Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS

EKAS Richtlinie

Nr. 6514

Richtlinie Untertagarbeiten

vom 29. Oktober 2026

Gesetzes- und Verordnungsänderungen berücksichtigt bis 14. September 2026

EKAS 6514.d – 10.26

Zu dieser Richtlinie

Die Schutzziele dieser EKAS-Richtlinie sind vorwiegend enthalten in:

- Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)
- Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
- Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (BauAV)

Die «Richtlinie für Untertagarbeiten» der EKAS zeigt, wie sich diese Schutzziele erreichen lassen. Wörtlich zitierte gesetzliche Bestimmungen sind durch graue Kästchen gekennzeichnet.

Der Stellenwert der EKAS-Richtlinien ist wie folgt umschrieben:

VUV, Art. 52a Abs. 1–3 Richtlinien der Koordinationskommission

[1] Die Koordinationskommission kann zur Gewährleistung einer einheitlichen und sachgerechten Anwendung der Vorschriften über die Arbeitssicherheit Richtlinien aufstellen. Sie berücksichtigt dabei das entsprechende internationale Recht.

[2] Befolgt der Arbeitgeber solche Richtlinien, so wird vermutet, dass er diejenigen Vorschriften über die Arbeitssicherheit erfüllt, welche durch die Richtlinie konkretisiert werden.

[3] Der Arbeitgeber kann die Vorschriften über die Arbeitssicherheit auf andere Weise erfüllen, als dies die Richtlinien vorsehen, wenn er nachweist, dass die Sicherheit der Arbeitnehmer gleichermassen gewährleistet ist.

Inhalt

1	**Rechtliche Grundlagen**	**6**
2	**Fachunterlagen und Normen**	**7**
3	**Zweck und Geltungsbereich**	**7**
3.1	Zweck	7
3.2	Geltungsbereich	7
3.3	Meldung von Untertagarbeiten	8
4	**Begriffe**	**8**
4.1	Ausbildung	9
4.2	Instruktion	9
4.3	Not-Halt-Schaltung	9
4.4	Sauerstoffselbstretter	9
4.5	Notbeleuchtung	9
4.6	Sprengschwaden	10
4.7	Erdgaswarnanlage	10
4.8	Zutrittserfassungssystem	10
4.9	Fluchtkammer	10
4.10	Schachtbefahranlage	11
4.11	MAK-Werte	11
4.12	Lutte	11
4.13	L1*-Bereich (SIA 118/198)	11
4.14	Frühfestigkeit	12
5	**Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept**	12
5.1	Ausbildung, Instruktion, Information	13
5.2	Gefährdungsermittlung, Risikobeurteilung	14
6	**Brandschutz**	**17**
6.1	Verwendung und Lagerung von brennbaren und explosionsgefährlichen Stoffen	17
6.2	Arbeitsmittel mit Hydrauliksystemen	18
6.3	Fördergurte	19
6.4	Akkumulatoren	19
6.4.1	Allgemeine Hinweise	19
6.4.2	Lithium-Ionen-Akkumulatoren	19
6.5	Feuerlöschmaterial	21

7	**Flucht und Rettung**	**22**
7.1	Allgemeine Anforderungen	23
7.2	Alarm- und Kommunikationseinrichtungen	24
7.3	Flucht- und Rettungswege, sichere Fluchtorte	24
7.4	Rettungs- und Sanitätsmaterial	26
7.5	Warnkleider	26
8	**Beleuchtung / Notbeleuchtung**	**27**
8.1	Beleuchtung	27
8.2	Notbeleuchtung	27
9	**Technische Baustelleninstallationen**	**28**
9.1	Schutzmassnahmen bei technischen Installationen	29
9.2	Schutz bei laufendem Bahn- oder Strassenverkehr	29
9.2.1	Bahnverkehr	30
9.2.2	Strassenverkehr	30
9.3	Redundante Energieversorgung	31
9.3.1	Schachtbefahranlagen	31
9.3.2	Erdgaswarnanlagen	32
9.3.3	Kommunikationseinrichtungen	32
9.3.4	Anlagen zur Erzeugung von Druckluft bei Arbeiten unter Überdruck	32
9.3.5	Lüfter bei Erdgasgefährdung	32
9.3.6	Beleuchtungen	32
9.3.7	Pumpen bei Gefährdung durch geflutete Flucht- und Rettungswege	33
10	**Lüftung, Entstaubung, Kühlung**	**33**
10.1	Lüftungskonzept	34
10.2	Konzeption und Dimensionierung der Lüftung	35
10.3	Installation und Betrieb der Lüftung	35
10.4	Überwachung der Luftqualität	35
10.5	Staub	36
10.6	Minimierung Dieselmotoremissionen	36
10.7	Sprengschwaden	37
10.8	Klimatische Bedingungen	38

11	**Transporte und Verkehr**	**39**
11.1	Transport	39
11.2	Rechtzeitiges Anhalten der Transportmittel	39
11.3	Totmannbremse bei Transportmitteln	40
11.4	Fahrbahnen	40
11.5	Vermeiden von Zusammenstössen	41
11.6	Sicht	42
11.7	Anlagen für den vertikalen Transport	42
11.8	Personentransport	43
11.9	Fusswege	44
11.10	Fahrerlose Transportsysteme (FTS)	44
12	**Vortrieb und Hohlraumsicherung**	**45**
12.1	Planung der Vortriebsmethode und des Tunnelquerschnitts	45
12.2	Sicherungsmassnahmen	46
12.3	Wahl der technischen Installationen zur Ausbruchsicherung	47
12.4	Anforderung an Tunnelbohrmaschinen	47
12.5	Ablösung von gelockerten Gesteinspartien bei Sprengvortrieb	48
12.6	Anforderungen an die zuständige Person vor Ort	49
13	**Verabschiedung**	**50**
	Anhang 1	**51**

1 Rechtliche Grundlagen

Die hier aufgeführten Gesetze und Verordnungen sind nur zum Zeitpunkt der Drucklegung aktuell. Es gilt die jeweils zum Anwendungszeitpunkt rechtsgültige Ausgabe.

- **Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)**
  vom 20. März 1981, SR 832.20 (Stand 1. Januar 2024)
  Nach Artikel 82 Absatz 1 des UVG sind Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

- **Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV)**
  vom 19. Dezember 1983, SR 832.30 (Stand 1. Mai 2018)
  Für Untertagarbeiten enthält die VUV in verschiedenen Artikeln Ausführungsvorschriften zur erwähnten Grundsatzforderung des UVG. Es sind dies namentlich die Artikel 6a, 8, 24, 30, 32a, 33, 34, 41, 42 und 44.

- **Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV)**
  vom 18. Juni 2021, 832.311.141 (Stand am 1. Januar 2024)
  Für Untertagarbeiten enthält auch die BauAV in verschiedenen Artikeln Ausführungsvorschriften zur erwähnten Grundsatzforderung des UVG. Es sind dies namentlich die Artikel 3, 4, 5, 6, 8, 9, 16, 30, 33, 34, 37, 38, 39, 40, sowie 87-101 (8. Kapitel).

- **Verordnung über die sichere Verwendung von Kranen (Kranverordnung)**
  vom 27. September 1999, SR 832.312.15 (Stand am 1. September 2023)

2 Fachunterlagen und Normen

Die relevanten Fachunterlagen und Normen sind im Anhang 1 aufgeführt.

3 Zweck und Geltungsbereich

3.1 Zweck

Diese Richtlinie zeigt, wie die Vorschriften über die Arbeitssicherheit und den Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei der Ausführung von Untertagarbeiten eingehalten werden können. Die Richtlinie dient der einheitlichen, sachgerechten und dem Stand der Technik entsprechenden Anwendung der Vorschriften. Sie berücksichtigt Verfahren, die sich in der Praxis bewährt haben. Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern zeigt sie einen Weg auf, wie sie ihre Verpflichtungen bei der Ausführung von Untertagarbeiten erfüllen können.

3.2 Geltungsbereich

Als Untertagarbeiten im Sinne dieser Richtlinie gelten:

- Bauarbeiten in unterirdischen Bauwerken (wie Tunnel, Stollen, Schächte, Kavernen)
- unterirdische Bauarbeiten zur Gewinnung von Wertstoffen oder zur Verfüllung von Hohlräumen
- Abteufungsarbeiten von Schächten mit mehr als 20 m Tiefe
- Arbeiten in Deckelbauweise
- Arbeiten im Pressvortrieb mit einem Durchmesser grösser als 600 mm
- Arbeiten innerhalb von Tagbautunneln nach der Deckelerstellung

Nicht als Untertagarbeiten im Sinne dieser Richtlinie gelten Bauarbeiten in folgenden unterirdischen Bauwerken:

- Bauwerke von bis zu 35 m Länge mit einem Fluchtweg direkt ins Freie
- Bauwerke von bis zu 35 m Länge mit einem oder mehreren Fluchtwegen in sichere Brandabschnitte
- Bauwerke von bis zu 300 m Länge mit zwei oder mehr unabhängigen

Fluchtwegen direkt ins Freie an einen sicheren Ort, sofern keine Ausbrucharbeiten stattfinden

3.3 Meldung von Untertagarbeiten

BauAV, Art. 87 Meldepflicht

[1] Die Arbeitgeber sind verpflichtet, alle Untertagarbeiten mindestens 14 Tage vor der Ausführung der Suva zu melden.

[2] Von der Meldepflicht ausgenommen sind Kontrollarbeiten und kleinere Unterhaltsarbeiten an und in bestehenden Tunnels.

[3] Die Arbeitgeber müssen die von der Suva zur Verfügung gestellten Formulare benützen.

Meldepflichtig sind alle Untertagarbeiten im Sinne des Geltungsbereichs dieser Richtlinie (Ziffer 3.2). Von der Meldepflicht ausgenommen sind Kontrollarbeiten und Unterhaltsarbeiten mit einer Dauer von weniger als 5 Tagen an und in bestehenden Tunnels. Voraussetzung dafür ist, dass die bestehenden Betriebs- und Sicherheitsinstallationen nicht ausser Betrieb gesetzt werden. Im Zweifelsfall ist die Meldepflicht mit einer Anfrage bei der Suva zu klären.

4 Begriffe

BauAV, Art. 2 Begriffe

In dieser Verordnung bedeuten:

a. *Bauarbeiten:* die Erstellung, die Instandstellung, die Änderung, der Unterhalt, die Kontrolle, der Rückbau und der Abbruch von Bauwerken, einschliesslich der vorbereitenden und abschliessenden Arbeiten, namentlich Arbeiten auf Dächern, Arbeiten an und mit Gerüsten, Arbeiten in Gräben, Schächten und Baugruben, Arbeiten, bei denen Gestein, Kies und Sand abgebaut wird, Arbeiten an wärmetechnischen Anlagen und Hochkaminen, am hängenden Seil, an und in Rohrleitungen, Untertagarbeiten sowie die Steinbearbeitung;

4.1 Ausbildung

Eine «Ausbildung» ist die umfassende Vermittlung theoretischer und praktischer Kenntnisse zu einem bestimmten Thema mit Überprüfung der erforderlichen Kompetenzen.

4.2 Instruktion

Eine «Instruktion» ist eine praktische Anleitung zu einer spezifischen Tätigkeit. Sie erfolgt in der Regel am Arbeitsplatz.

4.3 Not-Halt-Schaltung

Die «Not-Halt-Schaltung» erlaubt es der Person, welche die Maschine bedient, diese im Notfall so rasch als möglich sicher stillzusetzen.

4.4 Sauerstoffselbstretter

«Sauerstoffselbstretter» sind umgebungsluftunabhängige Atemschutzgeräte (Isoliergeräte) für die Selbstrettung im Brandfall. Die Norm EN 13794 reguliert die Herstellung und Prüfung dieser persönlichen Schutzausrüstung.

4.5 Notbeleuchtung

Die «Notbeleuchtung» ist eine Lichtanlage, die sich einschaltet, wenn die Hauptstromversorgung für die primäre Beleuchtung einer Untertagbaustelle gestört ist. Die Versorgung der Notbeleuchtung wird mit Notstromaggregaten sichergestellt oder mit Akkumulatoren, die von der Hauptstromversorgung unabhängig sind.

4.6 Sprengschwaden

Bei «Sprengschwaden» handelt es sich um die gasförmigen Reaktionsprodukte nach der Detonation von Sprengstoffen. Sie sind toxisch, falls nicht genügend verdünnt.

4.7 Erdgaswarnanlage

«Erdgaswarnanlagen» sind Geräte mit Alarmfunktion zur dauernden Überwachung der Erdgaskonzentration während der Arbeit. Diese Geräte werden auf einen bestimmten Alarm- bzw. Interventionswert eingestellt.

4.8 Zutrittserfassungssystem

Das «Zutrittserfassungssystem» erfasst beim Zugang zum unterirdischen Bauwerk oder bei einzelnen Bauabschnitten alle ein- und austretenden Personen.
Dies bezweckt,

- stets zu wissen, wie viele Personen sich unter Tage befinden;
- sicherzustellen, dass sich nicht mehr Personen auf die Untertagbaustelle begeben, als Plätze in den Fluchtkammern vorhanden sind.

Die Kenntnis der Zutrittsinformationen ermöglicht zudem eine zielgerichtete Rettung im Notfall.

4.9 Fluchtkammer

Eine «Fluchtkammer» bietet temporären Schutz im Untertagbereich. Gefährdete Personen können sich bei einem Brandereignis darin zurückziehen. Die Fluchtkammer schützt vor den Brandgasen und ist mit Atemluft versorgt. In der Kammer herrscht Überdruck, der auch im Brandfall bestehen bleibt.

4.10 Schachtbefahranlage

«Schachtbefahranlagen» sind Schachtförder- und Schachttransportanlagen für vertikale Transporte von Material und Personen.

4.11 MAK-Werte

Der «MAK-Wert» (MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration) ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines gas-, dampf- oder staubförmigen Arbeitsstoffes in der Luft, die, nach derzeitiger Kenntnis, in der Regel bei Einwirkung während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und bis 42 Stunden pro Woche, auch über längere Perioden, bei der ganz stark überwiegenden Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten, die Gesundheit nicht gefährdet (Suva-Publikation 1903 «Grenzwerte am Arbeitsplatz» [1]).

4.12 Lutte

Die «Lutte» ist eine luftdichte Röhre meist aus Blech oder Kunststoff, die an Ventilatoren angeschlossen ist. Sie stellt an den unterirdischen Arbeitsplätzen die Frischluftzufuhr, beziehungsweise die Schadstoffverdünnung oder die Abfuhr von Schadstoffen sicher.

4.13 L1*-Bereich (SIA 118/198)

Beim «L1*-Bereich» handelt es sich um die vorderste Arbeitszone hinter dem Bohrkopf einer Tunnelbohrmaschine, wo die erste Ausbruchsicherung im Maschinenbereich vorgesehen ist.

4.14 Frühfestigkeit

Als «Frühfestigkeit» wird die Druckfestigkeit des Betons nach einem bestimmten Zeitraum bezeichnet. Für die Arbeitssicherheit ist bei Spritzbeton die Festigkeitsentwicklung in den ersten Minuten/Stunden massgebend.

5 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept

BauAV, Art. 88 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept (Untertagarbeiten)
Für die Untertagarbeiten sind im Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept nach Artikel 4 namentlich die Massnahmen zur Umsetzung der Artikel 89–101 festzuhalten.

BauAV, Art. 4 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept
[1] Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass vor Beginn der Bauarbeiten ein Konzept vorliegt, in dem die für seine Arbeiten auf der Baustelle erforderlichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmassnahmen aufgezeigt werden. Das Konzept muss namentlich die Notfallorganisation regeln.
[2] Es muss schriftlich oder in einer anderen Form, die den Nachweis durch Text ermöglicht, erstellt werden.

BauAV, Art. 30 Bestehende Anlagen
[1] Vor Beginn der Bauarbeiten muss abgeklärt werden, ob im Arbeitsbereich Anlagen vorhanden sind, durch die Personen gefährdet werden können, namentlich elektrische Anlagen, Verkehrsanlagen, Leitungen, Kanäle, Schächte und Anlagen mit Explosionsgefahr oder gefährlichen Stoffen.

VUV, Art. 6a Anhörung der Arbeitnehmer
[1] Die Arbeitnehmer oder deren Vertretung im Betrieb müssen über alle Fragen, welche die Arbeitssicherheit betreffen, frühzeitig und umfassend angehört werden.
[2] Sie haben das Recht, Vorschläge zu unterbreiten, bevor der Arbeitgeber einen Entscheid trifft. Der Arbeitgeber begründet seinen Entscheid, wenn er den Einwänden und Vorschlägen der Arbeitnehmer oder von deren Vertretung im Betrieb nicht oder nur teilweise Rechnung trägt.

Für jedes Vorhaben ist ein projektspezifisches Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept zu erstellen, gemäss Artikel 4 und 88 der Bauarbeitenverordnung.

Formell kann es wie folgt aufgebaut werden:

- nach den 10 Elementen des Sicherheitssystems nach ASA (Sicherheitsleitbild und Sicherheitsziele, Sicherheitsorganisation, Ausbildung, Instruktion und Information, Sicherheitsregeln, Gefährdungsermittlung und Risikobeurteilung, Massnahmenplanung und -realisierung, Notfallorganisation, Mitwirkung, Gesundheitsschutz, Kontrolle und Audit)
- nach Vorlagen, die im Rahmen der Branchenlösungen zur Verfügung gestellt werden
- mit Bezugnahme auf die Betriebsorganisation:
  Voraussetzung dafür ist, dass beim Projekt vorwiegend Standardarbeitsprozesse umgesetzt werden, für die ein betriebsinternes Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept besteht. In diesem Fall kann sich das projektspezifische Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept auf das betriebsinterne abstützen. Folgende Aspekte sind zusätzlich zu regeln beziehungsweise zu spezifizieren:
  – Projektbeschrieb
  – Sicherheits- und Notfallorganisation
  – Erforderliche Ausbildungen gemäss Artikel 8 der VUV
  – baustellenspezifische Regeln
  – erforderliche Massnahmen zum Schutz vor Gefährdungen gemäss Ziffer 5.2 dieser Richtlinie
  – Sicherheitsinstallationen
  – Lüftungskonzept

5.1 Ausbildung, Instruktion, Information

VUV, Art. 6 Information und Anleitung der Arbeitnehmer

[1] Der Arbeitgeber sorgt dafür, dass alle in seinem Betrieb beschäftigten Arbeitnehmer, einschliesslich der dort tätigen Arbeitnehmer eines anderen Betriebes, ausreichend und angemessen informiert und angeleitet werden über die bei ihren Tätigkeiten auftretenden Gefahren sowie über die Massnahmen der Arbeitssicherheit. Diese Information und Anleitung haben im Zeitpunkt des Stellenantritts und bei jeder wesentlichen Änderung der Arbeitsbedingungen zu erfolgen und sind nötigenfalls zu wiederholen.

[3] Der Arbeitgeber sorgt dafür, dass die Arbeitnehmer die Massnahmen der Arbeitssicherheit einhalten.

VUV, Art. 8 Vorkehren bei Arbeiten mit besonderen Gefahren

[1] Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit besonderen Gefahren nur Arbeitnehmern übertragen, die dafür entsprechend ausgebildet sind. Wird eine gefährliche Arbeit von einem Arbeitnehmer allein ausgeführt, so muss ihn der Arbeitgeber überwachen lassen.

Alle beteiligten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sind vor Arbeitsbeginn in verständlicher Form und stufengerecht über die auf der Baustelle bestehenden Gefährdungen sowie die notwendigen Schutzmassnahmen, Sicherheitsinstallationen, Arbeitsanweisungen und die Notfallorganisation zu instruieren.

Bei Untertagarbeiten sind insbesondere folgende Aspekte vertieft zu instruieren:

Brandschutz

- korrekte Lagerung und Verwendung von brennbaren Materialien
- korrekter Einsatz von Brandlöscheinrichtungen wie Handfeuerlösch- oder Brandlöschstationen und semiautomatische Brandlöschanlagen

Flucht und Rettung

- korrekte Verwendung von Rettungseinrichtungen
- Bergung von Verunfallten unter Verwendung der korrekten Transportmittel entlang des Rettungsweges und die Erste Hilfe

Lüftung

- Funktionsweise der Lüftung und die vorgesehenen Massnahmen zur Vermeidung oder Reduktion von Luftschadstoffen

Arbeitsmittel und Verkehr

- sichere Bedienung von Baumaschinen und Arbeitsmitteln:
  Der Ausbildungs- und Instruktionsbedarf dazu ergibt sich aus der Arbeitsvorbereitung zu den vorgesehenen Arbeitsprozessen. Die Suva führt eine Liste der ausbildungspflichtigen Tätigkeiten (Arbeiten mit besonderen Gefahren) auf der Webseite «Ausbildung für Arbeiten mit besonderen Gefahren» [2].
- baustellenspezifische Verkehrsregeln (zum Beispiel zum vorbeifahrenden Verkehr oder Baustellenverkehr)

Instandhaltung

- Instandhaltungsarbeiten an den Gleichstrom-Hochvoltsystemen der Baumaschinen (Hochvoltzertifizierung)

5.2 Gefährdungsermittlung, Risikobeurteilung

Bei der Gefährdungsermittlung und Risikobeurteilung gilt es insbesondere folgende Gefährdungen zu beachten:

- Gefährdungen durch Naturereignisse, die Personen einschliessen oder einen Ausfall von sicherheitsrelevanten Einrichtungen verursachen können. Zum Beispiel: Lawinen, Eisschlag, Steinschlag, Murgang, Hochwasser (Siphon- oder Schachtsituationen), Blitzschlag und Wind
- Gefährdungen durch Baustellenereignisse wie Niederbruch, Verbruch, Bergschlag, Wassereinbruch, Explosionen, Brände, Rauch
- Gefährdungen im Zusammenhang mit Transporten
- Gefährdungen durch besonders gesundheitsgefährdende Stoffe wie Asbest (enthalten im Fels oder in den Bauteilen/Baustoffen des unterirdischen Bauwerks, Gefährdungsermittlung gemäss EKAS-Richtlinie 6503 «Asbest» [3]), PCB, Radon, chemische Altlasten, Quarzstaub, eingesetzte Chemikalien, Sprenggase, Dieselmotoremissionen, arbeitstechnische Stäube, leichtflüchtige organische Verbindungen
- ungünstige klimatische Bedingungen, z. B. aufgrund hoher Felstemperatur, Maschinenabwärme, grosser Luftgeschwindigkeiten, grossen Wasseranfalls

- Gefährdungen durch Erdgas, sofern dessen Vorhandensein nicht ausgeschlossen werden kann. Ausführliche Erläuterungen dazu siehe Suva-Publikation 66102 «Erdgas bei Untertagarbeiten» [4]
- Gefährdungen im Zusammenhang mit bestehenden Anlagen wie Wasserkraftwerken, Kabel- oder Gasleitungen, Werkleitungen
- Gefährdungen im Zusammenhang mit Arbeiten im Überdruck
- Gefährdungen durch besondere Arbeitsmittel wie Tunnelbohrmaschinen (TBM), Monorail, Schachttransportanlagen usw.
- Gefährdungen durch Arbeiten bei laufendem Bahn- oder Strassenverkehr

Die verbleibenden Risiken (Restrisiken) sind zu beurteilen und die erforderlichen Massnahmen umzusetzen. Ausführliche Informationen dazu bietet die Suva-Webseite «Sicher arbeiten bei Untertagarbeiten» [5] (Das Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept – Kernelement bei Untertagarbeiten).

6 Brandschutz

BauAV, Art. 34 Explosions- und Brandgefahr

[1] Um Explosionen und Brände zu verhüten und in Explosions- und Brandfällen allfällige Folgen für die Gesundheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu vermeiden, sind geeignete Massnahmen zu treffen.

[2] Arbeiten, bei denen Brandgefahr besteht, sind so zu planen und auszuführen, dass die Arbeitsplätze im Brandfall gefahrlos verlassen werden können.

[3] Löschmittel und Löscheinrichtungen, die den möglichen Brandstoffen angepasst sind, müssen in unmittelbarer Nähe zur Verfügung stehen.

BauAV, Art. 93 Explosions- und Brandgefahr

Verbrennungsmotoren, die mit Treibstoffen mit niedrigem Flammpunkt betrieben werden, wie Benzin- und Flüssiggasmotoren dürfen untertags nicht eingesetzt werden.

VUV, Art. 29 Zündquellen

[1] Arbeitsmittel in brand- oder explosionsgefährdeten Bereichen müssen so gestaltet sein und so verwendet werden, dass sie keine Zündquellen darstellen und dass sich keine Stoffe entzünden oder zersetzen können.

[2] Gegen elektrostatische Aufladungen sind die notwendigen Sicherheitsmassnahmen zu treffen.

6.1 Verwendung und Lagerung von brennbaren und explosionsgefährlichen Stoffen

Die gesetzlichen Anforderungen gelten als erfüllt, wenn insbesondere folgende Regeln eingehalten werden:

- Baustoffe mit niedrigerer Brandgefährdung und besseren Brandschutzeigenschaften anderen Materialien vorziehen. Ebenso Arbeitsvorgänge ohne offene Flamme. Möglichst schwer brennbare Materialien einsetzen, die keine giftigen, ätzenden Rauchgase abgeben (zum Beispiel für Kabelanlagen).
- Brennbare Flüssigkeiten mit einem ausreichend hohen Flammpunkt über der Umgebungs- bzw. Verarbeitungstemperatur einsetzen. Die notwendige Differenz beträgt bei reinen brennbaren Flüssigkeiten 5 °C, bei Gemischen

15 °C. Bei brennbaren Flüssigkeiten mit Flammpunkt unter 30 °C sind in der Regel Explosionsschutzmassnahmen zu treffen.

- Keine entzündbaren, leicht brennbaren Feststoffe im Untertagbereich verwenden oder lagern.
- Explosionsgefährliche Stoffe wie Flüssiggas oder Sprengstoffkomponenten und brennbare Stoffe wie Öle, Fette, Ankerharz, brennbare Isolationsmaterialien oder auch Diesel im Untertagbereich nur in Mengen mitführen, die für den Schichtbedarf erforderlich sind. Diese Stoffe an einem sicheren Ort lagern, wenn möglich ausserhalb des Untertagbereichs. Andernfalls sind besondere Schutzmassnahmen oder Massnahmen wie Brandmelde- und Löschsysteme oder Massnahmen für den Explosionsschutz zu installieren.
- Freiliegende Flächen von brandgefährlichen Baustoffen (z. B. Abdichtungsfolien) auf das arbeitstechnisch erforderliche Minimum reduzieren.
- Bei der Verarbeitung dieser Stoffe die von der Herstellerin vorgesehenen Brandschutzmassnahmen treffen.
- Abfallbehälter soweit möglich mit einem Deckel schliessen und regelmässig leeren.

6.2 Arbeitsmittel mit Hydrauliksystemen

Die gesetzlichen Anforderungen gelten als erfüllt, wenn insbesondere folgende Massnahmen umgesetzt werden:

- Schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeit verwenden, wo der Stand der Technik dies vorgibt.
- Not-Halt-Schaltung einsetzen, die eine Abtrennung der Energiezufuhr (Hydrauliksystem drucklos machen) sicherstellt, ausser für die Sicherheitsfunktionen. Der Einsatz einer Not-Halt-Schaltung, die auf die Hydraulik wirkt, darf keine gefährlichen Zustände an der Maschine erzeugen. Die Herstellerin der Maschine definiert die Wirkung der Not-Halt-Schaltung anhand einer Risikobeurteilung.
- Integriertes Brandmelde- und Löschsystem einsetzen (selbstauslösend oder über Taster manuell auslösbar nach Brandalarm).

Die Suva-Webseite «Bekämpfung von Bränden an Hydraulikanlagen bei Untertagarbeiten» [6] enthält weiterführende Informationen dazu.

6.3 Fördergurte

Es sind Fördergurte einzusetzen, die nicht in Brand geraten und die einen Brand nicht weiterleiten gemäss den Vorgaben von Artikel 34 der Bauarbeitenverordnung. Detaillierte Informationen dazu sind der Suva-Webseite «Brandschutzanforderungen für Fördergurte bei Untertagarbeiten» [7] zu entnehmen.

6.4 Akkumulatoren

6.4.1 Allgemeine Hinweise

Beim Einsatz aller Arten von Akkumulatoren sind insbesondere die Herstellerangaben zum Brandverhalten zu beachten.

Beim Laden von konventionellen Bleiakkumulatoren sind Lüftungsmassnahmen zu treffen, um die Ansammlung von Knallgas zu verhindern.

6.4.2 Lithium-Ionen-Akkumulatoren

6.4.2.1 Kleine Akkumulatoren

Als «kleine» Akkumulatoren gelten Akkumulatoren in handgehaltenen Maschinen und tragbare Akkumulatoren. Die Kapazität reicht bis 2 kWh. Dies betrifft Geräte wie Funkfernsteuerungen, Vermessungsgeräte, Telefone, Funkgeräte, handgehaltene Maschinen, tragbare Batteriepakete (Generatorenersatz).

Beim Einsatz solcher Akkumulatoren mit problematischem Brandverhalten (Gruppe mit leicht entflammbarer Zellchemie) ist stets sicherzustellen, dass im Brandfall keine Ausbreitung auf Brandlasten in der Umgebung möglich ist. Diese Akkumulatoren können bei Untertagarbeiten eingesetzt werden, wenn den betroffenen Personen im Brandfall eine Fluchtmöglichkeit und der Einsatz von Atemschutz (Sauerstoffselbstretter) zur Verfügung stehen. Wenn der Einsatz von Löschmitteln wie Löschboxen und Löschkissen vorgesehen wird, setzt dies speziell geschultes und trainiertes Personal voraus.

Grundsätzlich empfiehlt sich auch bei kleinen Akkumulatoren die Wahl einer schwer entflammbaren Zellchemie, wenn die jeweiligen Geräteherstellerdies anbieten.

6.4.2.2 Grosse Akkumulatoren

Als «grosse» Akkumulatoren gelten Akkumulatoren mit einer Kapazität von mehr als 2 kWh, die in fahrbare oder stationäre Arbeitsmittel eingebaut sind.

Bezüglich Zellchemie und Brandverhalten sind folgende Punkte zu beachten:

- Akkumulatoren, die erst bei höheren Temperaturen thermisch durchgehen können und durch mechanische Beschädigung nur schwer in Brand geraten, gelten als inhärent sicher.
- Akkumulatoren, deren einzelne Zellen bei tiefen Temperaturen thermisch durchgehen können, sind so zu bauen, dass beim thermischen Durchgehen einer einzelnen Zelle der Brand inner- und ausserhalb desselben Zellpakets nicht weitergeleitet wird. Nach dem Abbrennen einer einzelnen Zelle oder eines einzelnen Moduls muss das Brandereignis stoppen.

Arbeitsmittel mit grossen Akkumulatoren dürfen bei Untertagarbeiten eingesetzt werden, wenn die Verwendung bei Untertagarbeiten von der Herstellerin vorgesehen ist. Insbesondere sind die oben aufgeführten Anforderungen an das Brandverhalten einzuhalten und von der Herstellerin zu bestätigen.

Der Betrieb vereinbart mit der Herstellerin die Mindestanforderungen an den Brandschutz der Akkumulatoren. Die Herstellerin der Maschine definiert die Notfallmassnahmen.

6.4.2.3 Laden der Akkumulatoren

Für kleine Akkumulatoren sind die Herstellerangaben bezüglich der Anordnung der Ladestationen zu beachten. Insbesondere ist genügend Abstand zwischen den Stationen und zu Brandlasten einzuhalten, damit sich ein allfälliger Brand nicht ausbreiten kann.

Für grosse Akkumulatoren erfolgt das Laden grundsätzlich über Tage. Wo aus logistischen Gründen das Laden der Akkumulatoren unter Tage erforderlich ist, sind in Absprache mit der Herstellerin Brandschutzmassnahmen für ein sicheres Laden zu treffen.

6.5 Feuerlöschmaterial

Um die Gesundheit der Arbeitnehmenden zu schützen, ist im Brandfall zu gewährleisten, dass ein entstehender Brand unmittelbar und mit geeigneten Mitteln gelöscht werden kann. Mit folgenden Massnahmen kann dieses Ziel erreicht werden:

- Bei Arbeiten an und mit brennbaren Materialien, bei denen die Gefahr besteht, dass ein Brand ausgelöst werden kann, sind in unmittelbarer Nähe (10 m) Feuerlöschgeräte bereitzustellen. Ebenso sind auf allen Baumaschinen und Fahrzeugen Handfeuerlöschgeräte zu platzieren. Der Zugriff auf die Löschgeräte hat einfach und schnell erfolgen zu können. Für Untertagarbeiten sind gegebenenfalls Schaumlöscher mit Frostschutz anderen Löschgeräten vorzuziehen. Pulverlöschgeräte sind in der Regel nicht geeignet in geschlossenen Räumlichkeiten.
- Bei umfangreichen Werkplätzen (z. B. unterirdisch installierte Werkstattcontainer, Werkstatt auf der Tunnelbohrmaschine) sind Feuerlöscheinrichtungen mit grösserer Kapazität z. B. mobile oder fixe Brandlöschstationen oder Wasserzapfstellen einzurichten.
- Bei Installationen mit erhöhten Brandrisiken wie Tankanlagen, Trafostationen, brennbaren Materialdepots unter Tage sind Brandmelde- und Brandlöschsysteme einzurichten.
- Die Anschlusskupplungen der Brauchwasserleitungen, deren Abstände und der notwendige Betriebsdruck sind mit der örtlichen Feuerwehr abzustimmen.
- Brennbare Baugruppen von mobilen und stationären Baumaschinen (wie Dieselantriebe) sowie Elektroinstallationen (Leistungselektrik) sind mit einem integrierten Brandmelde- und Löschsystem auszurüsten (selbstauslösend oder über Taster manuell auslösbar nach Brandalarm).
- Zur Bewältigung allgemeiner sowie nachzündender Brände sind in der Nähe von mobilen und stationären Baumaschinen sowie Elektroinstallationen Handfeuerlöscher geeigneter Kapazität und mit geeignetem Löschmittel bereitzuhalten.

7 Flucht und Rettung

BauAV, Art. 4 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept

[1] Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass vor Beginn der Bauarbeiten ein Konzept vorliegt, in dem die für seine Arbeiten auf der Baustelle erforderlichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmassnahmen aufgezeigt werden. Das Konzept muss namentlich die Notfallorganisation regeln.

[2] Es muss schriftlich oder in einer anderen Form, die den Nachweis durch Text ermöglicht, erstellt werden.

BauAV, Art. 8 Rettung von Verunfallten

[1] Es muss gewährleistet sein, dass Verunfallte gerettet werden können.

[2] Den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern sind die Notrufnummern der Rettungsdienste, wie Ärztin oder Arzt, Spital, Ambulanz, Polizei, Feuerwehr und Helikopter, der nächsten Umgebung in geeigneter Form bekannt zu geben.

BauAV, Art. 73 Einsatz von Treppen und Leitern

[1] Für den Zugang zu Baugruben, in Gräben und in Schächten müssen sichere Arbeitsmittel, namentlich Treppen, eingesetzt werden. Die Treppen müssen im vertikalen Abstand von maximal 5 m mit Zwischenpodesten unterbrochen sein.

[2] Anstelle von Treppen dürfen Leitern eingesetzt werden:

a. für den Zugang zu Baugruben: bis zu einer Tiefe von 5 m und wenn aus technischen Gründen keine Treppen eingesetzt werden können;
b. in Gräben und Schächten: bis zu einer Tiefe von 5 m.

VUV, Art. 20 Fluchtwege

[1] Arbeitsplätze, Räume, Gebäude und Betriebsgelände müssen bei Gefahr jederzeit rasch und sicher verlassen werden können. Verkehrswege, die bei Gefahr als Fluchtwege dienen, sind zweckmässig zu kennzeichnen und stets freizuhalten.

[2] Als Fluchtweg gilt der kürzeste Weg, der Personen zur Verfügung steht, um von einer beliebigen Stelle in Bauten und Anlagen ins Freie an einen sicheren Ort zu gelangen.

7.1 Allgemeine Anforderungen

Die **Notfallorganisation** ist so einzurichten, dass Flucht und Rettung der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer jederzeit gewährleistet sind. Insbesondere sind zusätzlich zu den Brandgefahren objektspezifische Gefährdungen wie Wassereinbruch, Gaseintritt, Niederbruch, Chemie- oder Sprengunfall, Stromausfall, Naturgefahren im Portalbereich zu berücksichtigen.

Das Zutrittserfassungssystem hat zuverlässig zu funktionieren. Es ermöglicht in Notsituationen, insbesondere im Brandfall, die Anzahl aller Personen festzustellen, die sich noch unter Tage oder in einem bestimmten Erfassungsabschnitt befinden. So kann eine zielgerichtete Rettung organisiert werden. Ausserdem soll die Zutrittserfassung sicherstellen, dass sich nicht mehr Personen auf die Untertagbaustelle begeben, als Plätze in Fluchtkammern vorhanden sind.

Im Brandfall ist die Lüftung so zu steuern, dass Flucht- oder Interventionswege rauchfrei gehalten, Rauchgase verdünnt oder abgesaugt oder einzelne Lüftungsabschnitte stillgelegt werden können. Die **Brandfallsteuerung der Lüftung** ist Bestandteil des Lüftungskonzeptes.

Mit den örtlich zuständigen Notfall- und Rettungsdiensten ist insbesondere zu klären, ob deren Bergungs- und Interventionsmittel in Ergänzung zu den auf der Baustelle zur Verfügung gestellten Mitteln für alle möglichen Notfallszenarien ausreichen. Allenfalls sind in **Absprache mit den Rettungsdiensten** weitere Massnahmen verbindlich vorzusehen.

Sicherheitspläne informieren über die installierten Notfalleinrichtungen damit in einem Notfall Rettung und Intervention geplant werden können. Zudem dienen sie der **Instruktion der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer** und erleichtern die **Kontrolle und Wartung** der Notfalleinrichtungen. Mit regelmässigen internen **Übungen** sowie Übungen mit den örtlich zuständigen Notfall- und Rettungsdiensten ist die Wirksamkeit der Notfallorganisation nachzuweisen.

7.2 Alarm- und Kommunikationseinrichtungen

Flucht und Rettung sind in einem Notfall möglichst schnell einzuleiten. Dies wird erreicht, wenn:

- die gefährdeten Personen durch einen akustischen und/oder optischen Alarm gewarnt werden können;
- die Kommunikation so organisiert ist, dass von jeder Arbeitsstelle und von allen vorgesehenen Fluchtorten aus jederzeit eine sichere Sprechverbindung an eine permanent besetzte Stelle über Tage hergestellt werden kann;
- die Kommunikationseinrichtung eine redundante Energieversorgung besitzt oder wenn ein zweites, unabhängiges Kommunikationssystem eingerichtet ist;
- feste Kommunikationsanlagen gut sichtbar signalisiert sind;
- die Notrufnummern bei festen Kommunikationsanlagen in geeigneter Form angeschlagen sind oder bei Verwendung von mobilen Kommunikationsgeräten stets durch jede Person mitgeführt werden.

7.3 Flucht- und Rettungswege, sichere Fluchtorte

Die Flucht- und Rettungswege bei Untertagarbeiten sind lang und können je nach Ereignisszenario und trotz aller Vorkehrungen versperrt sein. Zudem ist die Intervention von aussen schwierig und benötigt viel Zeit. Daher nimmt die Bedeutung der Selbstrettung mit der Länge und der Schwierigkeit des Zugangs zum Arbeitsplatz zu.

Ist eine Flucht an einen sicheren Ort ins Freie nicht immer gewährleistet, sind weitergehende Massnahmen vorzusehen.

Die Anforderungen an Flucht- und Rettungswege, zur Selbstrettung oder Rettung von aussen sind insbesondere erfüllt, wenn die Flucht- und Rettungswege:

- möglichst kurz sind;
- stets freigehalten und sicher begangen werden können;
- nur abgesperrte oder signalisierte Niveauunterschiede aufweisen (z. B. Gräben, Absätze, Schächte, Pumpensümpfe);
- genügend beleuchtet sind (siehe Ziffer 8.1);
- mit einer zweckmässigen Signalisation gekennzeichnet sind;

- in Schächten über zweckmässige geeignete Anlagen führen, wie Treppen- oder Aufzugsanlagen.

Mit einer Gefährdungsanalyse ist zu bestimmen, ob für die Selbstrettung **Sauerstoffselbstretter** vorzusehen sind. Die Notwendigkeit für Sauerstoffselbstretter besteht insbesondere, wenn Brandlasten vorhanden sind und:

- Personal aufgrund eines Brandereignisses eingeschlossen werden kann;
- die Arbeitsplätze und Fluchtwege verraucht werden können, bevor das Personal einen sicheren Fluchtort erreichen kann (z. B. bei langen oder engen Fluchtwegen, grossen Steigungen, hohen Luftgeschwindigkeiten, bei vertikalen Schächten).

Für die Bestimmung der maximal zugelassenen Fluchtweglängen sind die örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen, die einen Einfluss auf die Fluchtgeschwindigkeit der Personen haben können. Die maximal angenommene Fluchtgeschwindigkeit während der Benützung von Sauerstoffselbstrettern darf 40 m/min nicht überschreiten.

Die ungebrauchten Sauerstoffselbstretter sind vom Personal stets mitzutragen oder schnell greifbar in unmittelbarer Nähe zum Arbeitsplatz (max. 10 m) zu deponieren. Zusätzliche Sauerstoffselbstretter sind in Fluchtkammern und in Mannschaftstransportmitteln zu deponieren.

Besteht die Gefahr, dass Personal bei Untertagarbeiten aufgrund eines Brandereignisses eingeschlossen werden kann, sind grundsätzlich Fluchtkammern vorzusehen. Werden in diesem Fall keine Fluchtkammern vorgesehen, haben Arbeitgebende dies zu begründen, basierend auf einer Gefährdungsanalyse. Zudem ist aufzuzeigen, welche gleichwertigen Massnahmen stattdessen umgesetzt werden. Die Sicherheitsanforderungen an Fluchtkammern gelten als erfüllt, wenn die Vorgaben gemäss Empfehlungen des DAUB (Deutscher Ausschuss für Unterirdisches Bauen) für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen [8] eingehalten werden.

7.4 Rettungs- und Sanitätsmaterial

Die Anforderungen an die Erste Hilfe und an die Rettungsmassnahmen sind insbesondere erfüllt, wenn:

- die Erstversorgung in der Nähe des Arbeitsplatzes erfolgen kann, z. B. durch die Platzierung von Sanitätsmaterial und die Möglichkeit zur Augenspülung bei den Arbeitsplätzen;
- Verletzte dem Stand der Rettungstechnik entsprechend gesichert transportiert werden können.

7.5 Warnkleider

BauAV, Art. 101 Warnkleider
Die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer müssen Warnkleider nach Artikel 7 tragen, die den ganzen Körper bedecken.

Als ausreichend gelten Warnkleider, die den Torso, die Beine und mindestens die Oberarme bedecken.

Warnkleider dienen nicht nur der Sichtbarkeit im Verkehr, sondern z. B. auch der Sichtbarkeit bei verrauchter Umgebung. Die Warnkleidung erleichtert das Auffinden von Personen in einer unbeleuchteten oder verrauchten Umgebung.

Die Funktionalität der Warnkleider ist durch eine regelmässige Pflege (Reinigung, Reparatur oder Ersatz) zu gewährleisten.

Bei der Beschaffung von Warnkleidern ist nebst dem Tragkomfort und der Funktionalität vor allem dem Verhalten des Materials bei Kontakt mit Funken und Flammen sowie der Brennbarkeit Rechnung zu tragen.

8 Beleuchtung / Notbeleuchtung

BauAV, Art. 38 Beleuchtung
Arbeitsplätze und Verkehrswege müssen über eine ausreichende Beleuchtung verfügen.

BauAV, Art. 94 Beleuchtung
Untertagarbeiten dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine Notbeleuchtung installiert ist oder wenn jede Person eine Lampe mitführt.

8.1 Beleuchtung

Die Anforderungen an die Mindestbeleuchtungsstärke sind insbesondere erfüllt, wenn:

- Aufenthalts- und Sanitätsräume mit einer Mindestbeleuchtungsstärke von 300 Lux beleuchtet sind;
- alle Arbeitsstellen, Verkehrs- und Fluchtwege im Arbeitsbereich, Bahnhöfe, Kreuzungspunkte, Engpässe, Ausweichstellen, Anlagen für Wagenmanöver usw. mit einer Mindestbeleuchtungsstärke von 60 Lux beleuchtet sind;
- Verkehrswege im rückwärtigen Bereich mit einer Mindestbeleuchtungsstärke von 10 Lux beleuchtet sind.

Die Beleuchtungsstärke Lux beschreibt den Lichtstrom, der auf die beleuchtete Fläche auftrifft. Sie kann mit einem Luxmeter gemessen werden.

8.2 Notbeleuchtung

Das Schutzziel wird erreicht, wenn eine Notbeleuchtung eingerichtet wird, die das Erreichen eines sicheren Fluchtorts sicherstellt, falls die Tunnelbeleuchtung ausfällt. Die Notbeleuchtung hat länger zu funktionieren, als für die Flucht benötigt wird, mindestens aber 30 Minuten.

Die Notbeleuchtungsstärke (gemessen 0,2 m über dem Boden) darf folgende Werte nicht unterschreiten:

- auf Flucht- und Rettungswegen 1 Lux
- an Arbeitsplätzen mit besonderer Gefährdung 15 Lux

Auf die Installation einer Notbeleuchtung kann verzichtet werden, wenn die Notbeleuchtung durch netzunabhängige Fahrzeuge sichergestellt wird oder alle Mitarbeitenden eine Lampe mitführen.

9 Technische Baustelleninstallationen

BauAV, Art. 3 Planung von Bauarbeiten

[1] Bauarbeiten müssen so geplant werden, dass das Risiko von Berufsunfällen, Berufskrankheiten oder Gesundheitsbeeinträchtigungen möglichst klein ist und die notwendigen Sicherheitsmassnahmen, namentlich bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

BauAV, Art. 89 Redundante Energieversorgung

Es ist eine redundante Energieversorgung einzurichten, um sicherzustellen, dass folgende Anlagen jederzeit mit Energie versorgt werden:

a. Schachtbefahranlagen;
b. Erdgaswarnanlagen;
c. Kommunikationseinrichtungen;
d. Anlagen zur Erzeugung von Druckluft bei Arbeiten unter Überdruck;
e. Lüfter bei Erdgasgefährdung;
f. Beleuchtungen;
g. Pumpen bei Gefährdung durch geflutete Flucht- und Rettungswege.

VUV, Art. 24 Grundsatz

[1] In den Betrieben nach dieser Verordnung dürfen nur Arbeitsmittel eingesetzt werden, die bei ihrer bestimmungsgemässen Verwendung und bei Beachtung der gebotenen Sorgfalt die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht gefährden.

[2] Die Anforderung nach Absatz 1 gilt insbesondere als erfüllt, wenn der Arbeitgeber Arbeitsmittel einsetzt, welche die Bestimmungen der entsprechenden Erlasse für das Inverkehrbringen einhalten.

[3] Arbeitsmittel, für die keine solchen Erlasse bestehen, müssen mindestens die Anforderungen nach den Artikeln 25–32 und 34 Absatz 2 erfüllen. Dasselbe gilt für Arbeitsmittel, die vor dem 31. Dezember 1996 erstmals eingesetzt worden sind.

9.1 Schutzmassnahmen bei technischen Installationen

BauAV, Art. 97 Schutz von technischen Installationen sowie Lager von Gefahrstoffen
Technische Installationen wie Lüftungen und Frischluftzufuhr sowie Lager von Gefahrstoffen, die bei Beschädigung zur Gefährdung von Personen führen können, sind zu schützen.

Grundlage für die Definition von Schutzmassnahmen ist die Beurteilung von Gefahren und deren Verhältnis zur unmittelbaren Gefährdung von Personen bei Schäden an bestimmten Anlagen.

Der in der Bauarbeitenverordnung geforderte Schutz wird zum Beispiel erreicht, wenn:

- folgende Einrichtungen möglichst ausserhalb des Kollisionsbereichs von Fahrzeugen und dem Einflussbereich von Bränden verlegt sind oder über einen Anfahrschutz verfügen:
  – Starkstromkabel, Tankeinrichtungen, Elektro-Ladestationen
  – unter Druck stehende Leitungen (wie Druckluftleitungen) oder Leitungen mit einem hohen Volumenstrom (wie Kühlwasserleitungen und Bentonitleitungen)
  – Kommunikationseinrichtungen, Löschwasserleitungen und andere für die Notfallbewältigung notwendigen Installationen
- elektrische Transformatoren, Windkessel und Lager von Gefahrenstoffen sowie unterirdische Sprengstofflager zusätzlich so installiert und gesichert sind, dass sie gegen Anfahren durch Fahrzeuge geschützt sind.

9.2 Schutz bei laufendem Bahn- oder Strassenverkehr

BauAV, Art. 95 Arbeiten in Tunnels bei laufendem Bahn- oder Strassenverkehr
Für die Dauer der Arbeiten in Tunnels bei laufendem Bahn- oder Strassenverkehr ist durch geeignete Massnahmen sicherzustellen, dass keine Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer durch vorbeifahrende Züge oder Fahrzeuge gefährdet werden.

Dieses Schutzziel kann insbesondere durch eine situationsangepasste Geschwindigkeitsreduktion beim Bahn- oder Strassenverkehr erreicht werden. Die hier beschriebenen weiteren Massnahmen sind je nach Art der Baustelle zusätzlich zu treffen.

9.2.1 Bahnverkehr

Wird bei Bauarbeiten in doppelspurigen Bahntunnels der Fahrbetrieb der Bahn nicht vollständig eingestellt, so wird das Schutzziel erreicht, wenn während der Arbeiten eine physisch trennende Schutzeinrichtung zwischen Bau- und Betriebsgeleise installiert wird.

Diese Einrichtung schützt Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer:

- vor durchfahrenden Zügen und wegfliegenden Gegenständen von diesen Zügen (z. B. Abfälle, Fahrzeug- und Ladungsbestandteile, Eisschlag);
- davor, bei den Arbeiten das Lichtraumprofil des Betriebsgleises zu verletzen;
- vor dem Kontakt mit der Fahrleitung.

Falls trennende Schutzeinrichtungen auf dem Bauzug installiert werden, ist sicherzustellen, dass bei allen Bautätigkeiten die Arbeitsplätze auf der gesamten Höhe durch diese Einrichtungen geschützt werden.

9.2.2 Strassenverkehr

Wird bei Bauarbeiten in Strassentunnels der öffentliche Strassenverkehr nicht vollständig eingestellt, so wird das Schutzziel erreicht, wenn während der Arbeiten eine physisch trennende Schutzeinrichtung zwischen Bau- und Betriebsspur installiert wird. Diese Einrichtung dient dem Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor durchfahrenden Fahrzeugen (z. B. Kollision, Abgase, Ladungsbestandteile, Eisschlag).

Eine mögliche Deformation der physisch trennenden Schutzeinrichtung durch Kollisionen in beide Richtungen ist bei der Planung zu berücksichtigen. Dies schützt:

- das Lichtraumprofil der Betriebsspur bei Kollisionen von Baumaschinen mit der Schutzeinrichtung;
- die Baustelle bei Kollisionen von Strassenfahrzeugen mit der Schutzeinrichtung.

Ist bei Bauarbeiten von kurzer Dauer (gesamthaft weniger als 72 Stunden) das Anbringen von physisch trennenden Schutzeinrichtungen technisch nicht möglich oder zu gefährlich, sind gleichwertige Schutzmassnahmen wie eine Temporeduktion mit einem Pufferstreifen von mindestens 1 m zu treffen.

9.3 Redundante Energieversorgung

BauAV, Art. 89 Redundante Energieversorgung
Es ist eine redundante Energieversorgung einzurichten, um sicherzustellen, dass folgende Anlagen jederzeit mit Energie versorgt werden:
a. Schachtbefahranlagen;
b. Erdgaswarnanlagen;
c. Kommunikationseinrichtungen;
d. Anlagen zur Erzeugung von Druckluft bei Arbeiten unter Überdruck;
e. Lüfter bei Erdgasgefährdung;
f. Beleuchtungen;
g. Pumpen bei Gefährdung durch geflutete Flucht- und Rettungswege.

Um eine sichere und gezielte redundante Energieversorgung zu gewährleisten, sind treibstoffbetriebene Notstromaggregate oder Batteriesysteme vorzusehen.

Falls eines der beiden Energieversorgungssysteme ausfällt, ist dafür zu sorgen, dass die Redundanz schnellstmöglich wiederhergestellt wird.

9.3.1 Schachtbefahranlagen

Bei Ausfall der primären Energieversorgung kommt eine zweite, unabhängige Energieversorgung zum Einsatz. Alternativ kann die Anlage durch eine kontrollierte Notabsenkung zum Schachtfuss (potenzielle Energie) abgelassen werden. In diesem Fall hat dort ein Fluchtweg zu bestehen.

9.3.2 Erdgaswarnanlagen

Mit der Sicherheitsingenieurin Gas oder dem Sicherheitsingenieur Gas ist zu definieren, welche Energieversorgungsmassnahmen erforderlich sind, insbesondere in Bezug auf die Versorgungsdauer.

9.3.3 Kommunikationseinrichtungen

Auf eine redundante Energieversorgung für das primäre Kommunikationssystem kann verzichtet werden, wenn ein zweites, unabhängig mit Energie versorgtes Kommunikationssystem eingerichtet ist.
Bei mobilen Kommunikationssystemen gelten Ersatzakkumulatoren als redundante Energieversorgung. Für das spezifische Schutzziel und die Anforderungen an Kommunikationseinrichtungen siehe Ziffer 7.2.

9.3.4 Anlagen zur Erzeugung von Druckluft bei Arbeiten unter Überdruck

Für die Erzeugung von Druckluft ist im Hinblick auf einen möglichen Ausfall der Energieversorgung eine netzunabhängige Stromversorgung der Druckluftkompressoren vorzusehen. Alternativ ist für eine sekundäre Drucklufterzeugung durch autonom angetriebene Druckluftkompressoren zu sorgen.

9.3.5 Lüfter bei Erdgasgefährdung

Mit der Sicherheitsingenieurin Gas oder dem Sicherheitsingenieur Gas ist zu definieren, welche Lüfter zur Verdünnung und Lüftung von zutretendem Erdgas zu betreiben sind.

9.3.6 Beleuchtungen

Die Redundanz der Energieversorgung von Beleuchtungen wird durch die Notbeleuchtung erreicht. Für das spezifische Schutzziel und die Anforderungen siehe Ziffer 8.2.

9.3.7 Pumpen bei Gefährdung durch geflutete Flucht- und Rettungswege

Eine redundante Stromversorgung der Pumpen ist insbesondere bei Schächten und Streckenführungen mit Siphon zu gewährleisten.

10 Lüftung, Entstaubung, Kühlung

BauAV, Art. 91 Belüftung

[1] Vor Beginn von Untertagarbeiten muss ein Lüftungskonzept erstellt werden.
[2] Räume, in denen gearbeitet wird, müssen belüftet werden.
[3] Der Zugang zu nicht belüfteten Räumen ist verboten.
[4] In Ausnahmefällen, in denen der Zugang zu nicht belüfteten Räumen nicht vermeidbar ist, muss die Luftqualität ununterbrochen messtechnisch überwacht werden.
[5] In durchgeschlagenen Bauwerken, die nicht künstlich belüftet werden, muss die Luftqualität ununterbrochen messtechnisch überwacht werden.

BauAV, Art. 33 Luftqualität

[1] Es ist dafür zu sorgen, dass:
a. am Arbeitsplatz der Sauerstoffgehalt der Luft zwischen 19 und 21 Volumenprozente beträgt;
b. die Grenzwerte für gesundheitsgefährdende Stoffe in der Luft nach den Richtlinien über maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen nach Artikel 50 Absatz 3 VUV4 nicht überschritten werden.

[2] Gesundheitsgefährdende Stoffe, namentlich solche, die in Gräben, Kanalisationen, Schächten oder Tunnels sowie im Gebäudeinnern entstehen, sind:
a. ohne Gefährdung von Personen ins Freie abzuleiten;
b. mit einem Umluftsystem herauszufiltern; oder
c. durch eine künstliche Lüftung zu verdünnen.

[3] Gesundheitsgefährdende Stoffe, die bekanntermassen krebserzeugend sind, müssen ohne Gefährdung von Personen ins Freie abgeleitet werden. Ist dies in besonderen Fällen nicht möglich, so sind diese Stoffe gemäss dem Stand der Technik entweder mit einem Umluftsystem herauszufiltern oder durch eine künstliche Lüftung so zu verdünnen, dass die Exposition so tief wie möglich ist.
[4] Die Luftqualität ist regelmässig zu überprüfen.

VUV, Art. 33 Lüftung
Die Zusammensetzung der Luft am Arbeitsplatz darf die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht gefährden. Andernfalls ist für ausreichende natürliche oder künstliche Lüftung am Arbeitsplatz zu sorgen; nötigenfalls müssen weitere technische Massnahmen ergriffen werden.

VUV, Art. 70 Unterstellung
[1] Zur Verhütung von Berufskrankheiten, die bestimmten Betriebskategorien oder Arbeitsarten eigen sind, sowie zur Verhütung gewisser in der Person des Arbeitnehmers liegenden Unfallgefahren kann die Suva einen Betrieb, einen Betriebsteil oder einen Arbeitnehmer durch Verfügung den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge unterstellen.

10.1 Lüftungskonzept

Das Lüftungskonzept verfolgt folgende Ziele:

- Verdünnung, Abscheidung, Wegführung von im Tunnel vorhandenen Schadstoffen (wie z. B. gas- und partikelförmigen Schadstoffen, Stäube, Sprengschwaden, Erdgas) ins Freie, um die entsprechenden MAK-Werte einzuhalten
- Falls notwendig, Kühlung der Umgebungsluft an den Arbeitsplätzen, um die Grenzwerte einzuhalten
- Verminderung von übermässig hohen Luftgeschwindigkeiten, um die Gesundheit der Mitarbeitenden zu schützen (Durchzugreduktion)
- Steuerung der Lüftung im Brandfall
- Klärung der Schnittstellen der verschiedenen Produktionsprozesse, sowie Baustellenphasen (Vortrieb, Rohbau, Ausrüstung)
- Absprache und Regelung der Massnahmen zur Sicherstellung der Luftqualität zwischen den Beteiligten
- Regelung der Ausnahmenfälle, in denen der Zugang zu nicht belüfteten Räumen unvermeidbar ist und wie die Luftqualität sichergestellt wird (die gewählte ununterbrochene messtechnische Überwachung und die weiteren Massnahmen sind im Lüftungskonzept aufzuführen)

10.2 Konzeption und Dimensionierung der Lüftung

Die Konzeption der Lüftung richtet sich nach dem Stand der Technik, gemäss SIA-Norm 196 «Baulüftung im Untertagbau» [9].

Bei möglichem Auftreten von Erdgas (Methan oder andere Erdgase) ist die Frischluftversorgung entsprechend den Gasgefahrenstufen zu dimensionieren. Um eine Schichtbildung zu verhindern, hat die Strömungsgeschwindigkeit in jedem Querschnitt mindestens 0,5 m/s zu betragen. Ausführliche Informationen dazu enthält die Suva-Publikation «Erdgas bei Untertagarbeiten: Verhütung von Bränden und Explosionen» [4].

10.3 Installation und Betrieb der Lüftung

Die Anforderungen an Installation und Betrieb werden insbesondere erfüllt, wenn:

- die Lutte so montiert, unterhalten und nachgebaut wird, dass der Frischluftstrom die Ortsbrust erreicht (Maximalabstand = ca. 5 × D, wobei D = Höhe der Ortsbrust oder Tunnel-Durchmesser);
- die Frischluftmenge entsprechend der Vortriebslänge und dem jeweiligen Schadstoffanfall reguliert werden kann;
- bei Bauwerken, bei denen der Durchschlag erfolgt ist, eine ausreichende Belüftung gewährleistet ist. Äussere Einflüsse (z. B. Witterung, Höhendifferenzen, Druckunterschiede) sind zu berücksichtigen (z. B. reversierbare Belüftung zur Erhöhung bzw. Reduktion des natürlichen Luftzugs).

10.4 Überwachung der Luftqualität

Bei der Überwachung der Luftqualität sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Luftströme und Luftqualität sind so zu überwachen, dass die Mindestwerte nachgewiesen werden können, die der Konzeption der Lüftung zugrunde liegen (relevante MAK-Werte und minimale Strömungsgeschwindigkeit).
- Personen, die mit der Überprüfung der Luftqualität betraut werden, sind in zweckmässiger Weise aus- und weitergebildet und erhalten klare Weisungen, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten.

Kann die Einhaltung der MAK-Werte nicht sichergestellt werden, sind geeignete Massnahmen zu ergreifen oder die Arbeiten einzustellen.

10.5 Staub

Die Anforderungen werden erfüllt, wenn bei Ausbrucharbeiten (z. B. Abbau, Schutterung, Brechen, Aufbereitung und Abtransport des Haufwerks) die MAK-Werte in der Atemluft nicht überschritten werden. Dies ist durch technische und organisatorische Schutzmassnahmen sicherzustellen.

Beim Einsatz von Tunnelbohrmaschinen, Teilschnittmaschinen, Schlag-Schrämmaschinen oder Brech- und Förderanlagen ist die Staubausbreitung zu verhindern. Dies kann zum Beispiel erreicht werden durch:

- Berieselung;
- Bandwaschanlagen oder Bandwendestationen;
- in der Maschine integrierte Bedüsung;
- Quellenabsaugung oder Entstaubungsanlage.

Dabei, wie auch bei der Schutterung, ist der Staub möglichst nahe bei der Entstehungsstelle niederzuschlagen oder abzusaugen.

Staubablagerungen auf Fahrbahnen sind regelmässig zu entfernen oder zu binden.

Zur Verhütung von Berufskrankheiten, die auf Quarzstaub zurückzuführen sind, kann die Suva einen Betrieb, einen Betriebsteil oder eine Arbeitnehmerin bzw. einen Arbeitnehmer durch Verfügung den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge unterstellen (VUV, Art. 70).

10.6 Minimierung Dieselmotoremissionen

VUV, Art. 32a Verwendung von Arbeitsmitteln

[2] Arbeitsmittel müssen so aufgestellt und in die Arbeitsumgebung integriert werden, dass die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer gewährleistet sind. Dabei sind die Anforderungen an den Gesundheitsschutz nach ArGV 3 namentlich bezüglich Ergonomie, zu erfüllen.

Dieselmotoremissionen gefährden die Gesundheit. Deshalb sind, wo möglich, Arbeitsmittel einzusetzen, die elektrisch angetrieben werden (am elektrischen Netz oder mit Akkumulatoren).

Für dieselmotorbetriebene Fahrzeuge und Maschinen, die im Untertagbau eingesetzt werden, sind Partikelfilter obligatorisch. Ihre Wirksamkeit ist nachzuweisen. Ausführliche Informationen zu Wirksamkeit, Nachweis und Ausnahmen sind der Suva-Webseite «Partikelfilter im Untertagbau und auf Baustellen über Tag» [10] zu entnehmen.

10.7 Sprengschwaden

BauAV, Art. 100 Sprengvortrieb

[1] Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, damit für die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Sprengungen keine Gefahr insbesondere durch Druckstoss, Lärm, Steinwurf oder Sprengschwaden besteht.

Dieses Schutzziel kann zum Beispiel durch folgende Massnahmen erreicht werden:

- Die Sprengschwaden werden durch eine Schwadenlutte abgezogen.
- Sämtliche Personen begeben sich ins Freie, bis sich die Sprengschwaden verzogen haben.
- Sämtliche Personen ziehen sich während des Durchgangs der Sprengschwaden in einen Raum zurück, der mit atembarer Luft versorgt wird (Druck- oder Pressluft).

Bei Vortriebslängen von mehr als 1000 m und blasender Belüftung wird das Schutzziel insbesondere erreicht, wenn ab einem Vortriebsstand von 500 m Schwadenschutzcontainer verwendet werden, die eine ausreichende Luftqualität sicherstellen.

Die Arbeitsstelle an der Ortsbrust und auf der Strecke im rückwärtigen Bereich dürfen erst wieder betreten werden, wenn die Sprengschwaden durch die Lüftung abgeführt sind.

Bei saugender Lüftung wird das Schutzziel erreicht, wenn zur Versorgung des vordersten Bereichs, der von der Sauglüftung nicht erfasst wird, eine

blasende Zusatzlüftung eingerichtet wird. Die Ansaugöffnung dieser Zusatzlüftung ist so anzuordnen, dass sie von den sich ausbreitenden Sprengschwaden nicht erreicht wird. Die Förderleistung hat ungefähr 70 Prozent der Leistung der Sauglüftung zu betragen.

10.8 Klimatische Bedingungen

BauAV, Art. 90 Klimatische Bedingungen
Ist eine Gefährdung der Gesundheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer durch klimatische Bedingungen wie besondere Wärme, Kälte und Luftfeuchtigkeit zu erwarten, sind geeignete Massnahmen zu treffen.

BauAV, Art. 37 Sonne, Hitze und Kälte
Bei Arbeiten bei Sonne, Hitze und Kälte sind die erforderlichen Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu treffen.

Bei der Konzeption der Lüftung ist ein Kühlungsbedarf zu berücksichtigen, wenn feuchtwarme Klimabedingungen zu erwarten sind (geothermische Verhältnisse, zugeführte Wärme). Kann der Kühlungsbedarf mit der Lüftung nicht gedeckt werden, lässt sich das Schutzziel durch die Installation separater Kühlanlagen nach dem Stand der Technik erreichen. Ausführliche Informationen dazu enthält die Suva-Publikation «Arbeitsmedizinische Prophylaxe bei Arbeiten im Untertagebau im feucht-warmen Klima» [11].

Bei grossen Unterschieden der Klimabedingungen zwischen über Tage und unter Tage sind entsprechende Massnahmen für den Gesundheitsschutz zu treffen (z. B. für den Personentransport).

Ab einer Luftgeschwindigkeit von 2 m/s unter Tage (Komfortgrenze) sind Massnahmen für den Gesundheitsschutz der Mitarbeitenden zu treffen (z. B. ein Windschutz).

11 Transporte und Verkehr

BauAV, Art. 96 Transport

[1] Transportpisten sowie Gleis- und Bandanlagen sind so anzulegen, zu benutzen und zu unterhalten, dass keine Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gefährdet werden, namentlich durch den Betrieb, das Fördergut oder die Installationen.

VUV, Art. 41 Transport und Lagerung

[1] Gegenstände und Materialien müssen so transportiert und gelagert werden, dass sie nicht in gefahrbringender Weise umstürzen, herabstürzen oder abrutschen können.

11.1 Transport

Beim Transport sind folgende Grundsätze einzuhalten:

- Transportmittel mit genügender Traglast einsetzen.
- Allgemein für genügend Anschlagpunkte für die Ladungssicherung sorgen.
- Geeignete Ladevorrichtungen für wiederholt zu transportierendes Stückgut einsetzen (z. B. Tübbing-Gestelle, Transportkörbe) und produktspezifische Aufnahmen für Langmaterial.

11.2 Rechtzeitiges Anhalten der Transportmittel

Transportmittel, Gleisanlagen und Transportpisten sind so zu gestalten, zu betreiben und zu unterhalten, dass die Fahrzeugführerin bzw. der Fahrzeugführer beim Erkennen einer Gefahr das Transportmittel so schnell wie nötig anhalten kann.

Bei geschobenen Zügen kann das Schutzziel durch eine der beiden folgenden Massnahmen erreicht werden:

- zusätzliche Traktion bzw. zusätzlicher Steuerstand in Fahrtrichtung
- zuverlässiges Kamerasystem

Beim Betrieb von geschobenen Zügen auf Gleisanlagen von öffentlichen Bahnbetrieben werden nach Bahnreglement Zugbegleiterinnen oder Zugbegleiter eingesetzt, die eine Funkverbindung mit der Person im Lokführer-

stand haben. Bei Bauzügen für Untertagarbeiten benötigen die Zugbegleiterinnen oder Zugbegleiter zusätzlich einen sicheren Steuerstand. Dort müssen sie das Bremssystem auslösen können und dadurch in der Lage sein, den Zug unabhängig von der Lokführerin bzw. dem Lokführer anzuhalten.

Als Minimalanforderung benötigt der zusätzliche Steuerstand einen sicheren Steh- oder Sitzplatz und eine technische Möglichkeit, den Zug im Notfall anzuhalten.

11.3 Totmannbremse bei Transportmitteln

VUV, Art. 30 Steuer- und Schalteinrichtungen

[4] Jedes Arbeitsmittel muss mit den erforderlichen Einrichtungen zum Auslösen der notwendigen Abschaltvorgänge ausgerüstet sein.

Die Steuerung von schienengeführten Transportmitteln und Multi-Service-Pneufahrzeugen ist nach dem Stand der Technik auszuführen. Insbesondere ist sie so zu gestalten, dass die Wachsamkeit der Fahrzeugführerin bzw. des Fahrzeugführers überwacht wird. Stellt das Überwachungssystem eine mangelnde Aufmerksamkeit fest, hat es das Fahrzeug ohne Beeinflussung durch die Fahrzeugführerin bzw. den Fahrzeugführer zum Stillstand zu bringen.

11.4 Fahrbahnen

BauAV, Art. 16 Fahrbahnen

[1] Fahrbahnen müssen so konzipiert sein, dass sie den zu erwartenden Lasten standhalten.

[2] Bei Kunstbauten wie Brücken oder Dämmen muss ein durch eine Fachingenieurin oder einen Fachingenieur erstellter Nachweis der Tragfähigkeit der Fahrbahn vorliegen. Die Traglast der Fahrbahn ist auf einem Schild anzugeben.

[3] An Fahrbahnen mit Absturzgefahr wie Fahrbahnen bei Brücken, Bermen, Dämmen oder Rampen sind wirksame Absturzsicherungsmassnahmen wie das Montieren von Leitplanken oder Radabweisern zu treffen.

[4] Dämme, Bermen und Rampen müssen so angelegt und befestigt sein, dass sie nicht brechen, abrutschen oder einstürzen können. Dazu muss der Abstand zwischen dem Fahrspurrand und dem Rand des Dammes, der Berme oder der Rampe den Bodenverhältnissen angepasst sein, mindestens aber 1 m betragen. Ist dies aus Platzgründen nicht möglich, so sind geeignete technische Massnahmen zu treffen.
[5] Es sind Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer namentlich vor Steinen, Schmutz und Spritzwasser zu treffen.

Fahrbahnen mit Absturzgefahr sowie Sturzkanten an Schächten, Gruben und Kippstellen sind so zu sichern, dass keine Fahrzeuge abstürzen können. Dies kann zum Beispiel durch eine Leitvorrichtung am Rand der Fahrbahn oder durch eine Begrenzung an der Sturzkante (z. B. massiver Schachtkragen) erreicht werden.

11.5 Vermeiden von Zusammenstössen

BauAV, Art. 3 Planung von Bauarbeiten
1 Bauarbeiten müssen so geplant werden, dass das Risiko von Berufsunfällen, Berufskrankheiten oder Gesundheitsbeeinträchtigungen möglichst klein ist und die notwendigen Sicherheitsmassnahmen, namentlich bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

Der Fahrbetrieb ist so zu organisieren, dass Zusammenstösse verhindert werden. Dies kann durch Lösungen wie Verkehrsleitsysteme, Lichtsignalanlagen, Tunnelfunk und Ausweichstellen erreicht werden.

In einspurigen Tunnelabschnitten sind zudem ausreichend Ausweich-, Abstell- und Wendenischen vorzusehen. Fahrzeuge und Arbeitsmittel dürfen eine allfällige Rettung von Verunfallten und die Flucht nicht blockieren.

11.6 Sicht

BauAV, Art. 96 Transport

[2] Verkehrsmittel wie Transportfahrzeuge und Baumaschinen müssen so ausgerüstet und beladen sein, dass die Person, die das Verkehrsmittel führt, jederzeit den Gefahrenbereich ihres Fahrzeugs in Fahrtrichtung überblicken und überwachen kann.

Dies kann erreicht werden, wenn:

- Gefahrenstellen wie Kreuzungen, Einmündungen, Verladestellen usw. ausreichend beleuchtet sind (siehe Ziffer 8.1);
- bei Gleisbetrieb mit gestossener Komposition am vordersten Wagen ein zusätzlicher Steuerstand oder ein Kamerasystem verwendet wird (siehe Ziffer 11.2);
- bei nicht gleisgebunden Fahrzeugen geeignete, vibrationsarme und bei Bedarf heizbare Rückwärtsfahrspiegel und bei fehlender direkter Sicht in den rückwärtigen und seitlichen Gefahrenbereich ein Kamerasystem verwendet werden.

11.7 Anlagen für den vertikalen Transport

VUV, Art. 24 Grundsatz

[1] In den Betrieben nach dieser Verordnung dürfen nur Arbeitsmittel eingesetzt werden, die bei ihrer bestimmungsgemässen Verwendung und bei Beachtung der gebotenen Sorgfalt die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht gefährden.

Bei Schachttransportanlagen in Vertikal- und Schrägschächten gilt diese Bestimmung als erfüllt, wenn diese Anlagen gemäss den Angaben auf der Suva-Webseite «Transportanlagen – Sicherheit auch im Schacht» [12] erstellt und betrieben werden.

Industriekrane und andere Typen von Kranen, die für die Schachtlogistik verwendet werden, sind sicher in die Umgebung zu integrieren, sodass Materialtransporte keine Gefährdung für die Arbeitnehmenden darstellen, die sich im Schachtinnern befinden.

Treppentürme, sowie Material- und Personenaufzüge sind so in die Umgebung zu integrieren, dass diese durch die Baustellentätigkeit nicht beschädigt werden können. So kann die Sicherheit dieser Einrichtungen als Verkehrs- und Rettungswege gewährleistet werden.

11.8 Personentransport

BauAV, Art. 9 Allgemeine Anforderungen

[1] Die Arbeitsplätze müssen sicher und über sichere Verkehrswege zu erreichen sein.

BauAV, Art. 40 Transport

[3] Personentransporte dürfen nur mit Arbeitsmitteln ausgeführt werden, die vom Hersteller dafür vorgesehen sind.

KranV, Art. 4 Verwendung von Kranen – Grundsätze

[5] Der Transport von Personen mit Kranen, die vom Hersteller nicht ausdrücklich dafür vorgesehen sind, ist verboten. Wo besondere Verhältnisse solche Transporte notwendig machen, muss vorher eine Ausnahmebewilligung der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) im Sinne von Artikel 69 VUV eingeholt werden.

Die Forderung nach einem sicheren Personentransport wird erfüllt, wenn:

- bei Gleisbetrieb Personentransportwagen und bei gleislosem Betrieb Personentransportfahrzeuge eingesetzt werden;
- das Mitführen von Personen auf Lokomotiven, Dieselfahrzeugen usw. nur durchgeführt wird, wenn geschützte Steh- oder Sitzplätze vorhanden sind, die von der Herstellerin für das Mitführen von Personen vorgesehen sind;
- technische Massnahmen getroffen werden (trennende Schutzeinrichtungen), damit die mitfahrenden Personen weder während der Fahrt noch beim Ein- und Aussteigen durch Schienenfahrzeuge auf dem Gegengeleise oder feste Einbauten gefährdet werden;
- für den Transport von Verunfallten geeignete Arbeitsmittel eingesetzt werden (siehe Ziffer 7.4).

11.9 Fusswege

BauAV, Art. 98 Fusswege
Fusswege entlang von Fahrpisten und Gleisanlagen sind mit technischen Massnahmen von diesen zu trennen. Davon ausgenommen sind Kontrollarbeiten und kleinere Unterhaltsarbeiten an und in bestehenden Tunnels.

Solche Massnahmen sind zum Beispiel: eine feste Trennung des Fusswegs von der Fahrpiste oder Gleisanlage durch eine Trennwand, Abschrankung, Leitplanke oder eine erhöhte Anordnung des Fusswegs.

Falls die Anordnung eines Fusswegs räumlich nicht möglich ist (z. B. in kleinen Stollen) sind Massnahmen umzusetzen, die das gleiche Schutzziel erreichen wie der Transport aller Personen nur mit dafür bestimmten Arbeitsmitteln (Ziffer 11.8). Im Falle von Arbeiten auf der betroffenen Strecke ist diese mit Schranken zu sperren.

11.10 Fahrerlose Transportsysteme (FTS)

Die Suva-Webseite «Fahrerlose Transportsysteme: Sicherheit und Effizienz gewährleisten» [13] gibt Auskunft über den sicheren Bau und Betrieb von FTS.

12 Vortrieb und Hohlraumsicherung

BauAV, Art. 99 Schutz vor einbrechendem Gestein und Wassereinbruch sowie Hohlraumsicherung

[1] Wo die Gefährdung durch nieder- oder einbrechendes Gestein sowie Wassereinbruch besteht, sind vor Beginn der Ausbrucharbeiten Vorerkundungen durchzuführen.

[2] Die Arbeitsplätze sind so anzuordnen und zu sichern, dass keine Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer durch einbrechendes Gestein und Wassereinbruch gefährdet werden.

[3] Wo die Baugrundverhältnisse es erfordern, sind geeignete Massnahmen zur Hohlraumsicherung zu treffen.

BauAV, Art. 3 Planung von Bauarbeiten

[1] Bauarbeiten müssen so geplant werden, dass das Risiko von Berufsunfällen, Berufskrankheiten oder Gesundheitsbeeinträchtigungen möglichst klein ist und die notwendigen Sicherheitsmassnahmen, namentlich bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

BauAV, Art. 18 Werfen oder Fallenlassen von Gegenständen und Materialien

Gegenstände und Materialien dürfen nur geworfen oder fallen gelassen werden, wenn der Zugang zum Gefahrenbereich abgesperrt ist oder wenn die Gegenstände oder Materialien auf der ganzen Länge über Kanäle, geschlossene Rutschen oder Ähnliches geführt werden.

12.1 Planung der Vortriebsmethode und des Tunnelquerschnitts

Bei der Planung der Vortriebsmethode, der Art der Vortriebsmaschine, der Querschnittsaufteilung, der Abschlagslänge, sowie der Art und des Zeitpunkts der Felssicherung sind die Aspekte der Arbeitssicherheit zu berücksichtigen.

Die Querschnittsabmessungen (inkl. Ausweich-, Abstell- und Wendenischen) sind so zu planen, dass der Platzbedarf für sicherheitsrelevante Massnahmen berücksichtigt wird. Dazu gehören zum Beispiel die Trennung von Fuss- und Fahrwegen, eine schlaffe Lüftungslutte, die Fluchtkammer, der Schutz von Versorgungsleitungen.

12.2 Sicherungsmassnahmen

Die Anforderungen in Artikel 99 der Bauarbeitenverordnung lassen sich erfüllen, wenn folgende Sicherungsmassnahmen getroffen werden:

- Die Arbeitgeberin bzw. der Arbeitgeber sorgt dafür, dass die zuständige Person vor Ort und eine Person, welche die Projektleitung vertritt (z. B. Bauleitung und/oder Baustellengeologin oder Baustellengeologe) gemeinsam die notwendigen Sicherungsmassnahmen schriftlich festlegen. Bei Bedarf sind Fachspezialistinnen oder Fachspezialisten beizuziehen.
- In unverkleideten Bereichen werden grundsätzlich – anschliessend an den Ortsbrustbereich bzw. im L1*-Bereich bei TBM-Vortrieben – Sicherungsmassnahmen gegen Steinfall getroffen (z. B. engmaschiges Netz, gegebenenfalls mit Fasern bewehrte Spritzbetonschicht). Auf diese Massnahme kann verzichtet werden, wenn die Ausbruchhöhe weniger als 3 m beträgt oder die Strecke auch im Endausbau nicht verkleidet wird.
- Bei der Verwendung von Spritzbeton ist die zeitliche Entwicklung der Frühfestigkeit des Materials zu berücksichtigen, um festzulegen, ab wann dieser Bereich betreten werden kann.
- In Schächten werden fortlaufend und auf die ganze Tiefe Sicherungsmassnahmen gegen Steinfall aus der Schachtwandung getroffen. Diese sind in der Regel bis 3 m über die Sohle nachzuziehen. Auf diese Massnahme kann verzichtet werden, wenn der Schacht oder die Schachtsohle nie von Personen betreten wird oder im Endausbau keine Sicherungsmassnahmen aufgrund der Geologie erforderlich sind.
- Gegenstände und Materialien dürfen nur geworfen oder fallen gelassen werden, wenn der Zugang zum Gefahrenbereich (z. B. Schachtsohle mit Zugangsstollen im Schachtbereich) abgesperrt ist.
- Bei Vortriebsarbeiten in nicht standfestem Material, Lockergestein oder stark zerklüftetem Gebirge werden gegen Nieder- bzw. Einbrüche und Überschwemmungen zum Beispiel folgende Massnahmen beurteilt und gegebenenfalls vorgesehen:
  - Vorauserkundung
  - besondere Stahleinbauten (z. B. Marciavanti)
  - vorauseilende Sicherungsmassnahmen bzw. Bauhilfsmassnahmen (z. B. Injektionen, Jetting, Rohrschirm, Spiesse, lange Brustanker)
  - messtechnische Überwachung des Baugrunds
- Bei Bergschlaggefahr sind Sicherungsmassnahmen wie der Einbau von Ankern, Netzen, Einbaubögen rechtzeitig festzulegen und umzusetzen. Oder es sind für den Ortsbrustbereich Massnahmen zu treffen, die Personen im kritischen Zeitraum vom Gefahrenbereich fernhalten. Z. B.: Warte-

zeit nach Abschlagsprengung, Stehenlassen eines «Keils» aus Ausbruchmaterial vor der Ortsbrust. Zur Festlegung der Massnahmen sind unter Umständen Fachspezialistinnen oder -spezialisten beizuziehen.

12.3 Wahl der technischen Installationen zur Ausbruchsicherung

Die Wahl der technischen Installationen zur Ausbruchsicherung ist so zu treffen, dass die Personen, welche die Sicherungsarbeiten ausführen, vor Felsniederbruch so weit als möglich geschützt sind, zum Beispiel durch die Verwendung von:

- Ankerbohr- und Ankerversetzeinrichtungen;
- Manipulatoren für Spritzbetonauftrag;
- Bogeneinbaugeräten;
- Tübbingeinbau.

Zum Schutz der Personen im Arbeitskorb vor niederbrechendem Gestein sind im ungesicherten Tunnelbereich Hubarbeitsbühnen einzusetzen, die über dem Arbeitskorb ein solides Schutzdach aufweisen. Dieses hat mindestens einen so grossen Teil der Korbfläche abzudecken, dass die gesamte Besatzung des Arbeitskorbs darunter Schutz findet.

12.4 Anforderung an Tunnelbohrmaschinen

VUV, Art. 24 Grundsatz

[1] In den Betrieben nach dieser Verordnung dürfen nur Arbeitsmittel eingesetzt werden, die bei ihrer bestimmungsgemässen Verwendung und bei Beachtung der gebotenen Sorgfalt die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht gefährden.

Falls offene Tunnelbohrmaschinen (TBM ohne Tübbingausbau) zum Einsatz kommen, ist sicherzustellen, dass im Bedarfsfall Felssicherungsmittel direkt hinter dem Bohrkopf oder Schild im L1*-Bereich eingebaut werden. Beispiele dafür sind Stahleinbau/Einbaubogen, Felsanker, Netze oder Spritzbeton.

12.5 Ablösung von gelockerten Gesteinspartien bei Sprengvortrieb

BauAV, Art. 100 Sprengvortrieb

[1] Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, damit für die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Sprengungen keine Gefahr insbesondere durch Druckstoss, Lärm, Steinwurf oder Sprengschwaden besteht.

[2] Die Arbeit an der Sprengstelle darf frühestens 15 Minuten nach der Sprengung wiederaufgenommen werden.

[3] Nach jedem Abschlag sind Materialablösungen und gelockerte Gesteinspartien von der ausgebrochenen Strecke zu entfernen.

Die Rückzugsdistanz zur Sprengstelle ist genügend gross zu wählen. Der Rückzugsstandort ist so zu wählen, dass ausgeschlossen werden kann, dass Personen von Steinwurf und dessen Querschlägern getroffen werden.

Zur Ablösung der gelockerten Gesteinspartien sind geeignete Arbeitsmittel einzusetzen, zum Beispiel Spitzhämmer mit genügender Reichweite oder Tunnelbagger mit geeignetem Anbaugerät wie einem Reisszahn. Bei der Beräumung von Hand sind genügend lange Handlösegeräte zu verwenden, oder die Arbeiten sind aus einem Arbeitskorb mit Schutzdach durchzuführen.

12.6 Anforderungen an die zuständige Person vor Ort

BauAV, Art. 5 Organisation der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes

[1] Der Arbeitgeber muss auf jeder Baustelle eine Person bezeichnen, die für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz zuständig ist; diese Person muss den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern entsprechende Weisungen erteilen können.

VUV, Art. 7 Übertragung von Aufgaben an Arbeitnehmer

[1] Hat der Arbeitgeber einen Arbeitnehmer mit bestimmten Aufgaben der Arbeitssicherheit betraut, so muss er ihn in zweckmässiger Weise aus- und weiterbilden und ihm klare Weisungen und Kompetenzen erteilen. Die für die Aus- oder Weiterbildung benötigte Zeit gilt in der Regel als Arbeitszeit.

[2] Die Übertragung solcher Aufgaben an einen Arbeitnehmer entbindet den Arbeitgeber nicht von seinen Verpflichtungen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit.

Die zuständige Person vor Ort (z. B. Schichtführerin oder -führer) ist insbesondere befähigt:

- ändernde Gebirgsverhältnisse rechtzeitig zu erkennen;
- unmittelbar erforderliche Sicherheitsmassnahmen zu treffen;
- über die Fortsetzung der Arbeit zu entscheiden und falls nötig rechtzeitig Fachpersonen beizuziehen.

13 Verabschiedung

Diese Richtlinie wurde von der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS am 29. Oktober 2026 verabschiedet.
Sie ersetzt die Richtlinie 6514 «Untertagarbeiten» vom Oktober 2005.

Eidgenössische Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS

Bezugsquellen:
Eidgenössische Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS
Alpenquai 28b
6005 Luzern

www.ekas.admin.ch/6514.d

Anhang 1

Die hier aufgeführten Fachunterlagen sind nur zum Zeitpunkt der Drucklegung aktuell. Es gilt die jeweils zum Anwendungszeitpunkt aktuelle Ausgabe.

Publikationen und Webseiten

[1] Suva-Publikation 1903: Grenzwerte am Arbeitsplatz (www.suva.ch/1903.d)

[2] Suva-Webseite: Ausbildung für Arbeiten mit besonderen Gefahren (www.suva.ch/ambg)

[3] EKAS-Richtlinie 6503: Asbest (www.suva.ch/6503.d)

[4] Suva-Publikation 66102: Erdgas bei Untertagarbeiten: Verhütung von Bränden und Explosionen (www.suva.ch/66102.d)

[5] Suva-Webseite: Sicher arbeiten bei Untertagarbeiten (www.suva.ch/untertagbau)

[6] Suva-Webseite: Bekämpfung von Bränden an Hydraulikanlagen bei Untertagarbeiten (www.suva.ch/hydraulikanlagen)

[7] Suva-Webseite: Brandschutzanforderungen für Fördergurte bei Untertagarbeiten (www.suva.ch/foerdergurten-untertag)

[8] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB): Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagbaustellen, Stand: März 2018 (www.daub-ita.de)

[9] SIA-Norm 196: Baulüftung im Untertagbau

[10] Suva-Webseite: Partikelfilter im Untertagbau und auf Baustellen über Tag (www.suva.ch/partikelfilter)

[11] Suva-Publikation 2869-26: Arbeitsmedizinische Prophylaxe bei Arbeiten im Untertagebau im feucht-warmen Klima (www.suva.ch/2869-26.d)

[12] Suva-Webseite: Transportanlagen – Sicherheit auch im Schacht (www.suva.ch/schachttransportanlagen)

[13] Suva-Webseite: Fahrerlose Transportsysteme: Sicherheit und Effizienz gewährleisten (www.suva.ch/fts)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS