Brand im Strassentunnel - Katastrophe oder beherrschbares Ereignis?

Autor(en): **Mettler, Hansruedi**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 50: **Zur Eröffnung des Seelisberg-Strassentunnels**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74281

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

dass lokale Störungen nicht zu einem totalen Beleuchtungsausfall in den entsprechenden Abschnitten führen.

Bei einem *Brand* im Tunnel können sich die Sichtverhältnisse infolge von Rauch im Bereich der Tunneldecke stark verschlechtern. Es ist zudem möglich, dass infolge Hitzeeinwirkungen die Beleuchtungsinstallationen stark beschädigt werden und die Normal- und die Notbeleuchtung ausfallen. Um wenigstens sicherzustellen, dass Automobilisten den Verlauf der Fahrbahn erkennen und Fussgänger den nächstgelegenen Querschlag aufsuchen können, ist eine spezielle *Brandnotbeleuchtung* installiert. Sie besteht aus *Glühlampenleuchten*, die 50 cm über dem Gehweg in Abständen von rund 50 m montiert sind. Die Speisung der Glühlampen erfolgen mit 220 V Gleichstrom ab den gleichen Batterien, welche die Wechselrichter bei Netzausfall speisen. Aus Sicherheitsgründen werden die Brandnotleuchten bei jedem Netzausfall im entsprechenden Abschnitt eingeschaltet.

Die Tunnelbeleuchtung erforderte insgesamt 15 650 Fluoreszenzleuchten 1×40 W und 429 Brandnotleuchten.

Adaptationsbeleuchtung

Für die Adaptationsbeleuchtung (Bild 4) wurden Leuchten mit *Natriumdampf-Hochdrucklampen 1×400 W mit asymmetrischen Reflektoren* verwendet. In den Einfahrzonen sind die Leuchten beidseitig mit Abständen von 2 m, in den Übergangszonen 1 beidseitig mit Abständen von 6 m und in den Übergangszonen 2 einseitig mit Abständen von 8 m angeordnet. Die Steuerung der Adaptationsbeleuchtung erfolgt in Funktion der Aussenhelligkeit getrennt für die Portale Rütenen und Büel. Die Fluoreszenzleuchten bis zur Anpassungszone sind im Schaltprogramm der Adaptationsbeleuchtung zugeordnet. Total sind 260 Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen 1×400 W installiert worden.

Zusammenfassung

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen technischen Daten der Tunnelbeleuchtung und über die vorgesehenen Schaltprogramme:

- Programm 1 Notbeleuchtung,
- Programm 2 Nachtbeleuchtung,
- Programme 3 bis 6 Schaltungen in Abhängigkeit der Aussenhelligkeit.

Die Montage und Installation der Beleuchtungsanlage nahm zwei Jahre in Anspruch. Eine gute und flexible Beleuchtungsanlage wurde installiert, und es ist nun Sache des Betreibers, durch Auswertung der Betriebsstatistiken und Anpassungen an die Steuerung die Flexibilität auszunützen, um die Betriebskosten so niedrig wie möglich zu halten, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen. Der rationelle Umgang mit der Energie ist eine wichtige Zukunftsaufgabe, jedoch sind *Sparmassnahmen bei Tunnelbeleuchtungen Grenzen gesetzt*, weil Beleuchtungsgüte und Verkehrssicherheit eng zusammenhängen.

Literatur

[1] Bühlmann, H.: «Die Parallelsteuerung des Lichtstromes von Leuchtstofflampen». ETZ 18 (1979) S. 988–991

Adresse des Verfassers: *H. Bühlmann*, Ing. HTL, Suiselectra, Ingenieurunternehmung AG, 4010 Basel

Brand im Strassentunnel – Katastrophe oder beherrschbares Ereignis?

Von Hansueli Mettler, Münsingen

Die Erschliessung des europäischen Raumes mit Autostrassen und Autobahnen führte – vor rund 100 Jahren war das gleiche Problem für die Eisenbahnen zu lösen – dazu, dass an verschiedenen Orten Gebirgszüge mit Tunneln zu durchstossen waren. Nach Montblanc-, San-Bernadino-, Tauern-, Katschberg-, Arlberg- und Gotthardtunnel, um einige repräsentative Strassentunnels zu nennen, wird am 12. Dezember 1980 der beinahe 10 km lange, doppelröhrige Seelisberg-Autobahntunnel dem Verkehr übergeben.

Ein durch einen Tunnel führender Strassenabschnitt stellt für den Betrieb und die Sicherheit der Benützer ganz andere und wesentlich vielfältigere Anforderungen als dies üblicherweise der Fall ist. Eines der Probleme, das im Tunnel einen hohen Dringlichkeitsgrad erhält bilden die Massnahmen im Hinblick auf einen Brandausbruch.

Obwohl sich bisher in Europa glücklicherweise keine grösseren Brandunglücke in Autostrassentunnels ereignet haben, wird dem Aspekt der Sicherheit im Zusammenhang mit Brandfällen von allen zuständigen Stellen grosser Wert beigemessen. Heute werden auch in sehr kurzen Tunnelabschnitten Brandmeldeanlagen sowie die zugehörigen Sekundärmassnahmen vorgesehen.

Brandversuche in Autobahntunnels

Bei der Übergabe der Brandmeldeanlagen an die zuständigen Autobahnämter konnten sowohl im *Rugentunnel* (Interlaken) als auch im *Expressstrassentunnel Tierspital-Aubrugg* (Zürich) *Brandversuche* durchgeführt werden. Beide Tunnels verfügen über eine *automatische* Brandmeldeanlage, die mit der im Seelisbergtunnel identisch ist. Es handelt sich um das *Transafe-Brandmeldesystem*, dessen linearer, an der Decke der Tunnelröhre montierter Wärmedifferentialfühler die gesamte Länge des Tunnels überwacht und beim Überschreiten eines festgelegten Wertes des Temperaturanstiegs pro Zeiteinheit Alarm auslöst.

In beiden zuvor erwähnten Tunneln, deren lichter Profilquerschnitt 57 m² bzw. 67 m² beträgt, wurden etwa 150 m vom einen Portal entfernt, je 6 Liter Benzin in einer Wanne von 1 m² bzw. 18 Litern Benzin in einer Wanne von 3 m² entzündet. Den Bildern 1 und 2 ist der Temperaturverlauf in der Nähe des Fühlers, etwa 30 m in axialer Richtung vom Feuer entfernt, sowie der Zeitpunkt des Auslösens des Brandalarms abzulesen. Die Einstellempfindlichkeit des Brandmeldesystems beträgt etwa 4°C/min., ein Wert, der sich in der Praxis als störungsunempfindlich erwiesen hat: stehende Autokolonnen oder klimatische Einwirkungen (Föhn) bewirken nur in Ausnahmefällen einen Temperaturgradienten dieser Grössenordnung. Dennoch ist die Ansprechzeit äusserst kurz; im Aubruggtunnel infolge des grösseren Tunnelquerschnittes

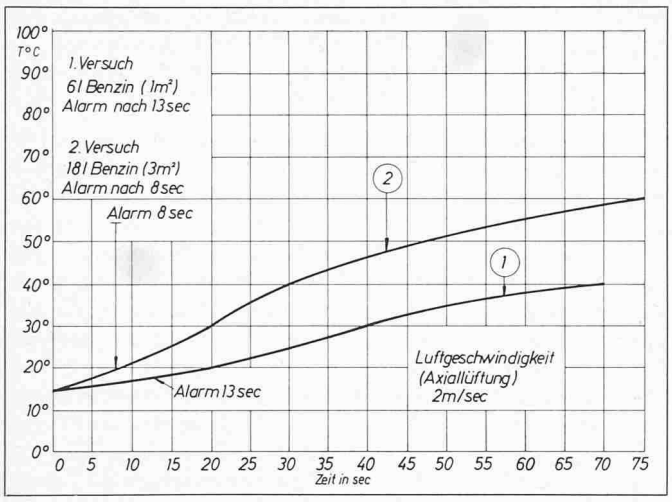


Bild 1. Rugentunnel Interlaken: Temperaturverlauf und Alarmauslösung in Funktion der Zeit

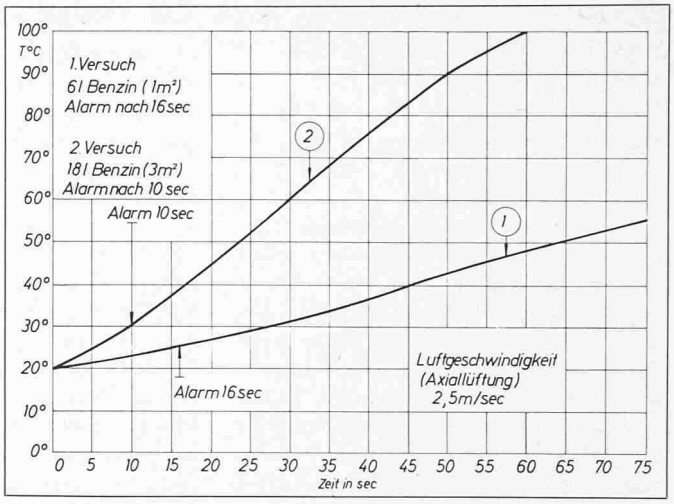


Bild 2. Aubruggtunnel Zürich: Temperaturverlauf und Alarmauslösung in Funktion der Zeit



Bild 3. Seelisberg-Autobahntunnel, Brandversuche: Situation im Tunnel, 3 Sekunden nach Entzündung von 18 Litern Benzin



Bild 4. Seelisberg-Autobahntunnel, Brandversuche: Situation im Tunnel, 15 Sekunden nach Entzündung von 18 Litern Benzin



Bild 5. Seelisberg-Autobahntunnel, Brandversuche: Situation im Tunnel, 50 Sekunden nach Entzündung von 18 Litern Benzin



Bild 6. Aubruggtunnel Zürich, Brandversuche: Austritt des Rauchs aus dem mit Gittern überdeckten Tunnelende

und der höheren Luftgeschwindigkeit etwas länger als im Rugentunnel.

Nun könnte man mit diesen Resultaten eigentlich zufrieden sein und von der an und für sich berechtigten Annahme ausgehen, dass man solchen Bränden in der Entstehungsphase mit den in den SOS-Nischen vorhandenen Handfeuerlöschern Herr werden kann. Leider haben jedoch Benzinbrände, und um solche dürfte es sich im Autobahntunnel hauptsächlich handeln, die unangenehme Eigenschaft, dass sie mit *riesiger Rauchentwicklung* einhergehen. Aus den Bildern 3-6 ist ersichtlich, dass innert weniger Sekunden der gesamte Tunnelquerschnitt mit Rauch ausgefüllt ist. Daraus lässt sich leicht ableiten, dass bei einem Brandfall im Tunnel nicht nur das Feuer und dessen Bekämpfung ein Problem darstellt, sondern dass insbesondere infolge des Rauchs und der damit verbundenen *Sichttrübung* bzw. Verdunkelung mit unberechenbaren Reaktionen der Autofahrer bzw. mit dem Ausbrechen von Panik gerechnet werden muss.

Sicherheitsvorkehren

Brandversuche in Tunnels haben gezeigt, dass schon geringe Mengen Benzin, die infolge einer Karambolage zweier Autos auslaufen und entzündet werden können, hohe Temperaturen und eine sofortige massive Verqualmung der Tunnelröhre erzeugen.

Es ist daher von ausserordentlicher Wichtigkeit, dass der Brand sofort detektiert und der Verkehrsfluss in der Umgebung des Brandherdes gestoppt wird. Wenn man zu Recht behauptet, dass es in einem Gebäude keine Rolle spielt, ob die Brandmeldeanlage ein paar Sekunden früher oder später anspricht, so gilt dies für einen Tunnel zweifellos nicht. Hier zählt jede Sekunde, denn jedes Fahrzeug, das noch in den Abschnitt zwischen dem Brandherd und dem ihm am nächsten liegenden Lichtsignal vor dessen Umschalten auf Rot einfährt, ist gefährdet und stellt selber eine potentielle Gefahr dar. Der Seelisberg-Autobahntunnel ist bezüglich der Brandmeldeanlage optimal ausgerüstet, gibt es doch heute kein System auf dem Markt, das bei gleich geringer Stör- bzw. Fehlalarmanfälligkeit schneller auf einen Brand anspricht als das verwendete Transafe-Brandmeldesystem.

Die Brandmeldeanlage steuert im allgemeinen auch die Tunnellüftung und eine evt. Brandnotbeleuchtung an. Die Erhöhung der Luftmenge im Brandfall führt zwar zu einem verbesserten Absaugen des Rauches, anderseits bewirken die *hohen Luftgeschwindigkeiten* grosse *Turbulenzen*, die eine rasche Verqualmung des gesamten Tunnelquerschnittes zur Folge haben. Dies kann so weit gehen, dass unter Umständen die Notleuchten, die üblicherweise ca. 50 cm über der Fahrbahn angeordnet sind, nur noch mit Mühe wahrgenommen werden können. Entsprechend erschwert ist damit die Evakuation der Autoinsassen in die Schutzräume, Notnischen oder Querschläge.

Je schneller der Brand gelöscht werden kann, desto rascher hört die Rauchentwicklung auf; erst von diesem Zeitpunkt an werden die Sichtverhältnisse im Tunnel wieder besser. Es muss daher erreicht werden, dass die Brandbekämpfung einerseits durch die sich in Brandnähe befindlichen Automobilisten aufgenommen wird und dass andererseits die Tunnelfeuerwehr möglichst rasch zur Stelle ist. Setzt das erste richtige Reaktionen und Beherztheit voraus, so erfordert das letzte diszipliniertes Fahrverhalten der Automobilisten, da es der Feuerwehr sonst praktisch unmöglich ist, mit dem Löschfahrzeug zeitgerecht beim Brandplatz einzutreffen.

Schlussfolgerungen

Es darf zweifellos zu Recht behauptet werden, dass in den grossen Strassentunnels keine Kosten gescheut worden sind, um die technischen und organisatorischen Sicherheitsvorkehren auf einen optimalen Stand zu bringen. Mit ausgeklügelten Detektoren, mit den raffiniertesten Folgeschaltungen und mit aufwendigen Rechnerprogrammen werden Betriebsdaten erfasst, gespeichert, ausgewertet und nötigenfalls Massnahmen eingeleitet. Mit mehrfachen Sicherheiten, Notaggregaten usw. wurde das Menschenmögliche getan, um die Sicherheit der Tunnelbenützer zu gewährleisten. Dennoch stellt sich die bange Frage, ob alle diese technisch hochstehenden Installationen nicht durch die Tatsache unterlaufen werden, dass *am Steuer* jedes durch den Tunnel fahrenden Wagens *kein programmierter Roboter* sitzt, sondern ein Mensch, dessen Reaktionen kein Computerpgrogramm erfasst und der in ungewohnten Situationen völlig verkehrt handeln kann.

Es scheint deshalb äusserst wichtig, dass die Benützer von Strassentunnels sowohl über die Sicherheitsinstallationen informiert als auch über ihr Verhalten in Gefahrensituationen instruiert sind. Im weiteren ist die Fahrdisziplin in den Tunnels rigoros durchzusetzen, da mit korrekter Einhaltung der signalisierten Höchstgeschwindigkeiten und im speziellen mit den sich daraus ergebenden minimalen Abständen von Fahrzeug zu Fahrzeug die Gefahr einer Karambolage und damit verbunden eines Brandes sehr stark herabgesetzt werden kann.

Die im Titel gestellte provokative Frage kann daher wie folgt beantwortet werden: In den Strassentunnels sind alle Einrichtungen vorhanden, welche die Wahrscheinlichkeit eines Brandausbruchs sehr gering halten und mit denen ein Feuer wirkungsvoll bekämpft und damit beherrscht werden kann. Zur Katastrophe kann es lediglich dann kommen, wenn sich die Benützer des Tunnels verantwortungslos und undiszipliniert verhalten und dadurch die Katastrophe selbst herbeiführen.

Adresse des Verfassers: Dr. *H.-U. Mettler* Contrafeu AG, 3110 Münsingen