

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 94 (2003)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Brandfeste Installationen in Tunnels  
**Autor:** Haltiner, Ernst W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857589>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.03.2025

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

# Brandfeste Installationen in Tunnels

Verheerende Brandkatastrophen im Flughafen Düsseldorf, Tunnelbrände in Frankreich, Österreich und der Schweiz haben das Erfordernis nach brandfesten Elektroinstallationen mit minimalem Funktionserhalt zur Rettung der betroffenen Personen an vorderste Stelle gerückt. Die SBB und die öffentliche Hand (Strassenbau) handeln durch den Einsatz brandfester Installationsmaterialien.

■ Ernst W. Haltiner

## Brandfeste Elektroinstallationen zwingend

Fahrzeugbrände in Tunnels vermögen innert kürzester Zeit Feuerungsleistungen von 2 bis 5 MW bei Personenfahrzeugen oder 20 bis 30 MW für beladene Lastwagen, verbunden mit Temperaturen von bis zu 1200 °C, nebst der Verrauchung und Vergiftung der Umgebungsluft und Tunnelatmosphäre zu erzeugen. Zum Vergleich: Die Leistung einer Einfamilienhausheizung beträgt zwischen 0,01 bis 0,02 MW.

Die Forderung, dass neben Massnahmen zur Verhütung von Schadenfällen die Rettung, vorab die Selbstrettung, der betroffenen Verkehrsteilnehmer vor Ort höchste Priorität haben soll, zwingt zu neuen Bau- und Betriebsvorschriften für

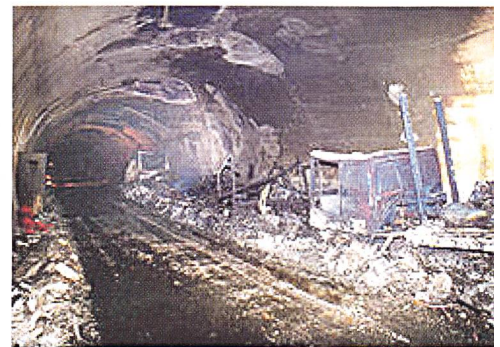


Bild 1 Brand im Mont-Blanc-Tunnel (1999).

Tunnels. Die Brandfachleute sind sich dabei über die Grenzen einig; die ersten zehn bis fünfzehn Minuten sind ausschlaggebend; «Raus in maximal 10 Minuten», so das Ziel deutscher Normen zur Selbstrettung der betroffenen Verkehrsteilnehmer vor Eintreffen der Feuerwehr.

Die Hauptursache der Unfälle besonders auch in Tunnels ist menschliches Fehlverhalten. Beim Brandfall sollen Informations- und Sicherheitsanlagen ein

im Sinne der Selbstrettung angemessenes Verhalten der betroffenen Verkehrsteilnehmer bewirken und unterstützen.

Deshalb müssen solche Einrichtungen eine hohe Funktionssicherheit auch im Brandfalle gewährleisten. Brandfeste Elektroinstallationen werden in Zukunft



Bild 3 Montage einer Doppelabzweigdose und Notleuchte für Autobahnstrassentunnel, obere AZ-Dose zur Schlaufung, untere zur Lampenanspeisung.



Bild 2 Steckbare Notbeleuchtung in Eisenbahntunnel mit brandfester Anschlussdose und Verkabelung sowie Fluchtwegweiser mit Distanzangabe zum nächsten Notausgang (Bilder Gifas).

Adresse des Autors  
Ernst W. Haltiner  
Beratender El.-Ingenieur/Fachredaktor  
Postfach 263  
9450 Altstätten

Anforderungen	Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Schaden an Gesundheit oder Sachwerten durch korrosive Gase.</li> <li>Schwerentflammbare Materialien</li> <li>Keine Brandfortleitung über die lokale Zündquelle hinaus</li> <li>Keine Behinderung der Fluchtwege und Rettungsmaßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Halogenfreiheit, keine korrosiven Gase</li> <li>Flammwidrigkeit</li> <li>geringe Brandfortleitung</li> <li>minimale Rauchentwicklung</li> </ul>

Tabelle I Anforderungen und Eigenschaften an brandfeste Installationen.



Bild 4 Prüfanordnung von Kabel, Abzweigdosen und Kabelkanäle für Brandtest/Funktionserhalt E30.



Bild 5 Anordnung wie Bild 4 nach erfolgtem Brandtest nach DIN 4102.

zwingend zur Grundforderung in Tunnels und Gebäuden sowie Einrichtungen mit hoher Personenbelegung und begrenzten Fluchtmöglichkeiten wie zum Beispiel in Hochhäusern, Büros, Spitälern, Tunnels für Bahnen und Strassen, Flughäfen, aber auch bei hohen Konzentrationen von Sachwerten, wie EDV/Computeranlagen, Museen, Chemie, Offshore-Industrie.

### Funktionserhalt für ganzes System

Elektrische Installationen bestehen aus einem ganzen System mit Kabel, Brücken, Dosen, Aufhängungen, Anschlüssen.

Im Katastrophenfall muss vor allem der Funktionserhalt des Gesamtsystems während 30 bis 90 Minuten bei mindestens 950 °C gewährleistet werden. Der Begriff «Isolationserhalt» (während 180 Minuten bei 750 °C) dagegen bezieht sich lediglich auf das einzelne Kabel. Ausser dem Funktionserhalt müssen heute an brandfeste Installationen Sicher-

heitsaspekte und entsprechende Eigenschaften gestellt werden (Tabelle I).

### Vom Kabel zur brandfesten Abzweigdose

Schon in den frühen 70er-Jahren wurden im Bereiche der Kernkraftwerke flammwidrige Kabel gefordert und entwickelt, wobei «Dätwyler-Kabel» dabei Pionierarbeit leistete, zum Beispiel durch «Pyrofil»-Sicherheitkabel. Daher wurde der Fabrikationsprozess mit direkt auf den Kupferleiter extrudierte, keramisierende Isolationsschicht zur Marktreife entwickelt.

Es nützt jedoch wenig, wenn die Kabelanlage an sich eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Brand aufweist, die Verteilanlage und Dosen nebst dem jeweiligen örtlichen Einzelgerät (Leuchte) jedoch innert kürzester Zeit versagt. «Durch entsprechende Materialwahl aus halogenfreiem, flammwidrigem Spezialcompound ist es uns gelungen, brandfeste Abzweigdosen als Teil eines ge-

prüften Systems, inklusive Kabel, zu entwickeln», versichert Edwin Hasler von Gifas-Electric (Rheineck SG). Solche brandfesten Abzweigdosen finden derzeit in verschiedenen Strassen- oder Bahntunnels bei Neuanlagen oder Sanierungen Anwendung, dies nach eingehenden Eignungsprüfungen durch Bauherrschaft, Planer und Unternehmer.

### Eisenbahntunnel im Hochgeschwindigkeitsbereich

Eine umfassende Risikoanalyse bei bestehenden Eisenbahntunnels führte den Verwaltungsrat der SBB zu einem Konzept verschiedener Instruktionsmassnahmen zur Sicherung der Funktion der Anlagen und der Erleichterung der Selbstrettung im Schadenereignis. Bis Ende 2004 sollen zu den bis heute bereits nachgerüsteten Tunnels weitere 23 Eisenbahntunnels mit einem Kostenaufwand von rund 45 Millionen Franken mit Selbstrettungsmassnahmen/Anlagen ausgerüstet werden.

Die SBB fordern in diesem Zusammenhang: «Für höchste Sicherheit ist kompromissloser Technologietransfer unabdingbar, was zur Entwicklung einer Brandnotbeleuchtung für bestehende und neue Tunnels führt», so auch auf der Neubaustrecke Rothrist-Märstetten. Hier wurden durch die Atel (Olten) über 600 Tunnelnotleuchten, angespiesen über halogenfreie Kabel 6 x 4 mm<sup>2</sup> (FE 180 = Isolationserhalt während 180 min.) montiert. Atel entschied sich, wie Projektleiter H. Diriwächter versicherte, für den Einsatz von brandfesten Abzweigdosen «Gifas E30», womit sie als Unternehmen zusammen mit dem Kabel «Nexans» die erforderliche Systemgarantie übernehmen konnte.

### Sicherheitseinrichtungen in Tunnels

Unfallereignisse in Tunnels können schwerste Folgen für Menschen und Umwelt aber auch grosse Schäden am Bauwerk sowie Verkehrsumtriebe hervorrufen; dies weit mehr als auf offenen Strassen- oder Bahnstrecken. Dies erfordert heute die Ausrüstung der Bauwerke und Betriebssysteme mit Sicherheitseinrichtungen wie:

- Detektion (Erkennung) aussergewöhnlicher Ereignisse
- Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmern
- Schutz und sichere Evakuation
- wirkungsvoller Einsatz der Rettungsdienste.

Der Funktionserhalt über eine bestimmte minimale Zeit der Einrichtungen zur Rettung und Selbstrettung von Verkehrsteilnehmern auch im Brandfall ist eine zentrale Anforderung zeitgemässer Tunnelanlagen, ganz besonders der Elektroinstallationen.

Die Stichworte der Bauherrschaft SBB fassen dies zusammen:

- geeignetes Material für harten Dauereinsatz im Untertagebau
- halogenfreie Materialien
- Schutzklasse IP 65
- Funktionserhalt E30.

Ab dem Jahr 2004 werden die Fernzüge der SBB zwischen Zürich Hauptbahnhof und Thalwil in einem neuen, doppelspurigen Tunnel mit bis zu 200 km/h fahren. Damit entsteht eine zweite Doppelspur auf dieser Engpassstrecke Richtung Gotthard/Graubünden.

Auch hier sorgen Halogen-Notleuchten von Siteco (2 x 40 Watt), mit einem Abstand von 50 m, für eine Gehwegbeleuchtung und somit Sicherheit bei Betriebs- und Brandfällen. Die Unternehmung Baumeler Leitungsbau AG (Luzern), verantwortlich unter anderem für die 50-Hz-Installation, entschied sich für eine Verlegung der Leuchtenkabel im Handlauf. Direkt darunter sind die brandfesten Abzweigdosen «Gifas» sowie die zugehörigen Leuchten angeordnet.

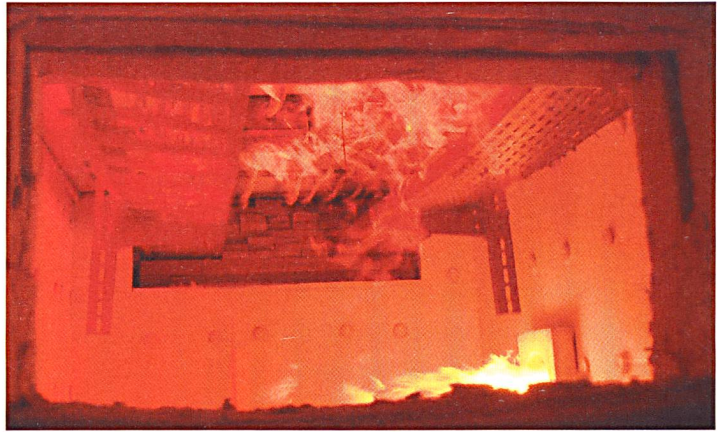
Die Stromversorgung erfolgt ab den Portalzentralen «Meinrad-Lienert-Platz» und Schaltposten «Thalwil». Aufgrund der grossen Kabellängen (Betriebsspannung 980 Volt) sind unterwegs in diversen Kammern Trafos mit Schaltgerätekombinationen eingebaut. Zudem werden die Notsysteme mit USV-Anlagen von jeweils 2 x 60 kVa unterstützt.

### Autobahntunnel «Arisdorf» saniert

Im Oktober 2002 wurde die gesamte Verkabelung und Beleuchtung der beiden Röhren des Autobahntunnels «Arisdorf» von total 1750 m Länge mit einem Kostenaufwand von über 4,2 Mio. Franken erneuert und auf den neuesten Sicherheitstand gebracht. Für den Elektroplaner Urs Lenz von LBP AG (Zürich) stand schon seit Ende der 80er-Jahre fest, dass in Tunnels nur noch brandfeste Installationen zulässig sein dürfen.

So wurden im Tunnel nach Projektierung durch LBP über 5,5 km Kabeltrasse, über 1220 Leuchtstoffröhren, 92 Natrium-Hochdruckleuchten, 12 Steuerschränke und 5 SPS mit 1025 Datenpunkten innerhalb 2 x 4 Arbeitstagen mit 60 Mann Montagepersonal neu installiert. Für die Durchfahrtsbeleuchtung wurde der Funktionserhalt im Brandfall während 30 Minuten mit Beleuchtungsmodullängen von je 50 m, angeschlossen an feuerfesten Abzweigdosen «Gifas» gefordert. «Bei Stromausfall erfolgt 1/3 der Beleuchtung

Bild 6 Während des Brandtestes im Prüflabor bei über 900°C.



### Massive Verschärfung der Standards und Vorschriften

Unter dem Eindruck verheerender Brandfälle in Alpentunnels und Flughäfen werden die Sicherheitsvorschriften international massiv verstärkt, zum Beispiel:

- Richtlinie für Tunnel- und Elektromechanik, Signalisierung der Sicherheitseinrichtungen in Tunnels des UVEK/Bundesamt für Strassen (30.01.2003).
- Richtlinie über Lüftung der Strassentunnels des UVEK/Bundesamt für Strassen (Version 6.1 August 2001) ersetzt ASTRA-Bericht von 1983 über Lüftungsanlagen.
- Technischer Standard/Weisung SBB I-AM-EB 31/00.
- In Deutschland: Neufassung der Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunnels (RABT 1994).
- DIN-Norm 4102, insbesondere Teil 12, Funktionserhalt von elektrischen Anlagen.
- IEC 60331/ BS 6387, Isolationserhalt.

ab USV (unterbrechungsfreier Stromversorgung) mit einer Autonomiezeit von 1 Stunde», erläutert Urs Lenz von LBP.

Die Anordnung der Lampengruppen wurde zusätzlich als Sicherheitsfaktor miteinbezogen, dadurch, dass die jeweils aufeinander folgenden Lampengruppen zu 50 m an eine andere Phase angeschlossen wurden. Eine zusätzliche Funktionssicherung erfolgt durch den Einsatz von jeweils zwei Abzweigdosen, die eine für das durchgehende Kabel, die andere für den Einzelanschluss der Lampen. Es wird damit akzeptiert, dass im Brandfallzentrum einzelne Geräte ausfallen können, das System als Ganzes aber die Selbstrettung der Verkehrsteilnehmer si-

chert. Der Planer muss sich aber auch mit der Funktionssicherheit der Kabelpritschen und deren Aufhängung auseinandersetzen; sollen doch diese bei hohen Temperaturen die notwendige Festigkeit beibehalten. Die Befestigungspunkte im Beton dürfen nicht abplatzen.

Der Funktionserhalt von Sicherheitsanlagen und Beleuchtungen ist abhängig von jedem einzelnen aller technischen Teile des Systems, wobei Schnittstellen, wie Abzweigdosen, besonders heikel und anspruchsvoll sind. Technische Lösungen als Gesamtsystem dazu haben sich in verschiedenen Tunnelbauten bewährt und werden auch in den neuesten NEAT-Alpentunnels konsequent angewendet.

## Installations résistant aux incendies dans les tunnels

Les incendies catastrophiques à l'aéroport de Düsseldorf, dans les tunnels en France, en Autriche et en Suisse ont fait passer en première priorité le besoin d'installations électriques résistant aux incendies et garantissant un minimum de fonctions pour pouvoir sauver les personnes concernées. Les CFF et les pouvoirs publics (construction des routes) ont recours à du matériel d'installation ininflammable.