

**ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LEITER  
DER BERUFSFEUERWEHREN  
in Nordrhein-Westfalen**



**AGBF  
- NRW -**

**Arbeitskreis Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz  
(AK VB/G) - Arbeitsgruppe Unterirdische Verkehrs-  
anlagen (AG UVA)**

---

AGBF-NRW, AK VB, AG UVA, c/o Feuerwehr Duisburg, Wintgensstraße 111, 47058 Duisburg

# **Fachempfehlung**

**für den vorbeugenden Brandschutz  
in unterirdischen schienengebundenen Verkehrsanlagen  
des öffentlichen Personennahverkehrs**

Stand 08.12.2023

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Präambel.....                                                               | 3  |
| 1.1 Geltungsbereich (TR Strab BS, Zif. 1).....                                 | 3  |
| 1.2 Allgemeines .....                                                          | 3  |
| 1.3 Brandschutzkonzept (TR Strab BS, Zif. 5) .....                             | 3  |
| 2. Bauliche Sicherheitsstandards .....                                         | 4  |
| 2.1 Baustoffe und Bauteile.....                                                | 4  |
| 2.2 Abschnittsbildende Wände und Decken.....                                   | 4  |
| 2.3 Rettungs- und Angriffswege.....                                            | 5  |
| 2.4 Löschwasserversorgung (BOStrab §31 Abs.3) .....                            | 6  |
| 2.5 Kabeltrassen.....                                                          | 6  |
| 2.6 Kennzeichnung von Rettungs-, Angriffswegen sowie Einsatzmitteln.....       | 7  |
| 3. Anlagentechnische Sicherheitsstandards.....                                 | 7  |
| 3.1 Brandmelde- und Notruffeinrichtungen (BOStrab §31 Abs.3).....              | 7  |
| 3.2 Maßnahmen zur Rauchableitung und -rückhaltung .....                        | 7  |
| 3.3 Sichtweiten in unterirdischen Bahnstationen während der Fremdrettung ..... | 10 |
| 3.4 Feuerlöscheinrichtungen (BOStrab §31 Abs.4 i.V.m. §28) .....               | 10 |
| 3.5 Gebäude-/Tunnelfunkanlagen (BOStrab §23 Abs.4).....                        | 11 |
| 3.6 Sicherheitsbeleuchtung (BOStrab §27 Abs.4 und 5 sowie §24 Abs.5, 2.) ..... | 11 |
| 3.7 Stromversorgung (BOStrab §24 Abs.6 und TR EA – Teil 1, Zif. 3.2.2 ) .....  | 11 |
| 3.8 Aufzüge (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.2.2, Abs.11) .....            | 11 |
| 3.9 Lüftungsanlagen und -kanäle.....                                           | 12 |
| 4. Betriebliche Sicherheitsstandards .....                                     | 12 |
| 4.1 Feuerwehrpläne und Gefahrenabwehrplanung .....                             | 12 |
| 4.2 Technisches Gerät (BOStrab §25 Abs.3) .....                                | 12 |
| 4.3 Möblierungen (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.4.2).....                | 13 |
| 5. Brandverhütungsschau (BHK § 26) .....                                       | 13 |
| 6. Sicherheitsstandards während der Bauphase .....                             | 13 |
| 7. Bestehende Tunnelanlagen - Nachzurüstende Sicherheitseinrichtungen .....    | 13 |

## 1. Präambel

### 1.1 Geltungsbereich (TR Strab BS<sup>1</sup>, Zif. 1)

Diese Fachempfehlung gilt für neue Betriebsanlagen und neue Fahrzeuge. Neue Betriebsanlagen sind solche, für die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Fachempfehlung noch kein Zustimmungsbescheid nach § 60 BOStrab erteilt worden ist. Neue Fahrzeuge sind solche, für die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Fachempfehlung noch keine Inbetriebnahmegenehmigung nach § 62 Abs. 4 BOStrab beantragt worden ist.

Für im Bau befindliche oder bestehende Betriebsanlagen sowie bei wesentlichen Änderungen baulicher, fahrzeugspezifischer, betrieblicher und organisatorischer Art, ist ein Brandschutzkonzept unter Berücksichtigung der allgemein gültigen normativen Vorgaben aufzustellen bzw. fortzuschreiben. Änderungen, die den Brandschutz betreffen, sind wesentlich. Für die Aufstellung und Umsetzung des Brandschutzkonzeptes sind mit der Technischen Aufsichtsbehörde (TAB) Prioritäten unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit abzustimmen. Sich aus dem Brandschutzkonzept ergebende Maßnahmen sind umzusetzen. In Rechtsvorschriften, nach der BOStrab aufgestellten Technischen Regeln und Richtlinien zwingend vorgegebene Anforderungen dürfen dadurch nicht in Frage gestellt werden.

Von den Inhalten der Fachempfehlung kann abgewichen werden, wenn mindestens die gleiche Sicherheit gegenüber der Technischen Aufsichtsbehörde nachgewiesen wird.

Das Bauordnungsrecht der Länder bleibt unberührt.

### 1.2 Allgemeines

Aufgrund der baulichen und betrieblichen Gegebenheiten von Tunnelanlagen des ÖPNV und dem Fehlen von geeigneten, stationären und/oder mobilen Einrichtungen für eine gezielte Rauchabführung aus den Tunnelanlagen sind Rettungsmaßnahmen und wirksame Löschmaßnahmen durch die Feuerwehren äußerst eingeschränkt. Deshalb ist sicher zu stellen, dass einer Entstehung eines Brandes in und an den Fahrzeugen sowie an der technischen Infrastruktur vorgebeugt wird und die Energiefreisetzungsraten der Fahrzeuge auf ein Minimum beschränkt werden.

Dabei kann eine Brandunterdrückungsanlage in den Fahrzeugen, eine Kapselung der elektrisch führenden Aggregate an den Fahrzeugen sowie eine automatische Brandfrüherkennung in den Haltestellen mit ihren Betriebs- und Nebenräumen und in den Fahrzeugen eine wesentliche Sicherheitserhöhung bieten.

### 1.3 Brandschutzkonzept (TR Strab BS, Zif. 5)

Für Betriebsanlagen, Fahrzeuge, **Betrieb und Organisation** ist ein Brandschutzkonzept zu erstellen und bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben. Dieses Brandschutzkonzept soll für den Betrieb eine Gesamtbewertung hinsichtlich vorbeugender und abwehrender Maßnahmen des Brandschutzes beinhalten.

Unter Berücksichtigung der Nutzung und des Brandrisikos sind im Brandschutzkonzept die Teilkomponenten Betriebsanlagen, Fahrzeuge, Betrieb und Organisation und ihre Verknüpfung im Hinblick auf die Schutzziele zu beschreiben. Im Rahmen des Brandschutzkonzeptes ist zu bewerten, ob die Schutzziele erreicht werden. Bei Änderung von Parametern ist das Brandschutzkonzept einer Prüfung zu unterziehen und gegebenenfalls fortzuschreiben.

---

<sup>1</sup> Technischen Regeln für Straßenbahnen – Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen nach BOStrab (TR Strab BS), Stand Juni 2014

Dabei sind die unterschiedlichen Randbedingungen in den Unternehmen zu berücksichtigen. Gemeinschaftsbauwerke, z. B. Umsteigebahnhöfe zum Eisenbahnverkehr sowie Anlagen, die nicht unmittelbar dem Verkehr dienen, z. B. Verkaufsstätten, sind im Brandschutzkonzept zu berücksichtigen. Hierbei haben die Eigentümer, Betreiber und die Aufsichtsbehörden zusammenzuwirken.

Hinweise zu den Inhalten eines Brandschutzkonzeptes sind z.B. in der TR Strab BS Zif. 5, der PrüfVO NRW § 9 und in der vfdb-Richtlinie 01/01 enthalten.

## **2. Bauliche Sicherheitsstandards**

### **2.1 Baustoffe und Bauteile**

(BOStrab §30 Abs.1 und BOStrab-Tunnelbaurichtlinie Zif. 2.4.1 und 2.4.2)

**2.1.1** Tragende Bauteile in unterirdischen Verkehrsanlagen sind mindestens in der Feuerwiderstandsklasse feuerbeständig aus nicht brennbaren Baustoffen gemäß DIN EN 13501 auszuführen.

**2.1.2** Wand- und Deckenverkleidungen sowie Dämmstoffe in Haltestellen, in öffentlich zugänglichen Bereichen, Rettungswegen und Betriebsräumen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

**2.1.3** Fußbodenbeläge müssen mindestens schwerentflammbar sein.

## **2.2 Abschnittsbildende Wände und Decken**

**2.2.1** Liegen mehrere Haltestellen (z.B. Kreuzungshaltestellen) übereinander oder nebeneinander, so sind die Haltestellen und die Tunnelröhren durch Wände in der Feuerwiderstandsklasse feuerbeständig aus nichtbrennbaren Baustoffen voneinander zu trennen. Offene Treppenträume, die die einzelnen Geschosse verbinden, müssen so hergestellt sein, dass ein Brand-/Raucheintrag in der Zeit der Selbstrettung behindert wird.

**2.2.2** Betriebs- und Technikräume sowie Verkaufsräume sind von den Tunnelröhren, den Bahnsteigen oder den Verteilerebenen durch feuerbeständige Wände aus nichtbrennbaren Baustoffen abzutrennen. (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.4.3)

**2.2.3** Öffnungen in diesen Wänden sind mindestens mit rauchdichten und selbstschließenden Feuerschutzabschlüssen in der Feuerwiderstandsklasse feuerhemmend (EI<sub>230</sub>-S<sub>200</sub>-C5) zu verschließen. Die Abschlüsse können ständig offengehalten werden, wenn dies aus betrieblichen Gründen erforderlich ist (z.B. im Zuge von öffentlichen Verkehrsflächen) und ihr selbstständiges Schließen beim Auftreten von Rauch durch eine zugelassene Feststellvorrichtung sichergestellt wird.

**2.2.4** Verkaufsräume mit einer automatischen Löschanlage sind mindestens durch rauchdichte Wände oder Verglasungen abzutrennen. Öffnungen in diesen Wänden sind mit selbstschließenden und rauchdichten Abschlüssen (E-S<sub>A</sub>-C5) zu verschließen. Alternativ kann der Nachweis geführt werden, dass ein Eindringen von Rauch in die Verkehrs- und Rettungswege durch andere geeignete Maßnahmen (z.B. durch eine Rauchabzuganlage in den Verkaufsräumen) nicht zu erwarten ist.

**2.2.5** Öffnungen von Haltestellen zu anderen Gebäuden (z.B. Verkaufsstätten, Tiefgaragen) können gestattet werden, wenn sichergestellt ist, dass eine wechselseitige Brand- bzw. Rauchausbreitung verhindert wird. Die Abschlüsse müssen mindestens feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend sein.

## 2.3 Rettungs- und Angriffswege

**2.3.1** Zu den Rettungswegen gehören Bahnsteige, notwendige Erschließungstreppen bzw. -rampen, Fahrtreppen, Verkehrsflächen auf den Verteilerebenen, Treppenräume, Notausgänge und Flure in den Technikbereichen. In den Tunnelröhren kommen die seitlichen Sicherheitsräume nach BOStrab §19 sowie Notausgänge nach BOStrab §30 Abs.5 als Rettungswege in Frage.

**2.3.2** Rettungswege in Haltestellen sind in solch einer Anzahl und Breite erforderlich, dass die darauf angewiesenen Personen leicht und gefahrlos öffentliche Verkehrsflächen im Freien erreichen können. Als maßgebende Personenzahl für die Räumung ist für den Neubau einer Haltestelle eine Vollbesetzung der maximal möglichen Fahrzeugkombination zuzüglich jeweils 30% dieser Fahrzeugkombination als wartende Fahrgäste auf dem Bahnsteig zu berücksichtigen.

$$P_{\max} = n (P_1 + P_2) + P_3$$

n = Zahl der Gleise am Bahnsteig

P<sub>1</sub> = zul. Sitzplätze der längsten am Bstg. haltenden Zugeinheit/en

P<sub>2</sub> = zul. Stehplätze der längsten am Bstg. haltenden Zugeinheit/en

P<sub>3</sub> = 30% aus der Summe P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub>

(TR Strab BS, Zif. 5.3.3)

Bei Bestandsanlagen kann auch der Mittelwert der Spitzenstunde (Summe aus Fahrzeugbesetzung und der Anzahl der Personen auf dem Bahnsteig) herangezogen werden. Bei regelmäßigen Abweichungen wie z.B. Messe- und Sportveranstaltungen oder bei „Knotenpunkthaltestellen“ mit erhöhtem Personenverkehr ist die maßgebende Personenzahl gesondert im Brandschutzkonzept zu bewerten. Bei temporären Abweichungen von den Berechnungsgrundlagen (z.B. Großveranstaltungen, Sonderverkehre, Baumaßnahmen) sind geeignete Kompensationsmaßnahmen vom Betreiber umzusetzen und zu dokumentieren.

Die Breite der Bahnsteige ist nach dem Verkehrsaufkommen unter Berücksichtigung der Stärke und Verflechtung der Fahrgastströme zu bemessen. (BOStrab §31 (5) und BOStrab-Tunnelbau-richtlinien Zif. 2.2.2, 4. Abs.)

Für eine Berechnung der Entleerungszeit im Gefahrenfall bis ins Freie mit einer geeigneten Ingenieurmethode sind neben den o.g. Personenzahlen ggf. auch die Personenbelegungen und –ströme auf den Verteilerebenen sinnvoll mit einzubeziehen.

**2.3.3** Unterirdische Bahnsteig- und Verteilerebenen müssen mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege haben, die möglichst entgegengesetzt ins Freie führen. Dabei sind pro Bahnsteig mind. zwei Treppen so vorzusehen, dass die Rettungswege sich auf einer möglichen Verteilerebene (Zwischenebene) nicht mehr kreuzen bzw. in zwei unterschiedliche Brand- bzw. Rauchabschnitte führen. Treppen müssen nach BOStrab-Tunnelbau-richtlinien, Zif. 2.2.2 eine Treppenbreite von mind. 2m und Notausgänge nach §30 Abs.7 BOStrab von mind. 1,20 m (2 Personen a 60 cm) aufweisen und ein Treppensteigungsmaß nach den üblichen Hochbaunormen erfüllen, jedoch nicht steiler als 16/31 cm (Treppensteigung/Treppenauftritt). (siehe BOStrab-Tunnelbau-richtlinien Zif.2.2.2, Abs.7)

Fahrtreppen sind im Brandfalle automatisch durch die Brandkenngröße Rauch wie folgt zu steuern:

1. abwärtsfahrende Fahrtreppen werden stillgesetzt
2. aufwärtsfahrende Fahrtreppen bleiben im Betrieb

(siehe auch BOStrab §32)

**2.3.4** Im Tunnel müssen ins Freie führende Notausgänge vorhanden und so angelegt sein, dass der Rettungsweg bis zum nächsten Bahnsteig, Notausgang oder bis zur Tunnelmündung jeweils nicht mehr als 300 m lang ist. Notausgänge müssen auch an Tunnelenden (z.B. Kehrgleise, Abstellanlagen) vorhanden sein, wenn der nächste Notausgang oder der nächste Bahnsteig mehr als 100 m entfernt ist. (BOStrab §30 Abs.5)

Wesentliche Voraussetzung dieser langen Rettungswege sind jedoch Fahrzeuge mit verbessertem Brandverhalten und zusätzlichen brandschutztechnischen Einrichtungen z.B. zur Brandunterdrückung und Brandmeldung, da eine Menschenrettung, sowie eine wirksame Brandbekämpfung in den Tunnelstrecken sowie deren Entrauchung nicht durch Maßnahmen der Feuerwehren sichergestellt werden kann.

Liegen Ausgangsöffnungen der Notausgänge nach BOStrab § 30 Abs.8, 2. nicht an öffentlichen Verkehrsflächen, so sind zu diesen Ausgangsöffnungen Feuerwehrezufahrten analog den bauaufsichtlichen Regelungen der Länder mit dementsprechenden Flächen für die Feuerwehr anzulegen. Öffnungen von Notausgängen zum Tunnel und Fluchtverbindungen sind mindestens mit rauchdichten und selbstschließenden Feuerschutzabschlüssen in der Feuerwiderstandsklasse feuerhemmend zu verschließen. Der Einbau einer Schleuse ist jedoch bei Notausgängen anzustreben. (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.1.3, 3. Abs.)

**2.3.5** Alle Zugänge zu den Tunnelanlagen sind jederzeit frei zugänglich zu halten. Müssen aus Sicherheitsgründen Zugänge verschlossen sein, so ist durch geeignete Einrichtungen (Feuerweherschlüsseldepot, Generalschlüssel, Sollbruchstellen etc.) die Zugänglichkeit für die Feuerwehr jederzeit sicherzustellen.

## **2.4 Löschwasserversorgung (BOStrab §31 Abs.3)**

**2.4.1** Für die Löschwasserversorgung sollen Hydranten mit einer Löschwasserleistung von mindestens 96 m³/h (1.600 l/min) im Umkreis von 300 m gemäß Datenblatt W 405 der DVGW zur Verfügung stehen. An den Hauptzugängen der Haltestellen (gleichzeitig 1. Angriffsweg für die Feuerwehr) bzw. an den Löschwassereinspeisestellen muss mind. ein Hydrant mit einer Löschwasserleistung von mind. 800 l/min in unmittelbarer Nähe verfügbar sein.

**2.4.2** Neben den Hydranten ist an einer einsatztaktisch günstig gelegenen Stelle eine Löschwassereinspeisestelle für die Löschwasserleitung zu installieren.

**2.4.3** Die Löschwasserentnahme- und die -einspeisestellen sind durch Schilder gem. DIN 4066 und **DIN EN ISO 7010 / ASR A1.3.** zu kennzeichnen. Die Einspeisestelle ist zusätzlich mit Angabe der dementsprechenden Entnahmestellen bzw. -bereiche eindeutig zu kennzeichnen (siehe Kennzeichnungsrichtlinie in der Anlage).

**2.4.4** Im Bereich der Einspeisearmaturen ist zu ihrer Bedienung eine Aufstellfläche von ca. 2 m² von Gegenständen, Bäumen und Büschen freizuhalten und entsprechend zu befestigen.

## **2.5 Kabeltrassen**

**2.5.1** Zur Verminderung der thermischen Beaufschlagung ist die Verlegung von Kabeln möglichst in Tunnelsohlennähe, bei Haltestellen möglichst unterhalb der Bahnsteige vorzunehmen. Kabeltrassen sollen, soweit eine Verlegung an Tunnelwänden oder -decken nicht erforderlich ist, in Trögen aus nichtbrennbaren Baustoffen geführt werden. Die Tröge sind durch nichtbrennbare Abdeckungen (z.B. Betondielen) zu verschließen, um einer Brandausbreitung auf die Kabeltrasse entgegenzuwirken, sowie eine Ansammlung von leichtbrennbaren Materialien (z.B. Laub, Papier, Abfall) und mögliche Zündquellen (z.B. weggeworfene Zigaretten) zu vermeiden. Im Bereich der

Bahnsteige müssen die Kabeltrassen fugenlos abgedeckt werden. Die Abdeckplatten müssen zur Brandbekämpfung ohne Hilfsmittel abnehmbar sein.

**2.5.2** Zur Vermeidung einer Brandausbreitung sind die in Kabeltrögen bzw. an Tunnelwänden oder –decken verlegten Kabeltrassen durch geeignete Maßnahmen in Abschnitte zu unterteilen. In diese Maßnahme sind insbesondere Kabelübergänge von einer Tunnelstrecke zum Haltestellenbereich sowie Bereiche von Gleiswechseln, Verflechtungsstrecken und Abzweigen mit einzubeziehen.

## **2.6 Kennzeichnung von Rettungs-, Angriffswegen sowie Einsatzmitteln**

(BOStrab-Tunnelbaurichtlinien, Zif. 2.2.3 und 2.4.4 sowie BOStrab §30 Abs.6 und §31 Abs.1)

**2.6.1** Der Verlauf von Rettungswege ist eindeutig und auffällig gemäß **DIN EN ISO 7010 / ASR A1.3.** zu kennzeichnen.

**2.6.2** Zur Orientierung der Einsatzkräfte sind die Zugangswege zu den wesentlichen Sicherheitseinrichtungen, Gleis- und Streckenabschnitten, zu den Verkehrsebenen sowie zu den Ausgängen auszuweisen.

**2.6.3** Ausführungsbeispiele für eine einheitliche Kennzeichnung bietet die als Anlage beigefügte Kennzeichnungsrichtlinie.

## **3. Anlagentechnische Sicherheitsstandards**

### **3.1 Brandmelde- und Notrufeinrichtungen (BOStrab §31 Abs.3)**

**3.1.1** Haltestellen einschließlich Verkaufsräume, Betriebs- und Technikräume sowie Kehr- und Abstellanlagen sind mit einer automatischen, flächendeckenden Brandmeldeanlage mit direkter Aufschaltung zur öffentlichen Feuerwehr zu überwachen.

**3.1.2** Haltestellen müssen Notrufeinrichtungen haben. Die Notrufeinrichtungen sind auffällig zu kennzeichnen und auf eine ständig besetzte Betriebs- und Sicherheitszentrale aufzuschalten.

### **3.2 Maßnahmen zur Rauchableitung und -rückhaltung**

**3.2.1** Durch geeignete Maßnahmen (z.B. mechanische oder natürliche Entrauchung, Rauchschürzen, Feuer- und/oder Rauchschutzabschlüsse) ist sicherzustellen, dass bei einem Brand im Haltestellenbereich so lange eine ausreichend raucharme Schicht auf den Bahnsteigen und Treppen gewährleistet wird, bis alle sich dort befindlichen Personen aus den Zügen und auf den Bahnsteigen ins Freie bzw. in einen anderen gesicherten Bereich gelangt sind (Selbstrettungsfall). Für diese Selbstrettungsphase muss eine raucharme Schicht **im Mittel von 2,5 m** sichergestellt werden und ein Überströmen in die nächst höhere Ebene über die Treppen, Fahrtreppen oder andere Öffnungen verhindert werden. Hierzu ist ein ingenieurmäßiger Nachweis zu führen. Der dafür zugrunde zu legende Bemessungsbrand kann im Einzelfall an den konkret eingesetzten Fahrzeugen nachgewiesen werden (Individueller Nachweis). Ohne einen solchen Individualnachweis ist bei Fahrzeugen ohne brandschutztechnische Einrichtungen zur Brandunterdrückung und Brandausbreitung mindestens der Bemessungsbrand **nach der TR Strab BS** anzusetzen.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Die Festlegungen **in der TR Strab BS, 4.1.1** hinsichtlich der Sichtweiten von 10-20m in der raucharmen Schicht wird seitens der Feuerwehren als nicht sachgerecht angesehen. Es muss eine durchgängige Sichtweite über die Bahnsteiglänge möglich sein.

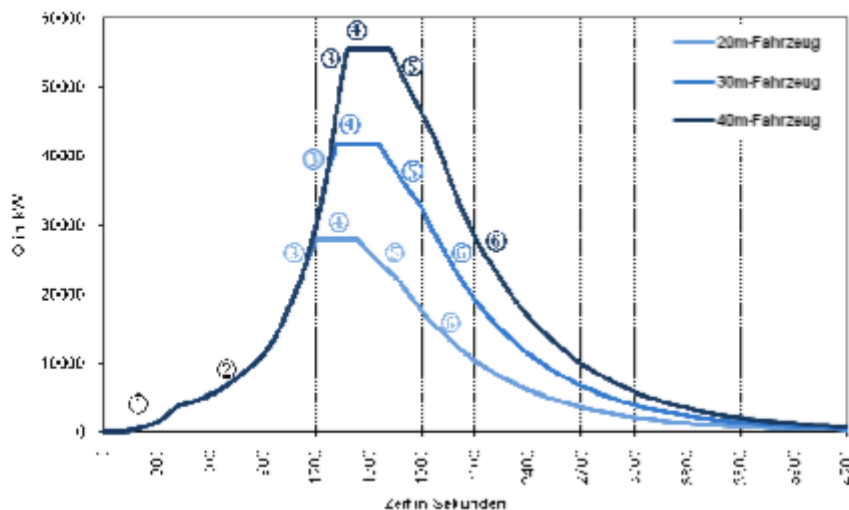


Abb.1: Einhüllende Brandverlaufskurven (Brandphasen 1 bis 6) nach TR Strab BS, Zif. 5.3.1

Diese Kurven stellen die einhüllenden Brandverlaufskurven für Fahrzeuge unterschiedlicher Längen dar und können gemäß nachfolgender Tabelle 1 entwickelt werden.

Die Brandverlaufskurven können mit den nachfolgenden empirischen Formeln abschnittsweise ermittelt werden. Bei den iterativen Gleichungen für die Brandphasen muss die Berechnung in Zeitschritten von 60 s erfolgen.

| Nr. | Brandphase                 | Zeit t                       | Gleichungen zur Berechnung der Brandleistung Q in kW                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Brandentstehungsphase      | 0 bis 420 s                  | $Q = t^2 \cdot \alpha_1$<br>$\alpha_1 = 5.2E-05 \text{ kW/s}^2$<br>$Q_1 = 3850 \text{ kW}$                                                                                              |
| 2   | Brandentwicklungsphase     | 420 bis 900 s                | $Q = Q_1 + (t - 360)^2 \cdot \alpha_2$<br>$\alpha_2 = 0.025 \text{ kW/s}^2$<br>$Q_2 = 11143 \text{ kW}$                                                                                 |
| 3   | fortentwickelte Brandphase | 900s bis $Q_4$ erreicht ist  | $Q = Q_2 + 252 \cdot e^{(0.004 \cdot t - 1.68)}$                                                                                                                                        |
| 4   | Vollbrand im Maximalwert   | 300 s lang                   | $Q = Q_4 = \text{konstant}$<br>$Q_4 = 1387 \text{ kW pro Meter Fahrzeuglänge}$<br>$Q_{4, 20m} = 27740 \text{ kW}$<br>$Q_{4, 30m} = 41610 \text{ kW}$<br>$Q_{4, 40m} = 55480 \text{ kW}$ |
| 5   | abklingende Brandphase     | bis $Q_5$ unterschritten ist | $Q = 0.94 \cdot Q_4$<br>$Q_5 = 0.78 \cdot Q_4$<br>$Q_{5, 20m} = 21637 \text{ kW}$<br>$Q_{5, 30m} = 32456 \text{ kW}$<br>$Q_{5, 40m} = 43274 \text{ kW}$                                 |
| 6   | Abbrandphase               | bis 4200 s                   | $Q = 0.90 \cdot Q_5$                                                                                                                                                                    |

Tab. 1: Berechnungstabelle für die Brandphasen (TR Strab BS, Zif. 5.3.1)

Für  $Q'$  ist jeweils die Wärmefreisetzung in dem jeweils vorherigen Zeitschritt anzusetzen.  $Q_n$  ist die Brandleistung am Ende der jeweiligen Brandphase.

Fahrzeuge mit zeitlich begrenzt wirkender Löschtechnik müssen besonders betrachtet werden, da hierzu derzeit keine belastbaren Erkenntnisse vorliegen. Sollte ein anderer denkbarer Brandfall für die Sicherheitsbetrachtungen maßgeblicher sein, so ist dieser zugrunde zu legen.<sup>3</sup>

Für Brandsimulationen müssen plausible Werte für die Quellterme vorgegeben und eingehalten werden. Die Wärmefreisetzung ist bei vorgegebenem zeitlichem Massenverlust vom Heizwert abhängig. Dieser ist anzugeben. Quellterme sind Rauchpotential ( $\text{m}^2/\text{g}$ ), Rauchausbeute ( $\text{g/g}$ ), CO-Ausbeute ( $\text{g/g}$ ), CO<sub>2</sub>-Ausbeute ( $\text{g/g}$ ). Die Bezugsgröße ( $\text{g}$ ) ist jeweils die verbrannte Masse.

Für die Eingangsparameter einer Brandsimulation sind folgende Mindestwerte zu beachten:<sup>4</sup>

| Kenngröße                                                          | Eingabewerte für Vorausrechnungen |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Heizwert (MJ/kg) der Mischbrandlasten ca.                          | 22                                |
| Rauchpotential ( $\text{m}^2/\text{g}$ verbrannte Masse)           | 0,35                              |
| Rauchausbeute (g Partikel / g verbrannte Masse)                    | 0,15 bis 0,20                     |
| CO-Ausbeute (g CO / g verbrannte Masse)                            | 0,08                              |
| CO <sub>2</sub> -Ausbeute (g CO <sub>2</sub> / g verbrannte Masse) | 1,7                               |

Als Grenzwerte für die Schutzzielbetrachtung sind nachstehende Grenzwerte einzuhalten:<sup>5</sup>

| Kenngröße                       | 0 bis 15 min (im Regelfall „Selbstrettungsphase“) | für Zeiten über 15 min (im Regelfall „Fremdrettungsphase“) |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| CO - Konzentration              | 200 ppm                                           | 100 ppm                                                    |
| CO <sub>2</sub> - Konzentration | 2 Vol.-%                                          | 1 Vol.-%                                                   |
| Wärmestrahlung                  | 2 kW/m <sup>2</sup>                               | 1,7 kW/m <sup>2</sup>                                      |
| Raucharme Schicht               | 2,5 m                                             | 1,5 m                                                      |

<sup>3</sup> Die Parameter wurden von der Brandschutzforschungsstelle Karlsruhe für die AGBF Bund entwickelt. Die Daten wurden als notwendig erachtet, um eine zu große, beliebige Streuung der Werte zu vermeiden. Die Werte sollen auf der sicheren Seite liegen.

<sup>4</sup> Die Grenzwerte wurden von der Brandschutzforschungsstelle Karlsruhe für die AGBF Bund entwickelt.

Für Nachweise der Rauchfreihaltung sind meteorologische und betriebsbedingte Strömungseinflüsse in den Tunnelanlagen zu beachten. Es ist dabei anzugeben, inwieweit sich angrenzende Tunnellängen auf die Rückeinmischung von Rauch auswirken.

Für eine wirksame Brandbekämpfung und Fremdrettung durch die Feuerwehr ist eine Ableitung von Rauch notwendig. Eine raucharme Schicht von mind. 1,5 m muss dazu im Haltestellenbereich bis zur 30. Minute vorhanden sein (TR Strab BS, Zif. 4.1.1).

### **3.3 Sichtweiten in unterirdischen Bahnstationen während der Fremdrettung**

(AGBF-Bund und DFV – AK VB/G – Sichtweiten in unterirdischen Bahnstationen während der Fremdrettung, 12-2016)

Für die Orientierung der Einsatzkräfte und die Fremdrettung bestehen bei einem Brand auf Bahnsteigebene folgende Anforderungen an die Sichtweite in der raucharmen Schicht:

- Die Sichtweite auf dem Bahnsteig soll größer sein als die jeweilige Bahnsteigbreite.
- Die Sichtweite auf Querbahnsteigen, Querschlägen, usw. soll größer sein als die jeweilige Breite des Querbahnsteigs, Querschlags, usw.
- Die Sichtweite auf Treppen soll größer sein als die Breite der jeweiligen Treppenanlage, einschließlich aller nebeneinander liegenden Fest- und Fahrtreppen.
- Die Sichtweite in Verteilerebenen soll größer sein als die Breite der Verteilerebene. Als Breite gilt hier das jeweils kleinere Maß der Hauptabmessungen im Grundriss.
- Die Sichtweiten sollen nicht geringer sein als in der Selbstrettungsphase.
- In der raucharmen Schicht dürfen keine nennenswerten gesundheitlichen Schäden für zu rettende Personen zu erwarten sein (bei Exposition bis zum Ende der Fremdrettungsphase).

### **3.4 Feuerlöscheinrichtungen (BOStrab §31 Abs.4 i.V.m. §28)**

**3.4.1** Haltestellen und Notausgänge sind mit einer Löschwasserleitung (mind. trockene Steigleitung) bis zu den Gleisebenen auszustatten. An Verteiler- oder Zwischenebenen können weitere Entnahmestellen erforderlich sein. Die Entnahmestellen auf den Bahnsteigen sind vorzugsweise an den Stirnseiten anzuordnen. Die Entnahmestellen sind als Feuerlösch-Schlauchanschlüsseinrichtungen nach DIN 14461, Teil 3 mit Übergangsstück B-C und C-Blindkupplung auszuführen. In Abhängigkeit der baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen des Betreibers (Tunnelanlage, Fahrzeuge) sowie des abwehrenden Brandschutzes kann eine Löschwasserleitung in den Tunnelstrecken notwendig sein.

Als Grundlage für Planung, Einbau, Betrieb und insbesondere bei der Instandhaltung von Löschwassereinrichtungen ist die DIN 14462 in ihrer aktuellen Fassung zu beachten und anzuwenden.

#### Hinweis:

Wandhydranten für die Feuerwehr Typ F (C-Anschluss) welche eine Löschwassermenge von 100 l/min bei ca. 3 bar liefern, sind für wirksame Löscharbeiten bei einer Tunnelbrandbekämpfung nicht geeignet.

**3.4.2** Verkaufsräume und Verkehrsflächen im Bereich der Verteiler- bzw. Zwischenebenen (z.B. Passagen), die nicht den Vorgaben nach Ziff. 2.2.2 und 2.2.3 entsprechen, sind mit einer automatischen Löschanlage auszustatten, damit die notwendigen Flucht- und Rettungswege aus der Bahnsteigebene über die Verteiler- bzw. Zwischenebenen ins Freie durch einen Brand auf diesen Ebenen nicht gefährdet werden.

**3.4.3** In unterirdischen Abstellanlagen sind geeignete Löschanlagen vorzusehen, wenn sie keinen direkten Zugang (z.B. Notausgang) von der Oberfläche zur manuellen Brandbekämpfung besitzen

und nur über die Tunnelanlage erreichbar sind oder anders wirksame manuelle Löschmaßnahmen nicht möglich sind.

**3.4.4** Die Haltestellen sind gemäß ASR A2.2 mit geeigneten Feuerlöschern auszustatten und gemäß DIN EN ISO 7010 / ASR A1.3 zu kennzeichnen.

Die Feuerlöscher sind gegen Manipulation und Sabotage zu sichern.

### **3.5 Gebäude-/Tunnelfunkanlagen (BOStrab §23 Abs.4)**

**3.5.1** Um eine einwandfreie und sichere Kommunikation der Einsatzkräfte innerhalb der Tunnelanlage (Bahnsteige, Tunnelstrecken, Verteilerebenen etc.) und bis zur Geländeoberfläche sicherzustellen, ist eine geeignete, stationäre und aktive Funkanlage zu installieren. Die verwendeten Antennenkabel müssen auch bezüglich einer Umstellung auf den Digitalfunk für den gesamten Frequenzbereich des digitalen Funks geeignet sein und eine Einkoppelungsmöglichkeit für den Digitalfunk aufweisen.

**3.5.2** Analoge Funkanlagen sind für den gleichzeitigen Betrieb von mind. 3 BOS Funkkanälen auszustatten. Die jeweiligen Ausführungskriterien für Gebäude- bzw. Tunnelfunkanlagen der zuständigen Feuerwehr sind zu berücksichtigen. Eine Funkverbindung muss noch in einem Abstand von mind. 50 m und max. 70 m von den oberirdischen Zugängen zu der Tunnelanlage gewährleistet sein.

Innerhalb der Migrationsphase von Analog- auf Digitalfunk sind die alten Funkanlagen durch digitale Funkanlagen (TMO-Anlage) zu ersetzen.

### **3.6 Sicherheitsbeleuchtung (BOStrab §27 Abs.4 und 5 sowie §24 Abs.5, 2.)**

**3.6.1** Im Verlauf von Rettungswegen (Treppenträume, Bahnsteige, Gänge, Notausgänge etc.) ist eine Sicherheitsbeleuchtung vorzusehen. Sie soll die Rettungswege mit mindestens 1 Lux beleuchten und in einer Höhe von nicht mehr als 1 m über dem Rettungsweg angebracht werden.

**3.6.2** Die Sicherheitsbeleuchtung soll von der betriebsüberwachenden Stelle und der Feuerwehr eingeschaltet werden können. Bei Ausfall des Normalstromnetzes soll sich die Sicherheitsbeleuchtung nach § 27 Abs.5 BOStrab automatisch einschalten und von einer Ersatzstromversorgung gespeist werden.

### **3.7 Stromversorgung (BOStrab §24 Abs.6 und TR EA – Teil 1, Zif. 3.2.2 <sup>6</sup>)**

In Tunneln und in unterirdischen Haltestellen sind in Abständen bis ca. 50 m Drehstrom- und Wechselstromsteckdosen vorzusehen, damit auch die Benutzung von elektrischen Betriebsmitteln der Feuerwehr sichergestellt ist.

### **3.8 Aufzüge (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.2.2, Abs.11)**

Aufzüge in den Betriebsanlagen sind mit einer Brandfallsteuerung (z.B. VDI 6017, **Stand 2015-08**) mit der Kenngröße Rauch auszustatten, wobei standardmäßig das Freie angefahren werden soll. Aufzüge, die über Zwischenebenen mit Brandlasten (z.B. Verkaufspassagen) geführt werden,

---

<sup>6</sup> Technische Regeln für elektrische Anlagen nach BOStrab – TR EA, Teil 1 - Energieversorgungsanlagen, Ausgabe 7.2007

müssen eine intelligente Brandfallsteuerung haben. Dabei dürfen nur Ebenen mit baulichen Rettungswegen angefahren werden.

### **3.9 Lüftungsanlagen und -kanäle**

Lüftungsanlagen und Lüftungskanäle, die Wände mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer überbrücken oder durchqueren, müssen so hergestellt sein, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse, Brandabschnitte bzw. Verteilerebenen übertragen werden können. Dies gilt als erfüllt, wenn die entsprechenden Bestimmungen der „Bauaufsichtlichen Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen“ eingehalten werden.

## **4. Betriebliche Sicherheitsstandards**

### **4.1 Feuerwehrpläne und Gefahrenabwehrplanung**

**4.1.1** Für Tunnelanlagen sind in Absprache mit der Feuerwehr Feuerwehrpläne gemäß DIN 14095 zu erstellen.

**4.1.2** Das Verkehrsunternehmen hat in Absprache mit der Feuerwehr eine Gefahrenabwehrplanung (z.B. nach § 29 BHKG NRW) zu erstellen, in der Handlungsanweisungen, Informations- und Meldewege für alle möglichen Gefahrenfälle beschrieben sind.

**4.1.3** Bestehen von der Tunnelanlage aus Verbindungen zu anderen Gebäuden oder Verkehrsnetzen (z.B. Verkaufsstätten, Anlagen der Deutschen Bahn AG) müssen Absprachen zwischen diesen Betreibern und dem Verkehrsunternehmen getroffen werden, um im Gefahrenfall eine schnelle gegenseitige Information sicherzustellen.

**4.1.4** Für unterirdische Betriebsanlagen ist eine Brandschutzordnung nach DIN 14096 mit den Teilen A, B und C aufzustellen. Die Brandschutzordnung ist gegebenenfalls mit der örtlich zuständigen Feuerwehr abzustimmen.

**4.1.5** Für unterirdische Betriebsanlagen ist ein Brandschutzbeauftragter zu bestellen. Jeder personelle Wechsel ist der Feuerwehr und der Technischen Aufsichtsbehörde anzuzeigen.

**4.1.6** In regelmäßigen Abständen hat das Verkehrsunternehmen Übungen in Verbindung mit den zuständigen Feuerwehren durchzuführen.

### **4.2 Technisches Gerät (BOStrab §25 Abs.3)**

**4.2.1** Zur Verkürzung der Hilfsfristen sind durch das Verkehrsunternehmen in Absprache mit der Feuerwehr im Bereich der Haltestellen Transportmittel (Gerätewagen) und/oder technisches Gerät (z.B. Hydraulikheber) zur Verfügung zu stellen und zu warten.

**4.2.2** Zur Erdung der Fahrleitung sind tragbare Geräte, wie Erdungsstangen und Kurzschließer für die Stromunterbrechung vorzuhalten. Zum Erden der Fahrleitungen in den Haltestellen im Brandfall sind stationäre Erdungsschalter im Bereich der Bahnsteigebenen in Absprache mit der Feuerwehr vorzusehen, die durch manuelle Betätigung des Schalters gleichzeitig eine Stromfreischaltung und ein Erden des Haltestellenbereiches ermöglichen, damit unverzüglich eine gefahrlose Brandbekämpfung mit Wasser eines brennenden Fahrzeuges in der Haltestelle durch die Feuerwehr erfolgen kann.

**4.2.3** Die Standorte der technischen Geräte und Vorrichtungen sind zu beleuchten und an eine Netzersatzanlage anzuschließen.

### **4.3 Möblierungen (BOStrab-Tunnelbaurichtlinien Zif. 2.4.2)**

**4.3.1** Abfallbehälter auf den Bahnsteigen und in den Verteilerebenen sind aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen und sollen selbstverlöschend wirken.

**4.3.2** Einrichtungsgegenstände wie Sitzbänke, Schaukästen etc. sind aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen.

## **5. Brandverhütungsschau (BHK § 26)**

Die Überprüfung der unterirdischen Betriebsanlagen im Rahmen der Brandverhütungsschau durch die zuständigen Brandschutzdienststellen ist in Zeitabständen von **längstens 6 Jahren** vorzusehen. Der Technischen Aufsichtsbehörde ist Gelegenheit zur Teilnahme zu geben. Dies gilt auch für die untere Bauaufsichtsbehörde bei eingebauten Verkaufsräumen oder angeschlossenen Verkaufsstätten, Garagen etc. sinngemäß.

## **6. Sicherheitsstandards während der Bauphase**

**6.1** Die für die Feuerwehr notwendigen Zufahrten, Zugänge und Aufstellflächen müssen zu allen Gebäuden und betrieblichen Einrichtungen im Baustellenbereich jederzeit zugänglich bleiben oder sind durch Ersatzmaßnahmen zu kompensieren. Während der Bauphase sind notwendige Feuerwehrezufahrten analog der bauaufsichtlichen Regelungen der Länder sicher zu stellen. Durch Baumaßnahmen notwendig werdende Änderungen der Zufahrtsmöglichkeiten sind der Feuerwehr frühzeitig anzuzeigen. Feuerwehrezufahrten und Aufstellflächen in Baustellenbereichen sind vor dem Beginn von Arbeitspausen und vor Arbeitsende von Baumaschinen, Gerät und Material freizumachen.

**6.2** Hydranten sollen während der gesamten Bauzeit voll funktionsfähig bleiben und ungehindert durch die Feuerwehr nutzbar sein.

**6.3** Innerhalb der Tunnelröhren sind provisorische Feuerlöschleitungen nach Baufortschritt zu verlegen und mitzuführen.

**6.4** Für die gesamte Bauzeit ist eine gemeinsame Einsatzplanung zu erstellen und laufend fortzuschreiben.

**6.5** Für die Bauzeit ist ein Fachbauleiter Brandschutz zu benennen.

## **7. Bestehende Tunnelanlagen - Nachzurüstende Sicherheitseinrichtungen**

**7.1** In bestehenden Tunnelanlagen (Haltestellen und Tunnel) sollen zusätzlich zu den Anforderungen der bisherigen BOStrab mindestens die folgenden Sicherheitsstandards nachträglich angeglichen werden:

- Sicherstellung raucharmer Rettungswege während der Selbstrettungsphase aus den Haltestellen und Notausstiegen
- Brandschutzkonzept nach TR Strab BS
- Rettungs- und Angriffswegkennzeichnung
- Gebäude-/Tunnelfunkanlage (BOS analog/digital)
- Feuerwehrplan, Brandschutzordnung und betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan des Verkehrsunternehmens
- Bestellung eines Brandschutzbeauftragten
- automatische Brandmelderüberwachung von Haltestellen und Betriebsräumen
- brandschutztechnische Abtrennung von Räumen mit Brandlasten gem. BOStrab-Tunnelbauabschnittlinien, Zif. 2.4.3
- in Absprache mit der Feuerwehr geeignete Erdungseinrichtungen für jede Haltestelle zur Sicherstellung einer gefahrlosen, manuellen Brandbekämpfung in den Haltestellen

**7.2** Für diese nachträglichen Verbesserungsmaßnahmen in bestehenden Anlagen ist ein Übergangszeitraum durch die Technische Aufsichtsbehörde (TAB) im Benehmen mit der zuständigen Brandschutzdienststelle festzulegen.