suva



Lüftung bei Untertagarbeiten Checkliste

Haben Sie für die ausreichende Belüftung Ihrer Untertagbaustelle alles Nötige vorgekehrt?
Die Qualität der Atemluft im Untertagbau ist entscheidend für das Wohlbefinden der Beschäftigten im Berufsalltag, für die Verhütung von Berufskrankheiten und Unfällen sowie für das Überleben bei einem Brandfall im Tunnel.

Die Hauptgefahren sind:

- Berufskrankheiten durch Quarzstaub und Russ (Silikose, Lungenkrebs)
- Vergiftung durch gasförmige Schadstoffe
- Ersticken infolge von Sauerstoffmangel
- Unfälle durch gestörtes Wohlbefinden infolge der Schadstoffbelastung im Tunnel
- Explosion wegen Erdgasaustritt
- Ersticken infolge Verschleppung von Brandschwaden

Mit dieser Checkliste bekommen Sie solche Gefahren besser in den Griff. Sie wendet sich an Sicherheitsverantwortliche auf Untertagbaustellen sowie an Personen, die für die Konzeption, die AVOR, den Betrieb oder die Koordination der Baulüftung verantwortlich sind. Die Checkliste dient als Hilfsmittel zur Erstellung des Lüftungskonzeptes, das Bestandteil des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes ist (Bauarbeitenverordnung BauAV Art. 4, 88 und 91).

1. Füllen Sie die Checkliste aus.

Wo Sie eine Frage mit «nein» oder «teilweise» beantworten, ist eine Massnahme zu treffen. Notieren Sie die Massnahmen auf der letzten Seite. Sollte eine Frage Ihren Betrieb nicht betreffen, streichen Sie diese einfach weg.

2. Setzen Sie die Massnahmen um.

Konzeption der Lüftung / Avor

1	Wurde bei der **Planung und Ausschreibung des Bauwerks** die Baulüftung ausreichend berücksichtigt?	☐ ja ☐ teilweise ☐ nein	Siehe dazu sia-Norm 196. Zu berücksichtigen sind insbesondere: • ausreichender Ausbruchquerschnitt unter Berücksichtigung des Platzbedarfs für die Lüftung (z. B. Lutte, Nischen für Lüfter) • Länge der maximalen Vortriebsstrecken (u. U. sind zusätzliche Lüftungsschächte, -bohrungen oder -fenster erforderlich) • Vorbelastung der Luft (z. B. durch Strassenverkehr)
2	Wurde die **Erdgas-Gefährdung** von einem Geologen beurteilt und liegt eine schriftliche Stellungnahme vor?	☐ ja ☐ nein	Siehe dazu sia-Norm 199. u. a. Gefährdung durch Methan, Schwefelwasserstoff, je nach geologischen Verhältnissen auch durch Radon-Zerfallsprodukte
3	Wurde bei der Dimensionierung der Lüftung die erforderliche **Kühlung** der Arbeitsplätze mitberücksichtigt?	☐ ja ☐ nein	Zu berücksichtigen sind insbesondere: • Gebirgswärme • Abwärme von Maschinen und Anlagen • Wärme durch den Abbindeprozess des Betons
4	Verfügen die für die Konzeption und AVOR der Lüftung sowie den Einsatz der Maschinen zuständigen Personen über das erforderliche lüftungs- und sicherheitstechnische **Fachwissen**?	☐ ja ☐ nein	• Ausbildung und Erfahrung • Kenntnis der Konzeptions- und Berechnungsunterlagen gemäss sia-Norm 196 • Kenntnis der Hersteller-Dokumentationen für Lüfter und Lutten
5	Wurde bei der **Wahl der Bauweise** überprüft, ob die Lüftung und Entstaubung sichergestellt werden kann?	☐ ja ☐ nein	• evtl. Pilotstollen bei TSM-Vortrieb • genügend Platz für Lutte bei Teilquerschnitten. • Die Bauweise muss u. U. den Möglichkeiten der Lüftung angepasst werden.
6	Wurde bei der **Wahl des Installationskonzepts** der Frischluftbedarf mitberücksichtigt? (richtige Wahl der Transportmethode, der Lade- und Transportgeräte, der Antriebe der übrigen Geräte)	☐ ja ☐ nein	Zum Beispiel: • elektrisches Schuttergerät statt Dieselgerät (hat grossen Einfluss auf die Lüftungsleistung!) • Tunnelband statt Fahrzeugtransport • Gleisschutterung statt Pneuschutterung • Elektrotraktion statt Dieseltraktion • elektrischer Antrieb von Betonpumpen, Arbeitshebebühnen, Laufkatzkranen
7	Wird die **kumulierte Dieselmotoren-Leistung** aller eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen für die Dimensionierung der Lüftung berücksichtigt?	☐ ja ☐ nein	Die eingesetzte Dieselmotoren-Leistung ist die Grundlage für die Dimensionierung der Baulüftung. Siehe dazu auch sia-Norm 196. Der massgebende Betriebsfall ist zu berücksichtigen.
8	Ist im Konzept die **Lüftung im Brandfall** geregelt und ist insbesondere geklärt, wie die Lüftungssteuerung im Brandfall funktionieren soll?	☐ ja ☐ nein	Szenarien mit Brand z. B. im rückwärtigen Bereich (Einschluss von Personen) untersuchen. In Umluftsystemen muss zur Rauchfreihaltung des Fluchtwegs in der jeweiligen Fluchtröhre Überdruck erzeugt werden können.
9	Ist bei **Erdgaszutritt** sichergestellt, dass die Baulüftung nach den Vorgaben des Sicherheitsingenieurs Gas geplant und ausgeführt wird und das Bauwerk permanent mit Frischluft versorgt wird?	☐ ja ☐ nein	Die redundante Energieversorgung von relevanten Lüftungsinstallationen berücksichtigen. Als Grundlage dient die Suva-Publikation «Erdgas bei Untertagarbeiten: Verhütung von Bränden und Explosionen», www.suva.ch/66102.d.

10 Werden **Massnahmen zur Beschränkung der Staubemissionen** umgesetzt und ist der Quarzgehalt von allfälligem Quarz im Fels bekannt?	☐ ja ☐ nein	Staub ist grundsätzlich an der Quelle zu erfassen oder mit Wasser zu binden. Staubemissionen sind so zu beschränken, dass sie mit der Lüftung ausreichend verdünnt werden können. • Nassbohrung statt Trockenbohrung • Nassspritzen statt Trockenspritzen • Entstaubung von Tunnelbrechern • Entstaubung TBM • Spitzhämmer mit Wassersprühdüsen • Entstaubung von Förderbandanlagen (Waschstation, Bandwendeanlage, Entstaubung bei Übergabestellen) • Staubbindung bei den Verkehrswegen
11 Sind die Arbeiten so organisiert, dass eine **mechanische Verletzung** der Lutte vermieden wird?	☐ ja ☐ nein	Zu berücksichtigen sind insbesondere: • Steinwurf beim Strossabbau (Vorlauf der Kalotte beachten) • Steinwurf beim Ausbruch von Nischen und Querschlägen • Steinwurf von der Ortsbrust (Verschleiss-Element vorsehen) • mechanische Verletzungen durch Platzbedarf von Geräten und Maschinen
12 Ist eine straffe und knickfreie **Verlegung der Lutte** konzeptionell sichergestellt? Die Verlegung hat wesentlichen Einfluss auf die Güteklasse bzw. die Kennwerte der Lutte (Leck- und Reibungsverluste).	☐ ja ☐ nein	Massnahmen: • bei längeren Lutten Einsatz von Luttenspeichern, bei langen Sprengvortrieben z. B. Einsatz von Hänge-Nachläufern • geeignetes Aufhängesystem wählen (Einseil/Zweiseil/Bügel)
13 Wird die Lutte so montiert, unterhalten und nachgebaut, dass der **Frischluftstrom die Ortsbrust erreicht?**	☐ ja ☐ nein	• Die maximale Distanz zwischen Luttenende und Ortsbrust beträgt ca. 5×D (D = Ortsbrusthöhe oder Durchmesser) Für die genauere Definition s. sia-Norm 196. • Auf Position des Luttenendes im Profil achten (Luftstrahl soll sich möglichst ans Parament anschmiegen können). • Aufreissen des Luftstrahls durch Hindernisse (z. B. grobes Schutzgitter) verhindern. • Kleine Querschnitte: Dimensionen der Arbeitsmittel (wie Stollenbahn oder Baumaschinen) beachten, um genügend freien Lüftungsquerschnitt zu erhalten. • Flattern des Luttenendes verhindern (Luttenende falls nötig stabilisieren).
14 Wurden die **Schnittstellen der verschiedenen Produktionsprozesse** und Baustellenphasen (Vortrieb, Rohbau, Ausrüstung) mit allen Beteiligten abgesprochen?	☐ ja ☐ nein	• Absprachen gemäss VUV Art. 9 • In den Absprachen auch Lüftung nach dem Durchschlag berücksichtigen (reversierbare Lüfter zur Unterstützung des Naturzugs resp. zur Lüftung bei fehlendem Naturzug).

Konstruktive Gestaltung der Lüftung

15	Werden **Lüfter** verwendet, die bezüglich Konstruktion, Qualität, Service und Schallschutz einen störungsfreien Betrieb gewährleisten?	☐ ja ☐ nein	Achten Sie insbesondere auf folgende Punkte: • Dauerbetrieb ohne Überhitzung • guter Zustand des Lüfters • Verfügbarkeit von Ersatzteilen • Verfügbarkeit der technischen Unterlagen • keine Störung der Anwohner, Unterkünfte, Büros durch Lärm
16	Wurde der **Ansaugort** der Frischluft so gewählt, dass eine Rezirkulation von Tunnelluft auch unter ungünstigen Windbedingungen vermieden wird?	☐ ja ☐ nein	Berücksichtigen Sie: • Distanz und Lage zum Portal • Die Hauptwindrichtungen in Umluftsystemen besonders berücksichtigen.
17	Ist die kurzfristige **Anpassung der Luftmenge** an den aktuellen Luftbedarf sichergestellt (z. B. durch den Einsatz frequenzgesteuerter Lüfter)?	☐ ja ☐ nein	Vorteile eines frequenzgesteuerten Lüfters: • Vermeidung unnötiger Zugluft • Vermeidung der Ausserbetriebsetzung der Lüftung im Winter • Drosselung der Lüftung bei Reparatur und Verlängerung der Lutte resp. beim Wechseln des Luttenspeichers • Reduktion des Energieverbrauchs • Vermeidung von Luttenschäden beim Anfahren der Lüftung
18	Wurde der **Luttendurchmesser** so gewählt, dass der Druck und der Energieverbrauch nicht unnötig hoch ansteigen, die Reichweite des Luftstrahls jedoch genügend gross ist?	☐ ja ☐ nein	• Bei zu hohem Druck steigen Energiebedarf und Wärmeeintrag sowie der Aufwand für Reparaturen. • Die Stömungsgeschwindigkeit am Luttenende soll 10 bis höchstens 20 m/s betragen. • Bei der Dimensionierung von Abluftlutten ist auch die Sedimentation in der Lutte zu berücksichtigen (V > 20 m/s)
19	Wurde den folgenden Faktoren bei der **Auswahl des Luttenmaterials** Rechnung getragen?	☐ ja ☐ nein	• Platzen oder Weiterreissen bei Verletzungen • Luttenzustand (Lecks) • Reparierfähigkeit • Entflammbarkeit resp. Brandverhalten?
20	Werden für enge Kurven und für Verzweigungen **Formstücke** verwendet?	☐ ja ☐ nein	Verformungen und Einfaltungen der Lutte erzeugen grossen Strömungswiderstand.
21	Ist für das **Verlängern und Reparieren der Lutten** alles richtig vorbereitet und konzipiert?	☐ ja ☐ nein	Entscheidend sind: • die Kupplungsart (möglichst wenig Zeitverlust beim Einsetzen neuer Luttenelemente, Gewährleistung der Dichtigkeit) • geeignetes Reparatursystem (unempfindlich gegen Schmutz und Feuchtigkeit. Reparatur von Lecks soll auch unter Druck möglich sein) • das Ersetzen defekter Luttenelemente muss möglich sein (Zugspannungen berücksichtigen)
22	Können die Montage- und Instandhaltungsarbeiten an den Lüftungsanlagen sicher durchgeführt werden (**sichere Zugänge und Arbeitsplätze**)?	☐ ja ☐ nein	

Betrieb der Lüftung / Organisation / Schulung

23	Steht ein **Ersatzlüfter** zur Verfügung und kann dieser kurzfristig eingesetzt werden oder ist sichergestellt, dass im Tunnel nicht weitergearbeitet wird, solange der Lüfter ausser Betrieb steht?	☐ ja ☐ nein	Der Ersatzlüfter soll bereits installiert sein oder zumindest auf der Baustelle bereitstehen.
24	Wurden **Arbeitsanweisungen** zum Betrieb und zum Unterhalt der Lüftung (und Entstaubung) erstellt und werden diese Anweisungen instruiert?	☐ ja ☐ nein	Arbeitsanweisungen u. a. über: • Zeitpunkt der Verlängerung der Lutten resp. maximale Distanz vom Luttenende zur Ortsbrust • Abstellen der Motoren bei Gerätestillstand • Einstellung von Arbeiten mit Schadstoffemissionen bei Lüftungsunterbruch • Luttenunterhalt
25	Wurde die **Verantwortung** für den Betrieb der Lüftung und den Einsatz der Dieselgeräte geregelt und die **Koordination** sichergestellt?	☐ ja ☐ nein	Kompetenzen festlegen für Lüftungsregelung und Geräteeinsatz. Die Koordination ist speziell wichtig, wenn mehrere Betriebe betroffen sind, z. B. nach dem Durchschlag und in der Ausrüstungsphase des Bauwerks.

Überwachung der Lüftung

26	Sind **Messgeräte** zur Überwachung der Lüftungsverhältnisse verfügbar, die zuständigen Personen in deren Anwendung instruiert, und sind die Messstellen für Luttenmessungen bestimmt, vorbereitet und zugänglich?	☐ ja ☐ teilweise ☐ nein	• Geeignet sind Anemometer, Mehrgasmessgeräte, Staubmessgeräte, evtl. Klimamessgeräte. • Messstellen: nicht direkt nach dem Lüfter, nicht direkt nach Krümmern, Hindernissen oder Querschnittsänderungen.
27	Werden die **Lüftungsverhältnisse** periodisch überprüft?	☐ ja ☐ teilweise ☐ nein	• Kontrollmessungen organisatorisch regeln (im PQM). • Die MAK-Werte der relevanten Schadstoffe sind bekannt. • Die Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten der Partikelfilter werden durchgeführt und dokumentiert. • Permanente Aufzeichnung der Leistung der Lüfter oder der Luftmenge (durch Messblende in der Lutte).
28	Wird die **Einhaltung der Arbeitsanweisungen** kontrolliert?	☐ ja ☐ teilweise ☐ nein	In PQM regeln.
29	Wird in durchgeschlagenen Bauwerken, die nicht künstlich belüftet werden, die **Luftqualität ununterbrochen messtechnisch überwacht**?	☐ ja ☐ teilweise ☐ nein	

Es ist möglich, dass in Ihrem Betrieb noch weitere Fragen zum Thema dieser Checkliste bestehen.
Ist dies der Fall, treffen Sie die notwendigen zusätzlichen Massnahmen. Notieren Sie diese auf der letzten Seite.

Massnahmenplanung

Lüftung im Untertagbau

Checkliste ausgefüllt von:

Datum: Unterschrift:

Nr.	Zu erledigende Massnahme	Termin	beauftragte Person	erledigt		Bemerkungen	geprüft	
				Datum	Visum		Datum	Visum

Wiederholung der Kontrolle am: (Empfehlung: alle 6 Monate)

Ausgabe: Oktober 2022
Publikationsnummer: 67120.d

Haben Sie Fragen? Rufen Sie uns an: Tel. 058 411 12 12, kundendienst@suva.ch
Download und Bestellungen: www.suva.ch/67120.d

Suva, Postfach, 6002 Luzern

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Finanziert durch die EKAS
www.ekas.ch