



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Eidgenössische Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS**

EKAS Richtlinie

Nr. 6514

Untertagarbeiten

Ausgabe Oktober 2005

Zu dieser Richtlinie

Die Schutzziele der vorliegenden EKAS-Richtlinie sind vorwiegend in der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV, SR 832.30) und in der Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (BauAV, SR 832.311.141) enthalten. Die Richtlinie zeigt, wie sich diese Schutzziele erreichen lassen.

Durch den hinterlegten Grauraster heben sich die wörtlich zitierten Verordnungsbestimmungen optisch klar vom übrigen Text ab.

Der Stellenwert von EKAS-Richtlinien ist in Art. 52a VUV wie folgt umschrieben:

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

Seite

1	Gesetzliche Grundlagen	5
2	Zweck	5
3	Begriffe und Anwendungsbereich	6
4	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept	6
5	Ausserordentliche Gefährdungen und Rettung von Personen	8
	5.1 Allgemeine Anforderungen	8
	5.2 Warnung vor Sprengungen	9
6	Baustelleninstallationen	9
	6.1 Schutzmassnahmen bei technischen Installationen	9
	6.2 Schutz vor vorbeifahrenden Zügen in Bahntunnels	10
7	Lüftung, Luftqualität, Entstaubung	11
	7.1 Lüftungskonzept	11
	7.2 Konzeption und Dimensionierung der Lüftung	12
	7.3 Installation und Betrieb der Lüftung	12
	7.4 Überwachung des Luftstroms und der Luftqualität	13
	7.5 Staub	13
	7.6 Dieselmotoremissionen	14
	7.7 Sprengschwaden	14
	7.8 Klimatische Bedingungen	15
8	Beleuchtung	15
	8.1 Mindestbeleuchtungsstärke	15
	8.2 Notbeleuchtung	15
9	Transporte	16
	9.1 Transportmittel	16
	9.2 Anforderungen an Führer von Transportmitteln	16
	9.3 Rechtzeitiges Anhalten der Transportmittel	16
	9.4 Totmannbremse bei schienengeführten Transportmitteln	17
	9.5 Sicherung von Absturzkanten	17
	9.6 Vermeiden von Zusammenstössen	17
	9.7 Sicht	17
	9.8 Schachttransportanlagen	18
	9.9 Personentransport	18
	9.10 Fusswege	19

10	Vortrieb und Hohlraumsicherung	19
10.1	Wahl der Vortriebsmethode	19
10.2	Sicherungsmaßnahmen	19
10.3	Wahl der technischen Installationen zur Ausbruchsicherung	20
10.4	Anforderung an Tunnelbohrmaschinen	20
10.5	Ablösung von gelockerten Gesteinspartien bei Sprengvortrieb	21
10.6	Anforderungen an Hubarbeitsbühnen	21
10.7	Anforderungen an den Verantwortlichen vor Ort	21
11	Brandschutz und Umgang mit chemischen Stoffen	22
11.1	Verwendung und Lagerung von brand- und explosionsgefährlichen Stoffen	22
11.2	Umgang mit gesundheitsgefährdenden Stoffen	22
11.3	Fördergurten	23
11.4	Material von Warnkleidern	23
12	Verabschiedung	23

I Gesetzliche Grundlagen

- **Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG), SR 832.20**

Nach Artikel 82 Absatz 1 des UVG ist der 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 (VUV), SR 832.30**

Für den Untertagbau 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 (BauAV), SR 832.311.141**

Für Untertagarbeiten enthält auch die BauAV in verschiedenen Artikeln Ausführungsvorschriften zur erwähnten Grundsatzforderung des UVG. Es sind dies namentlich die Artikel 3, 7, 8, 20, 22, 26 sowie 61-73 (7. Kapitel).

2 Zweck

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

3 Begriffe und Anwendungsbereich

Als Untertagarbeiten gelten das unterirdische Erstellen, Erweitern, Erhalten oder Rekonstruieren von Bauwerken wie Tunnel, Stollen, Schächte und Kavernen. Ebenfalls als Untertagarbeiten gelten das unterirdische Gewinnen von Gestein, Arbeiten in Pressvorrieben und Arbeiten innerhalb geschlossener Strecken von Tagbautunneln.

Nicht als Untertagarbeit gilt das Abteufen von Schächten, die weniger als 20 m tief sind und die von der Oberfläche aus abgeteuft werden.

4 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept

Art. 62 BauAV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass vor Beginn von Untertagarbeiten ein schriftliches Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept vorliegt. Dieses muss die Notfallorganisation und die Umsetzung der Artikel 63–73 regeln.

Art. 20 BauAV 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, Anlagen mit Explosionsgefahr oder Giftstoffen.

Art. 6a VUV Mitspracherechte

¹ Den Arbeitnehmern oder deren Vertretung im Betrieb steht in allen Fragen der Arbeitssicherheit ein Mitspracherecht zu.

² Das Mitspracherecht umfasst den Anspruch auf frühzeitige und umfassende Anhörung sowie 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 deren Vertretung im Betrieb nicht oder nur teilweise Rechnung trägt.

Das baustellenspezifische **Sicherheits-** und **Gesundheitsschutzkonzept** umfasst folgende Punkte:

- Sicherheitsleitbild, Sicherheitsziele
- Sicherheitsorganisation
- Ausbildung, Instruktion, Information
- Sicherheitsregeln

- Gefahrenermittlung, Risikobeurteilung
- Massnahmenplanung und -realisierung
- Notfallorganisation
- Mitwirkung
- Gesundheitsschutz
- Kontrolle, Audit

Zum Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept gehört insbesondere auch das **Lüftungskonzept** (siehe dazu Ziffer 7 dieser Richtlinie).

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

- Gefährdungen im Zusammenhang mit Naturereignissen wie Lawinen, Eisschlag, Steinschlag, Murgang, Hochwasser, Blitzschlag und Wind.
- Gefährdungen im Zusammenhang mit Baustellenereignissen wie Niederbruch, Verbruch, Bergschlag, Wassereinbruch, Auftreten von Gebirgswärme, Quarz, Asbest, Radon, chemischen Altlasten, Explosionen, Bränden, Rauch, Gefährdungen im Zusammenhang mit der Entstaubung und Transporten.
- Allfällige Gefährdungen durch Erdgas, sofern dieses nicht ausgeschlossen werden kann. Ausführliche Erläuterungen dazu sind dem Suva-Merkblatt «Verhütung von Unfällen durch Brände und Explosionen bei der Erstellung von Untertagbauten in Erdgas führenden Gesteinsschichten», Bestell-Nr. 66102.d zu entnehmen.
- Gefährdungen im Zusammenhang mit bestehenden Anlagen sowie Werkleitungen.

Die verbleibenden Risiken (Restrisiken) sind zu beurteilen und die erforderlichen Massnahmen umzusetzen. Ausführliche Erläuterungen dazu sind der Suva-Website www.suva.ch/untertagbau → Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept zu entnehmen, Stichwort «Rettung».¹

¹ Änderung vom 30. März 2010

5 Aussergewöhnliche Gefährdungen und Rettung von Personen

Art. 26 BauAV Aussergewöhnliche Gefährdungen

¹ In Zonen besonderer Gefährdung durch Ereignisse wie Lawinen, Hochwasser, Erdbeben oder Steinschlag dürfen Arbeiten nur unter geeigneter Überwachung ausgeführt werden.

² Es ist eine Organisation einzurichten, welche die Rettung der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer jederzeit gewährleistet.

³ Bei akuter Gefahr dürfen sich keine Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in der Gefahrenzone aufhalten.

⁴ Sind die Verbindungen zwischen einem Arbeitsplatz und dem nächsten Arzt oder Spital unterbrochen und ist auch ein Helikoptereinsatz nicht möglich, so sind die Arbeiten einzustellen.

Art. 7 BauAV Rettung von Verunfallten

¹ Die Rettung von Verunfallten muss gewährleistet sein.

5.1 Allgemeine Anforderungen

Die Anforderungen an die Schutz- und Rettungsmassnahmen sind insbesondere erfüllt, wenn:

- die Kommunikation so organisiert ist, dass von jeder Arbeitsstelle aus jederzeit eine **sichere Sprechverbindung** nach Übertag hergestellt werden kann. Dabei darf der Abstand von der Arbeitsstelle zur nächsten Kommunikationseinrichtung nirgends mehr als 250 m betragen
- feste Anlagen, die für die Kommunikation vorgesehen sind, **gut sichtbar** signalisiert sind
- **Verletzte** dem Stand der Rettungstechnik entsprechend transportiert werden können
- bei Gebirgsbaustellen die generelle Gefährdung durch Lawinen, Murgänge, Steinschlag oder Eisschlag in **Absprache mit Spezialisten** beurteilt wird
- bei Lawinengefährdung ausgebildete **Lawinenfachleute** der entsprechenden Region beigezogen werden,
 - a) für das Festlegen des Standorts der Installationen oder Unterkünfte sowie der technischen und organisatorischen Schutzmassnahmen und
 - b) für den Lawinenwarndienst
- für permanent oder vorübergehend besetzte Arbeitsplätze oder Unterkünfte und Verbindungswege im Wirkungsbereich eventuell niedergehender Schneemassen möglichst **sichere Standorte** gewählt werden. Zudem sind die erforderlichen

technischen und organisatorischen **Schutz- und Rettungsmassnahmen** festzulegen und vor Einbruch des Winters umzusetzen. Dazu gehören ein Lawinenwarndienst und eine Rettungsorganisation für den Fall eines Lawinenniedergangs

- auch die Massnahmen, die sich aus dem **Rettungskonzept** ergeben, umgesetzt sind

5.2 Warnung vor Sprengungen

Art. 34 VUV Lärm und Vibrationen

³ Arbeitsabläufe und Produktionsverfahren müssen so gestaltet und durchgeführt werden, dass die Gesundheit oder die Sicherheit nicht durch Lärm oder Vibrationen beeinträchtigt wird.

Falls sich im akustischen Wirkungsbereich von Sprengdetonationen (im Tunnel bis zu 1,5 km von der Sprengstelle) Personen aufhalten können, ist deren Warnung unmittelbar vor einer Sprengung sicherzustellen.¹

6 Baustelleninstallationen

Art. 3 BauAV 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 auch bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

6.1 Schutzmassnahmen bei technischen Installationen

Art. 69 BauAV Transport

³ Technische Installationen wie Lüftung, Frischluftzufuhr und Lager von Gefahrstoffen, die bei Beschädigung zur Gefährdung von Personen führen können, sind zu schützen.

Dieser Schutz wird insbesondere erreicht wenn:

- **Starkstromkabel und Druckluftleitungen** zum Schutz vor Beschädigungen möglichst ausserhalb des Kollisionsbereichs von Fahrzeugen verlegt sind
- **Druckluftleitungen, die der Notluftversorgung dienen**, so angeordnet sind, dass sie durch Fahrzeuge nicht beschädigt und im Brandfall nicht erhitzt werden, beispielsweise im Sohlbereich

¹ Änderung vom 30. März 2010

- **Ventilationslütten** so montiert sind, dass sie durch den Fahrbetrieb nicht beschädigt werden und den Fahrbetrieb – auch bei schlaffem Zustand der Lütten – nicht behindern
- **elektrische Transformatoren** so installiert und gesichert sind, dass sie gegen Anfahren durch Fahrzeuge geschützt sind

6.2 Schutz vor vorbeifahrenden Zügen in Bahntunnels

Art. 68 BauAV Arbeiten in Bahntunnels

Für die Dauer der Arbeiten in Bahntunnels ist durch geeignete Massnahmen sicherzustellen, dass niemand durch vorbeifahrende Züge gefährdet wird.

Wird bei umfangreichen Bauarbeiten in doppelspurigen Bahntunnels der Fahrbetrieb der Bahn nicht eingestellt, so wird das Schutzziel erreicht, wenn während der Arbeiten eine **Trennwand zwischen Bau- und Betriebsgeleise** installiert wird. Die Trennwand dient dem Schutz der Arbeitnehmer vor durchfahrenden Zügen, vor Gegenständen aus diesen Zügen (wie Abfälle, Fahrzeug- und Ladungsbestandteile, Eisschlag) sowie vor Kontakt mit der Fahrleitung.

7 Lüftung, Luftqualität, Entstaubung

Art 33 VUV Lüftung

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

Art. 65 BauAV Belüftung

¹ Vor Beginn von Untertagarbeiten muss ein Lüftungskonzept erstellt werden.

² Der Zugang zu nicht belüfteten Räumen muss verhindert werden.

³ In durchgeschlagenen Bauwerken, die nicht belüftet werden, muss die Luftqualität dauernd messtechnisch überwacht werden.

⁴ Zum Schutz vor gesundheitsgefährdenden Stoffen sind besondere Massnahmen zu treffen.

⁵ Der Arbeitgeber muss abklären lassen, ob in den Gesteinsschichten möglicherweise Erdgas vorhanden ist. Er hat nötigenfalls die entsprechenden Massnahmen anzuordnen.

Art. 22 BauAV Luftqualität

¹ Durch Massnahmen, welche die Emission gesundheitsgefährdender Stoffe vermindern, sowie durch eine natürliche oder künstliche Lüftung ist dafür zu sorgen, dass am Arbeitsplatz der Sauerstoffgehalt der Luft zwischen 19 und 21 Volumenprozent beträgt und die Grenzwerte für gesundheitsgefährdende Stoffe in der Luft nach den Richtlinien über die maximale Arbeitsplatz-Konzentration nach Artikel 50 Absatz 3 VUV nicht überschritten werden.

² Gesundheitsgefährdende Stoffe, die namentlich in Gräben, Kanalisation, Schächten oder Tunnels sowie im Gebäudeinnern entstehen, sind ohne Gefährdung von Personen ins Freie abzuleiten. Die Luftqualität ist regelmässig zu überprüfen.

7.1 Lüftungskonzept

Das Lüftungskonzept umfasst insbesondere folgende Punkte:

- Sprengschwaden
- Gas und partikelförmige Dieselmotoremissionen (DME)
- Staub
- Erdgas
- weitere Schadstoffe aus Arbeitsprozessen (z.B. aus Schwarzbelagsarbeiten)

Ausserdem ist im Lüftungskonzept

- ein eventueller Brandfall zu berücksichtigen
- die Ableitung von Wärme und Feuchtigkeit sicherzustellen

7.2 Konzeption und Dimensionierung der Lüftung

Die Konzeption der Lüftung richtet sich nach dem Stand der Technik.

Sie wird bezüglich Druck und Leistung so dimensioniert, dass der erforderliche Luftbedarf jederzeit abgedeckt werden kann.

Dabei sind insbesondere folgende **Anforderungen** zu berücksichtigen:

- massgebende MAK-Werte (Grenzwerte am Arbeitsplatz)
- bei Sprengvortrieb minimale Strömungsgeschwindigkeit im Tunnel- oder Stollenprofil von 0,30 m/s
- 4 m³ Frischluft pro Minute und DIN-kW Nennleistung der unter Tag eingesetzten Grossgeräte für Abbau und Auflad*
- 2 m³ Frischluft pro Minute und DIN-kW Nennleistung der unter Tag eingesetzten Grossgeräte für Abtransport und Betonieren*
- mindestens 1,5 m³ Frischluft pro Minute und Person

* Eine überdurchschnittliche Auslastung der Nennleistung, zum Beispiel bei fallendem Vortrieb, ist zu berücksichtigen (Erhöhung der Luftmenge).

Bei möglichem Auftreten von **Erdgas** (Methan oder andere Erdgase) ist die Frischluftversorgung entsprechend den Gasgefahrenstufen zu dimensionieren. Um eine Schichtbildung zu verhindern, muss in jedem Querschnitt eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 0,5 m/s erreicht werden. Ausführliche Erläuterungen dazu sind dem Suva-Merkblatt «Verhütung von Unfällen durch Brände und Explosionen bei der Erstellung von Untertagebauten in Erdgas führenden Gesteinsschichten», Bestell-Nr. 66102.d, zu entnehmen.

7.3 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
- 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 Luftzuges).

7.4 Überwachung des Luftstroms und der Luftqualität

Wichtig ist insbesondere, dass

- Luftströme und die Luftqualität so überwacht werden, dass die der Konzeption der Lüftung (Ziffer 7.2) zugrunde liegenden Mindestwerte **nachgewiesen** werden können
- **Personen, die mit der Überprüfung der Luftqualität betraut werden**, in zweckmässiger Weise aus- und weitergebildet sind und ihnen klare Weisungen, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten erteilt werden.

Müssen **nicht belüftete Räume** (wie Strecken, Kammern, Schächte, Blindstollen) begangen werden, ist die Luftzusammensetzung durch mitgeführte Messgeräte zu überwachen.

Hinweis: Sauerstoffarmes Bergwasser kann der Atemluft Sauerstoff entziehen.

7.5 Staub

Die Anforderungen werden erfüllt, wenn durch technische und organisatorische Schutzmassnahmen sichergestellt ist, dass beim Abbau (zum Beispiel bei der Schutterung, beim Brechen, bei der Aufbereitung und beim Abtransport des Haufwerks) die **MAK-Werte** in der Atemluft nicht überschritten werden.

Beim Einsatz von Tunnelbohrmaschinen, Teilschnittmaschinen, Schlagkopfmachines (Bagger mit hydraulischem Spitzhammer) oder Brech- und Förderanlagen ist die Staubausbreitung zu verhindern, zum Beispiel durch Bedüsung oder mit einer **Entstaubungsanlage**. Dabei ist der Staub möglichst nahe bei der Entstehungsstelle niederzuschlagen oder abzusaugen. Bei der Schutterung und beim Materialumschlag ist der Staub mit Wassernebel zu binden.

Bei der **Auswahl von Entstaubungsanlagen** sind insbesondere folgende Faktoren von Bedeutung:

- die Staubmenge
- die Staubbeschaffenheit (u.a. Quarzgehalt, nasse oder schlammhaltige Rohluft, mitgerissene Kiesel)
- das Verhalten bei Überlastung
- die Staubkonzentration im Abluftstrom bei Rückführung der Abluft in den Arbeitsraum
- die Überprüfbarkeit der Wirksamkeit der Anlage (zum Beispiel bei Defekten wie inneren Leckagen oder Verletzungen von Filtern)

7.6 Dieselmotoremissionen

Art. 32a VUV 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.

Da Dieselmotoremissionen die Gesundheit gefährden, sind wo möglich Arbeitsmittel einzusetzen, die **elektrisch angetrieben** werden. Dies gilt insbesondere für Arbeitsmittel, die stationär oder teilweise stationär eingesetzt werden wie Bohrwagen, Hubarbeitsbühnen und Transportmischer beim Ablad.

Für dieselmotorbetriebene Fahrzeuge und Maschinen, die im Untertagbau eingesetzt werden, sind **Partikelfilter** obligatorisch. Ihre Wirksamkeit ist nachzuweisen. Ausführliche Erläuterungen zu Wirksamkeit, Nachweis und Ausnahmen sind der Suva-Webseite www.suva.ch/partikelfilter zu entnehmen.

7.7 Sprengschwaden

Art. 72 BauAV Sprengvortrieb

¹ Die Arbeitnehmer dürfen durch die Sprengschwaden nicht gefährdet werden.

Dieses Schutzziel kann z.B. durch folgende **Massnahmen** erreicht werden:

- Abführen der Sprengschwaden durch eine Schwadenlutte.
- 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 direkt mit Frischluft versorgt wird.

Die Arbeitsstelle an der Ortsbrust darf 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 muss ungefähr 70 % der Leistung der Sauglüftung betragen.

Bei Vortriebslängen von mehr als 1000 m und blasender Belüftung wird das Schutzziel insbesondere erreicht, wenn ab einem Vortriebsstand von 500 m **Schwadenschutzcontainer oder Schwadenschutzzelte** verwendet werden. Diese sind mit Frisch- oder Druckluft zu versorgen.

Wird bei rückwärtigen Arbeitsstellen auf Schwadenschutzmassnahmen verzichtet, ist nachzuweisen, dass die Sprengschwaden beim Durchgang ausreichend verdünnt sind.

7.8 Klimatische Bedingungen

Art. 64 BauAV Klimatische Bedingungen

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

Falls aufgrund der geothermischen Verhältnisse und der zugeführten Wärme feucht-warme Klimabedingungen zu erwarten sind, ist der **Kühlungsbedarf** bei der Konzeption der Lüftung zu berücksichtigen. Kann der Kühlungsbedarf mit der Lüftung nicht gedeckt werden, lässt sich das Schutzziel durch die Installation separater Kühlanlagen erreichen. Ausführliche Erläuterungen sind dem Suva-Merkblatt 2869/26 «Arbeitsmedizinische Prophylaxe bei Arbeiten im Untertagebau im feucht-warmen Klima» zu entnehmen.

8 Beleuchtung

Art. 67 BauAV Beleuchtung

¹ Alle Arbeitsplätze, Verkehrswege und Räume müssen hinreichend beleuchtet sein.

² Wenn keine Notbeleuchtung installiert ist, muss jede Person eine Lampe mitführen.

8.1 Mindestbeleuchtungsstärke

Die Anforderungen an die Beleuchtung sind insbesondere erfüllt wenn:

- Aufenthalts- und Sanitäräume mit einer Mindestbeleuchtungsstärke von **300 Lux** beleuchtet sind
- alle Arbeitsstellen, Verkehrs- und Fluchtwege, 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, welcher auf die beleuchtete Fläche auftrifft. Sie kann mit einem Luxmeter gemessen werden.)

8.2 Notbeleuchtung

Das Schutzziel wird erreicht, wenn grundsätzlich eine Notbeleuchtung eingerichtet wird, die während mindestens 15 Minuten folgende Beleuchtungsstärke sicherstellt:

- für Flucht- und Rettungswege (gemessen 0,2 m über dem Boden) 1 Lux
- an Arbeitsplätzen mit besonderer Gefährdung 15 Lux

Auf die Installation einer Notbeleuchtung kann verzichtet werden, wenn die Notbeleuchtung durch netzunabhängige Fahrzeuge oder durch die Benutzung von elektrischen Stollenlampen durch jeden Beschäftigten sichergestellt wird.

9 Transporte

Art. 69 BauAV Transport

¹ Transportpisten, Gleis- und Bandanlagen sind so anzulegen und zu unterhalten, dass niemand gefährdet wird, namentlich nicht durch den Betrieb, das Fördergut oder durch die Installationen.

9.1 Transportmittel

Art 41 VUV Transport und Lagerung

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

Dies lässt sich erreichen, wenn die Transportmittel so gestaltet, ausgewählt, beladen und geführt werden, dass Personen durch das Ladegut weder beim Beladen noch beim Transport gefährdet werden.

9.2 Anforderungen an Führer von Transportmitteln

Art. 8 VUV 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.

Für das Bedienen von Transportmitteln sind Personen einzusetzen, die aufgrund ihrer körperlichen und geistigen Verfassung eine sichere Bedienung gewährleisten und eine entsprechende Ausbildung nachweisen können.

9.3 Rechtzeitiges Anhalten der Transportmittel

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

9.4 Totmannbremse bei schienengeführten Transportmitteln

Art 30 VUV Steuer- und Schalteinrichtungen

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

Die Steuerung schienengeführter Transportmittel ist so zu gestalten, dass die Wachsamkeit des Fahrzeugführers überwacht wird. Beim Ansprechen dieser Überwachung muss die erforderliche Bremsleistung ohne Beeinflussung durch den Fahrzeugführer gewährleistet sein und den Zug zum Stillstand bringen.

9.5 Sicherung von Absturzkanten

Zum sicheren Transport gehört auch, dass Fahrstrecken mit Absturzgefahr sowie Sturzkanten an Schächten, Gruben und Kippstellen so gesichert werden, dass keine Fahrzeuge abstürzen können. Dies kann z. B. durch eine Leitvorrichtung am Rand der Fahrbahn oder durch eine Begrenzung an der Sturzkante (z.B. massiver Schachtkragen) erreicht werden.

9.6 Vermeiden von Zusammenstößen

Art. 3 BauAV 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 auch bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

Dazu gehört, dass der Fahrbetrieb so organisiert wird, dass Zusammenstöße verhindert werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass geeignete **Verkehrsleitsysteme** oder Lichtsignalanlagen eingesetzt werden. Diese Systeme sind so zu gestalten, dass eine allfällige Rettung von Verunfallten nicht behindert wird.

9.7 Sicht

Art. 69 BauAV Transport

² Fahrzeuge wie Transportfahrzeuge und Baumaschinen müssen so ausgerüstet und beladen sein, dass die Person, welche das Fahrzeug führt, jederzeit den Gefahrenbereich ihres Fahrzeuges in Fahrtrichtung einsehen und überwachen kann.

Dies kann erreicht werden, wenn:

- Gefahrenstellen wie Kreuzungen, Einmündungen, Verladestellen usw. ausreichend **beleuchtet** sind (siehe Ziffer 8.1)
- **bei Gleisbetrieb** am Zugsende ein zusätzlicher Steuerstand oder ein Kamerasystem verwendet wird

- bei **Pneubetrieb** geeignete, vibrationsarme und bei Bedarf heizbare Rückwärtsfahrspiegel und bei fehlender direkter Sicht in den rückwärtigen Gefahrenbereich ein Kamerasystem verwendet wird

9.8 Schachttransportanlagen

Art. 24 VUV 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 Forderung als erfüllt, wenn diese Anlagen gemäss den Angaben auf der Suva-Website www.suva.ch/schachttransportanlagen erstellt und betrieben werden.

9.9 Personentransport

Art. 8 BauAV Allgemeine Anforderungen

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

Art. 27 BauAV

³ Personentransporte dürfen nur mit technischen Einrichtungen und Geräten ausgeführt werden, die vom Hersteller dafür vorgesehen sind.

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 gestattet wird, wenn geschützte Steh- oder Sitzplätze vorhanden sind und für Zugkompositionen ohne Personentransportwagen Lokomotiven eingesetzt werden, die das sichere Mitführen einzelner Personen erlauben
- technische Massnahmen getroffen werden, damit die mitfahrenden Personen weder während der Fahrt noch beim Ein- und Aussteigen durch Schienenfahrzeuge auf dem Gegengeleise oder feste Einbauten gefährdet werden
- auf Baustellen mit feuchtwarmen Klimabedingungen unter Tag und kalter Witterung über Tag sichergestellt wird, dass der Personentransport zwischen den Arbeitsplätzen und Umziehräumen ohne Gesundheitsgefährdung erfolgen kann.

9.10 Fusswege

Art. 70 BauAV Fusswege

¹ Fusswege entlang von Fahrpisten und Gleisanlagen sind mit technischen Massnahmen von diesen zu trennen.

Solche Massnahmen sind beispielsweise eine feste Trennung des Fusswegs von der Fahrpiste oder Gleisanlage mittels Trennwand, mittels Abschränkung, mittels Leitplanke oder mittels einer erhöhten Anordnung des Fusswegs.¹

10 Vortrieb und Hohlraumsicherung

Art. 71 BauAV Ausbruch und Hohlraumsicherung

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

² Die Arbeitsplätze sind so anzuordnen und zu sichern, dass niemand durch einbrechendes Gestein sowie Wassereintritt gefährdet wird.

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

Art. 3 BauAV 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 auch bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können.

10.1 Wahl der Vortriebsmethode

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

10.2 Sicherungsmassnahmen

Die Forderungen in Art. 71 der BauAV lassen sich erfüllen, wenn folgende Sicherungsmassnahmen getroffen werden:

- **In unverkleideten Bereichen** werden grundsätzlich – anschliessend an den Ortsbrust- resp. den LI*-Bereich¹ – Sicherungsmassnahmen gegen Steinfall getroffen (z.B. engmaschiges Netz, 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.

¹ Änderung vom 30. März 2010

- **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.
- 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)
 - vorseilende Sicherungsmassnahmen bzw. Bauhilfsmassnahmen (z.B. Injektionen, Jetting, Rohrschirm, Spiesse, lange Brustanker)
 - messtechnische Überwachung des Baugrunds
- Bei Bergschlaggefahr werden Schutzmassnahmen wie der Einbau von Netzen, Einbaubögen, Ankern oder vorseilende Sicherungsmassnahmen rechtzeitig festgelegt und umgesetzt. Zur Festlegung der Massnahmen sind unter Umständen Fachspezialisten beizuziehen.

10.3 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

10.4 Anforderung an Tunnelbohrmaschinen

Art. 24 VUV 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 direkt hinter dem Bohrkopf oder Schild Felsicherungsmittel wie Stahleinbau/Einbaubögen, Felsanker, Netze oder Spritzbeton eingebaut werden können.

10.5 Ablösung von gelockerten Gesteinspartien bei Sprengvortrieb

Art. 72 BauAV Sprengvortrieb

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

Zur Ablösung der gelockerten Gesteinspartien sind **geeignete Arbeitsmittel** einzusetzen, beispielsweise Tunnelbagger mit einem Reisszahn, Spitzhämmer mit genügender Reichweite oder Arbeitskörbe und Handlösegeräte.

10.6 Anforderungen an Hubarbeitsbühnen

Damit beim Einsatz von Arbeitsbühnen keine Personen zwischen dem Arbeitskorb und dem Gewölbe eingeklemmt werden, muss der Korb der Arbeitsbühne von diesem aus gesteuert werden können.

Zum Schutz der Personen im Arbeitskorb vor niederbrechendem Gestein sind im ungesicherten Tunnelbereich Hubarbeitsbühnen einzusetzen, die über dem Arbeitskorb ein solides Schutzdach aufweisen, das mindestens einen Teil der Korbfläche abdeckt.

10.7 Anforderungen an den Verantwortlichen vor Ort

Art. 8 VUV Vorkehren bei Arbeiten mit besonderen Gefahren

¹ Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit besonderen Gefahren nur Arbeitnehmern übertragen, die dafür entsprechend ausgebildet sind.

Der Verantwortliche vor Ort (z.B. Schichtführer) muss befähigt sein:

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

II Brandschutz und Umgang mit chemischen Stoffen

Art. 44 VUV Gesundheitsgefährdende Stoffe

¹ Werden gesundheitsgefährdende Stoffe hergestellt, verarbeitet, verwendet, konserviert, gehandhabt oder gelagert oder können Arbeitnehmer sonst Stoffen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen ausgesetzt sein, so müssen die Schutzmassnahmen getroffen werden, die aufgrund der Eigenschaften dieser Stoffe notwendig sind.

Art. 66 BauAV Explosions- und Brandschutz

¹ Benzin- und Flüssiggasmotoren dürfen untertags nicht eingesetzt werden.

² Es müssen geeignete Massnahmen getroffen werden, um Brandfälle zu verhindern und in Brandfällen allfällige Folgen für die Gesundheit der Arbeitnehmer zu vermeiden.

II.1 Verwendung und Lagerung von brand- und explosionsgefährlichen Stoffen

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

- Brand- und explosionsgefährliche Stoffe wie Flüssiggas, Ankerharz, Sprengstoffkomponenten, brennbare Isolationsmaterialien werden im Untertagbereich nur in Mengen mitgeführt, die für die unmittelbare Verarbeitung erforderlich sind. Das Lagern und Deponieren dieser Stoffe erfolgt an einem sicheren Ort, wenn möglich ausserhalb des Untertagbereichs; andernfalls sind besondere Schutzmassnahmen zu treffen.
- Freiliegende Flächen von brandgefährlichen Baustoffen wie z.B. Abdichtungsfolien werden auf ein arbeitstechnisch erforderliches Minimum reduziert.
- Bei der Verarbeitung dieser Stoffe werden Brandschutzmassnahmen getroffen.

II.2 Umgang mit gesundheitsgefährdenden Stoffen

Beim Umgang mit gefährlichen chemischen Stoffen wie offenem Ankerharz, Injektionschemikalien, ätzenden Betonzusätzen, Lösungsmitteln ist sicherzustellen, dass die Stoffe bestimmungsgemäss verwendet und die Herstellervorschriften (Sicherheitsdatenblatt) beachtet werden.

Das Personal muss über das notwendige Fachwissen betreffend Gesundheitsschutz, Brandschutz und Unfallverhütung beim Umgang mit diesen Produkten verfügen.

11.3 Fördergurten

Aufgrund von Art. 66 BauAV sind Fördergurten einzusetzen, die nicht in Brand geraten und die einen Brand nicht weiterleiten. Detaillierte Informationen dazu sind der Suva-Webseite www.suva.ch/foerdergurten-untertag zu entnehmen.

11.4 Material von Warnkleidern

Art. 73 BauAV Warnkleider

Die Arbeitnehmer müssen Warnkleider in grellen Farben tragen, welche den ganzen Körper bedecken und mit lichtreflektierenden Flächen versehen sind.

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.

12 Verabschiedung

Diese Richtlinie wurde von der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit am 15. Oktober 2004 verabschiedet.

EIDGENÖSSISCHE
KOORDINATIONSKOMMISSION
FÜR ARBEITSSICHERHEIT EKAS

Bezugsquelle:

Eidgenössische
Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS
Richtlinienbüro
Fluhmattstrasse 1
Postfach
6002 Luzern