

# 11. DMT- Fachtagung Sicherheit in Tunnelanlagen

## **Konzept – Feuerwehrkonzept für den geplanten Fehmarnbelt-Tunnel**

Dr. Dieter Tetzner / BOAR Rüdiger Schulz

DMT GmbH & Co. KG

# Inhalt

- Gesetzliche Grundlagen
- Schutzziele der Gefahrenabwehr
- Geplantes Sicherheitskonzept für den Tunnel Fehmarnbeltquerung
- Vorbetrachtungen
- Analyse und Bewertung der einzelnen Szenarien
- Ausstattung der Tunnelfeuerwehr
- Zusammenfassung

# Gesetzliche Grundlagen

## Straße und Bahn

### Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Straßen- und Bahntunneln

- Sicherheitsanforderungen werden in der **EG-Tunnelrichtlinie** (Straßentunnel) [1] und der **TSI-SRT** [2] festgelegt
- Ergänzende nationale Richtlinien sind die **RABT** ( Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln) [3] und die **EBA-Richtlinie** (Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln) vom 01.07.2008 [4]

# Gesetzliche Grundlagen

## Hilfeleistung und Brandbekämpfung Schleswig-Holstein

- Einsatz der Feuerwehr – Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistung der Feuerwehren (BrSchG Schleswig-Holstein) [5]
- Einsatz des Rettungsdienstes – Rettungsdienstgesetz (RDG) [6]
- Im Katastrophenfall – Gesetz über den Katastrophenschutz in Schleswig-Holstein (LkatSG) [7]
- Schleswig-Holstein:
  - Hilfsfrist Rettungsdienst von 12 Minuten (DVO-RDG) [8]
  - Hilfsfrist Feuerwehr von 10 Minuten (OrgFw) [9]

# Schutzziele in der Gefahrenabwehr –

## Interessen des Brandschutzes [10]

- Leben und Gesundheit von Menschen
- Leben und Gesundheit von Tieren
- Schutz von Sachwerten
- Schutz der Umwelt
- Einsatzmöglichkeiten und Sicherheit der Feuerwehr:
  - Feuerwehren aufgrund beschränkter personeller und materieller Ressourcen begrenzt; erfahrungsgemäß können nur Brände bis zu einer Brandfläche von etwa 400 m<sup>2</sup> durch einen Innenangriff erfolgreich bekämpft werden
  - Persönliche Sicherheit der an der Brandbekämpfung und Rettung beteiligten Personen
  - Einsatzgrenzen aufgrund der Löschwasserversorgung
- Begrenzung von Betriebsunterbrechungen (Nutzungsausfall)
- Versicherbarkeit

# Schutzziele in der Gefahrenabwehr –

## Definition von Schutzzielen [10]

- Zuverlässigkeit der Entdeckung eines Brandes bzw. Schadenereignisses
  - Zuverlässigkeit der Begrenzung der Brand- und Rauchausbreitung
  - Hilfsfrist und Stärke der Intervention durch die Feuerwehren
  - Zeitdauer der Tragfähigkeit der Baukonstruktion bei bestimmter Brandeinwirkung bzw. anderweitiger, schädigender Einwirkung
- Schutzziele müssen aus konkreten Gefahrensituationen abgeleitet werden.
- Bsp.: Hilfsfristen beim Einsatz der Feuerwehren bei Wohnungsbränden nach AGBF-Bund [12]

# Begriffsdefinitionen

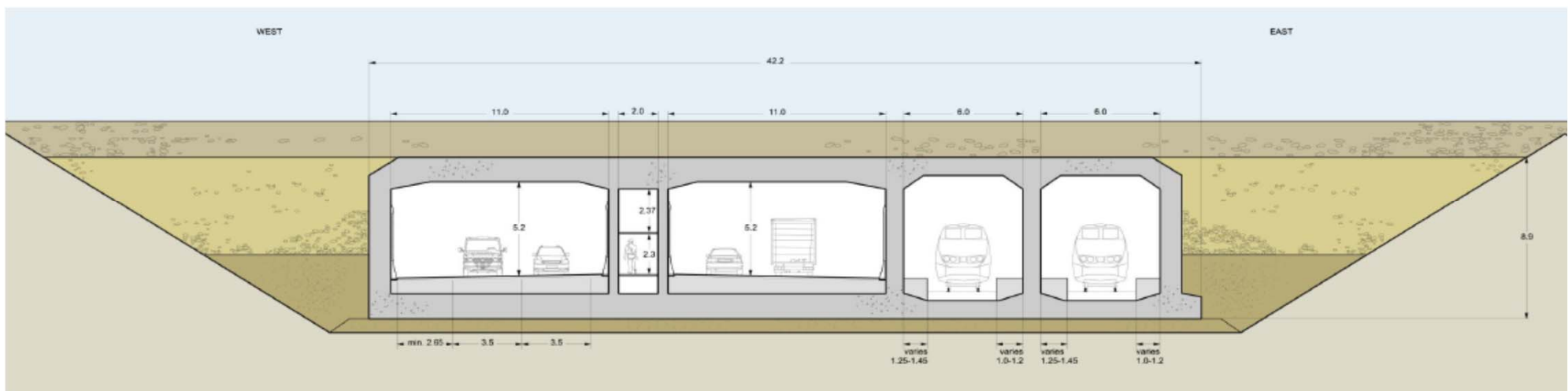
## Hilfsfrist

- Hilfsfrist ist die Zeit zwischen Entdecken eines Schadensereignisses und dem Wirksamwerden der befohlenen Maßnahmen (**DIN V 14011**).
- **Praxis:** Hilfsfrist ist die Zeit vom Beginn der Notrufabfrage und dem Wirksamwerden der befohlenen Maßnahmen (AGBF-Bund, Länderverordnungen).
- **Feste Fehmarnbeltquerung:** Hilfsfrist ist die Zeit zwischen Schadenseintritt und dem Wirksamwerden der befohlenen Maßnahmen.

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Tunnelbauwerk

- Gesamtlänge von 18,1 km
- 4-streifige Autobahn und 2-gleisige elektrifizierte Schienenverbindung
- als Absenktunnel 40 Meter unter dem Meeresspiegel mit Schutzschicht aus Wasserbausteinen konzipiert
- Verlauf in Nord-Süd-Richtung verbindet Dänemark und Deutschland





# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Tunnelbauwerk

### ▪ **Straßentunnel:**

- Umfasst 2 Tunnelröhren mit je 2 Fahrstreifen von 3,5 m Breite und einem Seitenstreifen mit 2,5 m Breite
- Die lichte Breite beträgt 10,4 m und die lichte Höhe 5,2 m.
- Beidseitig sind Betonwände als Anprallschutz vorgesehen.
- Die maximale Längsneigung soll 1,25% betragen, im Rampenbereich 3,5%.
- Zwischen beiden Straßenröhren wird ein 3-stöckiger Servicegang mit Notausgängen von den Tunnelröhren im Abstand von je 100 m angeordnet.

### ▪ **Bahntunnel:**

- Besteht aus 2 Röhren mit je einem Gleis
- Die lichte Breite beträgt 6,0 m bei einer maximalen Längsneigung von 1,25%.
- Beidseitig der Gleise sind Notgehwege mit Breiten von 1...1,45 m geplant.
- Im Abstand von 100 m sind Notausgänge zwischen den Röhren sowie zur östlichen Straßenröhre vorgesehen.

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Tunnelbauwerk - Bemessung

- Bei der Tragwerksbemessung werden Schiffsunglücke und Korrosion sowie Brände und Explosionen berücksichtigt.
- Die Tunnelwände werden hinsichtlich einer Belastung durch Anprall von Fahrzeugen ausgelegt.
- Das Tunnelbauwerk wird für eine Feuerbeständigkeit von 3 Stunden gemäß RWS-Kurve ausgelegt – Löschanlage hierbei unberücksichtigt.
- Die Tunneldecken und der obere Wandbereich werden mit einer Brandschutzschicht versehen.

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Tunnelausstattung – Straße

- Durchgehende Beleuchtung mit Adaptions-, Fluchtweg- und Notbeleuchtung
- Längslüftung mit Strahlventilatoren + erforderlicher Messtechnik zur Steuerung
- Ortsfestes Löschesystem (Sprühwasseranlage → optional?)
- Löschwasserversorgung mit Hydranten im Abstand von 100 m und 1200 m<sup>3</sup> Löschwasservorrat an den Portalen
- Steuerung und Überwachung der Sicherheitseinrichtungen über ein SCADA-System
- Videoüberwachung mit automatischer Störfallerkennung (AID) sowie Gefahrguterkennung an den Portalen
- Brandmeldeanlage
- Notrufstationen mit Handfeuerlöschern und Brandmeldeknopf im Abstand von 100 m
- Tunnel- und Verkehrsfunk
- Lautsprecheranlage

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Tunnelausstattung - Bahn

- Notbeleuchtung
- Längslüftung mit Strahlventilatoren
- Löschwasserversorgung mit Hydranten im Abstand von 100 m und 1200 m<sup>3</sup> Löschwasservorrat an den Portalen
- Verkehrsleitsystem mit Regelung/ Überwachung der Zuggeschwindigkeit und -position, Heißläuferortung sowie Erkennen von Entgleisungen
- Notrufstationen mit je zwei Handfeuerlöschern im Abstand von 100 m
- Tunnelfunk
- Lautsprecher (in den Zügen)

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Fremdrettung Dänemark

- Die landesweiten Leitstellen von Polizei und Feuerwehr nehmen Notrufe entgegen und alarmieren die zuständigen Rettungskräfte.
- Die Feuerwehr Lolland ist mit 5-minütiger Bereitschaft ausgelegt.
- Nächstgelegene Wachen in Rødby und Maribo (mit 8 bzw. 10 Feuerwehrleuten)
- Der Rettungswageneinsatz wird von Falck Rettungsdienst und der Feuerwehr Roskilde durchgeführt.
- Das Akut-Medizinische Koordinationszentrum (AMK) der Region Seeland ist verantwortlich für die Verteilung der Verletzten auf die Krankenhäuser der Region.
- Der ärztliche Bereitschaftsdienst des AMK stellt bei größeren Schadensereignissen einen Leitenden Notarzt.

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Fremdrettung - Deutschland

- Die Kreisleitstellen des Kreises Ostholstein in Eutin alarmieren und koordinieren die Feuerwehr- und Rettungskräfte.
- Die Gemeindefeuerwehr Fehmarn besteht aus 11 freiwilligen Ortswehren mit 300 ehrenamtlichen Mitgliedern.
- Der Notarztdienst wird durch den Kreis organisiert. Praktisch durchgeführt wird der Rettungsdienst im Kreis Norden durch den „Arbeiter Samariter Bund“ (ASB).
- Es bestehen Rettungswachen in Burg auf Fehmarn, Heiligenhafen, Oldenburg, Cismar und Neustadt.
- Im Kreis Ostholstein gibt es drei Notaufnahmen in den Krankenhäusern in Oldenburg, Eutin und Neustadt. Größere Krankenhäuser befinden sich in Kiel, Lübeck und Hamburg.

# Geplantes Sicherheitskonzept [11]

## Verkehr

<b>Straßenverkehr</b>	<b>2025</b>	<b>2045</b>
<b>Mittleres tägliches Verkehrsaufkommen (DTV - Fahrzeuge/Tag)</b>	11.723	19.288
<b>davon Pkw</b>	9.819	15.221
<b>davon Lkw</b>	1.751	3.851
<b>davon Busse</b>	153	215
<b>Zugverkehr</b>	<b>2025</b>	<b>2045</b>
<b>Mittlere Anzahl der Güterzüge pro Tag</b>	78	96
<b>Mittlere Anzahl der Personenzüge pro Tag</b>	40	40

- Prognostizierter Anstieg des LKW-Anteils von 14,8 % auf 19,8 %
- Verdopplung des Güterverkehrs auf der Schiene
- In Straßenröhren maximale Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h
- In Bahnröhren maximale Geschwindigkeit von 200 km/h

# Vorbetrachtungen

## Auswahl von Szenarien

Straße	Bahn
Medizinischer Notfall	Längerer Halt
Unfall mit polytraumatisierten Patienten	Entgleisung Personenzug
Brand Lkw bzw. flüssiges Gefahrgut	Brand Personenzug
Brand gasförmiges Gefahrgut	
Unfall mit Freisetzung von toxischem Gefahrgut	
Brand in Betriebsräumen	



# Vorbetrachtungen

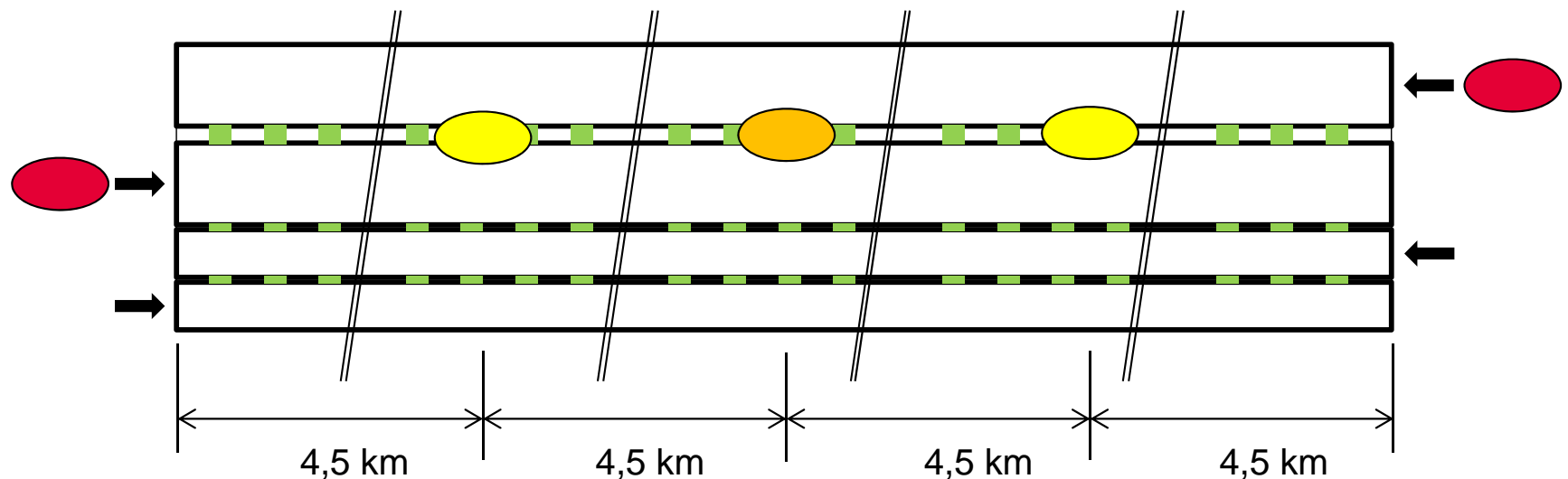
## Anforderungen an Hilfsfristen

- |  |             |
|--|-------------|
| ▪ Medizinischer Notfall                                      | 12 (+x) min |
| ▪ Verkehrsunfall/ Entgleisung – polytraumatisierte Patienten | 60 min      |
| ▪ Brand – Feuerübersprung Lkw                                | 10...15 min |
| ▪ Brand – Feuerübersprung Bahn (Personenzug)                 | 25 min      |
| ▪ Brand – Feuerübersprung Bahn (Güterzug)                    | 20...25 min |
| ▪ Brand – Feuerbeständigkeit Bauwerk                         | 180 min     |
| ▪ Brand Gefahrgut – BLEVE                                    | 8... 30 min |

# Vorbetrachtungen

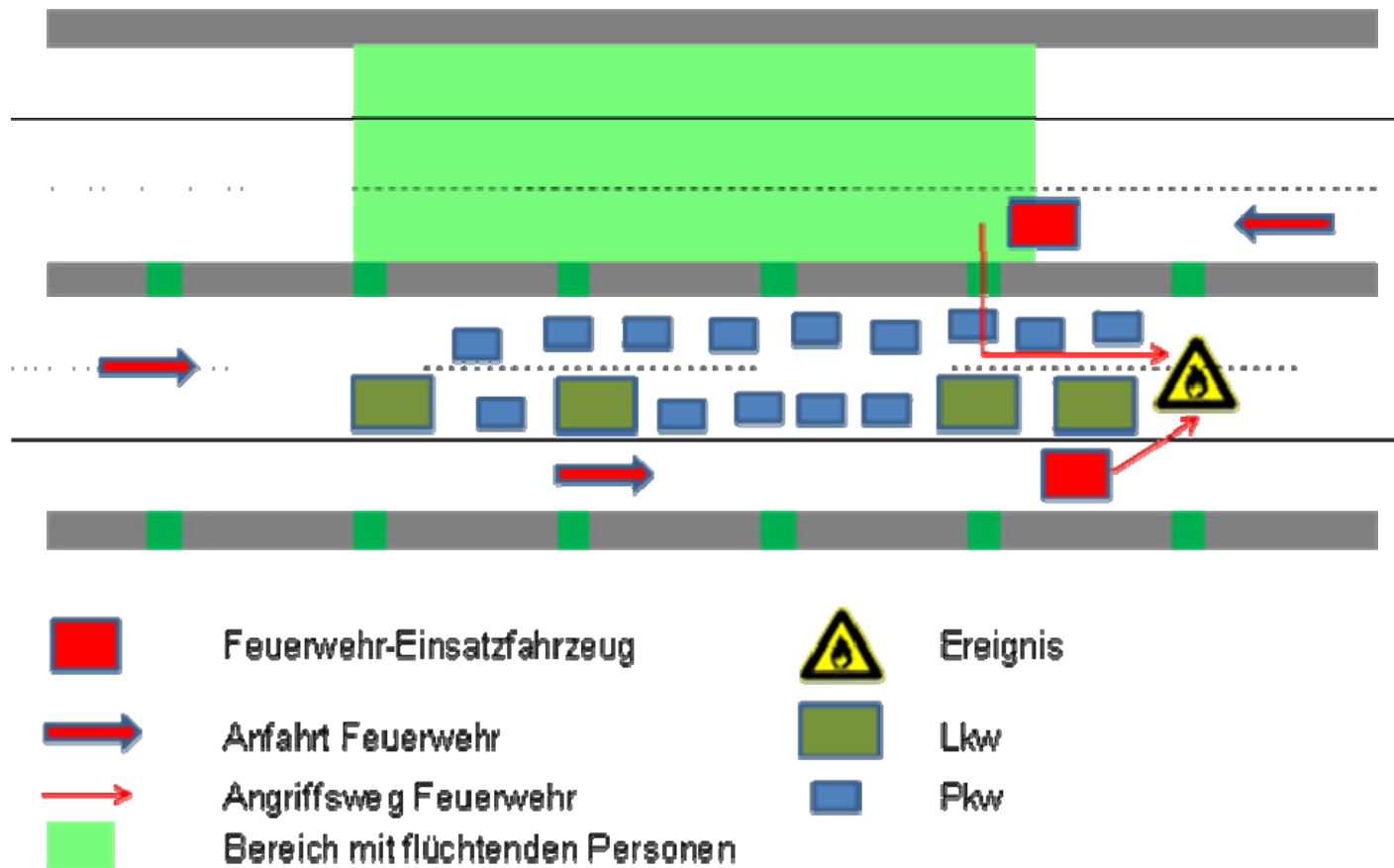
## Varianten für den Ersteinsatz von Feuerwehr und Rettungsdienst

- Variante 0 – Einsatz der Feuerwehr Lolland und der Gemeindefeuerwehr Fehmarn
- Variante 1 – Einsatz einer Tunnelfeuerwehr, stationiert an beiden Portalen
- Variante 2 – Einsatz einer Tunnelfeuerwehr, stationiert in der Tunnelmitte
- Variante 3 – Einsatz einer Tunnelfeuerwehr, stationiert im Tunnel ca. 4,5 km von den Portalen entfernt



# Vorbetrachtungen

## Prinzipschema bei Ereignis im Bereich Straße



# Vorbetrachtungen




## Einsatzzeiten im Bereich Straße

<b>Zeitabschnitt</b>	<b>V0-DK</b>	<b>V0-D</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>
Entdeckungs-, Melde- und Aufschaltzeit	3	3	3	3	3
Gesprächs- und Dispositionszeit	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5
Ausrückezeit	5	5	1	1	1
Anfahrzeit Straße (bis Portal)	5	5	1	-	-
Anfahrzeit Tunnel (bis Stau)	6,5	6,5	6,5	6,5	3
Anfahrzeit Tunnel (Stau)	3	3	3	3	3
Zugang zur betroffenen Röhre	-	1	1	1	1
Erkundungs- und Entwicklungszeit	4	4	3	3	3
<b>Gesamtzeit</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>14,5</b>

# Vorbetrachtungen

## Bewertung der Varianten

Ereignis	Hilfsfrist	V0	V1	V2	V3
Medizinischer Notfall	12 (+3) min	Red	Green	Green	Green
Polytraumatisierter Patient	60 min	Red	Yellow	Yellow	Green
Brand – Feuerübersprung Lkw	10...15 min	Red	Red	Red	Yellow
Brand – Feuerübersprung Bahn	25 min	Red	Green	Green	Green
Brand – Feuerbeständigkeit Bauwerk	180 min	Green	Green	Green	Green
BLEVE	8...30 min	Red	Red	Red	Yellow ? *

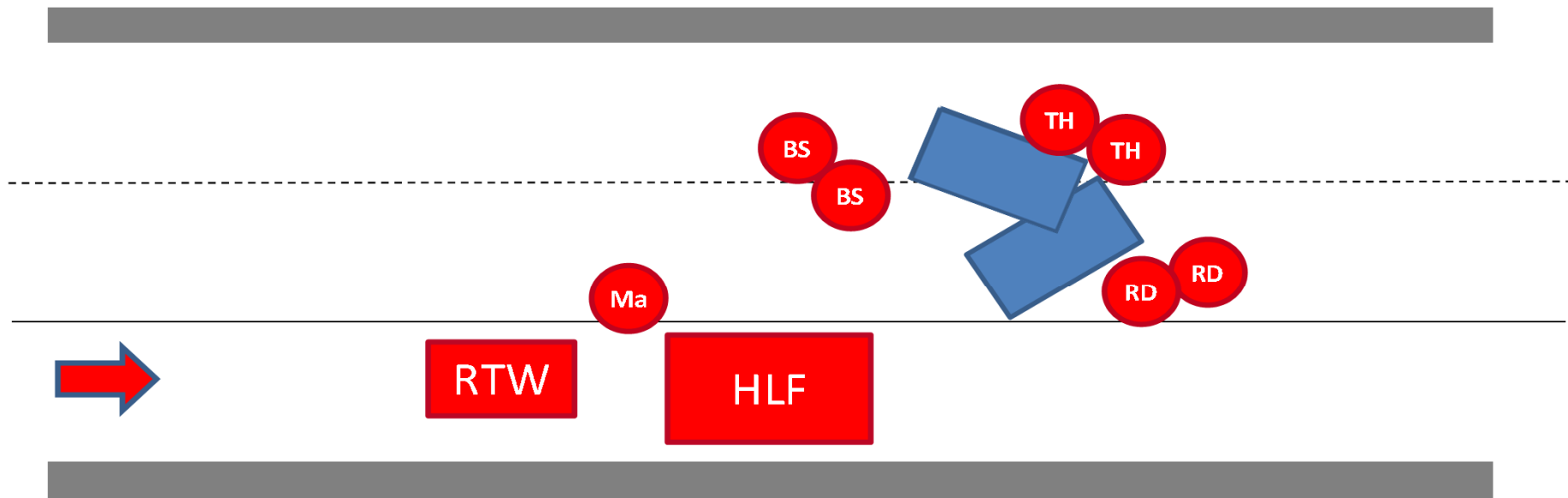
-  Hilfsfrist kann nicht eingehalten werden
-  Hilfsfrist wird eingehalten
-  Hilfsfrist wird grenzwertig eingehalten





# Detailbetrachtung von Zeitabläufen

## Szenarium Unfall mit eingeklemmten, polytraumatisierten Personen

Zeit (min)	Ablauf/ Maßnahmen im Tunnel	Ablauf/ Maßnahmen durch Feuerwehr und Rettungsdienst	
		Variante 0	Variante 1
0	Unfall mit eingeklemmten Personen		
1	Videodetektion stehendes Fahrzeug in LCC		
2	LCC schaltet Verkehrsprogramm		
2,5	Sperrung des Tunnels an Portalen	LCC alarmiert NRZ	LCC alarmiert RD+FW
3,5		NRZ alarmiert RD+FW	Ausrücken RD+FW
4,5		Ausrücken RD	RD+FW am Portal
8			Eintreffen an ES 1 / 5
8,5		Ausrücken FW	
11			Eintreffen an ES 2 / 4
12,5		RD am Portal	
13,5		FW am Portal	
14			Eintreffen an ES 3
16		RD an ES 1 / 5	
17		FW an ES 1 / 5	
19		RD an ES 2 / 4	
20		FW an ES 2 / 4	
22		RD an ES 3	
23		FW an ES 3	

# Kräfteansatz - bei Gefahr eines Brandes



-  RD Rettungsdienst
-  TH Technische Hilfeleistung
-  BS Brandbekämpfung/ Sicherung
-  Ma Maschinist/ Truppführer

# Bewertung

Ereignis/Szenarium	Schutzziel erfüllt	
	Var. 0	Var. 1
Medizinischer Notfall	teilweise	ja
Verkehrsunfall mit leicht verletzten Personen	nein	ja
Polytraumatisierter eingeklemmter Patient	nein	ja
Brand Lkw bzw. flüssiges Gefahrgut - Feuerübersprung	nein	teilweise
Brand Lkw bzw. flüssiges Gefahrgut – Feuerbeständigkeit Bauwerk	ja	ja
Brand gasförmiges Gefahrgut (BLEVE)	nein	nein
Unfall mit Freisetzung von toxischem Gefahrgut	-	-
Brand Betriebsraum	ja	ja
Entgleisung Personenzug	-	-
Brand Personenzug - Feuerübersprung	teilweise	ja
Brand Personenzug – Feuerbeständigkeit Bauwerk	ja	ja



# Ausstattung Tunnelfeuerwehr

## Rettungsdienst



- Rettungswagen nach DIN EN 1789 Typ C
- Atemschutz (Pressluftatmer) und Schutzbekleidung
- Einfaches technisches Gerät zur Personenrettung und Brandbekämpfung
- Besondere Heckabsicherung gegen fließenden Verkehr
- Umfeld-Beleuchtung
- Digitalfunk
- Telemedizinisches Rettungsassistenzsystem

# Ausstattung Tunnelfeuerwehr

Brandschutz, Technische Hilfeleistung, Gefahrgut



- HLF 20/16 nach DIN 14530-11
- Laptop
- Atemschutz (Pressluftatmer - Twinpacks)
- Rettungsequipment
- Löschmittel für Brandklassen A, B, C und D
- Integrierter Löschmonitor
- Spezielle Schneidtechnik (Twinsaw,...)
- Hebekissen und Rettungszyylinder
- Wärmebildkamera
- Messtechnik Gefahrstoffe

# Zusammenfassung

- Hilfsfristen zur Rettung von Personen können nur mit Stationierung einer Tunnelfeuerwehr an beiden Tunnelportalen sichergestellt werden.
- Aufgrund der geplanten Feuerbeständigkeit des Tunnelbauwerks von 180 min können die daraus resultierenden Hilfsfristen für die Brandbekämpfung sowohl mit den öffentlichen Feuerwehren als auch der Tunnelfeuerwehr eingehalten werden.  
→ schnelleres Eingreifen der Tunnelfeuerwehr kann Schadensausmaß reduzieren
- Bei Einsätzen zur Brandbekämpfung bzw. bei schwereren Unfällen, bei denen die Entstehung eines Folgebrandes nicht ausgeschlossen werden kann, wird von einer Einsatzstärke von sieben Einsatzkräften (gleichzeitig) ausgegangen.
- Für den Aufbau der Tunnelfeuerwehr sollten Feuerwehrkräfte mit entsprechender rettungsdienstlicher Ausbildung ausgewählt werden. Entsprechend der untersuchten Szenarien sind von den Einsatzkräften die Einsatzbereiche Rettungsdienst, Brandbekämpfung, Technische Hilfeleistung und Gefahrgut abzudecken.

## Literatur (1)

1. Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz
2. Entscheidung der Kommission vom 20. Dezember 2007 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystem und im transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystem (TSI-SRT)
3. Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Ausgabe 2006
4. EBA-Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“ vom 01.07.2008
5. Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistung der Feuerwehren (Brandschutzgesetz – BrSchG) vom 10. Februar 1996, letzte Änderung 25.11.2008

## Literatur (2)

6. Rettungsdienstgesetz – Schleswig-Holstein (RDG) vom 29. November 1991
7. Gesetz über den Katastrophenschutz in Schleswig-Holstein (Landeskatastrophenschutzgesetz – LkatSG) in der Fassung vom 10. Dezember 2000, geändert 07. Januar 2008
8. Landesverordnung zur Durchführung des Rettungsdienstgesetzes (DVO-RDG) vom 20. November 2008
9. Gliederung und Ausrüstung der freiwilligen Feuerwehren, der Pflichtfeuerwehren und der Werkfeuerwehren sowie die Laufbahnen und die Ausbildung ihrer Mitglieder, Erlass des Innenministeriums Schleswig-Holstein vom 18. Februar 1998
10. Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Vfdb, 2006
11. Unterlagen Femern A/S
12. Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten. AGBF-Bund Berlin, 1998

# Ihr Ansprechpartner für Tunnelsicherheit

Dr.-Ing. Dieter Tetzner

DMT GmbH & Co. KG

Geschäftsfeld Anlagen- und Produktsicherheit

Geschwister-Scholl-Str. 21

04205 Leipzig

Tel. 0341/ 3331-514

Fax 0341/ 3331-420

Mobil 0170/ 45 700 54

E-Mail [dieter.tetzner@dm-group.com](mailto:dieter.tetzner@dm-group.com)

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

[www.dmt-group.com](http://www.dmt-group.com)