

# Wie passen Tunnelsicherheitsmaßnahmen zu den Rahmenbedingungen der Eisenbahn ?

Christof Neumann  
Christian Sommerlechner

## Einleitung

Sicherheitsrelevante bauliche Maßnahmen bei Eisenbahntunnels werden im Rahmen der Planungen zur Baugenehmigung festgelegt. Zu diesem Zeitpunkt werden ebenfalls der Umfang und die funktionalen Anforderungen der Ausrüstung im Zusammenhang mit dem Tunnelsicherheitskonzept definiert. Die detaillierte Ausführung wird zeitgerecht vor der Ausschreibung der Ausrüstungsteile festgelegt.

Ein Großteil der baulichen und ausrüstungstechnischen Anforderungen resultiert aus den anzuwendenden Normen und Richtlinien und sollte frühzeitig im Kontext zu den organisatorischen und betrieblichen Rahmenbedingungen, die für das jeweilige Bauwerk gelten, durch die Erstellung des Tunnelsicherheitskonzeptes abgebildet werden.

Der wiederholt missglückte Versuch, Planungsparameter von Straßentunnels ohne gründliches Studium der Eigenheiten des Verkehrssystems Eisenbahn auf Eisenbahntunnels zu übertragen, ließ bei den Detailfestlegungen der Schnittstellen von Bauwerk und Ausrüstung zu den Leitstellen und zum Betriebspersonal Probleme und andere Unzulänglichkeiten (z. B. kein zusätzlicher Sicherheitsgewinn) erkennen. Dies wird besonders sichtbar, wenn technische Systeme (z.B. dynamische Fluchtwegkennzeichnung) in ein auf einem hohen Sicherheitslevel arbeitendes Sicherungssystem mit geringer Möglichkeit für Fehlbedienungen durch das Bedienpersonal integriert werden sollen, und damit die Gefahr eines Eingriffs mit negativen



**Bild 1** Arbeitsplatz eines Fahrdienstleiters im Notfallbereichsbahnhof

**Fig. 1** Workplace at train operations centre

Folgen in einen funktionierenden (im Gesamtnetz bei den Mitarbeitern bekannten und in der Praxis bewährten) Ablauf heraufbeschworen wird.

Beispielhaft werden in diesem Beitrag drei unterschiedliche Eisenbahntunnelbauwerke mit deren Schnittstellen betrachtet. Als Einleitung dazu werden die Aufgaben der Leitstellen und die wichtigsten Festlegungen in Dienstvorschriften erläutert.

## Aufgaben der Leitstellen

Die Aufgaben der relevanten Leitstellen im Zusammenhang mit den Tunnelsicherheitsmaßnahmen werden anhand der derzeitigen Struktur der ÖBB beschrieben.

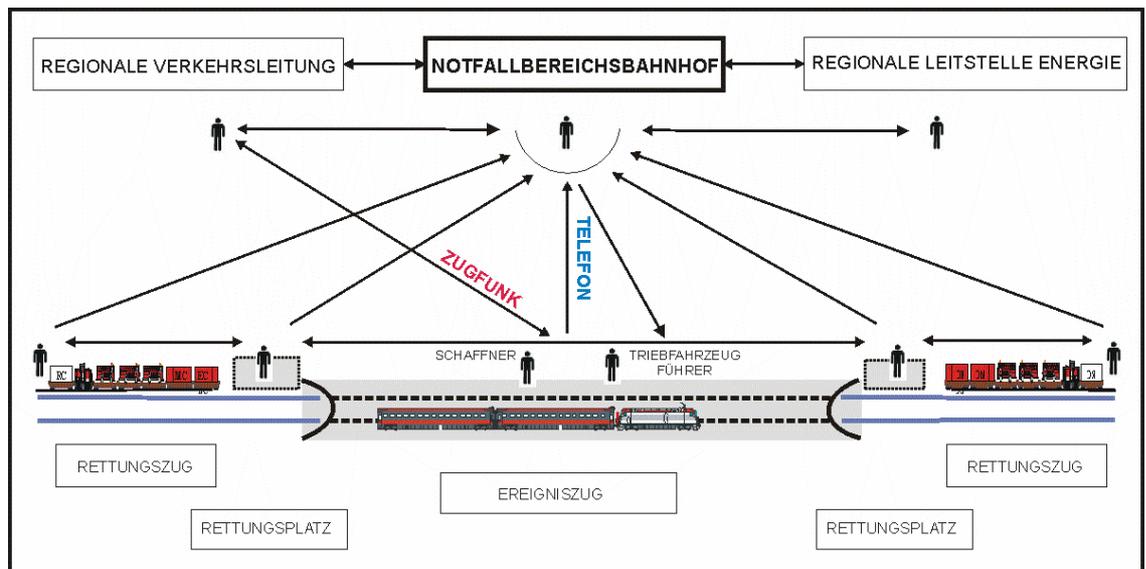
Im Gegensatz zu Straßentunnels, bei denen für die Überwachung der Tunnelanlagen extra Leitstellen errichtet werden, sind bei der Eisenbahn die Tunnelbauwerke für die Verkehrsleitungs- und

## How can tunnel safety measures be brought in line with railway boundary conditions ?

*Safety measures for railway tunnels are mainly defined in compliance with the relevant guidelines and standards. New technical developments are furthermore to be reviewed for their beneficial use in tunnel structures. Under normal operating conditions, all safety measures are to be integrated into the railway's organisational structure and their compatibility with existing control centres and with obligatory operating regulations is to be verified. Based upon the organisational structure of the Austrian Federal Railway and of three tunnel projects, it shall be demonstrated which interfaces exist between tunnel structures, tunnel equipment and control centres and which conclusions are to be drawn with a view to design works.*

Tunnelsicherheitsmaßnahmen bei Eisenbahntunnel werden vorrangig entsprechend den Vorgaben in Richtlinien und Normen festgelegt. Zusätzlich fordern neue technische Entwicklungen die Überprüfung der Anwendbarkeit in Tunnelbauten.

Alle Sicherheitsmaßnahmen sind im Betrieb in die Struktur der Eisenbahn einzubinden und deren Kompatibilität mit den vorhandenen Leitstellen und den anzuwendenden Dienstweisungen zu überprüfen. Anhand der Struktur der ÖBB und dreier Tunnelprojekten wird gezeigt, wo Schnittstellen zwischen den Bauwerken, den Ausrüstungen und den Leitstellen bestehen und welche Schlussfolgerungen sich für die Planung ergeben.



**Bild 2** Kommunikationsverbindungen beim Einsatzkonzept Rettungszug

**Fig. 2** Key communication lines for rescue concept involving rescue train

Verkehrsüberwachung keine außergewöhnlichen Anlagen. Die Überwachung des Zugverkehrs erfolgt über eine technische Sicherungsanlage, bei der die Belegung von Blockabschnitten überprüft wird und durch technische Schutzmechanismen Gefahren durch Konfliktsituationen zwischen zwei Zügen verhindert werden. Die Anordnung der zuständigen Leitstellen erfolgt abgestimmt auf das gesamte Streckennetz, Tunnelbauten haben dabei derzeit keinen speziellen Einfluss. Videoüberwachungen des Verkehrs, die Steuerung der Lüftung des Tunnels im Normalbetrieb und Maßnahmen zur Pannenbehebung - übliche Aufgaben einer Leitwarte beim Straßentunnel - sind im Eisenbahntunnel nicht erforderlich.

Bei einem Notfall im Tunnel hingegen ist für die Leitstellen der Eisenbahn (Notfallbereichsbahnhof) ebenfalls eine besondere Berücksichtigung des Tunnelbereichs erforderlich.

Im Ereignisfall sind in der ersten Phase der Notfallbereichsbahnhof, die Regionale Leitstelle Energie und die Regionale Verkehrsleitung involviert. Die Aufgabenteilung dieser Stellen ist folgendermaßen definiert:

#### Notfallbereichsbahnhof

- Aktivierung der Tunnelbeleuchtung
- Alarmierung der Einsatzorganisationen und der internen Einsatztruppen
- Freifahren des Tunnels
- Einstellung gefährdender Fahrten
- Freischalten und Erden der Oberleitung
- Aufbau der Kommunikation über Notruftelefon und Zugfunk
- Übernahme der Aufgaben des ÖBB-Einsatzleiters (bis Bereitschaft anwesend)

#### Regionale Leitstelle Energie

- Freischalten und Erden der Oberleitung
- Melden des Schaltzustandes der Oberleitung an ÖBB-Einsatzleiter
- Durchführen spezieller Schaltungen des Lichtes
- Überwachung von elektrischen Anlagen (z.B. Lüftung)

- Schaltungen bei Ausfall einer Stromanspeisung

#### Regionale Verkehrsleitung

- Weiterleitung des Notrufs an den Notfallbereichsbahnhof
- Unterstützung des Notfallbereichsbahnhofs
- Umleitung des Zugverkehrs

In Bild 1 sind die Kommunikationsverbindungen zwischen den oben angeführten Leitstellen und den bei einem Einsatz beteiligten Stellen vor Ort für ein Einsatzkonzept mit Rettungszug dargestellt.

Wie daraus ersichtlich, spielt der Notfallbereichsbahnhof im Notfall eine zentrale Rolle bei der Ereignisbewältigung.

#### Dienstanweisungen

Vorgaben für den Notfall sind in einer Vielzahl von Dienstanweisungen integriert. Die zwei wichtigsten Dienstanweisungen der ÖBB für den Tunnelbereich werden nachfolgend erläutert.

#### DA Notfallmanagement

Im Rahmen der Dienstanweisung Notfallmanagement sind Vorgaben zur Zuständigkeit im Notfall (Einsatzleiter, Notfallbereichsbahnhof), zur systematischen Maßnahmensetzung (Ursachenforschung, Weiterbildungsmaßnahmen, technische Maßnahmen) im Ereignisfall sowie auch die Häufigkeit und der Umfang von Notfallübungen geregelt. Die Vorgaben gelten nicht speziell für den Tunnelbereich, sondern sind möglichst einheitlich für den gesamten Streckenbereich angegeben.

Im zugehörigen Handbuch wird eine einheitliche Struktur der Notfallmappe vorgegeben, in der Checklisten, Lagepläne und Alarmpläne abgestimmt auf die örtlichen Verhältnisse der Strecke aber auch der Tunnelbauten vorgehalten werden.

#### DA Selbstrettung

Grundsatz jedes Sicherheitskonzeptes bei aktuellen Tunnelprojekten ist, dass das Rettungskon-

zept vorrangig auf einer Selbstrettung mit Unterstützung durch das Zugpersonal basiert. Diese Dienststanweisung enthält Bestimmungen für unterstützende Maßnahmen zur Selbstrettung von Personen im Gefahrenfall.

In Bild 3 sind die Grundsätze dieser Dienststanweisung zusammengefasst.

Die Entscheidung zur Selbstrettung trifft grundsätzlich der Zugführer bzw. der Triebfahrzeugführer am Zug. Der Notfallbereichsbahnhof ist möglichst vor einer Räumung zu informieren, um die notwendigen Schutzmaßnahmen (z.B. Verhinderung von gefährdenden Fahrten) einzuleiten.

### Schnittstellen Bauwerk – Ausrüstung - Eisenbahnbetriebsunternehmen

Im Rahmen der Planung, Baugenehmigung und Errichtung von Neubautunneln werden üblicherweise die gültigen Planungsrichtlinien umgesetzt. In Österreich werden neben den nationalen Richtlinien – HL-Richtlinie und Richtlinie des Bundesfeuerwehrverbandes – auch internationale Regelwerke – UIC-Kodex und TSI-Richtlinie der EU angewandt.

Dabei werden die Maßnahmen mit den baulich relevanten Angaben und die funktionalen Anforderungen an die Ausrüstungsteile definiert. Die Schnittstelle zu dem Bediener der Anlage (Einschalten des Lichts) bzw. zu der überwachenden Stelle (Störungsmeldungen von Lüftungsanlagen) ist dabei gar nicht bzw. nur in geringem Maße behandelt.

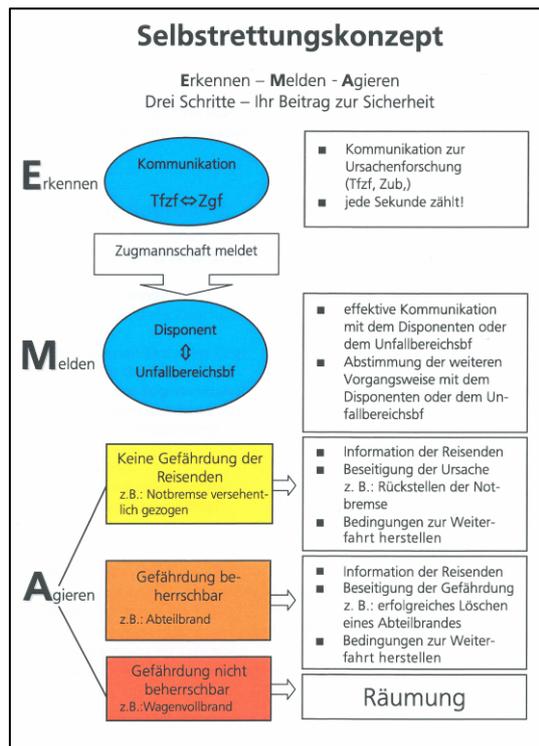
So muss geklärt werden an welche Stellen die Informationen zu Türkontakten, Störungsmeldungen bei Überdruckbelüftungsanlagen oder Flüssigkeitsstandmeldern bei Störfallbecken zu übertragen sind.

Dabei ist zu entscheiden, ob die Informationen an die Regionale Leitstelle Energie als Schaltstelle der Energieversorgungsanlagen oder an den Notfallbereichsbahnhof als verantwortliche Stelle der Sicherheit zu übertragen sind.

Um den Fahrdienstleiter im Notfallbereichsbahnhof nicht durch eine Vielzahl von Nebeninformationen zu überlasten, wird seitens der Verantwortlichen der ÖBB Infrastruktur Betrieb AG und der betrieblichen Sachverständigen im Betriebsbewilligungsverfahren darauf geachtet, die Zusatzinformationen und zusätzlichen Schaltmöglichkeiten im Notfallbereichsbahnhof auf ein für die Betriebsabwicklung unbedingt erforderliches Minimum zu beschränken. Diese Festlegungen dienen ebenfalls zur Verbesserung der Sicherheit.

Zusatzfunktionen technischer Einrichtungen (Überwachung, Eingriffsmöglichkeit) ohne Sicherheitsgewinn erhöhen durch eine mögliche Reizüberflutung die Komplexität von Abläufen und widersprechen dem Ziel der Vereinfachung von Abläufen.

Es gibt jedoch auch Informationen, die bei einem zu geringen Detaillierungsgrad zu massiven betrieblichen Einschränkungen führen. Wird z.B.



**Bild 3** Informationsfolder Selbstrettung für das Zugpersonal der ÖBB

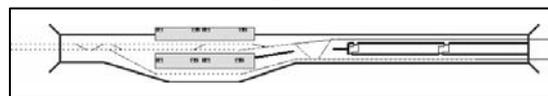
*Fig. 3 „Self-Rescue“ information folder for ÖBB train personnel*

für eine Lüftungsanlage in einer unterirdischen Haltestelle nur eine Sammelmeldung der Störungen zur Verfügung gestellt, so wird der Verkehr eingestellt, obwohl vielleicht nur ein Lüfter defekt ist und die Bemessung diesen Fall berücksichtigt hat.

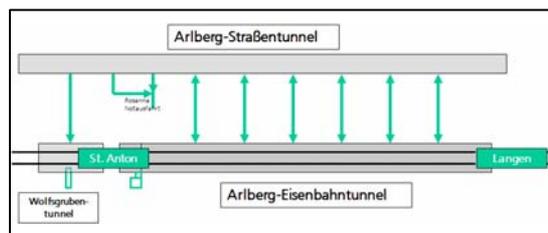
### Beispiele Umsetzung bei drei Projekten

Anhand der drei folgenden aktuellen Tunnelprojekte der ÖBB werden die Schnittstellen zwischen dem Infrastrukturbetreiber und den Sicherheitsmaßnahmen erläutert. Weiters wird auf jene zusätzlichen Stellen eingegangen, die im Notfall Aufgaben übernehmen.

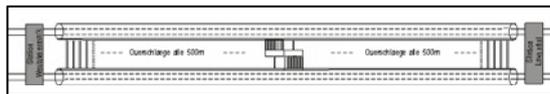
- Tunnel Bahnhof Flughafen Wien (2,1 km)



- Arlberg Eisenbahntunnel (10,6 km)



- Koralmtunnel (32,8 km)



In Tabelle 1 werden zu den Tunnelbauwerken mehrere charakteristische Daten aus dem Blickwinkel der Sicherheit angegeben.

**Wer überwacht welche Anlagenteile?**

Die Angaben zu den Beispieltunnels beziehen sich vorrangig auf jene Festlegungen, die spezifische Eigenheiten darstellen.

*Tunnel Bahnhof Flughafen Wien*

Die Brandmeldeanlage wurde zur Gänze in das System der Flughafenfeuerwehr eingebunden. Eine zusätzliche Sammelmeldung wird auch an den Notfallbereichsbahnhof übertragen.

Die Notrufsäulen im unterirdischen Bahnhofsbereich und die Videoanlage werden zur Regionalen Leitstelle übertragen, da über diese Kommunikationsverbindung hauptsächlich Meldungen zu Ereignissen am Bahnsteigbereich (z.B. Raufereien, defekte Rolltreppen) abgegeben werden. Die Notruffersprecher im Tunnelbereich werden an den Notfallbereichsbahnhof übertragen.

*Arlbergtunnel*

Die Überwachung aller Querschläge inklusive der Türkontakte der Notausgangstüren vom Eisenbahntunnel wird von der Überwachungszentrale des Straßentunnels übernommen. Alle Anlagen-

Notfallbereichsbahnhof oder von der Regionalen Leitstelle Energie überwacht.

*Koralmtunnel*

Alle Anlagenteile werden entweder vom Notfallbereichsbahnhof oder von der Regionalen Leitstelle Energie überwacht. Zur Optimierung der Lagebeurteilung und der Eingriffsmöglichkeit der Einsatzleitung in den beiden Portalbahnhöfen stehen in der Nothaltestelle in Tunnelmitte eine Videoanlage und eine Lautsprecheranlage zur Verfügung.

**Wer setzt welche Anlagen in Betrieb?**

Die Orientierungsbeleuchtung kann bei allen drei Bauwerken durch den Notfallbereichsbahnhof, mittels Taster im Tunnel und durch die Regionale Leitstelle Energie in Betrieb genommen werden.

Das Aus-Schalten erfolgt von der Regionalen Leitstelle im Auftrag des Notfallbereichsbahnhofs.

Die Tunnelfunkanlage der Einsatzorganisationen ist immer eingeschaltet.

Das Spannungsfreischalten und Erden der Oberleitung erfolgt durch die Regionale Leitstelle Energie auf Verlangen durch den Notfallbereichsbahnhof. Zusätzlich sind Not-Aus-Schalter zur Gefahrenabschaltung ganzer Streckenabschnitte vorhanden. Bei komplexen Bauten werden Schalt-

**Tabelle1** Charakteristische Daten zu drei Tunnelprojekten  
*Table 1 Characteristic data of three tunnel projects*

	<b>Tunnel Bahnhof Flughafen Wien</b>	<b>Arlbergtunnel</b>	<b>Koralmtunnel</b>
Tunnelart	Bestandsabschnitte / Neubauabschnitte	Bestandstunnel	Neubauprojekt
Tunnelsystem	Zweigleisiger Tunnel / dreigleisiger Bahnhof / zwei eingleisige Tunnelröhren	Zweigleisiger Tunnel	Zwei eingleisige Tunnelröhren
Notausgänge	Stiegenaufgänge im Bahnhof / Querschläge zu zweiten Tunnelröhre	Verbindungsstollen zum Straßentunnel alle max. 1.700 m Eisenbahntunnel dient bei Ereignis im Straßentunnel als Rettungsstollen	Nothaltestelle mit Querschlägen alle 50m zu einem Rettungsraum Querschläge alle 500 m zu der zweiten Tunnelröhre
Anlagen zur Rauchfreiheit der sicheren Bereiche (Lüftung)	Strahlventilatoren in den Tunnelbereichen und in den Querschlägen Absaugung im Bahnsteigbereich	Ventilatoren zum Einblasen von Luft in die Querschläge aus der nicht betroffenen Röhre	Zwei Lüftungszentralen mit Lüftungskanälen zu beiden Röhren Lüftungsanlagen in Nothaltestelle
Feuerwehr	Flughafenfeuerwehr / sehr kurze Ausrück- und Anfahrtszeit / wenig Personal	Freiwillige Feuerwehren in 2 Bundesländern	Freiwillige Feuerwehren in 2 Bundesländern mit Betriebsfeuerwehr ÖBB
Einsatzkonzept Feuerwehr	Angriff zu Fuß von Bahnsteigen und Portalen	Zufahrt über eine für Straßenfahrzeuge befahrbare Fahrbahn im Eisenbahntunnel	Einfahren mit Rettungszügen von den Portalbahnhöfen

teile im Eisenbahntunnel werden entweder vom sequenzen zusammen geschaltet und können auch

vom Notfallbereichsbahnhof bedient werden (Tunnel-Aus).

Lüftungsanlagen in Eisenbahntunnels werden mit der Zielsetzung eingebaut, sichere Bereiche rauchfrei zu halten. In unterirdischen Haltestellen sollen zusätzlich über den Zeitraum der Räumung günstige atmosphärische Verhältnisse geschaffen werden.

#### *Tunnel Bahnhof Flughafen Wien*

Die Steuerung der Lüftung erfolgt automatisch durch die Brandmeldeanlage, die Überwachung erfolgt von der Regionalen Leitstelle Energie aus.

Handbetrieb für die Flughafenfeuerwehr (händisches Einstellen der Brandszenarien) ist beim Feuerwehrranzeigefeld beim Hauptangriffsweg möglich.

#### *Arlbergtunnel*

Die Lüftung wird automatisch bei Öffnen einer Notausgangstür aktiviert. Die Luftansaugung erfolgt automatisch vom Straßentunnel, sofern im Straßentunnel kein Brandalarm bei der Brandmeldeanlage ansteht.

Ein manueller Eingriff ist durch die Überwachungszentrale des Straßentunnels möglich.

#### *Koralmtunnel*

Der Fahrdienstleiter im Notfallbereichsbahnhof hat die betroffene Röhre zu definieren. Als weitere Information ist anzugeben, ob der Zug in der Not Haltestelle angehalten hat. Aufgrund dieser Informationen werden die entsprechenden Brandprogramme aktiviert.

Ein manueller Eingriff ist vom Notfallbereichsbahnhof auf Anordnung der Einsatzleitung möglich.

### **Einheitlichkeit der Festlegungen**

Beim Gegenüberstellen der drei beispielhaft angeführten Bauwerke zeigt sich, dass folgende Punkte immer einheitlich festgelegt wurden:

- Anlaufstellen für Kommunikation über Funk und Notrufsprecher aus dem Tunnel
- Einschalten der Orientierungsbeleuchtung im Tunnel
- Einleitung und Durchführung der Spannungsfreischaltung und Erdung der Oberleitung

Die Vorgaben, die durch die Dienstanweisung zur Selbstrettung und das einheitliche Notfallmanagement im Zusammenhang mit den betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen für das gesamte Streckennetz der ÖBB vorgegeben sind, sind auch bei sehr unterschiedlichen Tunnelbauwerken anwendbar.

Sondermaßnahmen wie z.B. die Lüftungsanlagen zur Rauchfreihaltung der sicheren Bereiche

sollen vorrangig automatisch gesteuert werden. Müssen einzelne erforderliche Argumente dennoch manuell durch den Notfallbereichsbahnhof geliefert werden, so sind diese auf Inhalte zu beschränken, die dem Bediener durch die übliche Arbeit vertraut sind. Im Fall der Lüftung geht es vor allem um die Angabe des befahrenen Gleises und um die Fahrtrichtung des Ereigniszuges.

### **Schlussfolgerungen**

Zur Fragestellung „Wie passen Tunnelsicherheitsmaßnahmen zu den Rahmenbedingungen der Eisenbahn“ ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

#### *Übliche Anlagenteile des Systems Eisenbahn*

Abgesehen von den aus den Anforderungen des Tunnels begründeten Abweichungen sollen alle verwendeten Anlagenteile, die dem Zweck der Information oder der Nutzung von Mitarbeitern oder Reisenden dienen, ein möglichst einheitliches (keine Differenzierung zwischen Freistrecke und Tunnel) Erscheinungsbild hinsichtlich Optik und Bedienung aufweisen. Auch bei den überwachenden und steuernden Stellen gilt hinsichtlich der Bedienoberfläche und der Informationssysteme derselbe integrative Grundsatz zwischen Tunnelbereichen und Freibereichen.

Andererseits sind spezielle Anforderungen aus der Tunnelsicherheit, wie beispielsweise die Verdichtung der Sicherheitseinrichtungen (Fernsprecher) oder die Sichtbarkeit von Informationseinrichtungen angemessen zu berücksichtigen oder deren Ausführung entsprechend zu adaptieren.

#### *Sondermaßnahmen im Tunnelbereich*

Bestimmte Unfallszenarien erhalten durch die Lage im Tunnel ein zusätzliches Gefährdungspotential, das auf einem im Gegensatz zum Freibereich ungleich höheren möglichen Schadensausmaß (Personen- und Sachschaden) basiert.

Aus diesem Grund ist es notwendig, bei der Erarbeitung der Tunnelsicherheitskonzepte unter angemessener Berücksichtigung aller Drohpotentiale die technischen und organisatorischen Entwicklungen aufmerksam zu beobachten. Dabei sind fortschrittliche technologische Verfahren, Bau- und Betriebsweisen sowie Einrichtungen, deren Funktionstüchtigkeit nachgewiesen und erprobt ist, zwecks Einsetzbarkeit bei dem jeweiligen Tunnelbauwerk zu überprüfen und unter dem Aspekt des Sicherheitszuwachses und der einfachen Anwendbarkeit auch einzusetzen.

Maßnahmen wie z.B. die Abstände zwischen Notausgängen können dabei unabhängig von Überlegungen zur Einbindung in die organisatorischen und betrieblichen Rahmenbedingungen eines Infrastrukturbetreibers festgelegt werden.

Detektionsanlagen, die zusätzliche Informationen zur Früherkennung von die Sicherheit gefährdenden Abweichungen zur Verfügung stellen, verlieren ihre Wirksamkeit, wenn die automatischen Schnittstellen zum Normalbetrieb fehlen oder die Reaktionsbereitschaft bei den überwachenden oder steuernden Stellen durch häufige Fehlalarme nicht mehr vorhanden ist.

Vor der Entscheidung zur Installation einer technischen Anlage zur Erhöhung der Tunnelsicherheit (also in einem möglichst frühen Planungsstadium) müssen die Fragen nach dem Sicherheitsgewinn, der Bedienerfreundlichkeit, der Überwachung, der Nutzbarkeit für den Normalbetrieb und der Verfügbarkeit (Regelung des Störfalles) ausreichend beantwortet werden. Nur so entsteht ein abgestimmtes und in sich schlüssiges Sicherheitskonzept – ein optimales Zusammenwirken des Bauwerks, aller technischen Anlagen und der organisatorischen Maßnahmen.

#### **Quellennachweis**

1. Richtlinien für das Entwerfen von Bahnanlagen HOCHLEISTUNGSSTRECKEN, Stand Mai 2002
2. Richtlinie „Bau und Betrieb von neuen Eisenbahntunneln bei Haupt- und Nebenbahnen; Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes“, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, 1. Ausgabe 2000
3. UIC – Kodex 779-9E, Sicherheit in Eisenbahntunneln, 1. Ausgabe August 2003
4. Technical Specifications for Interoperability (TSI), Safety in Railway Tunnels (SRT)

#### **Autoren**

Dipl.-Ing. Christof Neumann, ILF Beratende Ingenieure, Harrachstrasse 26, A-4020 Linz, Österreich, Email: [christof.neumann@linz.ilf.com](mailto:christof.neumann@linz.ilf.com);  
Christian Sommerlechner, ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, Elisabethstrasse 9, A-1010 Wien, Österreich, Email: [christian.sommerlechner@oebb.at](mailto:christian.sommerlechner@oebb.at)