

Lötschberg Basistunnel Asbest im Vortrieb – eine hohe Herausforderung an alle Beteiligten

Markus Aeschbach, dipl. Bauing. ETH/SIA (Ingenieurbüro SRP Schneller Ritz und Partner AG, Nordstrasse 16, 3900 Brig)
Oberbauleitung Ingenieurgemeinschaft Westschweiz IGWS, Saflischstrasse 4, 3900 Brig

EINLEITUNG

Asbest im Vortrieb – Asbest ist einer dieser Begriffe, welcher bei jedem von uns sofort Assoziationen auslöst. Meistens werden dabei mit dem Wort Asbest negative Bilder verknüpft. Vergessen wir aber nicht, dass häufig die Dinge bedrohlich wirken, über die wir keine oder nur unvollständige sachliche Informationen besitzen. Weiter gilt es zu beachten, dass die negativen Erfahrungen mit Asbest vorwiegend bei der Anwendung oder der Sanierungen von industriellen und gewerblichen Werkstoffen/Produkten mit Asbestfasern entstanden sind.

In Anbetracht der heute bekannten wirksamen Schutzmassnahmen, dem fundierten Wissen über die Einwirkungen von Asbest und den strengen Vorschriften müssen einige unserer Vorurteile gegenüber Asbest sicherlich revidiert werden.

Beim Lötschberg-Basistunnel wurde nach einer umfassenden Problemerkennung, einer raschen Lösungsfindung mit Einbezug von Experten, einer offenen Information und der konsequenten Umsetzung der definierten Massnahmen die unverhoffte Situation „Amiant (Asbest) im Vortrieb“ erfolgreich gemeistert. Anhand des Sprengvortriebes in Ferden wird die Ausgangslage, d.h. die angetroffenen Zonen mit Amiant, eine Beschreibung des Minerals Amiant, die gesundheitlichen Auswirkungen von Asbest, die Schutzmassnahmen gegen Amiant, die gesetzlichen Grundlagen und die Messmethoden des Amiantgehaltes aufgezeigt. Es wird anschließend auf das Schutzkonzept mit seiner Umsetzung in der Praxis eingegangen.

Im vorliegenden Artikel wurde eine sprachliche Differenzierung eingebracht: Handelt es sich um natürliche faserartige Mineralien, welche im Untertagebau als Einschluss in Gesteinen angetroffen wird, so wird von Amiant gesprochen. Mit der Bezeichnung Asbest oder Asbestfasern werden hingegen alle gesundheitsgefährdenden anorganischen Fasern bezeichnet, unabhängig ob diese nun im Sektor Industrie/Gewerbe oder im Untertagebau angetroffen werden.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ
AMIANT IM VORTRIEB

DIE AUSGANGSLAGE

Zonen im Basistunnel mit Amiant

Durch die Mineure des Los Steg wurde Mitte März 2002 im Bereich des KM 41'910 an den Tunnelwandungen des TBM-Vortriebes faserartige Materialien entdeckt. Nach Begutachtung durch den Projektgeologen wurde am 19. März 2002 die SUVA informiert. Anhand der durchgeführten Analysen der SUVA konnte bestätigt werden, dass es sich bei den Materialien um Amiant handelt. Am 05. April 2002 wurden die Arbeiten im TBM-Vortrieb in der Röhre Steg eingestellt, um die Gesundheit der Tunnelbauer nicht zu gefährden. In mehreren Arbeitssitzungen mit der SUVA wurden durch die Oberbauleitung, dem Projektgeologen und dem Bauherrn die notwendigen Massnahmen für die Wiederaufnahme des Vortriebes definiert und umgesetzt. Am 13. April 2002 konnte der TBM-Vortrieb mit Einsatz von Schutzmassnahmen wieder aufgenommen werden. In der Folge wurde zwischen den KM 41'910 und KM 40'740 regelmässig Amiant angetroffen. Nach einer amiantfreien Strecke wurden zwischen dem KM 40'060 bis zum KM 39'760 wiederum sporadisch Amiant angetroffen. Bis zum Durchstich mit dem Los Ferden bei KM 38'646 wurden keine Amiantvorkommen mehr entdeckt.

Im Los Ferden wurde anhand der Erfahrungen im Los Steg/Raron frühzeitig die Schutzmassnahmen gegen Amiant vorbereitet. Als wahrscheinliche Grenze für den Übertritt in Streckenabschnitte mit Amiantvorkommen wurde die Störzone Dornbach bestimmt. Das erste Mal wurde in Ferden am 06. Oktober 2002 im Basistunnel Ost bei KM 38'326 durch die örtliche Bauleitung eine Zerrkluft mit Amiant entdeckt. Im Basistunnel West wurde am 25. Oktober 2002 mit Vortriebsstand bei KM 38'578 das erste Mal in einer Luftmessung Amiant festgestellt. Bis zum Erreichen der Losgrenzen, d.h. den Durchstichspunkten mit dem TBM-Vortrieben von Steg bei KM 38'646 am 09. Dezember 2002 und Raron bei KM 39'083 am 02. April 2003 wurden sporadisch Amiantvorkommen entdeckt, resp. gemessen.

Insgesamt wurde also auf einer Strecke von ca. 3.5 km entweder regelmässig oder dann sporadisch Amiant angetroffen.

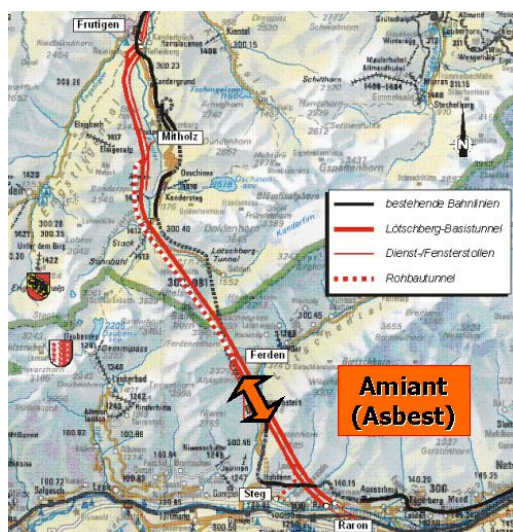


BILD 1: Zone Lötschberg-Basistunnel mit Amiantvorkommen

Beschreibung des Minerals Amiant

Der häufig anstelle von Amiant verwendete Begriff Asbest stammt vom griechischen Wort „asbestos“ und bedeutet unzerstörbar. Diese Wortherleitung ist in Anbetracht der physisch-chemischen Eigenschaften der Asbestminerale, wie Unbrennbarkeit, Unempfindlichkeit bezüglich hoher Temperaturen, hohe Zugfestigkeit, chemische und elektrische Widerstandsfähigkeit sowie Elastizität nachvollziehbar. Jahrzehntlang galt der Asbest als das Mineral der tausend Möglichkeiten, da er wie keine andere Faser für viele technische Produkte optimale Eigenschaften besitzt. Als der Asbest vermehrt als gesundheits- und umweltgefährdender Stoff anerkannt wurde, erfolgte 1990 zum Schutz der Öffentlichkeit in der Schweiz ein generelles Anwendungsverbot.

Der Begriff Amiant wird für die faserartigen Silikat-Mineralien der Amphibol- und der Serpentin-Gruppe verwendet. In der Amphibolgruppe werden u.a. folgende Arten von Amiant unterschieden: Aktinolith, Krokydolith (auch Blauasbest genannt), Amosit (auch Braunasbest genannt) und Tremolit. Zu den Serpentinamianten gehört das Mineral Chrysotil.

Beim Lötschberg-Basistunnel wurde das natürliche Mineral **Aktinolith** angetroffen. Aktinolith ist in alpinen Klüften kalkamphibolführender Gesteine zu finden, d.h. in Amphiboliten, Hornblendefelsen, kristallinen Schiefen und schiefrigen bis massigen amphibolführenden Gneisen. In offenen, normalen Zerrklüften bilden die Aktinolithen stets die Erstausscheidung, meist in Form von senkrecht stehenden, feinsten, rasenartig auftretenden Fasern, welche Amiant oder Bysso-lit genannt werden. Viele der später ausgeschiedenen Mineralien enthalten deshalb Amiant als Einschluss. Liegender, asbestförmiger Aktinolith wird ebenfalls als Bergleder oder Bergkork bezeichnet.



BILD 2: Amiantausscheidung auf Amphibol (Photo: A. Henzen, Mineralienaufseher)

Die Farbe von Aktinolith ist hell- bis leuchtendgrün und graugrün und kann einen Glasglanz aufweisen. Die Härte liegt zwischen 5.5 bis 6, die Dichte bei ca. 3 t/m³.

Nebst den mineralogischen Kriterien werden häufig ebenfalls morphologische Kriterien für die Identifikation von Amiant, resp. Asbestfasern herangezogen. So liegt z.B. für die Asbestfasern das Verhältnis zwischen Länge zu Durchmesser L/D normalerweise zwischen einem Intervall von 20:1 bis 100:1. Weiter sind extrem feine Fasern mit einem Durchmesser kleiner als 0.5 µm, mehrere zu einem Strahl zusammengefasste, parallele Fasern sowie ausfransende Fibrillen am Ende der Fasern zusätzliche Kennzeichen für Amiant, resp. Asbestfasern.



BILD 3: Aktinolith (Photo: A. Henzen, Mineralienaufseher)

Gesundheitliche Auswirkungen von Asbest, resp. Amiant

Feine Fasern können über die Atemwege bis in den untersten Lungenbereich gelangen und sich dort in den Lungenzellen verankern. Die Lungenzellen werden dadurch gereizt oder sogar geändert und es kann eine tumorerzeugende Wirkung entstehen.

Gemäss SUVA wird die Gesundheitsgefährdung von Asbest, resp. Amiant durch folgende Merkmale beeinflusst: a) die Fasergeometrie (dicke, nicht lungengängige Fasern oder dünne, lungengängige Fasern), b) die Biobeständigkeit (hohe Löslichkeit in den Körperflüssigkeiten oder lange Verweilzeiten), c) die Oberflächenbeschaffenheit (Möglichkeit von chemisch-physikalischen Vorgängen an der Faseroberfläche) und d) das Verstaubungsverhalten (Emittieren von Fasern in Abhängigkeit der Feinheit der Fasern und der Möglichkeit einer Längsspaltung).

Als besonders gefährlich werden dabei vor allem die Minerale Krokydolith (Blauasbest) und Amosit (Braunasbest) eingestuft. Weiter sind die Amiante Aktinolith, Anthophyllit, Chrysotil und Tremolit als gesundheitsgefährdend zu betrachten.

Die eindeutig auf Asbestfasern zurückzuführende Erkrankung ist einerseits die **Asbestose (Asbest-Staublunge)** mit einer Latenzzeit von in der Regel 10-15 Jahren und mehr, welche durch hohe und langjährige Faserexposition hervorgerufen wird und zu einer zunehmenden Atemnot, Lungenfunktionseinschränkung und in schweren Fällen zu Ateminvalidität führen kann. Andererseits kann durch Asbest das maligne **Mesotheliom (Bösartiger Tumor, Krebs in Brust- oder Bauchfell)** mit einer Latenzzeit von 20 bis 40 oder mehr Jahren und bei geringeren Expositionen als bei der Asbestose hervorgerufen werden. Diese Krankheit verläuft praktisch immer tödlich. Asbestfasern können weiter Auslöser von Lungenkrebs und gutartigen Brustfellveränderungen sein. Rauchen erhöht die Gefährdung für Lungenkrebs durch Asbest deutlich. Bei den in der Schweiz als Berufskrankheit anerkannten bösartigen Tumoren sind 85 % auf Asbest zurückzuführen (Statistik SSUV, 1991-2000, n=477).

Schutzmassnahmen gegen Amianteinwirkungen

Da die Asbest-, resp. Amiantfasern über die Luft aufgenommen werden, sind in erster Linie die Atemorgane zu schützen. In Wasser gebundenes Amiant stellt keine Gefährdung dar. Die möglichen Schutzmassnahmen bei Amiant im Untertagebau wurden von den Schutzmassnahmen bei Asbest in Industrie und Gewerbe abgeleitet und bestehen aus: a) der persönlichen Schutzausrüstung mit spezieller Atemschutzmaske der Klasse FFP3 und täglich gereinigter Schutzkleidung, b) Reinigung der exponierten Körperteile mit Wasser, c) Wassereinsatz im Arbeitsbereich zum Binden der Fasern (Wassernebel-Bogen und Wasserbedüsung Ausbruchmaterial), d) Apparate zum Reinigen von Fahrzeugen (Wasser, Industriestaubsauger mit FFP3-Filtern, Nassstaubsauger), e) Entsorgung der mit Amiant belasteten Masken.

Gesetzliche Grundlagen, Grenzwerte

Die Konzentration von Amiantfasern ist möglichst tief zu halten, so dass bei einer langjährigen Exposition keine Gesundheitsgefährdung entsteht. Als Mass für die zulässige Konzentration wird durch die SUVA ein sogenannter MAK-Wert definiert. Der Maximale Arbeitsplatz-Konzentrations-Wert (MAK-Wert) ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines 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. Bei faserigen Materialien, aus denen lungengängige Fasern freigesetzt werden können und die als gesundheitsgefährdend eingestuft sind, werden die MAK-Werte als Anzahl lungengängiger Fasern pro Volumeneinheit Luft definiert. Für lungengängige Fasern mit einer Länge $L \geq 5 \mu\text{m}$, einem Durchmesser $D \leq 3 \mu\text{m}$, und dem Verhältnis $L:D > 3:1$ gelten gemäss den seit 2003 gültigen SUVA-Vorschriften folgende Grenzwerte:

Asbest: 0.01 LAF/ml, bzw. 10'000 LAF/m³ (Lungengängige Asbestfasern)

Fasern generell: 0.25 LF/ml, bzw. 250'000 LF/m³ (Lungengängige Fasern)

Der Grenzwert 0.01 lungengängiger Asbestfasern/ml gilt für Sanierungsarbeiten und zwar hinter der Atemschutzmaske. Bei nur kurzdauernder Exposition wird die kumulative Dosis (Faserjahre) unter Berücksichtigung der Asbestfasertypen zur Beurteilung herangezogen. Dies ist Grundlage für die Bestimmung des Richtwertes von 0.05 LAF/ml (50'000 LAF/m³), welcher als Grenze für die Einführung von besonderen Massnahmen (Tragen von Schutzmasken FFP3) im Untertagebau mit nicht lebenslanger, sondern verhältnismässig kurzzeitiger Exposition herbeigezogen werden kann.

Die Festlegung des Schweizer MAK-Wertes durch die SUVA für lungengängige Asbestfasern auf 0.01 LAF/ml (im Vergleich MAK EU = 0.1 LAF/ml) ist auf folgende Gründe zurückzuführen: a) Das Erscheinen von verschiedenen Metaanalysen (ca. 20 langfristige Untersuchungen) gab die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die Dosis-Wirkungs-Beziehungen zwischen Asbestexposition und dem Auftreten von Asbest-Krankheiten durchzuführen. Dabei zeigte sich, dass vor allem der Brustfellkrebs (Mesotheliom) im Vergleich zur Staublunge oder zum Lungenkrebs die geringste kritische Toxizität besitzt, d.h. dass bei bereits geringer Dosis ein erhöhtes Risiko für diese Krankheit besteht, b) Somit war das Ziel vorgegeben, mit dem definierten MAK-Wert nicht nur vor der Krankheit Staublunge zu schützen, sondern vor allem das Mesotheliom als momentan häufigste Tumor-Berufskrankheit zu verhindern, c) Als weiteres Ziel wurde angestrebt, das Krebs-Risiko durch Asbesteinwirkung nicht höher als das Krebsrisiko durch Umwelteinflüsse zuzulassen. Die Bestrebungen der SUVA zur Einführung des MAK-Wertes von 0.01 LAF/ml wurden durch Untersuchungen der internationalen SCOEL-Gruppe, welche das Zusatzrisiko bei einer Exposition während ca. 40 Jahren ermittelt hat, unterstützt.

Messmethoden Amiantgehalt in der Luft, Messgrenzen im Untertagebau

Für die Bestimmung der Anzahl Fasern in der Luft wird im Atembereich der Beschäftigten ein definiertes Luftvolumen mit Hilfe einer Pumpe durch einen Partikelfilter gesaugt. Für die Auszählung der auf dem Filter abgeschiedenen Fasern kamen beim Lötschberg-Basistunnel zwei Methoden zum Einsatz:

a) Einsatz von PCM-Filtern (Papierfilter). Die Auszählung erfolgt mit dem Phasenkontrast-Lichtmikroskop. Aus dem ca. 2.5 cm breiten runden Filter wird ein Viertel-Stück herausgeschnitten. Auf diesem Viertel werden 100 Felder mit je einem Durchmesser von 100 μm (entspricht 0.1 mm) analysiert. Dabei werden bei 400-500facher Vergrößerung nur jene Fasern gezählt, die der Definition der Lungengängigkeit (Länge $L \geq 5 \mu\text{m}$, Durchmesser $D \leq 3 \mu\text{m}$, Verhältnis $L:D > 3:1$) entsprechen. Mit dem PCM-Filter wird der LF-Wert (Lungengängige Fasern) bestimmt. Bei den lungengängigen Fasern handelt es sich um alle in der Luft messbaren Fasern, ohne Unterscheidung des Anteils der Asbest-Fasern. Die ungefähren Analyse-Kosten der PCM-Filter belaufen sich auf ca. 60 sFr./Stück.

b) Einsatz von VDI-Filtern (Vergoldete Filter). Die Analyse unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) erlaubt es, jede Einzelfaser bei der Auszählung zu identifizieren und nur die Fasern des gesuchten Fasertyps zu zählen. Bei dieser Auswertung kann deshalb der LAF-Wert (Lungengängig Asbestfasern) bestimmt werden. Die ungefähren Analyse-Kosten der VDI-Filter betragen ca. 850 sFr./Stück. Die Messungen und Auswertungen wurden beim Lötschberg-Basistunnel durch das IST, Institut universitaire romand de Santé au Travail in Lausanne durchgeführt.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ AMIANT IM VORTRIEB

Die obengenannten Messmethoden weisen für den Untertagebau gewisse Grenzen auf. Für eine aussagekräftige Analyse und Aussage sollte während ca. 8 Stunden mit einem Fluss von ca. 2 l/min insgesamt 1 m³ Luft angesaugt werden. Es hat sich nun aber gezeigt, dass im Untertage-Bereich die Filter infolge der manchmal sehr hohen Anzahl Fasern nach einer relativ kurzen Zeit verstopft werden. Die Messzeit wurde deshalb in verschiedenen Versuchen optimiert und lag schlussendlich bei ca. 0.5-1 Stunde. Als Konsequenz aus den beschränkten Messzeiten und der dementsprechend verminderten Aussagekraft der Analysen im Untertagebau wurden beim Lötschberg-Basistunnel die anzuwendenden Grenzen für die Einführung von Schutzmassnahmen gegen Amiantfasern entsprechend vorsichtig angesetzt.

DAS SCHUTZKONZEPT

Um bei Amiant-Vorkommen die notwendigen Schutzmassnahmen zeitig zur Verfügung zu stellen und den Vortrieb unter Berücksichtigung des Gesundheitsschutzes der Mineure weiterführen zu können, wurde durch die Oberbauleitung in enger Zusammenarbeit mit der SUVA, der Unternehmung und dem Projektgeologen ein Konzept für das Verhalten bei Amiant im Vortrieb erstellt. Das Konzept umfasst die Definition von Gefährdungsstufen mit den jeweils zu treffenden Schutzmassnahmen, die Bestimmung der Voraussetzungen für eine Rückstufung der Gefährdungsstufen, das Festlegen der Messungen und Überwachungen im Untertage sowie das Garantieren einer raschen und umfangreichen Information an alle Beteiligte.

Bestimmung von Gefährdungsstufen

Die Schutzmassnahmen und die Kontrollmessungen sowie die Überwachung im Vortrieb wurden stufenweise auf die geologische Situation angepasst. Mit dem Projektgeologen wurden insgesamt 4 Gefährdungsstufen (GS) definiert:

- a) GS 0: Keine Amiantgefährdung.** Es sind keine Gesteine vorhanden, in denen Amiant auftreten kann.
- b) GS 1: Amiantgefährdung klein.** Das Vorkommen von Gesteinen, in denen Amiant auftreten kann, ist möglich.
- c) GS 2: Amiantgefährdung gross.** Gesteine, in denen Amiant auftreten kann, wurden angetroffen oder prognostiziert
- d) GS 3: Amiant nachgewiesen, Arbeiten unter Schutzmassnahmen.** Amiant wurde nachgewiesen, resp. durch VDI-Messungen nachgewiesen.

Die Kompetenz für die Änderung der Gefährdungsstufen wurde bei der Oberbauleitung angesiedelt. Bei Unklarheiten wurden die SUVA, der Projektgeologe und der Bauherr BLS AT in den Entscheidungsprozess einbezogen.

Bei der **Gefährdungsstufe 0** sind keine Schutzmassnahmen, keine speziellen Messungen und keine Überwachung im Vortrieb notwendig.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ AMIANT IM VORTRIEB

Für die **Gefährdungsstufe 1** müssen die notwendigen Schutzmassnahmen gegen Amiant innerhalb max. 2 Tagen einsatzbereit sein. Weiter müssen die Atemschutzmasken der Klasse FFP3 in genügender Anzahl (mindestens für 3 Tage ausreichend) im Vortrieb vorgehalten werden. Die Luft an der Vortriebsfront und bei den Brechern wird mindestens einmal pro Monat mit VDI-Filtern auf Amiantfasern geprüft. Die Vortriebsfront wird nach jedem Abschlag visuell auf Amiantvorkommen überprüft.

Bei Bestimmung der **Gefährdungsstufe 2** sind die Schutzmassnahmen gegen Amiant für den sofortigen Einsatz vorzuhalten. Die Anzahl der im Vortrieb bereitzustellenden Atemschutzmasken muss für mindestens 7 Tage ausgelegt sein. Die Kadenz der Luftmessungen mit VDI-Filtern an der Front und beim Brecher wird auf 1 Mal pro Woche erhöht. Die Überwachung der Vortriebsfront muss durch ein Amiantkontroll-Protokoll des Geologen dokumentiert sein.

Die **Gefährdungsstufe 3** wird bei einer visuellen Entdeckung von Amiant im Vortriebsbereich oder durch einen Nachweis von Amiant in den VDI-Messungen ausgelöst. In Anbetracht der bereits erwähnten Grenzen der Messmethoden im Untertagebau wurde beim Lötschberg-Basistunnel die Gefährdungsstufe 3 unabhängig von der gemessenen Menge LAF/m³ Luft, also bereits schon beim Vorhandensein kleinster Mengen Amiantfasern im Partikelfilter ausgelöst.

Als Schutzmassnahmen bei der Gefährdungsstufe 3 müssen alle Arbeiten im gefährdeten Bereich mit der Atemschutzmaske Klasse FFP3 und einer täglich zu wechselnden Arbeitskleidung durchgeführt werden. Die Amiantfasern werden mit verschiedenen Wasserbedüisungen gebunden und angetroffene Klüfte sofort mit Mörtel versiegelt. Das Ausbruchmaterial wird beim Sprengvortrieb nicht mehr gebrochen und bei der Ablagerung des Ausbruchmaterials im Freien sind Spezialmassnahmen erforderlich. Die Luftmessungen mit VDI-Filtern werden wöchentlich im durch Wassernebelvorhänge abgeschotteten Vortriebsbereich durchgeführt und mit täglichen PCM-Filter-Messungen ergänzt. Ausserhalb der Vortriebsbereiche, z.B. bei den Ablagerungsstandorten, werden Messungen je nach Bedarf durchgeführt. Die Überwachung im Vortriebsbereich enthält neben dem Erstellen des Amiantkontroll-Protokolls ebenfalls die Dokumentation der Amiantvorkommen (Aufnahme Tunnelmeter und Fotodokumentation).

Die Rückstufung der einzelnen Gefährdungsstufen erfolgt auf schriftliche Anweisung der Oberbauleitung und berücksichtigt folgende Parameter:

Gefährdungsstufe 3 auf 2: In den letzten drei Tagen wurde visuell kein Amiant im Tunnel aufgefunden. Die VDI-Messungen zeigen auf, dass kein Amiant vorhanden ist, resp. die VDI-Messungen zeigen auf, dass sehr wenig Amiantfasern in der Luft sind und die PCM-Messungen der letzten 3 Tage weisen jeweils einen Wert unter 60'000 LF/m³ Luft auf.

Gefährdungsstufe 2 auf 1: In den letzten 14 Tagen wurde kein Amiant im Tunnel angetroffen. Die VDI-Messungen zeigen auf, dass kein Amiant vorhanden ist und es treten keine Gesteine auf, in denen Amiant vorhanden sein kann.

Gefährdungsstufe 1 auf 0: Es ist auszuschliessen, dass Gesteine, in denen Amiant auftreten kann, vorhanden sein könnten.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ
AMIANT IM VORTRIEB

Massnahmen im Vortrieb bei Amiantvorkommen

Beim Sprengvortrieb galt es, die mit Amiantfasern belastete Luft möglichst nur auf den Vortriebsbereich zu reduzieren. Dabei war das in Ferden eingesetzte Lüftungskonzept mit Frischlufteinblasung über den freien Querschnitt zur Front und Absaugung der Abluft im Vortriebsbereich über Lutten von grossem Vorteil. Die Lutten wurden direkt in die vom restlichen Tunnel-system abgeschlossenen Abluftgalerien eingeführt und die Abluft von dort in den Lüftungsschacht Fystertellä in das Freie abgegeben. Der Einbau von Filtern oder Wassernebel-Bedü-sungen in die absaugende Lüftung an der Front war technisch nicht möglich. Es zeigte sich aber nach einer umfangreichen Messkampagne, dass die Lüftungsgalerien und die Umgebung beim Schachtkopf im Freien praktisch unbelastet von Amiantfasern waren und der mit dem BUWAL vereinbarte Grenzwert für Aussenbereiche von 500 LAF/m³ Luft deutlich unterschritten wurde.

Im Untertage wurde mit der Positionierung zweier Wassernebel-Bogen ein Drei-Zonen-Konzept erarbeitet. Der erste Wassernebelbogen wurde an die mobile Arbeitsbühne im Vortriebsbereich angeordnet und bestimmte somit die Zone A1 zwischen Vortriebsbrust und Wassernebelbogen. Im rückwärtigen Bereich wurde ein zweiter Wassernebelbogen angeordnet, welcher stationär war und die Grenze zwischen der Zone A2 (zwischen 1. und 2. Wassernebelbogen) und der Zone A3 markierte. Bei Eintreten der Gefährdungsstufe 3 wurden jeweils alle Wassernebelbogen eingeschaltet. Bei den Wassernebel-Bogen handelt es sich um Dustex-Vernebelungssysteme, welche mit Druckluft das Wasser via Düsen in feinste Tröpfchen verwandeln. Die Amiantfasern in der Luft werden durch das Wasser gebunden.

Der Druckluftbedarf pro Düse liegt bei ca. 7 Nm³/h bei 2 bar Hinterdruck und der Wasserverbrauch pro Düse bei ca. 25 l/h bei 0.5 bar Hinterdruck. Insgesamt kamen ca. 20 Düsen zum Einsatz.

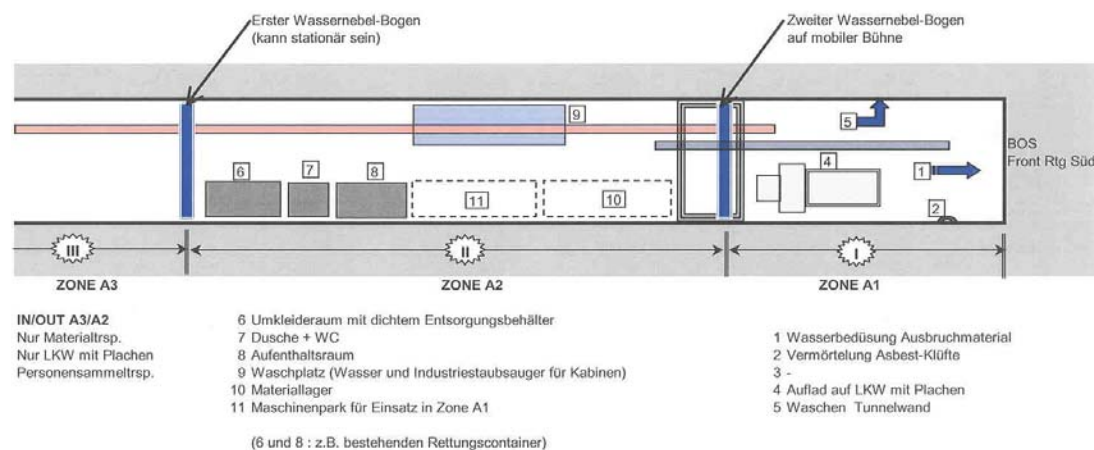


BILD 4: Prinzipskizze des Drei-Zonen-Konzeptes beim SPV

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ AMIANT IM VORTRIEB

In der Zone A1 ist die grösste Belastung mit Amiant zu erwarten. Dort muss bei Gefährdungsstufe 3 mit der Atemschutzmaske Klasse FFP3 und Schutzkleidung gearbeitet werden. Das Ausbruchmaterial ist vor und während dem Schüttern mit Wassernebel zu bedüsen. Die angebrochenen Amiantklüfte sind aufzunehmen (Tunnelmeter und Photo) und sofort mit Mörtel oder Spritzbeton zu verschliessen. Vor dem Weiterziehen des mobilen Wassernebel-Bogens ist die Tunnelwand zu waschen. Um eine zusätzliche Belastung mit Amiantfasern zu verhindern, durfte das Ausbruchmaterial während der Gefährdungsstufe 3 nicht zum Brecher am Fusspunkt des Zugangsstollens Ferden geführt werden, sondern musste direkt auf LKW's geladen werden. Für den Transport über den Zugangsstollen ins Freie auf den Ablagerungsstandort Bubichopf wurden die Ladeflächen mit Plachen zugedeckt.

Die Zone A2 zwischen dem erstem und zweiten Wassernebelbogen dient in erster Linie als Pufferzone und zusätzliche Abschottung der Amiantbelastung an der Front zum restlichen Tunnelsystem. Bei sehr grosser Amiantbelastung konnte diese Zone für die Umrüstung der Mineure und der Maschinen für die Arbeiten in der Zone A1 sowie die Vorbereitungs- und Säuberungsmassnahmen für den Eintritt in die Zone A3 benutzt werden. Entsprechende Installationen, wie z.B. Waschplatz zum Reinigen von Maschinen oder luftdicht verschliessbare Behälter für die Aufnahme der belasteten Atemschutzmasken waren eingerichtet.

Die Zone A3 galt als unbelasteter Raum, was jeweils auch durch VDI-Filter-Messungen nachgewiesen wurde.



BILD 5: Wassernebelvorhang beim TBM-Vortrieb

Die aktuelle Gefahrenstufe wurde jeweils sichtbar am Anfang der Zonen A1 und A2 mit Grossplakaten bekannt gegeben.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ AMIANT IM VORTRIEB

Für den Einbau des mit Amiant belasteten Ausbruchmaterials bei den Ablagerungsstandorten wurden folgende Massnahmen umgesetzt: Das abgekippte Material wurde sofort eingebracht, verdichtet und bei längeren Arbeitsunterbrüchen mit unbelastetem Ausbruchmaterial überdeckt. Es wurde eine genaue Kontrolle über Einbaumenge und Einbauort des amianthaltigen Ausbruchmaterials geführt. Es wurde vermieden, amianthaltiges Ausbruchmaterial in die Böschungen einzubauen. Es wurden in unmittelbare Nähe der Einbauorte ebenfalls VDI-Filter-Messungen durchgeführt. Der mit dem BUWAL vereinbarte Grenzwert von 500 LAF/m^3 Luft wurde nie überschritten.

Der Informationsfluss

Fast ebenso wichtig wie die getroffenen Schutzmassnahmen war die stufengerechte Information über die Amiantsituation.

Als sehr wichtiger Punkt wurde dabei die Vorinformation der Tunnelarbeiter angesehen. So wurde jeder im Gefahrenbereich arbeitende Mineur durch einen SUVA Arbeitsarzt über die Gefahren, die Krankheitsbilder und die möglichen Schutzmassnahmen informiert. Zusätzlich wurde in Ferden im Rahmen der Sicherheits-Ausbildung eine spezielle Information an alle Mineure weitergegeben.

Als Drehscheibe für das Sammeln, Verarbeiten und Weiterleiten aller Informationen wurde die Oberbauleitung bestimmt. Es galt, die Informationen aus dem Vortrieb von der örtlichen Bauleitung, der Unternehmung und des Projektgeologen sowie die Analyseresultate der Messfilter durch das Institut universitaire romand de Santé au Travail zu sammeln, die sich daraus ergebenden Resultate zu analysieren und dementsprechend die notwendige Gefährdungsstufe zu bestimmen und zeitgerecht alle Beteiligten über die zu treffenden Massnahmen zu informieren. Durch die genaue Bestimmung der erforderlichen Informationsflüsse konnten jeweils schnell und umfangreich alle Beteiligte auf dem aktuellsten Stand gehalten werden.

Als sehr hilfreich zeigte sich dabei das von der Oberbauleitung verfasste Rundschreiben „Info-Asbest“, welches bei jeder Änderung der Gefahrenstufe die Ausgangslage (Stand des Vortriebes, Datum und Zeit der Entdeckung von Amiant, Messresultate, Angabe der bisherigen Sitzungsprotokolle, etc.), die aktuelle Gefährdungsstufe, die auszuführenden Massnahmen sowie spezielle Anordnungen beschrieb. Auf Wunsch des Bauherren wurde dieses Rundschreiben im Sinne einer offenen, transparenten Information jeweils nach einem festgelegten Verteiler recht breit gestreut.

DIE UMSETZUNG IN DER PRAXIS

Erfahrungen im Sprengvortrieb

Die Amiantsituation in den beiden Basistunnelröhren West und Ost war sehr unterschiedlich.

Im Basistunnel West wurde am 06. Oktober 2002 gleichzeitig mit dem Antreffen vom Amiant im Basistunnel Ost die Gefährdungsstufe auf 2 gesetzt. In der 63 Tage dauernden Periode bis zum Erreichen des Durchschlagpunktes wurde visuell nie Amiant entdeckt. Einzig die VDI-Messungen zeigten kurzzeitig einen erhöhten Amiantgehalt auf. Dies führte dazu, dass während 11 % der Zeit (ca. 7 Tage) die Gefährdungsstufe 3, während 72 % die Gefährdungsstufe 2 und während 17 % die Gefährdungsstufe 1 in Kraft waren.

Im Basistunnel Ost, welcher in südlicher Richtung ca. 450 m weiter als der Basistunnel West ausgebrochen wurde, waren vor allem die visuellen Entdeckungen von Amiant verantwortlich für die Erhöhung auf die Gefahrenstufe 3. Am 06. Oktober 2002 wurde zum ersten Mal mit der Entdeckung einer Zerrkluff mit Amiant die Gefahrenstufe direkt von 0 auf 3 erhöht. Die Amiantfaser-Messungen zeigten trotz Amiantfunde praktisch nie einen erhöhten Wert auf. In der 178 Tage dauernden Periode bis zum Erreichen der Losgrenze waren während 18 % der Zeit (32 Tage) die Gefahrenstufe 3, während 51 % die Gefahrenstufe 2 und während 31% die Gefahrenstufe 1 in Kraft.

Als logistische Knacknuss erwies sich der Transport des ungebrochenen Ausbruchmaterials mit Amiant ab der Vortriebsfront über den 4.2 km langen, 12% steilen Zugangstollen bis zum Ablagerungsstandort. Insgesamt wurden 12 LKWs eingesetzt, welche mit Partikelfiltersystemen (PFS) ausgerüstet wurden und einen 24 Stunden- und 7 Tage-Betrieb sicherstellen mussten.

Das Arbeiten mit der Atemschutzmaske FPP3 stellte für die Mineure eine zusätzliche körperliche Belastung dar. Den Arbeitern wurde deshalb in Absprache mit den Gewerkschaften eine Sonderprämie von 5.-sFr./Stunde vergütet.

Die zeitliche Verzögerung zwischen den Luftmessungen mit den VDI-, resp. PCM-Filtern, deren Analyse und der Bekanntgabe der Resultate von max. 3 Tagen war vertretbar, da in den meisten Fällen die visuelle Entdeckung von Amiant für die Erhöhung der Gefahrenstufe verantwortlich war.

Ein besonderes Augenmerk musste auf den vom normalen Vortrieb räumlich getrennten, im rückwärtigen Bereich stattfindenden Sohlensaubhub gerichtet werden. Durch die genaue Lokalisation der Zonen und mit Einsatz von grossen Bewässerungsmitteln konnten dieses Ausbrüche jedoch ohne bedeutende Freisetzung von Amiantfasern durchgeführt werden.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ
AMIANT IM VORTRIEB

Kosten und Anpassung der Sollbauzeiten

Die angetroffenen Amiantvorkommen und die daraus notwendigen Schutzmassnahmen hatten einen Einfluss auf die Kosten und die Bestimmung der Sollbauzeiten.

Beim Sprengvortrieb in Ferden entstanden Mehrkosten in der Grössenordnung von 2.26 Mio. sFr. Die Grobaufteilung der Mehrkosten beim Sprengvortrieb zeigt auf, dass ca. 6 % der Kosten auf die Amiant-Luftmessungen und deren Analysen zurückzuführen sind. Ca. 16 % der Kosten sind durch die installierten Schutzmassnahmen wie z. B. die Wassernebelbögen entstanden und ca. 19 % sind den persönlichen Schutzmassnahmen wie Tragen der Atemschutzmasken inkl. Entsorgung und tägliches Waschen der Kleidung zuzuordnen. Ca. 21 % der Mehrkosten betreffen die Erschwernisse beim Vortrieb (erhöhte Schutterzeit, Erschwernisse durch nicht gebrochenes Material) und der Hauptteil, d. h. ca. 38 % ist der umständlichen Materialbewirtschaftung ab der Front bis zur Ablagerung zuzuschreiben (Abtransport des Ausbruchmaterials mit LKW's ab Front, Nachrüsten der LKW's mit Partikelfilter, Erschwerter Einbau auf der Ablagerung).

Die Sollbauzeit für den Vortrieb im Profiltyp ES1 unter Gefährdungsstufe 3 betrug ca. 58 % der normalen Sollbauzeit ohne Behinderungen durch Amiant.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Amiant im Vortrieb – dieser plötzlich aufgetretenen, hohen Herausforderung wurde zeitgerecht, sachlich und kompetent begegnet. Somit konnten die Vortriebe unter Berücksichtigung des Gesundheitsschutzes der Tunnelarbeiter ohne nennenswerte Verzögerungen weitergeführt werden.

Dies war nur möglich, indem alle Beteiligte ihr fundiertes Fachwissen eingebracht und gemeinsam an der Erarbeitung der besten Lösung beigetragen haben.

Im Namen des Bauherren und der Oberbauleitung sei deshalb insbesondere der SUVA, dem Institut universitaire romand de Santé au Travail, dem Projektgeologen Lötschberg und dem Mineralienaufseher für die gute Zusammenarbeit und der Zurverfügungstellung von wertvollen Unterlagen für den vorliegenden Artikel gedankt.

Die gewissenhafte Umsetzung des Schutzkonzeptes auf Platz durch die örtliche Bauleitung und dem Sicherheitsverantwortlichen der Unternehmung war ebenfalls von grosser Bedeutung. Auch Ihnen gilt der Dank.

FACHTAGUNG ALPTRANSIT SCHWEIZ
AMIANT IM VORTRIEB

