

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 112 (1994)
Heft: 43

Artikel: Sicherheit in langen Tunnelstrecken
Autor: Kilchenmann, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-78540>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

und vorgesehene Umweltschutzmassnahmen geben (Konflikt- und Massnahmenpläne). Für die Basisvariante der Lötschberg-Basislinie wurden die von der Alternativvariante abweichen den Auswirkungen aufgezeigt.

Obwohl die Arbeiten für die Umweltgutachten unter grossem zeitlichen Druck erfolgten und mit den Hauptuntersuchungen begonnen werden musste, bevor die Stellungnahmen der Fachstellen zum Pflichtenheft vorlagen, konnten spätere Ergänzungen der Pflichtenhefte berücksichtigt werden.

Die Terminvorgaben führten dazu, dass Projektierung und Umweltuntersuchungen gleichzeitig erfolgten. So war es möglich, das Vorhaben nach Kriterien des Umweltschutzes noch während der Projektierung zu optimieren. Diese parallele Bearbeitung hatte zur Folge, dass Projektteile während der Untersuchungen noch verändert wurden und die Untersuchungen anzupassen waren.

Ein besonderes Problem stellte der Bereich der Materialbewirtschaftung dar. Da die Ablagerungsstandorte für das Tunnelausbruchmaterial erst nach einer öffentlichen Ausschreibung feststehen werden, war eine Beurteilung der Auswirkungen der Materialtransporte im Rahmen der UVP 2. Stufe nur unter Benutzung von zwei Szenarien möglich.

Auch in anderen Untersuchungsbereichen waren präzise Vorhersagen für zukünftige Entwicklungen nicht ohne Vorbehalt möglich. So wurden die Lärmprognosen für den Betrieb der Lötschberg-Basislinie für das Bezugsjahr 2010 berechnet. Prognosen über die Lärmentwicklung über einen Zeitraum

von rund 15 Jahren sind mit Unsicherheiten behaftet.

Qualitätssicherung

Eine Qualitätskontrolle der Fachgutachten (Fachexpertenberichte) der Lötschberg-Basislinie erwies sich als sinnvoll und wurde vom Stabsorgan der Unternehmensleitung der BLS AlpTransit AG ausgeführt. Es zeigten sich trotz Koordination und Kooperation noch Unterschiede in der Bearbeitungstiefe sowie bei der Beurteilung gleicher Sachverhalte in benachbarten Abschnitten. In Absprache mit den betroffenen Projektgenieuren konnten diese Differenzen beseitigt werden und das Niveau der Aussagetiefe und Beurteilung angeglichen werden.

Ausblick Auflageprojekt

Die gewählte Organisationsform für die Durchführung der Untersuchungen zur UVP hat sich weitgehend bewährt. Allerdings ist abzusehen, dass sich die Rahmenbedingungen für die Erarbeitung des Auflageprojektes und den UVB 3. Stufe stark von denen des Vorprojektes unterscheiden werden. Beim Auflageprojekt wird das Schwerpunkt neben einer Fortführung der Umweltuntersuchungen in der Detaillierung, der parzellenscharfen Ausweisung sowie der Sicherstellung der notwendigen Schutz- und Ersatzmassnahmen liegen. Durch die vergrösserte Anzahl von Projektierungs-Teilabschnitten wird sich zudem ein erhöhter Koordinationsbedarf ergeben.

Zur Qualitätssicherung und zur Einhaltung einheitlicher Umweltstandards über die gesamte Basislinie wird für die Lötschberg-Achse die Erstellung und Nachführung eines Koordinations- und Führungsplans Umwelt (KPU) vorgeschlagen. In diesem KPU sollen die zur Einhaltung der gesetzlichen Regelungen notwendigen Umweltschutzmassnahmen (Schutz und Ersatz) örtlich ausgewiesen werden. In dazugehörenden Datenblättern wird der jeweilige Planungs- und Abstimmungsstand verzeichnet und ständig nachgeführt. Der KPU dient hauptsächlich als Führungsinstrument und ist nicht Bestandteil des Auflagedossiers.

Fazit

Umweltverträglichkeitsberichte für Grossprojekte sollen eine hohe Qualität der Aussagen besitzen, effizient erarbeitet sein und nach einheitlichen Massstäben über das gesamte Projekt verfasst sein. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist es notwendig, neben dem Auswählen qualifizierter Fachgutachter, eine Organisationsstruktur zu schaffen, die die Kommunikation zwischen den Gutachtern unterstützt und die Verantwortlichkeiten klar regelt. Dies gilt um so mehr, je grösser die Anzahl der Experten für die Umweltuntersuchungen ist.

Adresse des Verfassers: H. Fehlberg, BSB+Partner, Ingenieure u. Planer, Leutholdstr. 4, 4562 Biberist.

Sicherheit in langen Tunnelstrecken

Die vorliegende Zusammenfassung über die Sicherheit in langen Tunnelstrecken soll einen allgemeinen Überblick geben. Wissenschaftliche Analysen fehlen hier. Es ist zwischenhinein aber immer wieder nötig, in die allgemeine Darstellung zu gehen, um Zusammenhänge im Auge zu behalten. Gewonnene Erkenntnisse und erarbeitete Theorien nützen nur dann etwas, wenn sie sich in den Köpfen der vielen, die den Eisenbahnbetrieb durchführen, niederschlagen. Nicht wieviel man weiß ist massgebend, sondern wie viele dieses Wissen umsetzen können.

Der Eisenbahnbetrieb in langen Tunnelstrecken ist vom gewöhnlichen Eisenbahnbetrieb nicht grundlegend verschieden. Anders sind lediglich Teile

des Umfeldes, insbesondere der enge Raum, die erschweren Zugänglichkeit von aussen und die raumbedingt beschränkte Menge der Luft.

Grundsatzfragen

Welche Risikopotentiale des Eisenbahnbetriebes sind im speziellen Umfeld des Basistunnels bedeutend? Es sind dies:

VON FRANZ KILCHENMANN,
BERN

- Elektrische Hochspannungsfreileitung für den Fahrstrom mit grosser Leistung.
- Hohes kinetisches Energiepotential der schnellen oder schweren Züge.
- Luftströmungen und deren Effekte, Druckstöße.

- Technische Mängel an Einrichtungen, Fahrzeugen, Fahrzeugaufbauten und Ladungen.
- Gefährdung des Eisenbahnbetriebs infolge Unterhalt- und Reparaturarbeiten, insbesondere wenn Reparaturen Sicherheitseinrichtungen betreffen.
- Erschwerete Fremdhilfemöglichkeiten wegen Distanzen, Zugänglichkeit, Platz und Dunkelheit.
- Transport gefährlicher Güter.

Der Eisenbahnbetrieb ist ein Mensch/Maschine-System, bei dem eine Vielzahl von Menschen an einer Vielzahl von Maschinen tätig werden. Dies setzt einerseits beim Bau der Maschinen eine klare Sicherheitsphilosophie voraus, andererseits bei den Menschen eine gute Ausbildung und eine ausgeprägte Sicherheitskultur. Es ist deshalb Aufgabe jeder Führung, in beiden Bereichen unermüdlich tätig zu sein. Beim menschlichen Verhalten lassen sich nur beschränkt Sicherheitsreserven anlegen. Sicherheit durch klare Weisungen, fortwährende Übung, durch Disziplin, Zuverlässigkeit und Können.

Nun ist es aus dem Wesen der Sache heraus nicht möglich, im Mensch/Maschine-System die «Maschine» so vortrefflich zu machen, dass der unsicherere Partner Mensch keinen Einfluss mehr zu haben braucht. Selbstverständlich muss die «Maschine» so gut sein wie möglich. Sie muss gutmütig sein, also leichte Verstösse verkräften, sie muss sofort anzeigen, wenn sie nicht mehr richtig funktioniert, sie muss vom Menschen einfach und eindeutig bedient werden können usw.

All diese Dinge sind in der weit über hundertjährigen Geschichte der Eisenbahn erarbeitet und zum Teil schmerzlich erkauft worden. Es wird auf einem System aufgebaut, das funktioniert und das seine Schwächen in harter Bewährung erkennen liess. In den meisten Gebieten ist es daher nicht nötig, grundlegend Neues zu erfinden. Aufgabe ist es aber, Bewährtes beispielsweise auch unter den Verhältnissen eines warmen, feuchten, langen Basistunnels funktionsfähig zu erhalten. Hierfür müssen die Erfahrungen und die Materialkenntnisse zusammengetragen werden, um eine Langzeittauglichkeit zu erlangen. Für diesen Prozess kann natürlich auch die grosse Erfahrung der ausländischen Bahnen nutzbar gemacht werden.

Da es kein technisches System gibt, das nicht irgendwann eine Störung erleidet, müssen geeignete Massnahmen getroffen werden, um gestörten Verhältnissen angemessen begegnen zu können. Beruhigend wäre natürlich, wenn diese Aufgabe wiederum ein Apparat über-

nehmen würde, dem mehr Zuverlässigkeit als dem Menschen zugetraut werden könnte. Aber so käme man allmählich in einen Teufelskreis einer immer komplizierteren Einrichtung. Hier liegt eine Grenze, die es zu optimieren gilt. Gerade weil die Grenze unscharf ist, braucht es verantwortungsbewusste erfahrene Leute mit grosser Sachkunde, die die Massstäbe festlegen. Daher ist es sachgerecht, dass Bundesrat und Parlament den Bahnen das Vertrauen für den Bau der Anlagen übertragen haben, damit eben der volle Wissens- und Erfahrungsschatz dem Werk zugute kommt.

Welche Ereignisse müssen im wesentlichen beherrscht werden? Zu beachten sind:

- Steckenbleiben von Zügen infolge technischen Störungen.
- Entgleisungen.
- Verlust von Ladungsinhalten, Festteilen, Flüssigkeiten und Gasen.
- Brände, infolge technischen Defekten aller Art.
- Brände ausgehend vom Ladegut, oder solche durch Brandstiftung oder infolge Kontakten mit der Fahrleitung.
- Explosionen und mutwillige Zerstörungen durch Sabotage.
- Störungen und Defekte an Anlagen und Störungen infolge Reparaturarbeiten oder geplantem Unterhalt.
- Folgeereignisse aus Unfällen insbesondere beim Transport gefährlicher Güter.

Leitgedanken zum Sicherheitskonzept

Sicherheit aus dem Konzept

Die Sicherheit aus dem gut angelegten Baukonzept ist die Zuverlässigste. Beispielsweise können bei einem Tunnel-System mit zwei Einspurröhren gewisse Gefährdungen gar nicht auftreten, weil der Zug aus der Gegenrichtung durch die Felszwischenwand getrennt ist. Aber auch wenn beispielsweise die Kommunikationskabel an sichere Orte verlegt werden können, bleiben sie auch im Ereignisfall erhalten. Oder wenn beispielsweise die brennbare Flüssigkeit, die beim Ereignis ausläuft, rasch verschwinden kann, kann sie auch wenig Brandnahrung bilden. Die eine Tunnelröhre ist der anderen ihr Sicherheitstunnel. Beide Röhren müssen streng voneinander unabhängig sein. Die präventive Ereignisverhinderung oder Ereigniseinschränkung ist somit das wirksamste Mittel.

Unterschiedliche Wirkungen von Massnahmen

Bei Massnahmen gegen eine bestimmte Ereignisart läuft man Gefahr, deren Auswirkung auf andere Ereignisabläufe nicht zu beurteilen. Beispielsweise kann die Überbrückung der Notbremsen für den Brandfall zwar hilfreich sein, für den Entgleisungsfall aber sicherheitsmindernd wirken. Die Massnahmen müssen deshalb an der ganzen Ereignispalette gemessen werden, und es wird ein Abwagen nötig sein.

Keine Ereigniskette

Bei der Massnahmenplanung soll angestrebt werden, dass ein Ereignis nicht eine Kette weiterer Ereignisse auszulösen vermag. Ein Ereignis soll womöglich mit sich allein bleiben. Das Ereignis soll auch eingegrenzt werden können.

Einfach und miliztauglich

Bei der Planung von Sicherheitsmassnahmen ist davon auszugehen, dass man zwar mit ausgebildeten, aber nicht gewohnten Leuten zu tun hat. Die Ereignisse sind so selten und so verschiedenartig, dass eine Gewöhnung nicht möglich ist. Sicherheitssysteme müssen deshalb einfach und miliztauglich sein und ein hohes Mass an Selbstverständlichkeit aufweisen.

Selbstrettung

Die Möglichkeiten der Selbstrettung müssen gefördert werden. Nur Einfaches, Selbstverständliches hat Chance, erfolgreich zu sein.

Das Ereignis Brand

Beim Ereignis Brand geht man davon aus, dass es am besten ist, wenn der Zug, wenn immer möglich, aus dem Tunnel ausgefahren wird. Bei einem Brand eines Güterzuges infolge Entgleisung ist dies nicht möglich. Deshalb soll vor allem der Lokomotivführer mit der Lokomotive aus dem Gefahrenbereich herausfahren, weil die Lokomotive eine funktionsfähige Informationsinfrastruktur mitführt und dem Lokomotivführer den besten Schutz bietet. Beim Ereignis Brand ist Schwerpunkt auf die Rettung und erst in zweiter Linie Wert auf die Brandbekämpfung zu legen. Die Zeit, bis die Ereignisdienste eintreffen, die eine wirksame Brandbekämpfung aufnehmen können, wird in der Regel sehr lang sein. (Diese Aussage betrifft natürlich nicht die spontane Brandbekämpfung beim Entstehen eines Brandes in einem Wagen oder in einer Lokomotive.)

Alarmierung und Alarmauswertung

Grosse Bedeutung kommt der Alarmierung zu. Es ist eine Eigenheit bei Ereignissen, dass es immer recht lange geht, bis man sich ein genügend genaues Bild machen kann, was sich wirklich ereignet hat. Schon für die Betroffenen am Ort ist es schwierig, den Sachverhalt zu erkennen, erst recht noch für die Leitstelle, die Massnahmen ergreifen muss. Dem Alarm- und Meldesystem wie auch der Auswertung von Meldungen müssen besondere Beachtungen geschenkt werden. Schon das Entgegennehmen von Meldungen braucht eine geschickte Technik. Derjenige, der meldet, steht unter Stress und gibt möglicherweise unpräzise Darstellungen. Der Meldeempfänger muss deshalb nach einem vorbereiteten Schema genfragen und dafür besorgt sein, dass der Kontakt aufrechterhalten bleibt, entweder indem er Zeiten vereinbart oder den Melder bittet, am Apparat zu bleiben. Alarmierung, Meldewesen und Ereignisbetreuung müssen mit dem ortsfesten Bedienungspersonal und dem fahrenden Personal periodisch geübt werden. Ausserdem sind entsprechende einfache Merkblätter als Gedankenstütze zu erstellen.

Gewaltsame Störungen des Bahnbetriebes

Sabotageakte, Bombendrohungen usw. bedürfen einer besonderen Massnah-

menplanung. Ereignisse dieser Art ziehen in der Regel auf Effekt und können deshalb auch beachtliche Folgen haben. In enger Zusammenarbeit mit den Sicherheitskräften des Staates kann von Fall zu Fall ein geeignetes Vorgehen abgesprochen und teilweise auch vorbereitet werden.

Ereignisdienste

Die Ereignisdienste werden die meisten Standorte im Tunnel per Schiene erreichen und ihre Geräte auf Eisenbahnwagen mitführen. Es ist davon auszugehen, dass sie personell aus Angestellten der Bahn, die in der Nähe des Tunnels ihre Arbeit verrichten, und aus Leuten der zivilen Ereignisdienste der Umgebung bestehen. Häufiges gemeinsames Üben ist die Voraussetzung für die Verlässlichkeit im Ernstfall. Die ortsfesten Einrichtungen im Tunnel für die Ereignisdienste sollen auch im normalen Betriebsgebrauch stehen, weil damit Gewähr besteht, dass sie im Ereignisfall funktionsfähig sind und auch richtig genutzt werden.

Schutzräume

Die Frage, welche baulichen Einrichtungen für Schutzräume zur Verfügung gestellt werden sollen und wie sie auszurüsten sind, bedarf einer sorgfältigen Bearbeitung. Solche Räume und Einrichtungen dürfen nie zur Falle werden.

Das richtige Mass an Massnahmen

Es gibt kein allgemein gültiges Mass, wieviel und welche Sicherheitsmassnahmen hinreichend sind. Auch in diesem Gebiet gilt das Mass der Verhältnismässigkeit. Dieses muss aber getragen sein von Sorgfalt und Verantwortungsbewusstsein. Nach meinem Dafürhalten ist der wesentliche Sachverhalt bei der Frage nach dem richtigen Mass an Massnahmen im Urteil des Deutschen Bundesgerichtshofes 1987 zum Vorfall Rheinweiler sehr treffend formuliert:

«Eine mögliche Gefahr, die sich in einem Schadensereignis verwirklicht, ist erst dann haftungsgrundend, wenn sich vorausschauend für ein sachverständiges Urteil die nicht nur theoretische Möglichkeit ergibt, das Rechtsgüter anderer verletzt werden. Die Organe der Beklagten hatten und haben mithin diejenigen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, die sie nach dem jeweiligen Stand der Technik als verständige, umsichtige, vorsichtige und gewissenhafte Fachleute für das Eisenbahnwesen für ausreichend halten dürfen, um andere Personen vor Schäden zu bewahren, und die den Umständen nach zumutbar sind.»

Adresse des Verfassers: Franz Kilchenmann, Unternehmensleiter, BLS AlpTransit AG, Bahnhofplatz 10A, 3011 Bern.

Bahntechnik

Wer schon die Gelegenheit gehabt hat, eine Baustelle für einen neuen Verkehrsweg während längerer Zeit zu verfolgen, dem ist vielleicht auch schon aufgefallen, dass es meist sehr lange dauert, bis es für das Auge sichtbar wird, was hier eigentlich entsteht. Brücken-, Damm- und Tunnelbaustellen verraten kaum, ob sie dereinst dem Strassen- oder dem Bahnverkehr dienen werden. Erst in der letzten Phase der Bautätigkeit werden Einrichtungen sichtbar, die für den jeweiligen Verkehrsträger typisch sind. Leitplanken machen für eine Eisenbahnstrecke ebenso wenig Sinn wie Fahrleitungsmasten für eine Autobahn. Die Ausrüstung – in unserem Fall die Bahntechnik – kommt im Bauablauf erst zuletzt, ist aber für die Funktionsfähigkeit in der Betriebsphase von entscheidender Bedeutung.

Begriff Bahntechnik

Zur Bahntechnik zählt man all jene Komponenten, die zum engen technischen System Eisenbahn gehören (siehe Kästchen).

Bei vielen Gebieten der Bahntechnik

handelt es sich um hochspezialisierte Bereiche mit ganz spezifischen Eigen-

VON RUDOLF MOOR, BERN

heiten, insbesondere im Bereich der Sicherungsanlagen.

Komponenten der Bahntechnik

Oberbau:

- Schienen,
- Schwellen,
- Weichen.

Sicherungsanlagen:

- Gleisfreimeldeeinrichtung,
- Signale,
- Führerstandsignalisierung,
- Stellwerke,
- Weichenantriebe und Ueberwachungen.

Telekommanlagen:

- Funk,
- Telefon.

Bahnstromanlagen:

- Fahrleitung,
- Schaltanlagen auf 15-kV-Ebene.

Elektrische Anlagen:

- Beleuchtungen,
- 50 Hz Stromversorgungen in Tunnels,
- Kabelanlagen.