

# Leitsysteme im Eisenbahntunnel für den Ereignisfall

Ein eindeutiges Leitsystem für den Ereignisfall in Eisenbahntunneln trägt im Notfall wesentlich zur Selbstrettung bei. Aktuell werden Reisende in unterschiedlichen Ländern jedoch mit verschiedenen Systemen konfrontiert. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der FH St.Pölten wurden anhand eines Vergleiches der Systeme in Österreich, Deutschland und der Schweiz der Harmonisierungsbedarf festgestellt und unter Einbeziehung verhaltenspsychologischer Aspekte Vorschläge für ein einheitlich gestaltetes Leitsystem erarbeitet.

## 1. EINLEITUNG

Obwohl die Eisenbahn zu den sichersten Verkehrsmitteln zählt, werden laufend Maßnahmen zur weiteren Erhöhung des Sicherheitsniveaus gesetzt. Besonders in Eisenbahntunneln sind Systeme zur Steigerung der Sicherheit von Personen, bedingt durch den speziellen Gefahrenraum, den die Tunnelbauwerke selbst darstellen, notwendig. Die Beengtheit des Tunnels und das fehlende Tageslicht bilden entsprechend herausfordernde Rahmenbedingungen für den Betrieb der Sicherheitstechnik. Im Falle von Unfällen oder anderen Ereignissen müssen sich Personen aus dem Zug selbstständig in sichere Bereiche retten können. Um deren Selbstrettung so weit wie möglich zu unterstützen, müssen im Tunnel Orientierungshilfen geschaffen werden, die es den

Reisenden ermöglichen, auch unter entsprechenden Stress- und Paniksituationen den Weg zum nächstgelegenen Notausgang zu finden.

## 2. NOTFALLSZENARIEN IM EISENBAHTUNNEL

Tunnelspezifische Ereignisszenarien im Schienenverkehr lassen sich in „kalte“ und „heiße“ Ereignisse, sowie in unerwartete, längere Aufenthalte von Zügen im Tunnel unterteilen.<sup>1)</sup> Bild 1 stellt diesbezüglich eine Übersicht der verschiedenen Risikoszenarien in einem Eisenbahntunnel dar. Das Sicherheitskonzept setzt an diesen Szenarien

1) Vgl. (TSI SRT VO (EU) 1303/2014 – Technical Specification for Interoperability – Safety in Railwaytunnels, 2014)



**DI Carina Diendorfer**  
Absolventin der FH St.Pölten/  
Studienrichtung Bahntechnologie  
und Management von Bahnsystemen  
carina.diendorfer@gmx.at



**Dr. Bernhard Rüger**  
FH St.Pölten und TU-Wien  
bernhard.rueger@fhstp.ac.at  
bernhard.rueger@tuwien.ac.at

an und versucht durch ein vierstufiges System das Risiko, dass Menschen zu Schaden kommen, zu minimieren.

### 2.1. „HEISSE“ EREIGNISSE

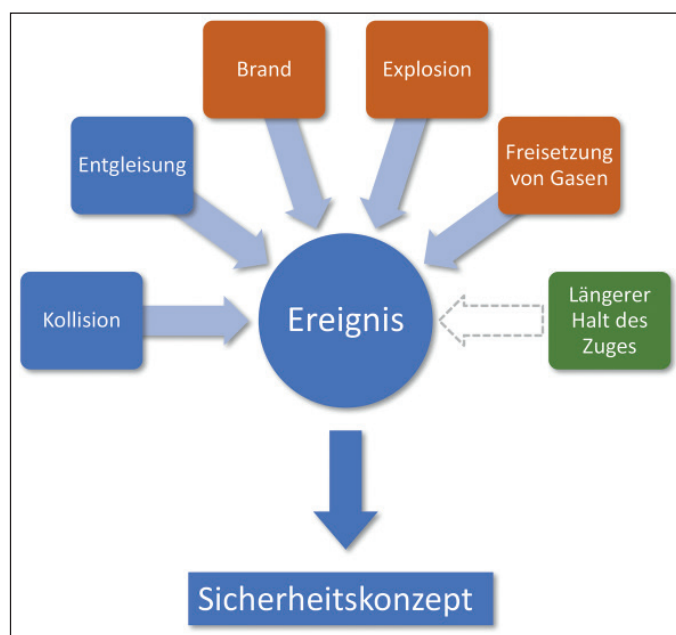
Ereignisse, die mit einer starken Temperaturzunahme durch Feuer einhergehen, werden als „heiße“ Ereignisse bezeichnet.

Folgende Szenarien fallen in diese Kategorie:

- Brand
- Explosion (mit Brandfolge)
- Freisetzung von giftigem Rauch oder Gasen

Zu den gefährlichsten Ereignissen in einem Tunnel zählen Brände. Unter einem Brand wird eine Kombination aus Hitze, Flammenbildung und Rauchentstehung verstanden. Die starke Hitze stellt in erster Linie Gefahr für die Personen im Tunnel dar. Allerdings wird bei längerer Branddauer auch das Baumaterial des Tunnels stark belastet. Aus

2) Eigene Grafik



**BILD 1:**  
Risikoszenarien in  
Eisenbahntunnel<sup>2)</sup>

diesem Grund muss die Innenschale jedes Tunnels so ausgeführt werden, dass die Tragfähigkeit bis zum Abschluss der Evakuierung gegeben ist. Zusätzlich zur Hitze besteht auch durch die Rauchentwicklung des Feuers erhebliche Gefahr für Personen im Tunnel. Je nachdem, ob der Brand im Tunnel oder im Fahrzeug entsteht, sind unterschiedliche Evakuierungsmaßnahmen zu setzen.<sup>3)</sup>

## 2.2. „KALTE“ EREIGNISSE

Unter „kalten“ Ereignissen werden Vorfälle verstanden, bei denen keine starken Temperaturentwicklungen zu erwarten sind. Dies ist bei folgenden Ereignissen der Fall:

- Kollision
- Entgleisung

Kollisionen haben im Eisenbahnwesen durch die vorhandene Leit- und Sicherungstechnik eine relativ geringe Eintrittswahrscheinlichkeit, in den meisten Fällen werden sie durch Ausfälle in der Sicherungstechnik, durch technisches Gebrechen an Fahrzeugen oder an der Infrastruktur oder durch menschliches Fehlverhalten verursacht.

## 2.3. LÄNGERER HALT

Ein nicht planmäßiger Halt, der länger als zehn Minuten dauert (ohne dass ein heißes oder kaltes Ereignis eingetreten ist), wird laut TSI SRT (Technische Spezifikationen für die Interoperabilität – Tunnelsicherheit) als „Längerer Halt“ definiert.<sup>4)</sup>

Folgenden Ursachen können einem solchen Halt zugrunde liegen:

- Defekt am Triebfahrzeug oder an Waggons
- Defekt in der betroffenen Sicherungsanlage (Stellwerk)
- Signalanlage ist stromlos
- Defekt in der Fahrleitung (stromlos)
- Belegter vorausliegender Blockabschnitt
- Weichenstörung bei Überleitstellen im Tunnel
- Versperrung des Tunnelportals durch Lawinen oder Vermurung

Dieser ungeplante, längere Halt stellt im Grunde keine Gefahr für Reisende oder das Zugpersonal dar. Da jedoch im Tunnel begrenzte Platzverhältnisse herrschen und sich

oftmals viele Personen in Reisezügen aufhalten, kann die Wahrnehmung einer vermeintlichen oder ernstesten Bedrohung zu einer Massenpanik führen. So kann es durch spontanes und unkontrolliertes Verlassen des Zuges zu einer Gefährdung der Personen durch die Tunnelumgebung kommen.<sup>5)</sup>

## 3. BEDÜRFNISANALYSE VON PERSONEN IM EREIGNISFALL

Beim Eintritt eines Ereignisses in einem Eisenbahntunnel sind betroffene Personen im Zug mit einer Vielzahl von Sinneseindrücken konfrontiert. Um Personen auf dem sichersten Weg zum Notausgang zu führen, ist auf die Bedürfnisse und Anforderungen von flüchtenden Menschen in dieser Situation einzugehen.

### 3.1. VERHALTENSPSYCHOLOGISCHE ASPEKTE

Die Komplexität und die Vielfalt der erfassten Sinneseindrücke in Kombination mit verschiedenen Ängsten, wie beispielsweise Klaustrophobie durch das Menschengedränge und eventuell hinzukommender Todesangst, ergeben das Verhalten und die Reaktionen von einzelnen Menschen. Die Reaktionen auf solche Situationen variieren zwischen den betroffenen Personen jedoch stark. Menschen beurteilen ein Risiko, je nach deren bisherigen subjektiven Erfahrungen, immer unterschiedlich. So wird beispielsweise bezüglich der subjektiv empfundenen Schwere eines Ereignisses, je nach befragter Person, eine andere Antwort gegeben werden.<sup>6)</sup>

In Bezug auf das Leitsystem, das zum Notausgang führt, ist besonders darauf zu achten, dass bei den flüchtenden Personen keine Reizüberflutung eintritt. Bei Reizüberflutungen ist der Körper mit der Überzahl an Sinneseindrücken überfordert. Es entsteht Stress und Hektik bei den Betroffenen, wodurch weiterführend Panik entstehen kann. Panik ist in Ereignissituationen stets zu vermeiden, da das dadurch gesetzte irrationale Verhalten einer Menschenmenge in einer Fluchtsituation hinsichtlich der Rettung stark hinderlich ist.<sup>7)</sup>

Das Wegeleitsystem hat demnach die Anforderung, so wenig wie möglich oder zumindest nur einen Sinn anzusprechen, die Informationen sollen zusätzlich schnellst-

möglich aufgefasst werden können. Da für die Orientierung im Raum besonders die visuellen Informationen im Vordergrund stehen, wird auch beim Leitsystem im Eisenbahntunnel auf visuelle Orientierungshilfen gesetzt. Diese Orientierungshilfen bestehen einerseits aus der Beleuchtung des Fluchtweges und andererseits aus der Kennzeichnung des kürzeren Fluchtwegs und des Notausgangs. Die Notbeleuchtung im dunklen Eisenbahntunnel ist nur auf selbstrettungstechnisch wichtige Punkte gerichtet und gibt so nur die Informationen, die im Augenblick der Flucht unbedingt benötigt werden, an. Alle weiteren Informationen, wie beispielsweise die Entfernung zum nächsten Notausgang, sollen so einfach wie möglich gestaltet werden. Durch diese einfache Gestaltung können Informationen schnell verarbeitet werden und Personen können besser darauf reagieren. Besonders gut werden Informationen verstanden, die in Piktogrammen dargestellt sind und zusätzlich durch farbliche Gestaltung unterstrichen werden.<sup>8)</sup>

### 3.2. WAHRNEHMUNG VON LICHT

Durch das Auge werden etwa 80% der menschlichen Sinnesempfindungen wahrgenommen. Fällt die Sicht aufgrund eines Ausfalls oder des Fehlens der Lichtquelle weg, fehlen die wichtigsten Informationen für sinnvolle Reaktionen. Kommen zu diesem Informationsverlust noch erschwerende Faktoren hinzu, können Angst und Paniksituationen auftreten. Diese Situationen können beispielsweise eintreten bei:<sup>9)</sup>

- Unerwarteten Ereignissen (z. B. Unfälle)
- Rauchentwicklung
- Akustischen Störmeldungen
- Klaustrophobie und Menschengedränge
- Ortsunkundigkeit

Je mehr visuell fassbare Informationen und Deutlichkeiten in der Umgebung erkennbar sind, desto leichter fällt es Personen, die Ereignisse und Verhaltensweisen von anderen Personen gedanklich vorwegzunehmen und über ihre eigenen Reaktionen entsprechend zu entscheiden. In Bezug auf das Verhalten von Personen im Ereignisfall kann angenommen werden, dass Personen durch die Aufrechterhaltung der visuellen Informationen besser über weitere Vorgehensweisen und Fluchtmöglichkeiten entscheiden.<sup>10)</sup>

3) Vgl. (TSI SRTVO (EU) 1303/2014 - Technical Specification for Interoperability - Safety in Railwaytunnels, 2014)

4) Lt. Fachgespräch mit einem Fahrdienstleiter

5) Vgl. (Verband Schweizerische Türenbranche (VST), 2013, S. 2)

6) Lt. Fachgespräch mit Elisabeth Oberzaucher, Verhaltensbiologin, Universität Wien

7) Vgl. (Berzewski, 2009, S. 146)

8) Lt. Fachgespräch mit Elisabeth Oberzaucher, Verhaltensbiologin, Universität Wien

9) Vgl. (Weis & Finke, 2001, S. 17)

10) Vgl. (Witting, 2014, S. 242)

### Sehschärfe

Um Rettungszeichen im Eisenbahntunnel erkennen zu können, muss eine ausreichende Sehschärfe für flüchtende Personen erreicht werden. Dies ist dann gegeben, wenn jeder Teil des Zeichens im möglichen Blickfeld der Person angebracht ist und die Entfernung zum Rettungszeichen so groß ist, dass sie für Personen noch als solches erkennbar ist. Deshalb sollen die Rettungszeichen optimaler Weise zirka auf Augenhöhe über dem Randweg angebracht werden, da hier ist die Sehschärfe aufgrund der geringen Entfernung zum Auge am größten ist.

Eine Erhöhung des Kontrastwertes durch Anbringung einer Beleuchtung des Rettungszeichens verschafft zusätzlich eine bessere Erkennbarkeit für das Auge in der Dunkelheit.

### Blendung

Unter einer Blendung wird ein unangenehmer Sehzustand verstanden, der durch ungünstige Leuchtdichteverteilung oder zu hohe Kontraste ausgelöst wird. Blendung im weitesten Sinne tritt immer dann auf, wenn das Auge bei dem Versuch, sich an neue Lichtbedingungen anzupassen, überfordert ist.<sup>11)</sup>

Um Personen im Eisenbahntunnel eine möglichst schnelle Selbstrettung zu ermöglichen, darf durch die Notbeleuchtung keine Blendung entstehen. Deshalb soll die Beleuchtung des Fluchtweges in möglichst geringer Entfernung zum Randweg angebracht werden. Um das Sehvermögen den dunklen Lichtverhältnissen im Tunnel anzupassen, benötigt das menschliche Auge etwa zwei bis zehn Minuten. Durch eine Blendung kann dieser Adaptionsvorgang zusätzlich verlängert werden und Orientierungslosigkeit ausgelöst werden.<sup>12)</sup>

### 3.3. PERSONEN MIT EINGESCHRÄNKTER MOBILITÄT

Die TSI PRM (Technische Spezifikationen für die Interoperabilität – Mobilitätseingeschränkte Personen) legt fest, dass Personen mit eingeschränkter Mobilität ein gleichberechtigter Zugang zum öffentlichen Verkehr ermöglicht werden muss. Im Rahmen der Tunnelsicherheit werden Personen, die aufgrund des Transports großer Gegenstände mobilitätseingeschränkt sind, nicht behandelt, da im Ereignisfall nur die Rettung von Personen Vorrang hat und Gegenstände, wie

beispielsweise Reisegepäck, zurück gelassen werden müssen.<sup>13)</sup>

Personen, auf die in den Selbstrettungsmaßnahmen besonders eingegangen werden muss, sind jene, die ihre Umgebung nicht klar einschätzen können und sich somit nicht eigenständig in den sicheren Bereich begeben können. Dies ist der Fall, wenn Personen nur über eingeschränkte Sinneswahrnehmungen, wie Hören oder Sehen, verfügen. Aber auch Menschen mit psychischen Einschränkungen können ihre Umgebung nicht klar einschätzen und zählen somit zum Personenkreis mit eingeschränkter Mobilität. Hinzukommen noch Menschen, die aufgrund ihres körperlichen Zustandes in ihrer Bewegungsfähigkeit eingeschränkt sind und sich deshalb nicht selbst retten können.

Personen mit eingeschränkter Mobilität sind in sehr vielen der möglichen Situationen von anderen Personen abhängig. Im Ereignisfall ist eine Selbstrettung für diese Personen nur eingeschränkt oder gar nicht möglich, was wiederum zum Verhängnis wird, da sich Menschen in Notsituatio-

**Ein Leitsystem im Tunnel muss so simpel und eindeutig gestaltet sein, dass Personen in einer Paniksituation ungehindert sichere Bereiche auffinden können.**

nen vorrangig um ihre eigene Sicherheit kümmern. Ein geeignetes Mittel ist, Randbedingungen zu schaffen, in denen die Verantwortung, sich um eine mobilitätseingeschränkte Person zu kümmern, direkt an eine Person der Reisenden übergeben wird. Dies kann beispielsweise so erfolgen, dass das Zugpersonal direkt eine Person damit beauftragt, die Person mit eingeschränkter Mobilität zum sicheren Bereich zu bringen.

Bei der Informationsweitergabe für Personen mit eingeschränkter Mobilität im Ereignisfall soll grundsätzlich das so genannte Zwei-Sinne-Prinzip zur Anwendung kommen. Somit werden alle nötigen Informationen und Orientierungshilfen für Personen im Tunnel mindestens durch zwei der drei wichtigsten Sinne „Hören, Sehen und Tasten“ erfassbar gemacht. Wenn die notwendigen Informationen durch Anlagen im Tunnel nicht gegeben werden, kann damit gerechnet werden, dass Personen einander bei der Evakuierung unterstützen.<sup>14)</sup>

Wird jedoch die Barrierefreiheit aller zu evakuierenden Personen betrachtet, so schafft die Einrichtung von zusätzlich erforderlichen Informationsquellen, wie beispielsweise speziell für Personen mit Sehbehinderung geschaffene akustische Hinweise und Signale, hinzukommende Sinnesreize. Diese zusätzlichen Signale können bei Personen ohne Sehbehinderungen eine Reizüberflutung auslösen, welche zu Panik- und Angstzuständen führen kann. Somit wird für diese Personen ohne Sehbehinderung eine zusätzliche Barriere geschaffen. Schlussendlich lässt sich feststellen, dass durch die Schaffung von zusätzlichen Informationswegen einigen wenigen Personen eine verbesserte Orientierung ermöglicht wird, allerdings dem Großteil der Personen eher einen Nachteil daraus erwachsen kann.<sup>15)</sup>

## 4. SICHERHEITSKONZEPTE FÜR EISENBAHNTUNNEL

Zur Erhöhung der Sicherheit wird primär versucht, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen durch Vorbeugung zu minimieren. Falls dennoch ein Ereignis eintritt, wird durch Ausmaßminimierung versucht, den Schaden möglichst gering zu halten. Das Rettungskonzept selbst besteht dann aus der Selbstrettung und der Fremdrettung. Personen sollen nach dem Eintreten eines Ereignisses in der Lage sein, sich selbst in sichere Bereiche retten zu können. Falls dies aufgrund der Schwere des Ereignisses oder aus anderen Gründen nicht möglich ist, kommen Rettungskräfte ins Spiel. All diese Faktoren spielen in ein vierstufiges System (siehe Bild 2) ein, welches in der TSI SRT vorgeschrieben wird.<sup>16)</sup>

Die Sicherheitsmaßnahmen werden immer für die folgenden gefährdeten Elemente im Ereignisfall entwickelt und ausgelegt:

- Bauwerk
- Ausrüstung
- Fahrzeuge und Rollmaterial
- Personal und Reisende

Trotz all dieser Vorkehrungen bleibt ein gewisses Restrisiko für den Eintritt eines Ereignisses bestehen, allerdings wird die Wahrscheinlichkeit des Eintritts niedrig gehalten. Somit steigt mit jeder Stufe die Sicherheit während das Risiko minimiert wird.

11) Vgl. (Institut für Arbeitnehmerschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), 2010, S. 1)  
12) (Witting, 2014, S. 198 ff)

13) Vgl. (TSI PRM VO (EU) 1300/2014 - Technical Specification for Interoperability - Persons with Reduced Mobility, 2014) in Punkt 2.2. Bestimmung des Begriffs „Personen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität“  
14) Vgl. (Wagner, Grossmann, Hintzke, & Sieger, 2009, S. 19 f)

15) Lt. Fachgespräch mit Elisabeth Oberzaucher, Verhaltensbiologin, Universität Wien  
16) Vgl. (TSI SRT VO (EU) 1303/2014 - Technical Specification for Interoperability - Safety in Railwaytunnels, 2014)

BILD 2: Sicherheitstufen<sup>17)</sup>

## 5. LEITFADEN FÜR EIN EINHEITLICHES LEITSYSTEM

Eine Vereinheitlichung des Leitsystems auf internationaler Ebene hat nicht nur für die Tunnelbetreiber Vorteile, sondern schafft auch einheitliche Standards für Personen, die während eines Ereignisses auf Orientierungs- und Leitsysteme angewiesen sind.

Erster Punkt für die Vereinheitlichung ist die Findung einer gleichen Definition für die Notbeleuchtung. Für ein einheitliches System ist die Auswahl einer Sicherheitsbeleuchtung, welche in der ÖNORM EN 1838 definiert ist, nur teilweise sinnvoll. Dies begründet sich darauf, dass die dort beschriebene Sicherheitsbeleuchtung für den Hochbau ausgelegt ist. Für eine Anwendung im Bahntunnel verfügt diese Art der Beleuchtung teilweise über zu hohe Anforderungen. Aus diesem Grund soll die Wahl in diesem Rahmen auf die Orientierungsbeleuchtung fallen. Da allerdings noch in keiner Norm die „Orientierungsbeleuchtung“ definiert wurde, wird vorgeschlagen, eine Definition der Anforderungen an eine Orientierungsbeleuchtung in die ÖNORM EN 1838 aufzunehmen.

### 5.1. LICHTTECHNIK

Es ist anzustreben, die Notbeleuchtung des Tunnels in den Handlauf zu integrieren. Der Vorteil liegt in der relativen Nähe der Beleuchtung zur Fluchtwegoberkante, wodurch beim Vorbeigehen von Personen wenig Schattenbildung im Vergleich zur Beleuchtung oberhalb des Fluchtwegs entsteht.

#### Beleuchtungsstärke

In Deutschland und Österreich wird eine

Beleuchtungsstärke von mindestens 5 lux<sup>19)</sup> gefordert, welche ausreicht, den Fluchtweg auszuleuchten. Die Schweiz setzt hingegen auf eine Beleuchtungsstärke von 50 lux<sup>20)</sup> am Fluchtweg und schafft damit eine Beleuchtung des gesamten Tunnelquerschnitts.

Für ein einheitliches Leitsystem wird eine Beleuchtungsstärke von mindestens 5 lux als ausreichend betrachtet. Um eine Orientierungsmöglichkeit für Personen in Not-situationen im Tunnel zu schaffen, genügt es, nur den Fluchtweg auszuleuchten. In Extremsituationen bei schweren Unfällen im Tunnel mit Verletzten oder gar Toten kann es obendrein ein Vorteil für flüchtende Personen sein, nur den Fluchtweg zu sehen.

Zusätzlich soll in einem neuen System festgehalten werden, an welcher Stelle die Beleuchtungsstärke zu messen ist. Als Vorschlag ist hier die Mitte des Randweges anzuführen.

19) Vgl. (DB Ril 954.9103 LAWL, 01.04.2016) – 10. Besondere Anforderungen an Leuchten für die Tunnelsicherheitsbeleuchtung und vgl. Vgl. (TLB E850, 11.07.2008) – 7.1.5 Lichttechnik

20) Vgl. (Regelwerk I-20036, 2015) – 2.6.3.1 Leuchten integriert in Handlauf oder Einzelleuchten

#### Lichtfarbe

Die Lichtfarbe der Notbeleuchtung in weiß wird als sinnvoll betrachtet, da hier die besten Kontrastwerte erzielt werden können. Die Farbtemperatur, wie in Deutschland und der Schweiz mit 4000 – 5000°K<sup>21)</sup> gefordert, entspricht dem sogenannten „neutralweiß“ welches Kunstlichtcharakter hat. Diese Lichtfarbe eignet sich aufgrund ihrer Neutralität sehr gut als Notbeleuchtung des Fluchtweges.

#### Einschalten der Anlage

Die Tunnelnotbeleuchtung muss sowohl von innerhalb als auch von außerhalb des Tunnels fernbedient durch den Tunnelbetreiber eingeschaltet und auch wieder abgeschaltet werden können. Diese Regelung gilt in jedem der betrachteten Ländern und wird auch für ein einheitliches Leitsystem als sinnvoll erachtet. Personen im Tunnel haben die genauesten Informationen über die vorherrschende Situation und müssen somit bei Bedarf auch die Beleuchtung einschalten können. Bekommt der Tunnelbetreiber eine Meldung über ein Ereignis, so muss die Notbeleuchtung auch von außen eingeschaltet werden können. Des Weiteren wird die Fernsteuerung auch dazu genutzt, die Beleuchtung bei Arbeiten im Tunnel einzuschalten.

Ein Abstand zwischen den Einschaltpunkten der Notbeleuchtungsanlage von 100 m, wie es in Österreich und der Schweiz umgesetzt wird, wird als sinnvoll erachtet. Größere Abstände sind kritisch zu betrachten, da sich hier auch die Zeit bis zum Erreichen des Tasters erhöht. In der Zeit bis zum Einschalten der Notbeleuchtung können sich bereits

21) Vgl. (DB Ril 954.9103 LAWL, 01.04.2016) – 7. Besondere Anforderungen an ein LED-Modul/-Light und vgl. (Regelwerk I-20036, 2015) – 2.6.3.1 Leuchten integriert in Handlauf oder Einzelleuchten »

#### BILD 3:

Handlauf mit integrierter Tunnelbeleuchtung bei Ver Rauchung (Übungssituation)<sup>18)</sup>



17) Eigene Grafik basierend auf (TSI SRT VO (EU) 1303/2014 – Technical Specification for Interoperability – Safety in Railwaytunnels, 2014) in Punkt 2.1. Allgemeines

18) Diernhofer & Sommerlechner, 2014



BILD 4: Rettungszeichen mit Meterangabe<sup>22)</sup>

Personen im Tunnel befindend und eventuell in Panik geraten, was soweit wie möglich zu vermeiden ist.

**Blendung**

In allen betrachteten Ländern wird darauf geachtet, die Blendung der Nutzer zu vermeiden. Einziger Unterschied ist die Definition des systemnutzenden Personenkreises. Während in Österreich nur TriebfahrzeugführerInnen nicht geblendet werden dürfen, ist in Deutschland eine Blendung aller Personen im Tunnel auszuschließen. Um ein einheitliches System zu schaffen, ist eine gemeinsame Definition des systemnutzenden Personenkreises aufzustellen. Prinzipiell sind alle Personen, die sich im Tunnel aufhalten können, als Nutzer des Leit- und Orientierungssystems zu sehen. Zu dieser Personen-Gruppe gehören:

- TriebfahrzeugführerInnen, die täglich durch den Tunnel verkehren,
- Personen, die Arbeiten im Tunnel durchführen und
- Personen, die im Ereignisfall aus einem Zug flüchten.

Durch die niedrige Befestigungshöhe der Beleuchtung im Handlauf von etwa 1m wird eine Blendung von Personen ausgeschlossen, deren Augenhöhe sich über der Befestigungshöhe befindet. Somit ist sichergestellt,

dass keine Blendung von TriebfahrzeugführerInnen und Personen, die Arbeiten im Tunnel durchführen stattfindet.

Die Wahl der Beleuchtungsstärke hat ebenfalls Einfluss auf die Blendung. So ist die Gefahr der Blendung bei einer höheren Beleuchtungsstärke, wie beispielsweise bei 50 lux bei den SBB, größer als bei einer Beleuchtungsstärke von 5 lux, was ein weiteres Argument für den Einsatz von 5 lux in der Notbeleuchtung darstellt.

5.2. RETTUNGSZEICHEN

Die Aufgabe der Fluchtwegkennzeichnung besteht darin, Personen auf schnellstem Weg zum nächstgelegenen Sicherheitsbereich beziehungsweise zum nächsten Notausgang zu leiten. Aktuell finden sich in Eisenbahntunneln in Deutschland, Österreich und der Schweiz fast durchgängig ähnliche Rettungszeichen, wie in Bild 4 dargestellt.

**Abstand zwischen Rettungszeichen**

Aktuell werden in allen betrachteten Ländern beleuchtete Rettungszeichen im Abstand von 50 m entlang des Fluchtwegs angebracht, weshalb diesbezüglich keine Vereinheitlichung mehr erforderlich ist. In Deutschland kommen zu den Rettungszeichen zusätzlich alle 25 m Richtungsangaben in Form von Richtungspfeilen mit Meterangaben hinzu.<sup>23)</sup>

22) (Regelwerk I-20036, 2015, S. 25)

23) Vgl. (Eisenbahnbundesamt, 2008) – 2.5 Fluchtwegkennzeichnung

Im vereinheitlichten System wird ein Abstand der Rettungszeichen von 50 m als angemessen erachtet. Durch die Verwendung von schnell wahrnehmbaren Schildern kann die Zeit verringert werden, in der sich Personen im Tunnel orientieren müssen.

**Richtungsangaben in Rettungszeichen**

Personen sind mit den Ereignissen in außergewöhnlichen Notsituationen nicht vertraut oder überfordert und können daher oftmals nicht mehr rational Handeln. Somit ist das korrekte Interpretieren von Zahlen und Schrift in einer Stresssituation nur erschwert möglich. Aus diesem Grund wird ein Rettungszeichen empfohlen, das nur aus Piktogrammen besteht, aber dennoch den Standort zwischen zwei Notausgängen darstellt.

In Bild 5 wird ein möglicher Entwurf eines solchen Rettungsschildes visualisiert. Auf diesem Piktogramm wird dargestellt, dass zwei Notausgänge vorhanden sind. Anhand der Position der Strichfigur kann eingeschätzt werden, welcher der beiden Notausgänge näher ist. Durch einen Pfeil wird zusätzlich der kürzere Weg hervorgehoben. Trotz der festgelegten Fluchtrichtung durch den Pfeil, vermittelt dieses Piktogramm auch die Information, dass ein zweiter möglicher Notausgang vorhanden ist, falls der mit Pfeil gekennzeichnete Weg versperrt sein sollte.

**Befestigungshöhe der Rettungszeichen**

Um die Sichtbarkeit der Schilder auch bei Menschengedränge gewährleisten zu können, müssen die Rettungszeichen so angebracht sein, dass sich diese in einem bestimmten Blickwinkel der Benutzer des Systems befinden. Wird das Rettungszeichen unterhalb des beleuchteten Handlaufs angebracht, wie in der Schweiz gefordert, kann das Schild von Personen, die sich auf dem Fluchtweg befinden verdeckt werden.<sup>25)</sup> Werden die Rettungszeichen auf Augenhöhe, bei etwa 1,70 m befestigt, können sie über und zwischen den Köpfen von anderen Personen immer noch erkannt werden. Aus diesem Grund ist eine Befestigungshöhe etwas über Augenhöhe zu empfehlen.

24) Eigene Grafik

25) Vgl. (Regelwerk I-20036, 2015) – 2.4. Fluchtwegbeschilderung



BILD 5: Entwurf eines Rettungszeichens ohne Distanzangabe in Metern<sup>24)</sup>

## Beleuchtete Rettungszeichen über Notausgängen

Zusätzlich zu den klassischen, beleuchteten Rettungszeichen entlang des Fluchtwegs kommen hinterleuchtete Rettungszeichen direkt über den Notausgängen hinzu. Diese werden prinzipiell in grüner Farbe gehalten. Einzig in Deutschland werden diese Leuchten in Blau ausgeführt.<sup>26)</sup> Für flüchtende Personen kann die fehlende Durchgängigkeit des Systems hinsichtlich der Farbwahl zu Unklarheiten und Verwirrung führen. Um dieses Risiko ausschließen zu können, ist eine einheitliche Farbgebung des gesamten Systems anzustreben. Da die Rettungsschilder ohnehin in Grün vorgeschrieben sind, ist hier die Farbe Grün für die Rettungszeichenleuchten über dem Notausgang zu empfehlen.

## 6. AUSBLICK

Ein Leitsystem für den Ereignisfall im Eisenbahntunnel muss vor allem auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Benutzer dieses Systems eingehen. Hierbei ist unbedingt auf Stresssituationen, denen die Personen im Ereignisfall unterliegen, Rücksicht zu nehmen. Ebenso sind für Personen mit eingeschränkter Mobilität Vorkehrungen zu treffen, wobei insbesondere hinsichtlich des Leitsystems das üblicherweise geforderte Zwei-Sinne-Prinzip zu einer Sinnesüberforderung bei allen anderen Reisenden mit einem einhergehend erhöhten Gefährdungspotential führen kann und daher speziell für Leitsysteme für den Ereignisfall in Tunnels als nicht geeignet erachtet wird.

Leitsysteme müssen hinsichtlich der Farb- und Zeichenwahl international harmonisiert sein und auch unter Stress- und Paniksituationen richtig erkannt werden können. Diesbezüglich werden einfache Symbole ohne Verwendung von Schriftzeichen oder Zahlen empfohlen.

Als Ausblick in die Zukunft der Leitsysteme bietet sich die Verwendung von dynamischen Leitsystemen an. Diese Systeme sollen im Gegensatz zu den derzeitigen, statischen Rettungszeichen die Information über den Fluchtweg mittels gesteuerten Zeichenanlagen wiedergeben. Auch hier soll mit gesellschaftlichen Warnfarben gearbeitet werden. Die Verwendung von Symbolen wie Pfeilen oder Kreuzen ermöglicht zusätzlich das schnellere Auffassen von Informationen. ◀

## Literatur

- Berzewski, H. (2009). Der psychiatrische Notfall. Berlin: Springer-Verlag.
- DB Ril 954.9103 LAWL. (01.04.2016). Leuchtenauswahl-liste. Berlin: DB Netz AG/ DB Station&Service AG.
- Diernhofer, F., & Sommerlechner, C. (2014). With High Speed to a Safe Emergency Handling - Tunnel High-Speed Line Vienna-St.Pölten. TU Graz: Symposium Tunnel Safety & Ventilation.
- Eisenbahnbundesamt, E. (2008). Tunnelrichtlinie - Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunnel. Deutschland.
- Institut für Arbeitnehmerschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). (2010). Blendung - Theoretischer Hintergrund (Informationsbroschüre).
- Kruse, K. (2003). Brand- und Katastrophenschutz in Eisenbahntunneln. Frankfurt: Deutsche Bahn AG - Notfallmanagement, Brandschutz.
- Regelwerk I-20036. (2015). Selbstrettungsmassnahmen in Tunnel. Schweizerische Bundesbahnen (SBB).
- TLB E850. (11.07.2008). Handlauf – Technische Lieferbedingungen. ÖBB Infrastruktur Bau AG.
- TSI PRM VO (EU) 1300/2014 - Technical Specificatin for Interoperability - Persons with Reduced Mobility. (2014).
- TSI SRT VO (EU) 1303/2014 – Technical Specification for Interoperability – Safety in Railwaytunnels. (2014).
- Verband Schweizerische Türenbranche (VST). (2013). Technisches Merkblatt Nr.012 – Türen in Fluchtwegen.
- Wagner, T., Grossmann, H., Hintzke, A., & Sieger, V. (2009). Berücksichtigung der Belange behinderter Personen bei Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Brücken- und Ingenieurbau (Heft B69).
- Weis, B., & Finke, H. (2001). Not- und Sicherheitsbeleuchtung. München: Hüthig & Pflaum Verlag.
- Witting, W. (2014). Licht. Sehen. Gestalten. Lichttechnische und wahrnehmungspsychologische Grundlagen für Architekten und Lichtdesigner. Basel: Birkhäuser.

## ► SUMMARY

### Guidance systems for incidents in railway tunnels

When incidents affect tunnels, any people who happen to be inside them are to rescue themselves by finding their way out of the tunnel and into a safe zone. Systems do exist to help them know where they are and what they ought to do; they include, for instance, emergency lighting and the signage of emergency exits. The situation in Europe, however, is that there are hugely different regulations and standards dealing with guidance systems in railway tunnels.

This article presents proposals for a uniform orientation and guidance system for the German-speaking countries. It is based on both a consideration of the needs of the people seeking safety and the overall conditions in force in the countries concerned and established by their infrastructure managers.

## Ideen, die bestehen. Rhomberg Bahntechnik



## Ausrüstung und Sicherheitssysteme für die Schiene.

Stromversorgung, Telekommunikation, elektromechanische Ausrüstung, Fahrleitung – die Rhomberg Bahntechnik beherrscht im Verbund mit der Rhomberg Sersa Rail Group das gesamte Spektrum der Bahntechnikanlagen und Sicherheitssysteme für den Gleisbau.

[www.rhombergrail.com](http://www.rhombergrail.com)

<sup>26)</sup> Vgl. (Eisenbahnbundesamt, 2008) – 2.5 Fluchtwegkennzeichnung