht auch eine Gefährdung durch Einschluss von Personengruppen. Ein Verbruch kann sich zu einem Tagbruch entwickeln, der bis zur Geländeoberfläche durchschlägt und dort einen Krater (eine Pinge) bildet (zusätzliche Gefährdung an der Oberfläche).
		A.5	Bergschlag	Plötzliche Ablösung von Gestein , in Folge hoher Spannungen in Kombination mit sprödem Gebirge.
		A.6	Gebirgstemperatur	Gefährdung durch hohe Gebirgstemperaturen unter Berücksichtigung der Abwärme von Motoren sowie von abbindendem Zement.
B.	Geogene Partikel	B.1	Feinstaub	Gefährdung durch quarzhaltigen und/oder nichtquarzhaltigen alveolengängigen Staub
		B.2	Asbest	Gefährdung durch Asbestfasern aus dem Gebirge in der Atemluft. Kanzerogene Wirkung, Mesotheliom, Asbestose.
		B.3	Radon, Radonzerfallsprodukte	Gefährdung durch das Einatmen von Zerfallsprodukten des Radongases. (innere Verstrahlung)
		B.5	Andere geogene Gefahrstoffe im Gebirge	Gefährdung durch andere geogene Gefahrstoffe im Gebirge wie Schwermetalle, Arsen, Quecksilber
C.	Wasser	C.1	Wassereinbruch	Plötzliches Eindringen von Berg- bzw. Grundwasser in den Hohlraum. Im Zuge eines Wassereinbruches kann es auch zu Bodeneintrag in den Hohlraum kommen (Verschlammung, u.a. auch von Pumpen). Kritisch sind insbesondere Vortriebstrecken ohne direkte Entwässerung (Tiefpunkt, Siphonbildung, Erschliessung über Schächte, u.U. auch fallende Vortriebsstrecken)
		C.2	Überflutung von Außen	Wasser aus Oberflächengewässern welches von außen in den Hohlraum eindringt. Kritisch z.B bei Unterwasserstollen von Kraftwerken, fallendem Vortrieb, Vortrieb mit Tiefpunkt (Siphon), Schächten,...
D.	Gas	D.1	Gaseintritt	Eintritt von Gas (Methan, Schwefelwasserstoff, evtl. Kohlendioxyd) aus dem Gebirge in den Hohlraum. Gase entstehen meist aus der Zersetzung organischer Überreste unter Luftabschluss.
		D.2	Gasexplosion	Explosion oder Abflammung von Gas welches aus dem Gebirge in den Hohlraum eingetreten ist.
E.	Feuer	E.1	Brand	Offenes Feuer, ausgehend von Maschinen, Elektroanlagen, Förderbändern, Baustoffen, Materialien usw.
		E.2	Rauch	Rauchentwicklung infolge eines Brandes oder Schmelbrandes. Die Brandstelle kann oft nicht rechtzeitig gefunden werden. Verrauchung, die infolge der Luftströmung im Tunnel (oder auch in der Lutte) in Bereichen weitab eines Brandherds auftreten kann.
		E.3	Explosion	Explosion von Sprengstoff, Knallgas (Batterieladestationen), Dämpfen (wie von Klebstoffen) Arbeitsgase (Flüssiggas, Acetylen) usw. (ohne Folgebrand).
F.	Strom	F.1	Elektrizität	Unfall, der auf die Einwirkung von elektrischer Energie zurückzuführen ist. Direkte und indirekte Berührung, Lichtbogen

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

		F.2	Stromausfall	Stromausfall kann, speziell als Folgeereignis, zu kritischen Situationen führen (z.B.: Ausfall der Beleuchtung oder Kommunikation im Brandfall, Ausfall der Pumpen bei Wassereintrich, der Schachtwinden bei Brand, der Druckluftversorgung bei Arbeiten unter Druck....)
G.	Chemie	G.1	Chemieunfall	Unfall, der auf die Wirkung chemischer Stoffe, speziell von Säuren (Batterien) und Laugen (ätzende Spritzbetonzusätze) zurückzuführen ist.
		G.2	Chemische Altlasten	Anfahren von kontaminierten Böden im Bereich von Altlasten wie alte Gefahrstoffdeponien oder Böden unter ehemaligen galvanischen Betrieben. Es kann sich um sehr unterschiedliche Gefahrstoffe handeln.
		G.3	Sprengunfall	Unfall, der auf die Wirkung von Sprengstoff oder Zündmittel zurückzuführen ist.
H.	Technik	H.1	Baustellenverkehr / Transporte	Gefährdung durch den Förder- und Fahrverkehr auf der Baustelle, z.B. durch Material- oder Personentransport, infolge unzureichender Trennung zwischen Förder-, Fahr- und Gehweg. Dies betrifft alle Arten der Fördertechnik wie Rad, Schiene, Seil, Band usw.
		H.2	Geräte- / Maschinenausfall	Ausfall von Maschinen oder Geräten, die zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Regelzustandes oder zur Rettung von Personen erforderlich sind (z.B. Lüfter zur Frischluftversorgung oder Abluftabsaugung; Kompressor zur Druckluftversorgung; Trafo, Stromaggregat oder Elektroverteiler zur Stromversorgung; Personenfördermittel in Vertikal- oder Schrägschacht).
		H.3	Bestehende Anlagen / Ver- und Entsorgungsleitungen	Gefährdung durch den Ausfall von Anlagen und/oder Ver- und Entsorgungsleitungen, die den Betrieb einer Untertagebaustelle auch unter besonderen Bedingungen sicherstellen sollen (z.B. Pumpen und -leitungen bei Wasser- und Schlammzutritt, Löschwasser- Versorgung, Kühlinstallationen für die Bewetterung, Druckluftleitungen für Rettungscontainer).
I.	Luft	I.1	Arbeiten unter Überdruck	Dekompressionserkrankungen erfordern eine spezielle medizinische Betreuung und spezielle technische und organisatorische Vorkehrungen. Die Rettung aus dem Druckbereich erfordert besondere Massnahmen; der Verunfallte, u.U. eine Begleitperson und das Rettungsmaterial müssen die Schleuse passieren können. Das Rettungspersonal muss über besondere medizinische Kenntnisse verfügen und, wie auch das Rettungsmaterial, drucklufttauglich sein.
		I.2	Sauerstoffmangel	Der Atemluft wird der Sauerstoff entzogen (Sauerstoffanteil < 19%, z.B. durch ein Brandereignis, sauerstoffuntersättigtes Bergwasser, Schweiss- und Brennarbeiten usw.). Dies kann besonders in schlecht oder nicht belüfteten Abschnitten des Bauwerks und in Schächten kritisch werden
		I.3	Sprengschwaden	Gefährdung durch nitrose Gase, COx, Ammoniak (Vergiftung)
		I.4	Dieselmotor- Emissionen (DME)	Gefährdung durch partikelförmige Dieselmotor- Emissionen (Russpartikel, kanzerogene Wirkung)
		I.5	Gasförmige Dieselmotor- Emissionen (NOx, COx)	Gefährdung durch Vergiftung
		I.6	Arbeitstechnische Stäube	Gefährdung durch Schweißrauch, Stäube bei Betonschräm- und Spritzbetonarbeiten.
J.	Umgebung Übertage, Naturgefahren	J.1	Mure	Gefährdung von Personen durch Naturgefahren im verschiedenen Bereichen der Baustelle wie Zufahrtswege, Verbindungswege, im Portalbereich, Deponieen, Unterkünfte, Werkstätten, weitere Baustelleneinrichtungen.
		J.2	Lawine / Eisschlag	
		J.3	Schnee / Eis (Winterarbeit)	
		J.4	Steinschlag	
		J.5	Überflutung	
		J.6	Blitzschlag	
		J.7	Sturm	
K.	Weitere Gefährdungen	nach Bedarf		

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
Planung der Rettung		
	- Grundsätzliches	Eine erfolgreiche Rettung im Ereignisfall erfordert Massnahmen zur Selbstrettung sowie Massnahmen zur Rettung von Aussen. Die Selbstrettung hat eine sehr grosse Bedeutung; diese wird durch die Rettung von Aussen ergänzt.
	- Absprache der Rettung von Aussen	sind. Zwei gleichzeitige, unabhängige Ereignisse sind zwar nicht auszuschliessen, deren gleichzeitiges Eintreten gehört jedoch im Regelfall zum verantwortbaren Restrisiko.
	- Rettungs-Einsatz-Planung	Einsatzdiensten. Bei der Einsatzplanung sind die aktuelle Situation sowie die technischen und personellen Möglichkeiten der regional verfügbaren Einsatzdienste zu berücksichtigen. Es ist sinnvoll, auch überregionale, professionelle Einsatzdienste in die Planung einzubeziehen.
	- Planung der Selbstrettung	Die Betroffenen müssen sich im Ereignisfall rechtzeitig in einen sicheren Bereich retten können. Dies ist bereits bei der Planung des Projekts wie auch bei der Arbeitsvorbereitung zu berücksichtigen.
	- Besucher	Besucher sind im Rettungskonzept grundsätzlich zu berücksichtigen. Die Zahl der Besucher ist möglichst zu beschränken, da sie mit der Situation kaum vertraut sind und ihr Verhalten im Ereignisfall schwer voraussehbar ist. Die maximale Anzahl der gleichzeitig im Bauwerk sich aufhaltenden Personen wird durch die verfügbaren Schutzplätze bestimmt.
	- Organisatorische Maßnahmen Überflutung	*** bei Bedarf durch Anwender zu ergänzen ***
	- Rettungseinsatz-Training	Realitätsnahes Training, damit sämtliche Lokalitäten sowie die Standorte der benötigten Hilfsmittel rasch und ohne Verzögerung aufgefunden werden.
Rettungsorganisation		
	- Rettungsscouts (Rettungslotsen)	Die Rettung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen der Baustelle und den Einsatzdiensten. Dies ist bei der Organisation zu berücksichtigen. Als Rettungsscouts werden Personen eingesetzt, die für diese Tätigkeit ausgebildet und im Ereignisfall verfügbar sind. Sie müssen über die erforderlichen Sprachkenntnisse verfügen. Sie dienen den Ereignisdiensten als Kontaktpersonen und verfügen über die erforderlichen Kenntnisse der Örtlichkeit und der aktuellen Situation der Baustelle.
	- Information Einsatzdienste	Die Einsatzdienste müssen regelmässig über die sich ändernden Verhältnisse vor Ort informiert werden. Dies bedingt im Regelfall jährlich mehrfache Besichtigungen durch die Führungskräfte der Einsatzdienste.
	- Instruktion Einsatzdienste	Je nach Art der Rettungsorganisation sind Instruktionen erforderlich wie für - das Führen von Lokomotiven - das Bedienen von Schachtbefahranlagen und Kranen (Transport Rettungsmittel) - die Kommunikationsmittel untertag - die Steuerung der Lüftung
	- Sammelstelle im Freien / Untertage	Es sind Sammelstellen festzulegen, zu kennzeichnen und bei der Instruktion und Übungen zu berücksichtigen.
	- Führung der Selbstrettung vor Ort	Es ist festzulegen und zu instruieren, wer im Ereignisfall vor Ort die Führung der Selbstrettung wahrnimmt. Die Stellvertretung ist zu regeln.
	- Schulungsräume	Für die Schulung der Arbeitnehmer sind geeignete Räumlichkeiten bereitzustellen.
Kommunikation		
Information		
Funktioniert die Kommunikation, können Gefährdete und Einsatzdienste rechtzeitig alarmiert werden und die Rettung kann disponiert und geleitet werden. Fehlen erforderliche Informationen und Verbindungen, besteht die Gefahr, dass Arbeitnehmer sowie weitere Personen bei der Rettung unnötig gefährdet werden.		
Instruktion		
	- Telefonnetz	festinstalliertes, drahtgebundenes Kommunikationsnetz
	- Leitstelle	Die Funktion der Leitstelle muss ständig gewährleistet sein; die Leitstelle ist auf komplexen Baustellen ständig besetzt. Sie dient als Kommunikationszentrum und ist im Regelfall mit der Logistikeitstelle kombiniert. Die interne und externe Alarmierung (Alarmierung der Einsatzdienste) muss jederzeit gewährleistet sein. Von der Leitstelle aus sollen die Rettungsarbeiten geleitet und die Lüftung gesteuert werden können.
	- Mobilnetz	Mobiles Kommunikationnetz, z.B. mit Tunnelfunk und / oder Mobiltelefonnetz im Tunnel
	- Alarmierung	siehe Massnahmen-Detail Konzeption Die Alarmierung der Einsatzdienste muss jederzeit gewährleistet sein.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
	- Kommunikationskonzept	In der Regel sind zwei unabhängige Kommunikationsnetze vorzusehen; ein redundantes (ausfallsicheres, unabhängig wirkendes) Kommunikationssystem ist anzustreben. Es ist darauf zu achten, dass die Kommunikation im Ereignisfall vom Punkt der Einsatzleitung (Übertage) aus gewährleistet ist.
	- Zutrittskontrolle	Im Ereignisfall, insbesondere im Brandfall, muss die Anzahl und der ungefähre Aufenthaltsort aller Personen, die sich untertag befinden, bekannt sein. Fehlt diese Information, kann die Rettung kaum geplant werden, zudem ist die Gefährdung von Rettungskräften bei nicht gezielten Suchaktionen in verrauchten Tunnelbereichen nicht zu rechtfertigen. Durch die Zutrittskontrolle wird zudem die Wahrscheinlichkeit von bösartigen Eingriffen verringert.
	- Instruktion	Alle Personen, die sich im Bauwerk aufhalten, sind über die zu beachtenden Rettungsmassnahmen, die Fluchtwege sowie die Installationen zur Rettung zu instruieren. Dies betrifft insbesondere: - Branderkennung und Alarmierung - Verhalten im Brandfall - Standort der Rettungs- und Löschmittel sowie der Nothilfe- Mittel - Rettungscontainer und - installationen - Fluchtwege - Sammelstelle
	- Arbeit in Druckluft	Bei Arbeiten in Druckluft ist der akustischen und visuellen Kommunikation Rechnung zu tragen (Fenster Schleusentüre). Die Kommunikationsverbindung mit Arbeitsraum und Dekompressionskammern muss bei Belegung jederzeit funktionieren. Siehe dazu EN 12110
Notenergieversorgung		wenn der Ausfall von Schachtoberanlagen, der Beleuchtung, der Lüftung, von Krananlagen oder von Pumpen usw. für die Belegschaft ein nicht verantwortbares Risiko darstellt, sind sie entweder redundant einzuspeisen oder es ist eine Notenergieversorgung vorzusehen.
	- Notbeleuchtung	Flucht- und Rettungswege sowie gewisse weitere Bereiche wie der Arbeitsplatz des Schleusenwarts müssen auch bei Ausfall der normalen Beleuchtung benutzbar bleiben.
	- Notenergieversorgung von Schachtanlagen	Schachtbefahranlagen erfordern im Regelfall eine Notenergieversorgung oder eine redundante Energieversorgung.
	- Notenergieversorgung Rettungscontainer	Die Beleuchtung im Rettungscontainer kann mit Batterie- oder u.U. auch mittels mit Druckluftlampen erfolgen. Die Kühlung im Rettungscontainer muss im Regelfall durch die Druckluftversorgung mit trockener Druckluft gewährleistet werden (erfordert Trinkwasservorrat).
	- Notenergieversorgung Notluft	Die Notluftversorgung der Rettungscontainer muss bei einem Brandfall während der Verlängerung der Versorgungsleitung und bei Ausfall der stationären Druckluftversorgung für mindestens 4 Stunden mit Druckluft aus Flaschen sichergestellt werden.
	- Notenergieversorgung Druckluft	Tagbruch).
	- Notenergieversorgung Lüftung	Bei akutem Erdgaszutritt darf die Frischluftzufuhr je nach Ausmass der Gefährdung nicht unterbrochen werden (Verdünnung der Gaskonzentration).
	- Emissionen der Notenergieversorgung	Im Untertagbereich ist eine Notenergieversorgung so zu gestalten, dass deren Luftversorgung sichergestellt ist und Emissionen abgeleitet werden. Andernfalls ist eine redundante Energieversorgung vorzusehen.
	- Notenergieversorgung elektrischer Installationen	Elektrische Installationen wie Kommunikationseinrichtungen, Gasüberwachungsanlagen und Brandmeldeanlagen sind grundsätzlich mit einer geeigneten Notenergieversorgung auszurüsten.
	- Redundante Einspeisung	Bei der Konzeption einer redundanten Einspeisung ist darauf zu achten, dass die Leitungen und Komponenten örtlich getrennt geführt und angeordnet werden (Brand, Kollision). Es empfiehlt sich, eine der beiden Leitungen ausserhalb des Fahrtraums, z.B. in der Sohle, zu führen.
	Transportsystem und Fluchtwege	
	internes und externes Transportsystem	
	- Innerhalb der Baustelle	Je nach Situation umfasst dieses System den Horizontal-, den Schräg- und den Vertikaltransport. Bei Erschliessung der Baustelle über Zugangsschächte ist die Möglichkeit des Transports von Rettungsfahrzeugen oder Rettungsgeräten zu berücksichtigen.
	- Außerhalb der Baustelle	Die Zufahrt und der Sammelpunkt ist abzusprechen und zu kennzeichnen.
	- Helikopterlandeplatz	Bei schlechter Erreichbarkeit durch professionelle strassengebundene Ereignisdienste sowie bei Druckluftbaustellen hat die Helikopterrettung eine erhöhte Bedeutung.
	- Notversorgung bei Verbruch	Bei einem Verbruch des Tunnels im rückwärtigen Bereich kann die Notversorgung eingeschlossener Personen mit Atemluft, Wasser und Lebensmitteln z.B. über fest installierte Druckluft- oder Wasserleitungen erfolgen.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
	- Transport extern	Der Transport von Verletzten wird im Regelfall durch den Ereignisdienst oder den Helikopter erfolgen. In Randregionen ist diese Versorgung insbesondere bei schlechter Witterung fraglich oder nicht rechtzeitig gewährleistet.
	- Fluchtwege	Es sind geeignete Fluchtwege vorzusehen und freizuhalten. Bei Verrauchung, bei Wassereintritt mit Siphonbildung, bei sehr engen Vortrieben und bei komplexen Tunnelsystemen haben diese eine besondere Bedeutung.
Bergung		Bergung von Verletzten aus umgekippten oder verformten Geräten und Anlagen, bei Verbruch oder aus dem Druckluftbereich
	- Bergungsmaterial allgemein	Bei einer Maschinen- oder Anlagehavarie oder einem Verkehrsunfall mit eingeklemmten Personen muss je nach Situation geeignetes Bergungsmaterial wie Hebekissen und Spreizergeräte zur Verfügung stehen.
	- Bergungsmaterial Schacht	Fachwissen. Bei einer Schacht- Havarie ist damit zu rechnen, dass zur Bergung das Beseitigen / Trennen von grösseren Mengen von Seilen und Stahl erforderlich ist.
	- Bergung bei Verbruch	Die Bergung bei Verbruch erfolgt bei untiefen Untertagebauten direkt von der Oberfläche durch Notgrabungen oder Notbohrungen. Eine Bergung aus dem Bauwerk durch Horizontalbohrungen ist denkbar, jedoch ausserordentlich schwierig.
	- Bergung aus dem Druckluftbereich	Die Bergung ist Bestandteil der Konformitätserklärung der Vortriebsmaschine und ist grundsätzlich in den sicherheitstechnischen Unterlagen der Anlage beschrieben. Die Randbedingungen, die durch den Hersteller gesetzt werden, sind sorgfältig zu studieren und die Massnahmen sind umzusetzen. Siehe dazu EN 12110
	- Bergung von Rückenverletzten	Die Bergung von Rückenverletzten muss in gewissen Situationen vor dem Eintreffen von professionellem Rettungspersonal erfolgen (z.B. bei Gesteinsniederbruch). Das Erkennen sowie die Bergung von Rückenverletzten erfordert spezielle Kenntnisse und spezielles Rettungsmaterial.
Schutzausrüstung		Die Schutzausrüstung umfasst unter anderem Schutzkleidung sowie Atemschutzgeräte
	- Schutzkleidung	Rettungsscouts sowie Personen, die mit besonderen Löschaufgaben betraut werden, sind mit geeigneter Schutzkleidung wie schwer entflammbarer Schutzkombis und geeignetem Schuhwerk auszurüsten.
	- Atemschutzgeräte für Rettung von außen	Im Regelfall kommen Geräte mit einer Verwendungsdauer von 4 Stunden zum Einsatz. Die üblichen Feuerwehr- Atemschutzgeräte mit einer Einsatzzeit von ca. 30 Minuten sind in der Regel für Einsätze untertag nicht geeignet.
	- Sauerstoff-Selbstretter (SSR)	Der SSR dient im Falle einer Verrauchung zur Flucht in einen rauchfreien Bereich wie den Rettungscontainer oder ins Freie. Er dient zur einmaligen Verwendung und ist erst bei Auftreten von Rauch zu öffnen und zu aktivieren (die Sauerstoffproduktion kann nicht unterbrochen werden). Bei der Ausrüstung sind auch Dritte (wie Besucher) zu berücksichtigen.
Rettungsmaterial		Besonderes Material zur Rettung und Bergung
	- Schaufelbahnen, Vakuummatratzen, Fixationskragen	Dieses Rettungsmaterial ermöglicht die sichere Bergung von Verletzten auch bei Rückenverletzungen und aus aus schwierigen Situationen. Es eignet sich auch zur Bergung von Verletzten in Schächten und Gruben und mittels Kran.
	- Lawinenrettungsmaterial	Es ist zu beachten, dass Verschüttete ohne Peilsender kaum Aussicht auf rechtzeitige Rettung haben. Dieses Rettungsmaterial ist mit dem örtlichen Lawinenrettungsdienst abzusprechen.
	- Rettungsmaterial für Drucklufteinsätze	Für Arbeiten unter Druckluft sind insbesondere die speziellen und engen Platzverhältnisse im Bereich der Arbeitskammer und der Druckluftschleuse zu beachten. Dieses Rettungsmaterial muss schleusengängig und drucklufttauglich sein, eine Vertikalbergung ist zu berücksichtigen.
	- Wärmebildkameras	Für Rettungseinsätze in verrauchten Untertagebauten sind Wärmebildkameras unerlässlich. Die Verfügbarkeit solcher Geräte, insbesondere von Helm- Wärmebildkameras, ist beschränkt und ist rechtzeitig mit den Einsatzdiensten zu klären (überregionaler Bezug).
	- CPR-Ausrüstung	Aufgrund der verzögerten externen Hilfeleistung im Untertagebereich bei Herz-Kreislaufproblemen empfiehlt sich die Bereitstellung einer CPR- Ausrüstung zur cardiopulmonalen Reanimation. Mit dieser Massnahme kann die Überlebenschance von betroffenen Personen markant erhöht und der Nachteil der verzögerten Erreichbarkeit durch den Ereignisdienst kompensiert werden.
	- Krankenschleuse bei Arbeiten unter Druckluft	Je nach Risiko und Lage der Baustelle ist eine Krankenschleuse in betriebsbereitem Zustand mit geeignetem Personal für deren Handhabung vorzuhalten.
	- Rettungsmaterial für Verbruch	Für Rettungsarbeiten bei Verbruch ist spezielles Rettungsmaterial erforderlich.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
	- Messgeräte	Handmessgeräte: Mehrgasmessgeräte zur Messung der auf Untertagbaustellen zu erwartenden Gase. Gaswarngeräte: Bei Erdgasgefährdung ist u.U. ein Teil oder die gesamte Belegschaft mit mobilen Gaswarngeräten für explosive Gase ausgerüstet. Für Rettungseinsätze in solchen Bauwerken sind je nach Situation derartige Warngeräte erforderlich. Klimabeurteilung: Bei feuchtwarmen Klimabedingungen ist für den Rettungseinsatz eine Klimabeurteilung erforderlich. Die Erfassung der Parameter erfolgt mit Geräten zur Messung von Temperatur und Feuchtigkeit.
Nothilfe		Im Untertagbau ist die Nothilfe durch externe Einsatzdienste grundsätzlich erschwert und verzögert. Deshalb muss die Nothilfe durch die vor Ort vorhandenen Personen gewährleistet sein. Bis professionelle Rettungssanitäter vor Ort sind, kann es je nach Interventionszeit für die Rettung von aussen recht lange dauern.
	- Nothelfer	Nothelfer verfügen über die nötigen Kenntnisse zur Hilfeleistung bei Verletzungen oder Erkrankungen bis zum Eintreffen des professionellen Einsatzdienstes.
	- Betriebs- resp. Rettungssanitäter	Betriebs- und Rettungssanitäter können auf grossen Baustellen bei Unfällen, bei arbeitsbedingten Erkrankungen (wie hitzebedingte Ereignisse) sowie bei nicht arbeitsbedingten Vorfällen wie Herz- und Kreislaufereignissen eine wichtige Funktion erfüllen. Sie werden auch zur Nothilfe- Ausbildung, zur Begleitung von Verletzten bei Verletztentransporten sowie bei der Überwachung von Hitzearbeiten eingesetzt.
	- Nothilfe Material	Dieses Material soll in Nähe jeder Arbeitsstelle zur Verfügung stehen und soll auf den Umfang und die Art der Arbeiten abgestimmt werden.
	- Ausbildung	Ausbildung für: - Nothelfer - Betriebsanitäter - Nothilfe- und Bergungsmaterial
	- Zusatzausbildung Druckluftarbeiten	Bei Arbeiten unter Druckluft müssen spezielle Kenntnisse der typischen Symptome von Drucklufterkrankung und der zugehörigen Erste- Hilfe- Massnahmen vorhanden sein.
	- Zusatzausbildung Hitzearbeiten	Bei Arbeiten unter feuchtwarmen Klimabedingungen müssen spezielle Kenntnisse der typischen Symptome von Hitzerkrankung und der zugehörigen Erste- Hilfe- Massnahmen vorhanden sein.
	- Anleitungen für die Nothilfe	Beim Nothilfematerial sind schriftliche Anleitungen zur Nothilfe in der Sprache der Anwender bereitzustellen.
Rettungsübungen		Übungen zur Selbstrettung und Übungen mit den Einsatzdiensten
	- Rettungsübungen intern	Übung von Alarmierung, Verhalten im Brandfall, Selbstrettung, Nutzung der Fluchtwege, Nutzung des Rettungscontainers
	- Rettungsübungen mit Einsatzdiensten	zu üben.
Überflutung		Bauliche und organisatorische Massnahmen: Nebst der Personensicherheit ist auch die Sicherung von Sachwerten und die Realisierung des Bauwerks (Fertigstellungstermin) zu beachten. Diese Rahmenbedingungen sind oft für die Aus- und Festlegung der Sicherheitsmassnahmen massgebend.
	- Bauliche Massnahmen	Bauliche Massnahmen wie - Retentionsräume (Mehrtiefe) bei Schächten - Wahl des Gefälles beim Vortrieb - Entlastungsstollen oder -bohrungen bei fallendem Vortrieb - Sandabscheider für Pumpanlagen Es ist zu beachten, dass Pumpanlagen bei Überflutung oft durch Schlamm und Sand zusetzen und damit ihre Funktion nicht erfüllen können.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
	- Technische Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorerkundung - Auslegung und Bemessung der Kapazität von Pumpanlagen bei Erschliessung über Schächte bzw. fallende Zugänge - geeignete Auswahl und Anordnung der Elektroinstallationen - redundante Stromversorgung für Pumpanlagen - Sicherung von querenden Wassertransportleitungen über dem Tunnel - hochliegende Fluchtstege bei siphonartigen Tiefpunkten
Brandfallmaßnahmen		Massnahmen zur Verhinderung der Entstehung eines Brandes sind Teil des Sicherheitskonzepts der Baustelle, nicht Teil des Rettungskonzepts.
	- Brandbekämpfungskonzept	Es ist davon auszugehen, dass der Brand während der Entstehungsphase durch die im Tunnel Beschäftigten bekämpft werden kann und bekämpft werden muss. Es kann kaum davon ausgegangen werden, dass die externen Ereignisdienste den Brandherd im Tunnel rechtzeitig erreichen und den Brand löschen.
	- Feuerlöscher	Bereitstellung und Kontrolle der Feuerlöscher
Brandmeldung		Die Erkennung von Brandherden im einziehenden Luftstrom sowie im rückwärtigen Bereich und in nicht besetzten Tunnelbereichen ist von spezieller Bedeutung. Die Meldung erfolgt an die Leitstelle sowie an die Personen, die den Brand in der Entstehungsphase bekämpfen können (siehe "Alarmierung").
	- Brandmeldung (organisatorisch)	Bei ständig besetzten Vortriebsanlagen erfolgt die Brandmeldung im Regelfall durch die anwesenden Personen. Diese sind entsprechend zu sensibilisieren und zu instruieren, die Weiterleitung der Meldung ist sicherzustellen. Die Meldung erfolgt grundsätzlich durch die Person, die das Ereignis feststellt.
	- Brandmeldung (technisch)	Technische Brandmeldesysteme sind z.B. im Bereich von untertägigen Transformatorenanlagen, Tankanlagen, Werkstätten und Lagerstellen von Brandlasten und gefährlichen Stoffen erforderlich. Es kommen (nebst Temperaturüberwachung wie bei Trafos) u.a. CO- Überwachungsanlagen, Wärmeerkennungskabel und optische Überwachungsanlagen mit automatisierter Bildauswertung in Frage.
Brandlöschmaßnahmen		Dies umfasst alle Massnahmen, die zum Löschen von Bränden (bereits in der Entstehungsphase) erforderlich sind.
	- Brandlöschanlage (semi-)stationär installiert	Selbsttätige Brandlöschanlage (Wassernebel-, Schaum-, u.U. CO2 -Löschanlage) im Bereich konzentrierter Brandlasten (z.B. im TBM- und Nachläuferbereich, in Werkstätten, Tankanlagen, Depots von Brandlasten unter Tag). Wasservorhänge sind u.a. bei maschinellem Vortrieb zur Beschränkung der Verrauchung im Bereich und am Ende des Nachläufers einzusetzen.
	- Brandlöschanlage auf mobilen Maschinen und Geräten	Diese Brandlöschanlagen dienen zur Löschung von entstehenden Bränden im Bereich des Motors, der Hydraulik oder der Elektroanlagen. Es ist zu beachten, dass z.B. Brände im Motorenraum infolge fehlender Zugänglichkeit in der Regel mit Handfeuerlöschern nicht bekämpft werden können.
	- Brandabschaltung von Geräten und Fahrzeugen	Treibstoffsystem. Die Zündung eines solchen Ölnebels führt zu einer starken Stichflamme und raschen Brandausbreitung (Ölbrenner-Effekt). Sobald ein solcher Ölnebel entsteht, soll das Gerät abgeschaltet und das Drucksystem entlastet werden können. Die Bildung von Ölnebeln kann vor der Zündung am Geruch erkannt werden.
	- Feuerlöscher	Es stehen verschiedene Arten von Handfeuerlöschern zur Verfügung
	- Nasslöschposten	Fest oder mobil installierte Löscheinrichtungen mit grösserer Kapazität als Handfeuerlöscher.
	- Löschausbildung	Alle Beschäftigten sind in <ul style="list-style-type: none"> - der Branderkennung - der Brandwirkung - der Brandentwicklung - der Verwendung der vorhandenen Löschmittel auszubilden und praktisch zu instruieren. Die Wirkung und Einsatzgrenzen der Löschmittel sind zu erläutern und von jedem Beschäftigten praktisch zu erproben.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE B - SICHERHEITSMASSNAHMEN (BEISPIELE)

MASSNAHMEN GRUPE	MASSNAHME	ERLÄUTERUNG
	- Löschwasserversorgung	Die Installation einer Löschwasserversorgung im Tunnel ist dann sinnvoll, wenn - die Installation durch die anwesenden Personen genutzt werden kann - eine ausreichende Löschwasserreserve zur Verfügung steht - genügend Druck zur Verfügung steht (steigender Vortrieb) - genügend Abgänge mit Absperrventil und geeigneten Kupplungen zur Verfügung stehen - Löschschläuche rechtzeitig zur Verfügung stehen. Falls diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, kann mit der Wirksamkeit dieser Löschmassnahme nicht gerechnet werden.
	- Wahl der Löschmittel	*** kein Eintrag vorhanden ***
Brandlüftung		Ziel: Flucht- und Rettungswege sollen möglichst rauchfrei gehalten werden. Die Ausbreitung und Verschleppung von Rauchschwaden soll verhindert werden.
	- Brandfallsteuerung der Lüftung	Zur Verhinderung der Rauchausbreitung und -verschleppung muss die Lüftung von einem (oder mehreren) geeigneten Standort aus gesteuert werden können.
	- Absaugung der Rauchschwaden	Brandgasabsaugung beim Betrieb von Verkehrsbauten erfolgen. Es geht dabei - bei der Planung des Bauablaufs - im Regelfall um die Nutzung bestehender Installationen der Baustelle oder um die Berücksichtigung der Nutzung späterer Anlagen bereits in der Bauphase .
	- Rauchfreihaltung	Bei zweirohrigen Tunnelsystemen mit Lüftung im Umluftsystem muss bei einem Brandfall in der Zulufröhre die Lüftung gestoppt werden. Zur Rauchfreihaltung der Abluftröhre (Flucht- und Rettungsweg) muss in dieser ein leichter Überdruck erzeugt werden können. Dies erfordert spezielle Lüftungsinstallationen.
Rauchfreie Zonen		Zum Überleben einer Verrauchung bei einem Einschluss durch Brand sind rauchfreie Zonen erforderlich. Diese müssen rechtzeitig erreicht werden. Eine rauchfreie Zone soll von ständigen Arbeitsplätzen aus nach maximal 500 m Fluchtdistanz erreicht werden können.
	- Rettungscontainer	Der Rettungscontainer wird aufgesucht, wenn eine Flucht ins Freie nicht möglich oder fraglich ist. Er dient bei Sprengvortrieb auch dem Schutz vor Sprengschwaden und sollte möglichst als Aufenthalts- und Pausenraum genutzt werden (Gewöhnung). Er dient grundsätzlich nicht dem Schutz vor direkter Flammenwirkung und Strahlungshitze.
	- Rettungszelt	Bei engen Vortrieben steht u.U. zuwenig Platz zur Verfügung, um einen festen Rettungscontainer zu installieren. In solchen Vortrieben können Rettungszelte eingesetzt werden, die z.B. aus schwer entflammbarem Luttenmaterial gefertigt sind, nur teilweise oder nicht unter Druck stehen und im Brandfall in Betrieb genommen (aufgeblasen) werden.
	- Rettungsstollen	Bei Verkehrstunnels mit Werkleitungskanal unter der Fahrbahn, der bis in den NL einer TBM führt, kann durch geeignete Lüftung (ständige Frischluftversorgung von aussen) eine rauchfreie Zone geschaffen werden, die sich als rauchfreie Zone und Flucht- und Rettungsweg bestens eignet. Es sind Massnahmen vorzusehen, dass der Rettungsstollen auch aus dem rückwärtigen Bereich erreicht werden kann (z.B. provisorische Abgänge mit leichter Abschottung).
	- zweite Röhre	Bei doppelrohrigen Tunnelbauwerken mit ausgebrochenen Querschlägen kann in zweirohrigen Lüftungsabschnitten mit Umluftbetrieb die Gegenröhre als rauchfreie Zone gestaltet werden.
	- Druckluft-Schleusen	Bei Schildvortrieb können die Druckluftschleusen im Brandfall als rauchfreie Zonen genutzt werden. Sie müssen für diesen Zweck im Ereignisfall rasch und sicher erreichbar sein.
	- Steuerkabine TBM	Es empfiehlt sich, die Steuerkabine einer TBM als rauchfreie Zone im Brandfall zu gestalten. Dies kann meist mit einem Anschluss der Steuerkabine an die Druckluftversorgung erreicht werden.
Notluftversorgung		Im Brandfall müssen Personen in der rauchfreien Zone grundsätzlich mit Notluft versorgt werden.
	- Notluftversorgungsleitung	Zur Versorgung des Rettungscontainers mit Notluft ist von aussen her eine geeignete Leitung zu installieren. Diese ist so anzuordnen, dass sie beim Brand einer Maschine möglichst wenig beeinträchtigt wird (geschützt in der Sohle oder in tiefer Lage). Es empfiehlt sich, zu diesem Zweck die normale Druckluftversorgung des Vortriebs einzusetzen.
	- Druckluft-Flaschenversorgung	Hauptluftversorgung. Alternativ zur Druckluftversorgung von aussen können auch sog. autarke Rettungscontainer eingesetzt werden.

DAUB - DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR UNTERIRDISCHES BAUEN
 FSV - ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR
 SIA / FGU - FACHGRUPPE FÜR UNTERTAGBAU, SCHWEIZ

BEILAGE C - LISTE RESTRISIKO (BEISPIELE)

GEFÄHRDUNG	MASSNAHMEN GRUPPE	MASSNAHME	AKZEPTIERTES RESTRISIKO	BEGRÜNDUNG
E.2 Rauch	- Persönliche Schutzausrüstung	- Atemschutzgeräte für Rettung von Außen	- keine Baustellenrettungskräfte mit schwerem Atemschutz	- Restrisiko ist klein. Im Einsatzfall können Einsatzkräfte mit schwerem Atemschutz der Berufsfeuerwehr XY aufgeboten werden (siehe Alarm- und Einsatzplan)
		- Sauerstoff Selbstretter (SSR)	- keine Bevorratung mit SSR auf der Baustelle	- Tunnellänge 250m