

Sicherheit im Tunnel

Ein Jahr nach dem Brand im Montblanc-Tunnel

Von Marco Bettelini und Ingo Riess*

Vor einem Jahr, am 24. März 1999, forderte der tragische Brand im Montblanc-Tunnel 39 Menschenleben. Diese Katastrophe hat das Vertrauen in die Sicherheit unterirdischer Anlagen erschüttert. Realistischerweise muss man eingestehen, dass das Risiko durch aufwendige technische Installationen zwar verringert werden kann, eine absolute Sicherheit in Tunnelanlagen jedoch niemals möglich sein wird.

Der Montblanc-Tunnel wurde im Juli 1965 eröffnet. Trotz substantiellen Investitionen entsprach er zum Zeitpunkt des Brandes zweifellos nicht mehr dem Stand der Technik. Als der Tunnel geplant wurde, schenkte man Bränden nämlich noch keine besondere Aufmerksamkeit. Die Lüftungseinrichtungen wurden vielmehr nach den damals sehr hohen Schadstoffemissionen der Fahrzeuge bemessen. Brände wurden als ein «Nebeneffekt» angesehen und die Notwendigkeit zusätzlicher Sicherheitsvorkehrungen noch nicht genug erkannt. Heute hingegen ist eine detaillierte Untersuchung des Brandfalles notwendig.

Erhöhtes Verkehrsaufkommen

Zum einen sind die Fahrzeugemissionen stark gesunken, wodurch die Lüftung im Normalbetrieb an Bedeutung verliert. Zum anderen ist eine teilweise drastische Zunahme der Verkehrszahlen zu verzeichnen. So sind die Verkehrszahlen im Montblanc-Tunnel von etwa 700 000 Kraftfahrzeugen pro Jahr in den sechziger Jahren auf knapp 2 Millionen Kraftfahrzeuge pro Jahr Ende der neunziger Jahre angestiegen. Der Anteil der Lastwagen am Verkehrsaufkommen im Montblanc-Tunnel liegt im Mittel bei 40 Prozent und steigt in Spitzenzeiten auf bis zu 60 Prozent. Die Zunahme beim Schwerverkehr hat eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Grossbränden zur Folge.

Die Gefahren durch Wärme, Rauch und giftige Gase nehmen mit der thermischen Leistung zu, die bei einem Fahrzeugbrand im Tunnel freigesetzt wird. Sie liegt etwa bei 2 bis 5 MW für einen PKW und bei 20 bis 30 MW für einen beladenen Lastwagen. Die volle Brandleistung (welche kurzzeitig 100 MW überschreiten kann) wird innerhalb von 5 bis 10 Minuten nach der Entzündung erreicht. Eine realistische Einschätzung der Gefahr ist für die Verkehrsteilnehmer in den ersten Minuten schwierig. Die zunächst geringe Wärmeentwicklung und Rauchmenge können ein

trügerisches Sicherheitsgefühl erzeugen. Daher bleiben Verkehrsteilnehmer oft im eigenen Fahrzeug sitzen, anstatt die Flucht zu ergreifen.

Falls in den ersten Minuten keine Gegenmassnahmen ergriffen werden (Rauchabsaugung, Brandbekämpfung usw.), sinkt die Sicht sehr schnell auf Null. Personenrettung und Brandbekämpfung sind dann praktisch nicht mehr möglich. Der Brand kann sich unter Umständen auf andere Fahrzeuge ausbreiten und eine Grösse erreichen, die technisch nicht mehr zu beherrschen ist. So war es im Montblanc-Tunnel: Nachdem sich der Brand auf andere Fahrzeuge ausgebreitet hatte, konnten die Feuerwehrleute nicht mehr zum Brandort vordringen.

Fluchtwege bieten in jedem Fall die beste Sicherheit bei einem Tunnelbrand – wenn sie genutzt werden. Bei Tunneln mit Richtungsverkehr wie dem Gubrist- oder dem Baregg-Tunnel gibt es Querverbindungen in die Gegenröhre. Beim Gotthard-Strassentunnel findet man alle 250 Meter eine Querverbindungen zu einem Sicherheitsstollen. Schutzräume ohne Ausgang werden nur dann realisiert, wenn alle andere Alternativen – in der Regel aus Kostengründen – ausfallen. Diese Lösung wurde z. B. im Montblanc- und im Fréjus-Tunnel gewählt.

Praktische Erfahrungen zeigen leider, dass die Bereitschaft sehr gering ist, im Notfall Fluchtwege zu verwenden. Vielfach bleiben die Tunnelbenutzer bei einem Brand in der vermeintlichen Sicherheit ihres Fahrzeuges. Ein einziger Fahrzeuginsasse hat beim tragischen Montblanc-Brand vom 24. März 1999 einen Schutzraum aufgesucht. Er wurde von einem Angestellten des Betreibers dorthin geführt. Auch wenn die beiden Personen in dem Schutzraum gestorben sind – wegen der extremen Intensität des Brandes kam jede Rettung zu spät –, haben sich die Schutzräume bewährt. Sie haben beim Brand im Montblanc-Tunnel acht französische Feuerwehrleute vor dem

sicheren Tod bewahrt.

Verschiedene Arten der Lüftung

Der technische Ausstattungsstandard von Tunnelanlagen kann sehr unterschiedlich sein. Massgebend sind u. a. die Verkehrsführung (Richtungs- oder Gegenverkehr), das Verkehrsaufkommen und der Lastwagenanteil. Die Sicherheit bei einem Tunnelbrand wird ganz wesentlich durch das Lüftungsprinzip bestimmt. Dieses wird vor allem auf Grund der Geometrie des Tunnels und des prognostizierten Verkehrs ausgewählt. Das einfachste Prinzip, die natürliche Lüftung, kommt nur bei Tunnellängen von wenigen hundert Metern in Frage. Die Frischluft wird hier vom Verkehr in den Tunnel gefördert. Bei den meisten kurzen Tunneln wird die Selbstlüftung durch Strahlventilatoren, die an der Tunneldecke installiert sind, unterstützt. Eine Absaugung des Rauchs ist in kurzen Tunneln überflüssig. Auch in längeren Tunneln mit Richtungsverkehr und geringer Stauwahrscheinlichkeit kann darauf verzichtet werden.

In langen Tunneln – vor allem bei solchen mit Gegenverkehr – werden Halbquer- oder Querlüftungen eingesetzt. Die Frischluft wird hierbei über die Tunnellänge verteilt zugeführt. Charakteristisch für diese Art der Lüftung sind Lüftungskanäle und Frischluftöffnungen. Bei der reinen Querlüftung wird die gesamte zugeführte Luftmenge wieder abgesogen und über Kamine nach aussen geleitet. Bei der Halbquerlüftung ist das nur teilweise oder gar nicht der Fall. Eine reine Querlüftung findet man z. B. im Gotthard-Strassentunnel vor. Über die gleichen Kanäle, über die die Abluft abtransportiert wird, kann im Brandfall auch der Rauch abgesaugt werden. Die zentrale Problematik sind hier die Festlegung der Absaugkapazität und die Gestaltung der Absaugvorrichtung. Als Bemessungsgrundlage wird dabei die Rauchmenge eines «typischen» Lastwagenbrandes herangezogen. Die optimale Wahl und die korrekte Dimensionierung einer Tunnellüftung im Spannungsfeld von Sicherheit, Kostendruck und Technik sind eine delikate Aufgabe.

Im Unterschied zum Gotthard-Tunnel ist der Montblanc-Tunnel mit einer Halbquerlüftung ausgestattet. Die Abluft wurde ursprünglich zu einem kleinen Teil abgesogen, hauptsächlich jedoch durch die Tunnelportale ausgeblasen. Für die Rauchabsaugung waren Absaugklappen im Abstand von 300 Metern vorgesehen. Die verfügbare Absaugkapazität wäre an sich ausreichend gewesen, liess sich jedoch nicht auf den Brandort konzentrieren, weil die Klappen nicht einzeln

steuerbar waren. Zudem wurde der Abluftkanal seit den achtziger Jahren auch als Frischluftkanal verwendet. Das geschah, um der starken Zunahme des Schwerverkehrs und der damit einhergehenden Verschlechterung der Luftverhältnisse zu begegnen. Die Zweckentfremdung des Abluftkanals wurde von der nach dem Brand einberufenen Untersuchungskommission stark kritisiert. Unter anderem hatte das zur Folge, dass der Rauch, der normalerweise eine nach oben hin dichter werdende Schichtung angenommen hätte, durcheinandergewirbelt wurde. Dadurch wurden die Sichtverhältnisse so sehr getrübt, dass eine Flucht kaum mehr möglich war.

Auch die Steuerung des Tunnels entsprach zum Zeitpunkt des Brandes nicht mehr dem neuesten Stand der Technik. Computerisierte Steuerungs- und Überwachungssysteme erlauben heute die Erfassung und Integration aller relevanten Daten in einem Kommandoraum. Moderne Tunnel können somit vollautomatisch betrieben werden und erlauben auch im Fall eines Brandes eine automatische Reaktion. Dies ist gerade in den ersten Phasen wichtig, in denen kaum Zeit für Entscheidungen zur Verfügung steht. Im Montblanc-Tunnel gab es zwei Kommandoräume; einen auf französischer und einen auf italienischer Seite. Die Steuerung aller Systeme erfolgte manuell, auch im Brandfall. Die sich zum Teil widersprechenden Massnahmen der Verantwortlichen in den beiden Kommandoräumen hat nach dem Brand heftige Reaktionen ausgelöst. Eine Zentralisierung der Steuerung ist deshalb bei der Modernisierung der Tunnels eine der wichtigsten Aufgaben.

Der «neue» Montblanc-Tunnel

Zur Verbesserung der bestehenden Sicherheitssysteme greifen Ingenieure vor allem auf Brandversuche und Computersimulationen zurück. Von experimenteller Seite stehen Daten aus zahlreichen Brandversuchen im Modell- und Grossmassstab zur Verfügung. Sie erlauben Aussagen darüber, wie sich ein Brand entwickelt, welche thermische Leistung er freisetzt, wieviel Rauch er produziert und wie sich dieser im Tunnel verteilt. Anhand dieser experimentellen Daten lässt sich dann die Qualität von Computersimulationen beurteilen. Heute sind bereits sehr realistische Simulationen auf dem PC möglich, die vor wenigen Jahren nur auf Supercomputern durchführbar waren. So ist eine detaillierte Analyse von Brand-szenarien möglich, auf deren Basis Sicherheitskonzepte optimiert werden können.

Solche Werkzeuge haben auch zur Modernisierung des Montblanc-Tunnels sehr viel beigetra-

gen. Sie haben die Schwachstellen der jetzigen Infrastruktur aufgezeigt. Die Verbesserungen, die nun in Angriff genommen wurden, betreffen den gesamten Tunnel. Ein Schwerpunkt ist die Brandlüftung. In Zukunft wird die Längsströmung der Luft kontrolliert, es wird einzeln steuerbare Absaugklappen im Abstand von 100 statt von 300 Metern geben, und die Absaugkapazität wird erhöht. Auch die Branderkennung und die Steuerung werden modernisiert. Danach wird der Montblanc-Tunnel zu den sichersten Tunneln der Welt gehören.

Die Technik kann zweifellos einen Beitrag zur Sicherheit in unterirdischen Verkehrsanlagen liefern. Daneben muss aber auch der Verkehrsteilnehmer bei der Prävention und durch die richtige Reaktion im Ernstfall etwas zu seiner eigenen Sicherheit beitragen. Insbesondere in der ersten Brandphase, wo die Gefahren noch leicht unterschätzt werden, steht die Selbstrettung im Vordergrund.

* Die Autoren arbeiten bei der Haerter AG Beratende Ingenieure und sind für die Modernisierung des Montblanc-Tunnels mitverantwortlich.