

FE 15.432/2006/ERB

Sicherheitsdokumentation

Phase „Planung“ Tunnel Riederwald

Stand: 2017-12-07_V12

Projekt-Nr. SW SVB: G16_023

<i>Tunnelmanager</i>	<i>Ersteller Sicherheitsdokumentation</i>
Hessen Mobil	Hessen Mobil
Dezernat BA 22; Bau Riederwaldtunnel	Dezernat BA 22; Bau Riederwaldtunnel
Westerbachstrasse 73-79	Westerbachstrasse 73-79
60489 Frankfurt am Main	60489 Frankfurt am Main
- Jürgen Semmler -	- Jürgen Semmler -
<i>Tunnelverwaltungsbehörde</i>	<i>Sicherheitsbeauftragter</i>
Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement	Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement
VE 5	Tunnel-Sicherheitsbeauftragter VE 5.01 (DMT)
Wilhelmstrasse 10	Kurt-Holzapfel-Straße 37
65185 Wiesbaden	37269 Eschwege

Inhaltsverzeichnis

0	Änderungsindex	4
1	Grundsätzliches	3
1.1	Grundsätzliche Vorgaben in den Richtlinien	3
1.2	Zielsetzungen	3
2	Bearbeitung der Sicherheitsdokumentation in den einzelnen Phasen	3
2.1	Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Planung	4
2.2	Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Inbetriebnahme	4
2.3	Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Betrieb	4
2.4	Sicherheitsdokumentation für einen bestehenden Tunnel	4
3	Inhalte der Sicherheitsdokumentation	4
3.1	Beschreibung des geplanten Bauwerkes und seiner Zufahrten	4
3.2	Vorbeugende und sichernde Maßnahmen	10
3.2.1	Vorbeugende und sichernde Maßnahmen gem. RABT 2006	10
3.2.1.1	Bauliche Maßnahmen (Rohbau)	10
3.2.1.2	Technische Ausstattung	22
3.2.2	Ergänzende Maßnahmen	33
3.3	Gesamtsicherheitskonzept	34
3.3.1	Verkehrsprognose und geplante Betriebsform	34
3.3.1.1	Aussage zum Verkehrsaufkommen je Zeitperiode	34
3.3.1.2	Anteil Busverkehr und Gefahrgutanteil	34
3.3.1.3	Betriebsform	34
3.3.2	Spezifische Gefahrenanalyse	35
3.3.2.1	Aussage zu erwarteten Häufigkeit von Tunnelereignissen	35
3.3.2.2	Typisches Schadensszenario	35
3.3.2.3	Parameter / besondere Charakteristik	43
3.3.3	Schadensverhütung	44
3.3.3.1	Schadensverhütende Einrichtungen	44
3.3.3.2	Schadensverhütende betriebliche Abläufe	45
3.3.3.3	Betriebliche Maßnahmen bei einem Schadensereignis, wie Unfall oder Brand	46
3.3.4	Ereignisbewältigung	46
3.3.4.1	Schadensmeldung	47
3.3.4.2	Selbstrettung	47
3.3.4.3	Fremdrettung	49
3.3.5	Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und behinderten Personen	51
3.4	Risikoanalysen	51
3.4.1	Risikoanalyse aufgrund besonderer Charakteristik	51
3.4.1.1	Voranalyse Sicherheitsbewertung für Straßentunnel nach RABT 2006, Abs. 05	52
3.4.2	Risikoanalyse – risikomindernde alternative Maßnahmen	54
3.4.3	Risikoanalyse – Zulässigkeit Längslüftung	54
3.4.4	Risikoanalyse – Zulässigkeit von Gefahrguttransporten	54
3.5	Betrieb und Organisation	54
3.5.1	Angaben der zuständigen Stellen und Personen	54
3.5.1.1	Verwaltungsbehörde	54
3.5.1.2	Tunnelmanager	54
3.5.1.3	Sicherheitsbeauftragter	54
3.5.1.4	Untersuchungsstelle	55
3.5.1.5	Verwaltungszuständigkeiten	55
3.5.1.6	Brandschutz und Allgemeine Hilfe/Allgemeine Festlegungen	55
3.5.1.7	Zuständigkeiten / Einsatzbereiche Feuerwehr	56
3.5.1.8	Zuständigkeiten Rettungsdienst	56

3.5.1.9	Polizei „Einsatzgrundsätze“	57
3.5.2	Organisationsstruktur, personelle und materielle Ressourcen	57
3.5.2.1	Ständig besetzte Stelle	57
3.5.2.2	Tunnelinspektionen	57
3.5.3	Vom Tunnelmanager spezifizierte Anweisungen	58
3.6	Alarm- und Gefahrenabwehrpläne	58
3.7	Störungen, Unfälle	58
3.7.1	System zur Erfassung und Auswertung von Erfahrungen	58
3.7.2	Bericht über erhebliche Störungen und Unfälle	58
3.7.3	Aufstellungen und Analyse der durchgeführten Sicherheitsübungen	59
3.8	Sicherheitsgutachten	59
3.9	Unterlagen im Rahmen der Bearbeitung	59
4	Darstellung möglicher Zuständigkeiten	60
	Literaturverzeichnis	62
	Abbildungsverzeichnis	63
	Formel nach Leitfaden	64
	Berechnungsergebnis nach Leitfaden	64
	Tabellenverzeichnis	64
	Abkürzungsverzeichnis	65

0 Änderungsindex

Stand	Version	Änderungen	Projekt-Nr.
2012-08-03	--	Ersterstellung	A/2011/09/110
2013-08-29	V2	inhaltlich, redaktionell	2013/12/086
2014-02-26	V3	inhaltlich, redaktionell	
2014-05-13	V4	inhaltlich, redaktionell	G16_023
2016-08-29	V5	inhaltlich, redaktionell	
2016-08-30	V6	inhaltlich, redaktionell	
2016-10-06	V7	inhaltlich, redaktionell	
2016-11-09	V8	inhaltlich, redaktionell	
2017-01-06	V9	inhaltlich, redaktionell	
2017-01-13	V10	inhaltlich, redaktionell	
2017-09-19	V11	inhaltlich, redaktionell	
2017-12-07	V12	Inhaltlich, redaktionell	

1 Grundsätzliches

1.1 Grundsätzliche Vorgaben in den Richtlinien

In den „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“, RABT 2006 [2], Abs. 1.1.5 ist eine Sicherheitsdokumentation für einen in der Planung befindlichen Tunnel zu erstellen. Die Sicherheitsdokumentation umfasst insbesondere folgende Bestandteile:

- die zur Durchführung des Gesamtsicherheitskonzeptes nach RABT, Abs. 0.4 sowie gegebenenfalls der Risikoanalysen nach RABT, Abs. 0.5 erforderlichen Unterlagen
- Sicherheitsgutachten eines auf diesem Gebiet spezialisierten Sachverständigen oder einer entsprechenden Organisation, beispielsweise der Untersuchungsstelle.

Die Erstellung der Sicherheitsdokumentation erfolgte nach dem „Leitfaden zur Erstellung einer Sicherheitsdokumentation“, FE 15.432/2006/EG vom BMVBS und BASt mit Stand 16. November 2009 [1].

Die Sicherheitsdokumentation für den Tunnel Riederwald enthält Beschreibungen der vorbeugenden und sichernden Maßnahmen zur Sicherstellung der Sicherheit der Tunnelnutzer.

Im Kapitel 3.1 und 3.2 sind eine allgemeine Beschreibung des Projekts sowie alle baulichen und ausrüstungstechnischen Sicherheitsmaßnahmen dargestellt.

Im Kapitel 3.3 „Gesamtsicherheitskonzept“ erfolgt eine umfassende funktionale Betrachtung der Tunnelsicherheit.

Im Kapitel 3.4 werden die Ergebnisse aller wesentlichen im Rahmen der Planung und Bau des Tunnels sowie im Rahmen von Planung und Umsetzung der Nachrüstungsmaßnahmen erstellten Gutachten zusammengefasst. Alle Gutachten werden außerdem als Anlagen der Sicherheitsdokumentation beigefügt und im Rahmen der Fortschreibung in der Phase der Inbetriebnahme ergänzt.

In den Kapiteln 3.5 „Betrieb“ und 3.6 „Alarm- und Gefahrenabwehrplan“ wird auf den zu erstellenden AGAP verwiesen, welcher im Rahmen der Phase „Inbetriebnahme“ als Bestandteil der Sicherheitsdokumentation aufgenommen wird.

1.2 Zielsetzungen

Die erste Phase der Sicherheitsdokumentation bezieht sich auf die Planungsphase. Hier werden alle baulichen und ausrüstungstechnischen Sicherheitsmaßnahmen behandelt und im Gesamtsicherheitskonzept eine umfassende Betrachtung der Tunnelsicherheit dargestellt. Die Sicherheitsdokumentation wird in der Planungsphase durch ein Sicherheitsgutachten ergänzt.

2 Bearbeitung der Sicherheitsdokumentation in den einzelnen Phasen

Die Inhalte der Sicherheitsdokumentation werden in den Richtlinien in drei Phasen konkretisiert:

- **Phase Planung**
- Phase Inbetriebnahme
- Phase Betrieb.

2.1 Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Planung

In der Phase der Planung wird die erste Version der Sicherheitsdokumentation im Rahmen des Planungsprozesses erstellt. Wesentliche Bestandteile sind:

- Voranalyse zur Sicherheitsbewertung
- Überprüfung besondere Charakteristik
- Erforderliche Risikoanalyse und ggf. Festlegung zusätzlicher Maßnahmen
- grobe Definition der Sicherheitsmaßnahmen, inklusive Lüftung und Ausrüstung
- Abstimmung mit dem Sicherheitsbeauftragten
- Abstimmung mit der Polizei, Feuerwehr und Rettungsdiensten
- Abstimmung mit der Verwaltungsbehörde

2.2 Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Inbetriebnahme

Im weiteren Verlauf werden, ausgehend von der Sicherheitsdokumentation in der Planungsphase und gegebenenfalls einer Aktualisierung in der Ausführungsphase, vor der Inbetriebnahme die Inhalte der Sicherheitsdokumentation auf einen aktuellen Stand gebracht und mit den organisatorischen und betrieblichen Maßnahmen ergänzt.

2.3 Ablauf für Sicherheitsdokumentation - Phase Betrieb

Die Sicherheitsdokumentation Inbetriebnahme und die Genehmigung der Inbetriebnahme stellt die Grundlage der Sicherheitsdokumentation in der Betriebsphase dar.

Die weiteren Schritte in der Phase Inbetriebnahme beschäftigen sich mit Änderungen und Auswertungen von Übungen, Störfällen und Ereignissen.

2.4 Sicherheitsdokumentation für einen bestehenden Tunnel

Dieses Kapitel trifft an dieser Stelle nicht zu.

3 Inhalte der Sicherheitsdokumentation

3.1 Beschreibung des geplanten Bauwerkes und seiner Zufahrten

Im Zuge des weiteren Ausbaus der BAB A 66 (Wiesbaden) - Frankfurt - Hanau - Fulda erfolgt auf einem Teilstück von 2,2 km Länge in der Stadt Frankfurt am Main ein Lückenschluss mit dem im Streckenverlauf liegenden Tunnel Riederwald zwischen der Ostumgehung Frankfurt im Zuge der BAB A 661 und dem Hanauer Kreuz (BAB A45).

Die Neubaumaßnahme liegt im Korridor der Straße „Am Erlenbruch“. Der Streckenabschnitt liegt in einem Bereich einer beidseitig gemischten Bauweise mit überwiegend Wohnbebauung, Kleingartengebiete, Schulen, Kindertagesstätten und Naherholungsgebieten.

Auf dem geplanten Streckenabschnitt werden Lärmschutzwände aufgestellt, welche die o. g. betroffene Bebauung weitestgehend vor Lärm schützen sollen.

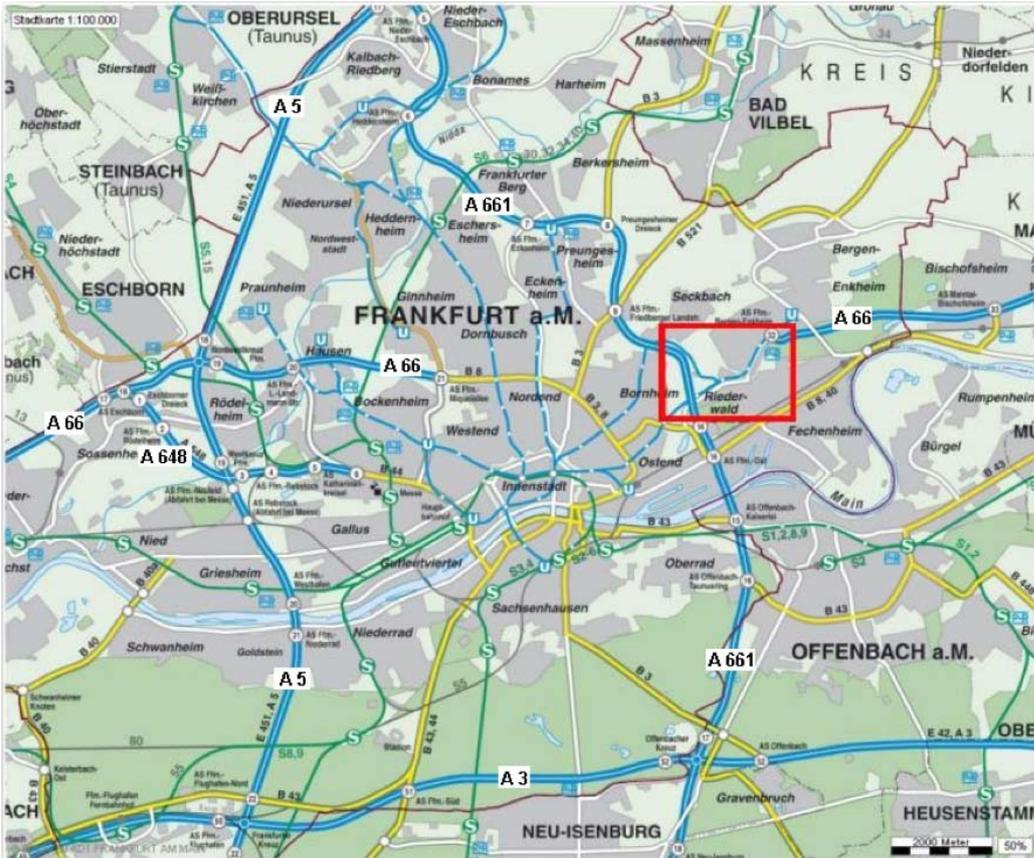


Abbildung 1: vereinfachte Übersichtskarte über das gesamte Verkehrsnetz im Bereich Frankfurt am Main. Die Maßnahme Tunnel Riederwald ist rot hervorgehoben.

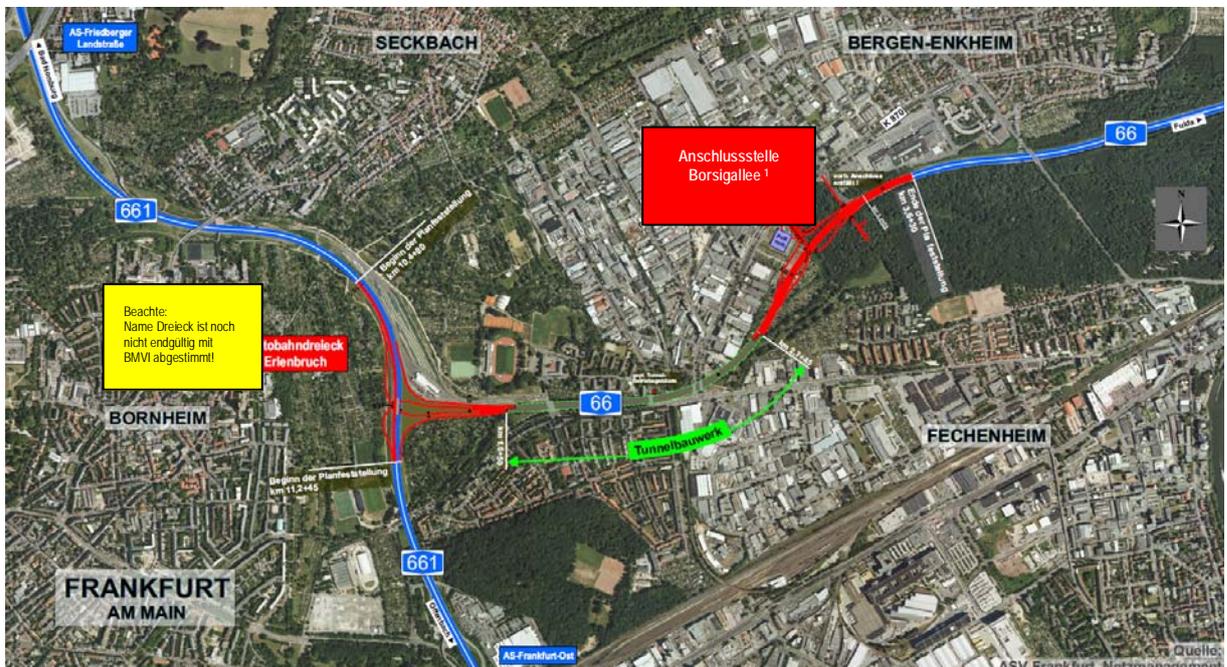


Abbildung 2: Übersichtsdarstellung der Gesamtmaßnahme bestehend aus dem Tunnel Riederwald, dem AD „Erlenbruch“¹, der AS „Borsigallee“² sowie der Vervollständigung der BAB A 661 zwischen der AS „Friedberger Landstraße“ und der AS „Frankfurt Ost“ / Quelle (April 2014): www.mobil.hessen.de

¹ Name AD vorläufig als Arbeitsbezeichnung / Anbindung P+R Parkhaus nur beispielhaft

² Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

Lage des Tunnels im Straßennetz

Im westlichen Bereich wird der Tunnel Riederwald über das geplante AD „Erlenbruch“¹ an die BAB A 661 angebunden. Im Osten wird über die geplante AS „Borsigallee“¹ das städtische Straßennetz erschlossen.



Bild 1: Visualisierung des geplanten AD „Erlenbruch“² zwischen der BAB A 661 und BAB A 66 aus nordwestlicher Richtung betrachtet. Am linken Bildrand ist das Westportal, Tunnel Riederwald dargestellt. Am rechten Bildrand verläuft die BAB A 661. Quelle (April 2014): www.mobil.hessen.de



Bild 2: Visualisierung des geplanten AD „Erlenbruch“²¹ und des Westportals als Aufsicht. Quelle (April 2014): www.mobil.hessen.de

¹ Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

² Name AD vorläufig als Arbeitsbezeichnung



Bild 3: Visualisierung der geplanten AS „Borsigallee“¹ aus östlicher Richtung betrachtet. Am linken Bildrand ist das Ostportal zu erkennen. In der Bildmitte sieht man das P+R Parkhaus². Quelle: www.riederwaldtunnel.de

Zufahrten zum Tunnel, zu den Portalen und zum Betriebsgebäude:

Die Zufahrt zum Tunnel erfolgt in erster Linie grundsätzlich fahrtrichtungsbezogen über die nächstgelegenen Anschlussstellen bzw. das Autobahndreieck.

Ostportal:

- über die AS Borsigallee¹ in FR Frankfurt
- über die BAB A 66 in FR Frankfurt

Die Entfernung von der Anschlussstelle zum Tunnel beträgt ca. 400 m. Über diese Anschlussstelle wird die Nordröhre angefahren.

Westportal:

- BAB A 661, AD Erlenbruch³ aus FR Darmstadt und aus FR Bad Homburg in Richtung Hanau

Die Entfernung zum Tunnel beträgt ca. 400 m. Über das AD Erlenbruch³ wird die Südröhre angefahren.

Mittelstreifenüberfahrt:

Vor dem Ost- und dem Westportal sind Mittelstreifenüberfahrten zwischen den Richtungsfahrbahnen angeordnet. In den passiven Schutzeinrichtungen ist an den Mittelstreifenüberfahrten eine Schnellöffnung für die Einsatzdienste im Schadensfall installiert. Die Gestaltung der Schnellöffnung erfolgt analog zu bestehenden Tunneln, wie Tunnel Neuhof, Tunnel Schulberg.

¹ Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

² Darstellung Anbindung P+R Parkhaus nur beispielhaft

³ Name AD vorläufig als Arbeitsbezeichnung

Überfahrt im Tunnel:

Auf Höhe der Pannenbucht in der Tunnelmitte ist eine Überfahrt als Verbindung mit genormten Durchfahrtsmaßen nach DIN 14090 „Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken“ (lichte Breite 3,50 m / lichte Höhe 3,50 m) zwischen der Nord- und Südröhre errichtet. Somit können die Einsatzdienste mit ihren Einsatzfahrzeugen im Tunnel je nach Schadensort einen einsatzbedingten Wechsel zwischen der Nord- oder Südröhre durchführen.

Lage und Zufahrt zum Betriebsgebäude:

Das Betriebsgebäude liegt ca. in der Tunnelmitte, außer- und oberhalb des Tunnels, als einzelstehendes Bauwerk. Es wird als eingeschossiges und oberirdisches Gebäude errichtet.

Das Betriebsgebäude ist vom rückwärtigen Straßennetz der Stadt Frankfurt am Main erreichbar. Die Hauptzufahrt soll über die Mergenthalerstraße, die Ausfahrt über die Flinschstraße erfolgen.

Von der Tunnelröhre Nord erfolgt eine Anbindung im Bereich der Außenanlage des Betriebsgebäudes zum Tunnel über eine separate Diensttreppe auf Höhe der Pannenbucht. Die Diensttreppe ist kein Rettungsweg im Sinne der RABT. Sie dient dem Betriebspersonal als Verbindungsweg zwischen der Nordröhre und dem außenliegenden Betriebsgebäude. Die Diensttreppe hat keine Überdruckbelüftung und ist damit für Einsatzdienste je nach Gefahrenlage eingeschränkt nutzbar. Durch entsprechende Dienstanweisungen wird sichergestellt, dass eine unbefugte Nutzung durch Mitarbeiter von Wartungsfirmen und Betriebspersonal ausgeschlossen wird.

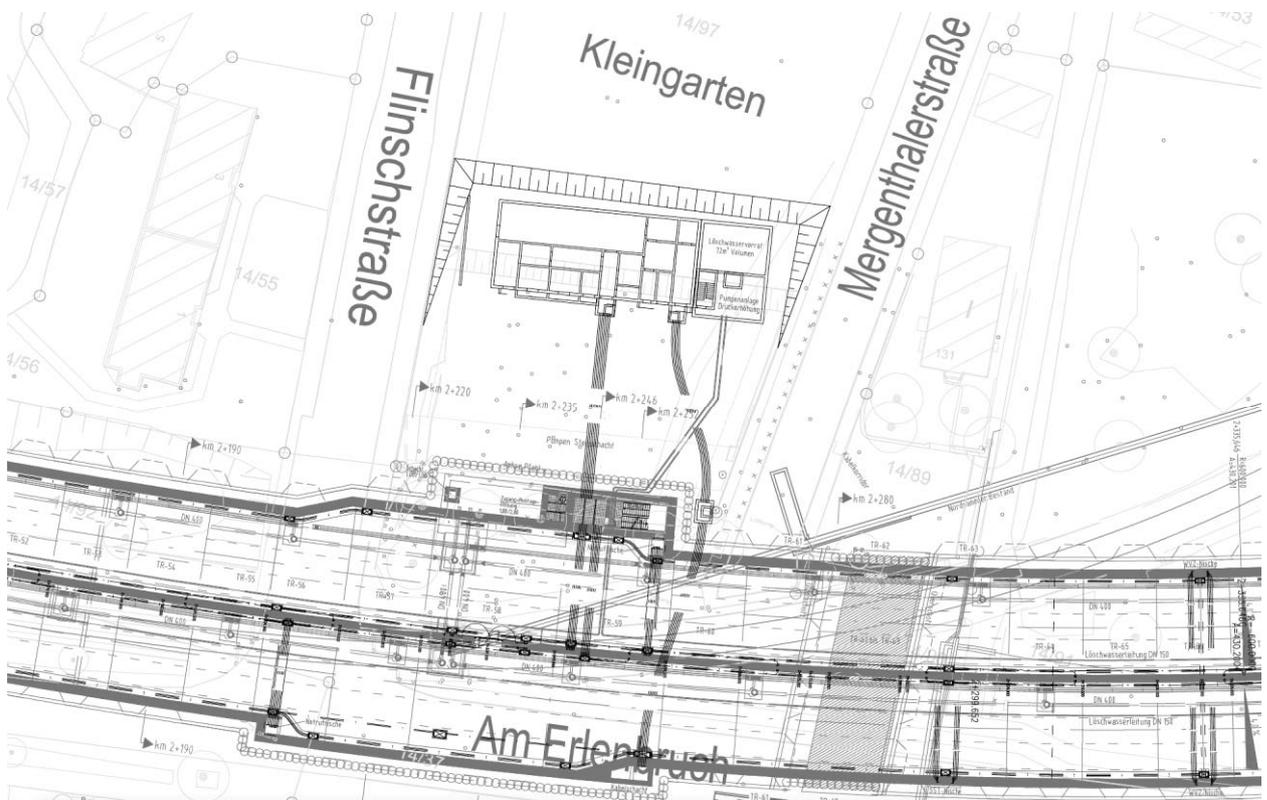


Bild 4: Auszug aus Unterlage 2 - Übersichtsplan

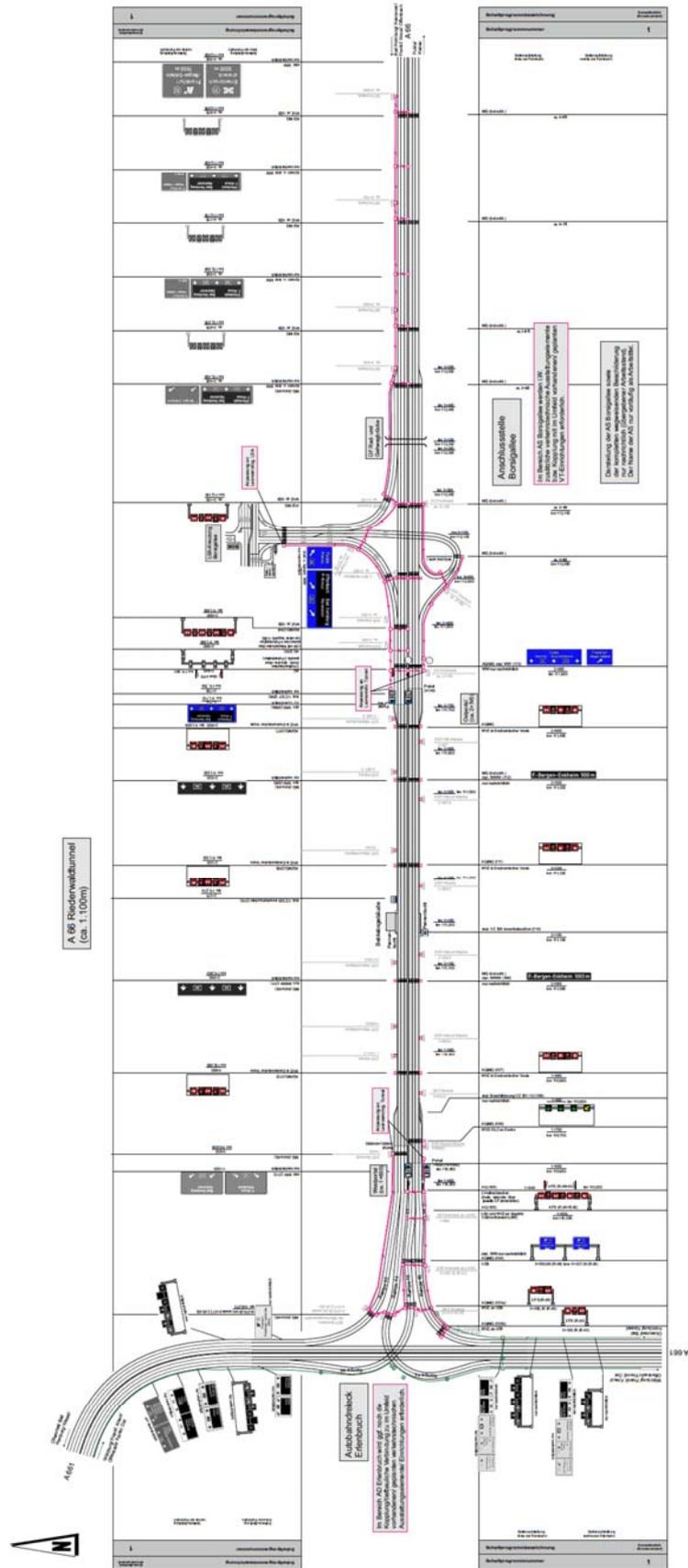


Abbildung 3: Auszug aus Unterlage 6.43.05 - Schema Verkehrsanlagen¹

¹ Darstellung nur nachrichtlich, Konzept für Netz- und Streckenbeeinflussung, der akt. Planungsstand ist noch nicht berücksichtigt.

3.2 Vorbeugende und sichernde Maßnahmen

Die in der RABT 2006, Abs. 1 bis 9 beschriebenen Maßnahmen dienen der sicheren Verkehrsführung, der Vermeidung kritischer Ereignisse, dem Schutz der Tunnelnutzer und der Umwelt sowie der Unterstützung der Einsatzdienste bei der Hilfeleistung bei Bränden, Unfällen und Pannen.

Nachfolgend sind die sicherheitstechnischen Anforderungen der vorbeugenden und sichernden Maßnahmen dargestellt.

3.2.1 Vorbeugende und sichernde Maßnahmen gem. RABT 2006

3.2.1.1 Bauliche Maßnahmen (Rohbau)

a) Tunnelgeometrie

Tunnellänge: Nordröhre 1.025,00 m
von km 1,6 + 85 bis 2,7 + 10

Südröhre 1.095,00 m
von km 1,6 + 50 bis km 2,7 + 45

Bauweise: Das Tunnelbauwerk wird in offener Bauweise als Rechteckprofil, als geschlossener „zweizelliger“ Stahlbetonrahmen hergestellt. An den Portalen werden Trogbauwerke mit Rampen hergestellt.

Abstände zwischen der Nord- und Südröhre: beide Tunnelröhren verlaufen parallel zueinander und sind durch die Mittelwand (1 m) voneinander getrennt

Tunnelgeometrie: Rechteckquerschnitt, drei- bzw. vierspurig,

Fahrstreifenbreite 3 x 3,50 m bzw. 4 x 3,50 m
Randstreifenbreite 0,25 m
Notgehwegbreite 1,00 m
Breite zwischen den Wänden 13,00 m bis 16,55 m
Lichte Höhe ca. 5,00 m

Lichtraumprofil (b x h): Westportal Einfahrt (Süd): 16,55 m x 5,00 m
Westportal Ausfahrt (Nord): 16,50 m x 5,00 m
Mittelbereich Südröhre: 13,05 m x 5,00 m
Mittelbereich Nordröhre: 13,00 m x 5,00 m
Ostportal Ausfahrt (Süd): 13,00 bis 14,40 m x 5,00 m
Ostportal Einfahrt (Nord): 14,40 bis 13,05 m x 5,00 m

lichte Durchfahrtshöhe: mind. 4,50 m = Mindestmaß (Unterkante WZG und Lüftungselemente)

Hinweis: Die Einhaltung von 4,70 m ist anzustreben.

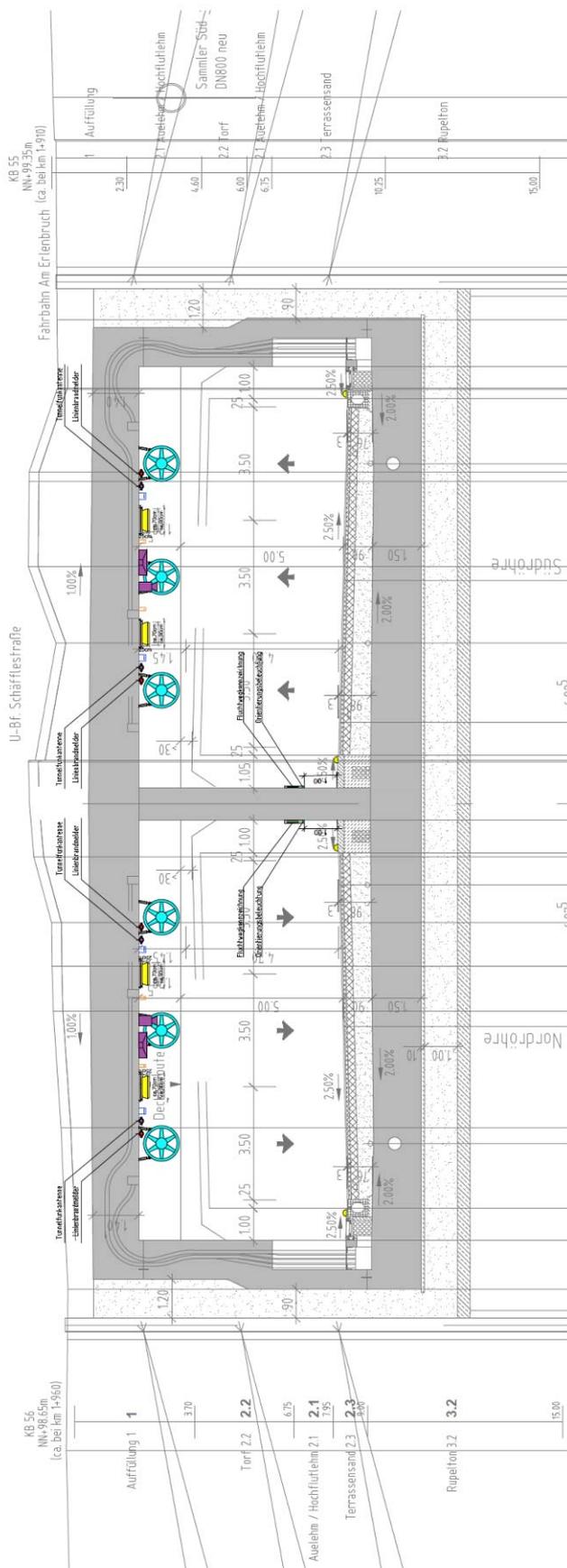


Abbildung 4: Querschnitt km 1-930, 3+3 Fahrspuren, Strahlventilatoren, ESV-Nische, Darstellung aus Unterlage 6.41.02, Regelquerschnitte, Betriebstechnische Ausstattung

Fahrbahnquerneigung: Nordröhre 2,5 % bis 4,0 %
 Südröhre 2,5 % bis 4,0 %

Tunnellängsneigung Nordröhre:

Tabelle 1: Längsneigung Nordröhre [Unterlage_4_1_Uebersichtslage_und Hoehenplan_INDEX_D.pdf]

Nordröhre (1.025 m)		
Länge in m	Längsneigung in %	Bemerkung
ca. 83	0,6 %	Westportal (Ausfahrt)
453,17	0,5 %	bei km 2+217,168 liegt der Tiefpunkt
481,07	-0,55 %	Ostportal (Einfahrt)

maßgebliche Tunnellängsneigung (gewichtet und gemittelt): 0,53 %

Tunnellängsneigung Südröhre:

Tabelle 2: Längsneigung Südröhre [Unterlage_4_1_Uebersichtslage_und Hoehenplan_INDEX_D.pdf]

Südröhre (1.095 m)		
Länge in m	Längsneigung in %	Bemerkung
ca. 125	-0,6 %	Westportal (Einfahrt)
430,019	-0,5	bei km 2+190,020 liegt der Tiefpunkt
533,502	0,6	Ostportal (Ausfahrt)

maßgebliche Tunnellängsneigung (gewichtet und gemittelt): 0,56 %

b) Zahl der Tunnelröhren und Fahrstreifen

Anzahl Tunnelröhren: 2 Tunnelröhren, die Nord- und die Südröhre,
 Nord = Fahrtrichtung Frankfurt und Darmstadt
 Süd = Fahrtrichtung Hanau

Anzahl der Fahrstreifen:

Tabelle 3: Übersicht Anzahl und Lage der Fahrstreifen

Lage		Länge	Anzahl der Fahrstreifen
WESTPORTAL			
Nordröhre West	Ausfahrt		
	km 1+685 km 1+780	95 m	4
Südröhre West	Einfahrt		
	km 1+650 km 1+780	130 m	4
Nordröhre	Einfahrt		
	km 1+780 km 2+710	930 m	3
Südröhre	Ausfahrt		
	km 1+780 km 2+745	965 m	3
OSTPORTAL			

Fahrbahnbreite: im dreispurigen Bereich 3 x 3,50 m = 10,50 m
 im vierspurigen Bereich 4 x 3,50 m = 14,00 m

c) Betriebsgebäude:

Zur Unterbringung der technischen Anlagen des Tunnels befinden sich

- etwa in der Tunnelmitte ein oberirdisches, einzelstehendes, 1-geschossiges Betriebsgebäude.

Gegründet wird das Gebäude auf einer Stahlbetonplatte. Zur Führung der Medien oberhalb der Sohlplatte wird ein Doppelboden errichtet. Die Grundrissabmessungen des Gebäudes betragen etwa 12 x 27,3 m. Die Höhe des Gebäudes liegt bei max. 5 m.

Nachfolgende Anlagen werden im Betriebsgebäude in getrennten Räumen untergebracht, wobei die Funktionssicherheit im Brandfall sichergestellt wird:

- Mittelspannungsschaltanlage und Transformatoren
- Niederspannungsschaltanlagen
- Warterraum mit ZLT, Brandmeldeanlage, Lautsprecheranlage, Videoanlage, Funkanlage, MSR-Raum
- USV-Versorgungsanlagen einschließlich Batterien
- Streckenfernmeldeeinrichtungen
- Löschwasserbecken und Druckerhöhungsanlage.

Das Betriebsgebäude ist über die öffentlichen Straßen der Stadt Frankfurt am Main, die Flinschstraße und die Mergenthalerstraße, anzufahren. Um das Betriebsgebäude wird ein Zaun mit zwei Toren errichtet, so dass die Bereiche vor unbefugtem Zutritt geschützt sind.

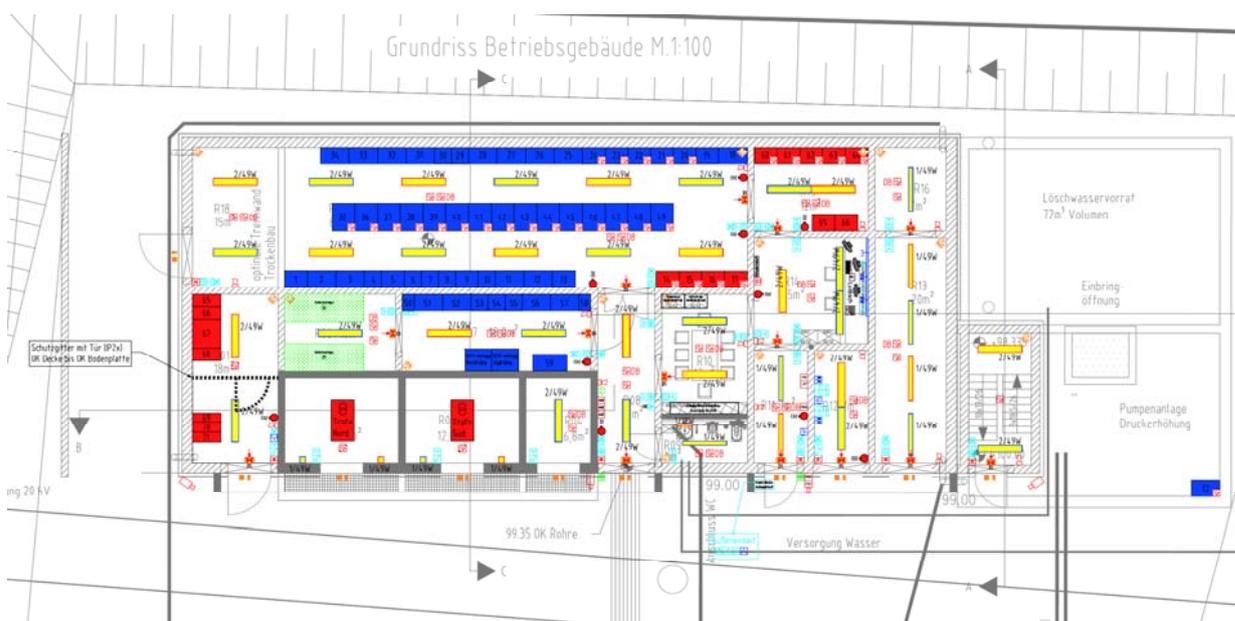


Abbildung 6: Darstellung aus Unterlage 6.42.01, Lageplan und Umfeld Betriebsgebäude, betriebstechnische Ausstattung

Das Betriebsgebäude wird nicht mit Personal besetzt. Aus diesem Grund ist eine Fernüberwachung und Bedienung der Tunneltechnik erforderlich.

Der Tunnelbetrieb erfolgt vollautomatisch mit Fernbeobachtung und Bedienung durch die ständig besetzte Stelle.

Der Zugang vom Tunnel zum Betriebsgebäude erfolgt über eine an die Pannenbucht Nord angrenzende Diensttreppe mit einem Treppenaufgang ins Freie zur Freifläche auf der Südseite am Betriebsgebäude.

Zwischen Tunnel und Betriebsgebäude wird in zwei geschirmten Kabelkanälen/-schächten die Energieversorgung und die Löschwasserleitungen geführt.

d) Aufstell- und Bewegungsflächen

Ereignisse und Auswertungen von Übungen zu möglichen Szenarien an einem Straßentunnel haben gezeigt, dass im Falle einer Havarie, eines Brandes oder eines Gefahrgutunfalles die Einsatzdienste der Polizei, der Feuerwehr und des Rettungsdienstes sowie Hilfsdienste (z. B. Abschleppdienste, Entsorgungsfirmen) mit ihren Fahrzeugen und der Technik vor Ort am Ereignisort zusammenwirken müssen. Ausreichende Aufstell- und Bewegungsflächen müssen sichergestellt sein und entscheiden maßgeblich über ein schnelles und ungehindertes Vorgehen der Einsatzdienste.

Für nachgenannte Fahrzeuge und Technik müssen Aufstell- und Bewegungsflächen an den Portalen und Betriebsgebäude zur Verfügung stehen:

- Einsatzleitwagen (ELW)
- Löschfahrzeuge (TLF, LF)
- Sonderfahrzeuge im Bereich Gefahrgut (GWG, GW-Mess, Deko)
- Polizeieinsatzfahrzeuge (FuStW)
- Rettungsfahrzeuge (RTW/KTW/NEF)
- Bergungstechnik, Entsorgungsfahrzeuge von Fachunternehmen
- Sammelstellen, Verletztenablage- und Behandlungsplätze.

Die benötigte Aufstellfläche für die angeforderten Einsatzdienste beläuft sich (z. B. ohne Einsatz eines Gefahrgutzuges) auf ca. 2.500 m².

Für ein Großschadensereignis (z. B. Großbrand, Massenanfall Verletzter, Gefahrgutunfall) und der Nutzung von nur einem nichtkontaminierten Portal wird eine Aufstell- und Bewegungsfläche von mindestens 4.000 m² benötigt.

Im Bundesland Hessen wurde für die Sicherstellung der Gefahrenabwehr auf der BAB 44 von Kassel nach Herleshausen ein verbindlicher Rahmeneinsatzplan auf der Grundlage §§ 4 und 5 des Hessischen Brand- und Katastrophenschutzgesetzes (HBKG) vom 03.12.2010 in Kraft gesetzt. Diese verpflichten die Landkreise und das Land Hessen Alarm- und Einsatzpläne für Anlagen und gefahrbringende Ereignisse, von denen Gefahren für mehrere Landkreise ausgehen, zu erstellen. Dieser Rahmeneinsatzplan sollte als Grundlage dienen, für den Streckenabschnitt der BAB 66, Tunnel Riederwald, eine gleiche Regelung durch die zuständigen Gefahrenabwehrkräfte zu erstellen und abzustimmen.

Im o. g. Rahmeneinsatzplan der BAB 44 ist auch im Punkt 3.8 eine Regelung zur Einsatztaktik enthalten. Insbesondere das Prinzip der getrennten Richtungsfahrbahnen in zwei voneinander geführten Tunnelröhren implementiert eine grundsätzliche Vorgehensweise.

Bei dem Tunnel Riederwald sind bisher nachfolgende Flächen als Hauptaufstellflächen an den Portalen geplant:

- **am Westportal** (Flächen nach Abbildung 7)

die Richtungsfahrbahn/-en der BAB 66 wie folgt:

→ Stellfläche 1 - Fahrbahn Süd - Portalvorfeld - ab Sperrschranke 1.414 m²

→ Stellfläche 2 - Fahrbahn Nord - Portalvorfeld, Fläche bis 300 m vor dem Portal 4.200 m²

Gesamt am Westportal: 5.614 m²

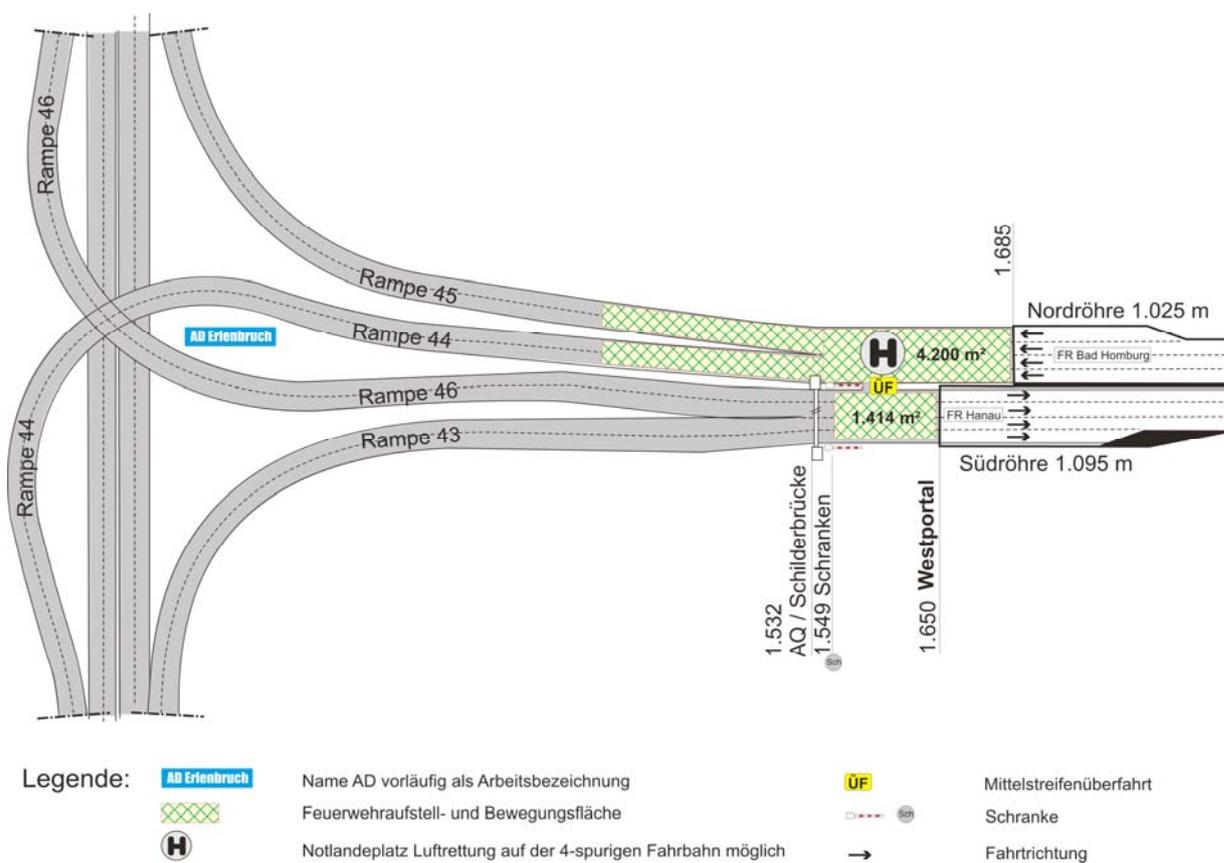


Abbildung 7: vereinfachte Übersichtsdarstellung der möglichen Feuerwehraufstell- und Bewegungsflächen sowie Notlandeplatz Luftrettung am Westportal, Zeichnung nicht maßstäblich ²

² Übersichtsdarstellung vereinfacht, nur nachrichtlich, Name AD vorläufig als Arbeitsbezeichnung

- **am Ostportal** (Flächen gem. Abbildung 8)

die Richtungsfahrbahn/-en BAB 66 wie folgt:

→ Stellfläche 1 - Fahrbahn Nord - Portalvorfeld - ab Sperrschranke 1.820 m²

→ Stellfläche 2 - Fahrbahn Süd – Portalvorfeld,
Fläche bis 300 m vor dem Portal 3.745 m²

Gesamt am Ostportal: 5.565 m²

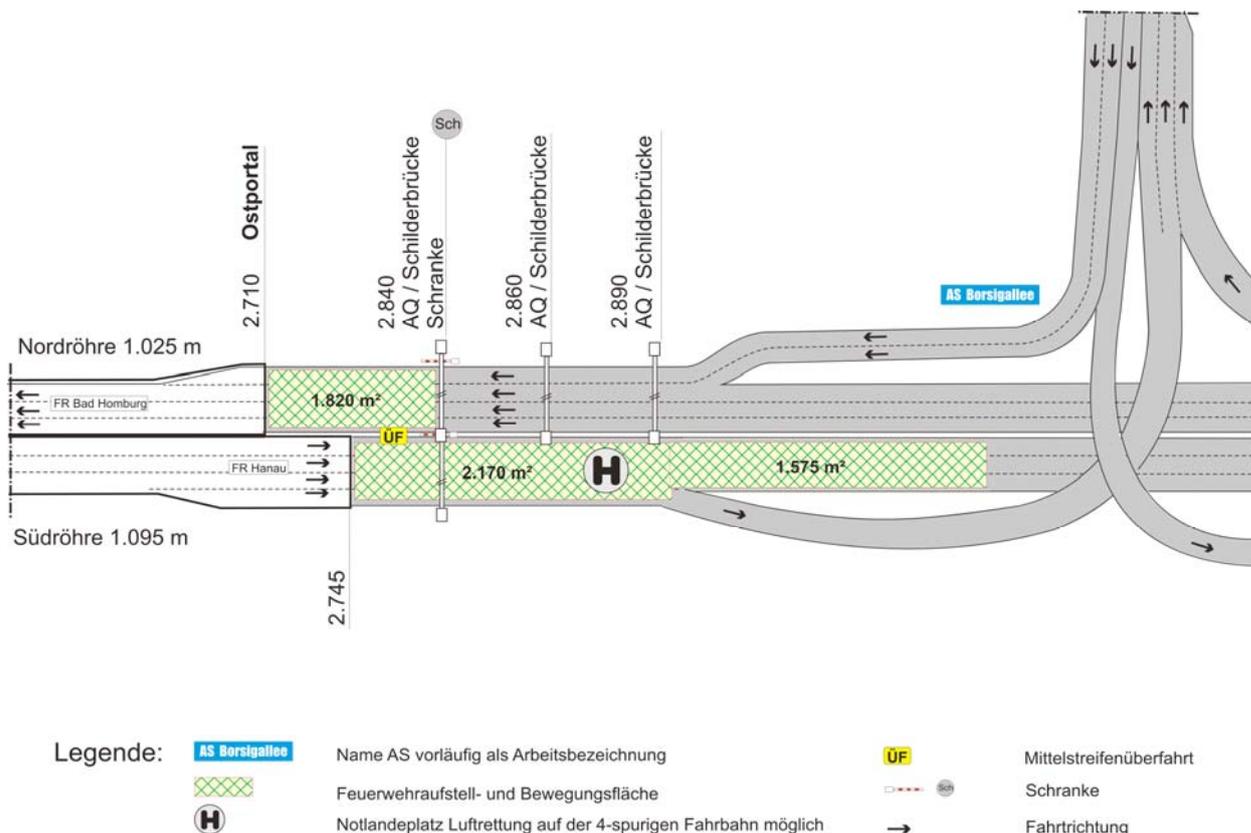


Abbildung 8: vereinfachte Übersichtsdarstellung der möglichen Feuerwehraufstell- und Bewegungsflächen sowie Notlandeplatz Luftrettung am Ostportal, Zeichnung nicht maßstäblich ¹

Hinweis:

Die benötigte Aufstell- und Bewegungsfläche an beiden Portalen ist ausreichend. Die Luftrettung kann im Bereich der 4-spurigen, leer gefahrenen Richtungsfahrbahn realisiert werden.

Weitere Aufstellflächen:

- vom Ereignis außerhalb des Tunnels wegführende Richtungsfahrbahn nach dessen Leerfahrt
- Flächen um das Betriebsgebäude: ca. 250 m²
- Flinschstraße und Mergenthalerstraße als Bereitstellungsraum und Krätesammelstelle bei Blockade eines Portals
- ein Notlandeplatz für die Luftrettung kann aufgrund der Fahrbahnbreite auf der leergefahrenen Richtungsfahrbahn eingerichtet werden.

¹ Übersichtsdarstellung vereinfacht, nur nachrichtlich, Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

e) Löscheinrichtungen, Wasserversorgung

Für die im Tunnel vorzusehenden Löscheinrichtungen gelten die Anforderungen der RABT 2006, Abs. 6.4.

Gemäß RABT 2006, Abs. 6.4.2 ist eine Löschwasserversorgung von 1200 l/min bei einem Entnahmedruck zwischen 6 bar und 10 bar für eine Löschzeit von einer Stunde auszulegen.

Für den Tunnel Riederwald ist folgendes Löschwasserkonzept vorgesehen:

- unterirdisches Löschwasserbecken nach DIN 14230 „Unterirdische Löschwasserbehälter“ mit einer Kapazität von 72 m³ und einer Druckerhöhungsanlage am Betriebsgebäude
- Löschwasserleitung DN 150, PN 16 als Ringleitung in beiden Tunnelröhren mit Anschlüssen an Überflurhydranten, die im Abstand von 125 m bis 135 m seitlich in Nischen gegenüber der Notrufstationen in Fahrtrichtung linksseitig angeordnet sind. In den Trögen vor den Portalen wird neben jeder Notrufstation ein Überflurhydrant in einer Nische in der Trogwand angeordnet.
- die Überflurhydranten in Hydrantennische nach RIZ-Ing, T Hyd 1, Hydrant mit Handstellrad und jeweils zwei B-Anschlüssen



Abbildung 9: Bsp. Hydrant in Hydrantennische Tunnel

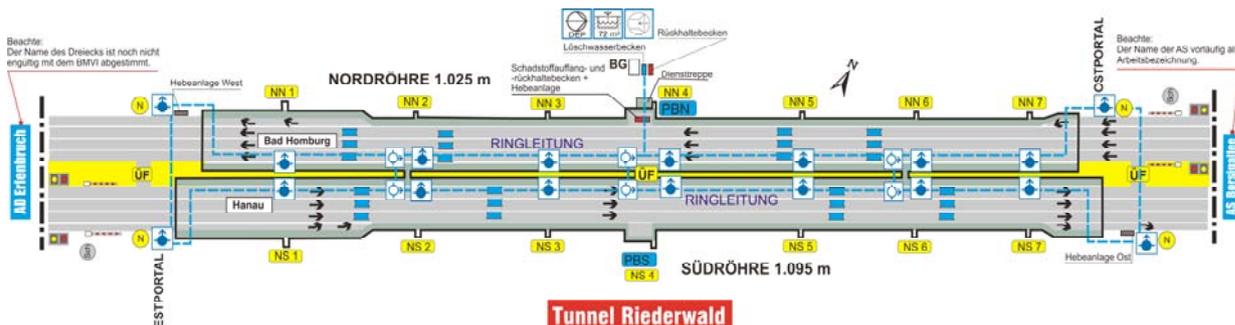


Abbildung 10: vereinfachte Darstellung der Löschwasserversorgung

Um ein Funktionieren des Feuerschutzabschlusses (Fluchttüren in der Mittelwand) zwischen den Tunnelröhren nicht zu beeinträchtigen, wird jeweils ein Leerrohr DN 80 (trockene Löschleitung) mit beidseitig installierter B-Festkupplung und Blindkupplung neben den Fluchttüren der Notausgänge und der Überfahrt installiert.



Abbildung 11: Bsp. trockene Löschleitung als Wanddurchführung in einem Tunnel, DN 80 mit B-Festkupplung beidseitig neben einem Notausgang, Quelle: SW IB BS GmbH

Der Grundschutz der Löschwasserversorgung für das Betriebsgebäude wird über die öffentliche Wasserversorgung aus dem Städtetz der Stadt Frankfurt sichergestellt.

An jeder Notrufstation werden je zwei Handfeuerlöscher (ABC-Pulverlöscher) mit einem Füllgewicht von jeweils 6 kg stationiert. Die Handfeuerlöscher werden so in die Notrufstation integriert, dass sie aus dem Verkehrsraum zugänglich sind. Der Standort der Feuerlöscher muss durch Hinweisschilder gekennzeichnet werden.

Im Betriebsgebäude werden CO₂-Löscher und weitere ABC-Pulverlöscher vorgesehen.

f) Entwässerung

Alle innerhalb des Tunnels anfallenden Flüssigkeiten werden in einer seitlichen Schlitzrinne mit 100 l/s gefasst. Die Hohlbordrinne wird am tiefer liegenden Fahrbahnrand angeordnet. Im Abstand von ~ 50 m sind Ableitungen aus der Hohlbordrinne zu den Kontrollschächten sowie Abschottungen der Hohlbordrinne vorgesehen.

Der Tiefpunkt der Tunnelentwässerung liegt etwa in der Mitte des Tunnels.

Im Fahrbahmentwässerungssystem werden abgeleitet:

- eingeschlepptes Niederschlagswasser
- Reinigungswasser
- Löschwasser
- Flüssigkeiten von verunfallten Tankwagen.

Um die Ausbreitung von Bränden über das Leitungssystem zu verhindern, erhalten die Querleitungen vor dem Abfluss in den Sammelkanal jeweils einen Siphon.

Entsprechend der RABT 2006, Abs. 7.2 sind Wasser und Flüssigkeiten der Fahrbahnentwässerung in abflusslose Auffangbecken mit einem Fassungsvermögen von mind. 102 m³ zu führen (72 m³ Löschwasser + ca. 30 m³ Tankinhalt). Diese Kapazität muss ständig zur Verfügung stehen.

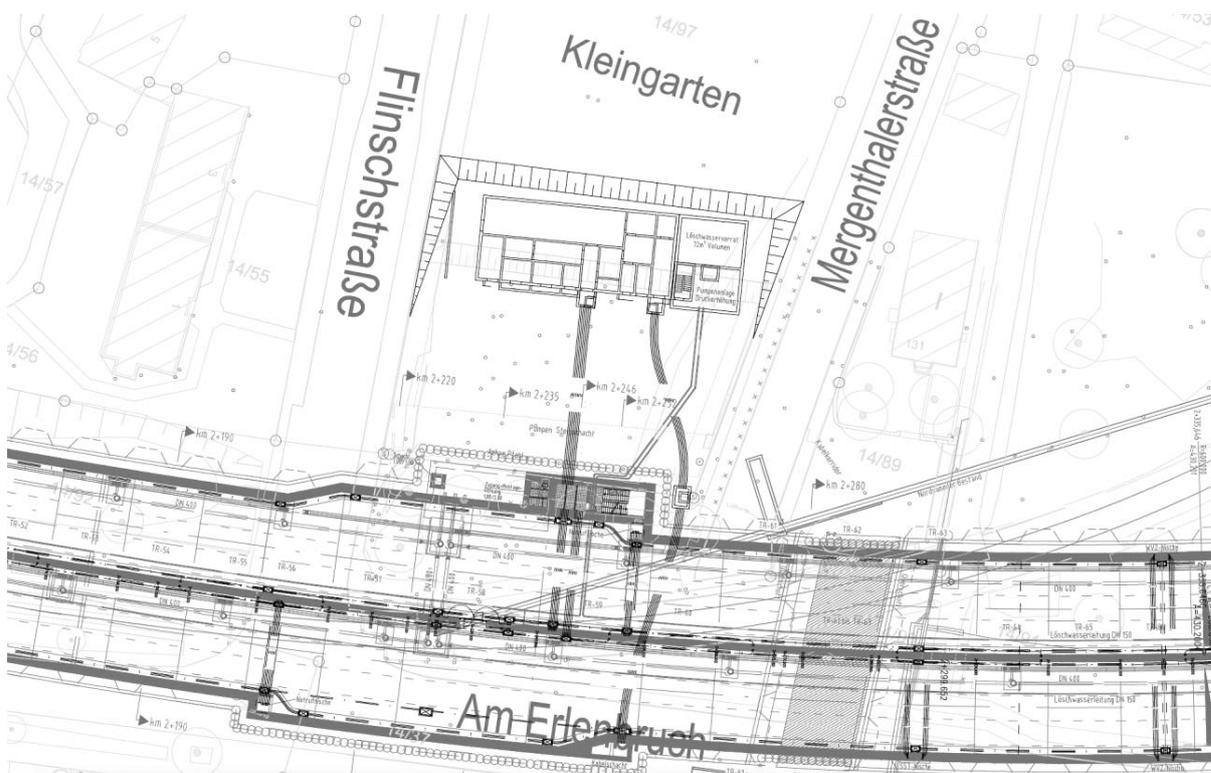


Bild 5: Lage der Löschwasserversorgungs- und Rückhalteeinrichtungen;
Quelle: Unterlage 2 - Übersichtslageplan

Im Regelbetrieb wird das Niederschlags- und Reinigungswasser in den Nordsammler gepumpt.

Der Transport zur Entsorgungsstelle für kontaminierte Flüssigkeiten erfolgt durch Tankfahrzeuge.

Im Bereich der Überfahrten/Notausgänge ist die Schlitzrinne geschlossen auszubilden.

Nach der RABT 2006, Abs. 7.2 sind geforderte Mess- und Alarmeinrichtungen vorzusehen. Notwendige Meldungen für den betrieblichen Teil werden auf die ständig besetzte Stelle aufgeschaltet und überwacht.

Die Leuchtenanordnung wird vom Tunnelquerschnitt sowie von licht- und wartungstechnischen Kriterien bestimmt. Für die Adaptionsbeleuchtung wird eine Gegenstrahlbeleuchtung vorgesehen.

Die Steuerung der Beleuchtung erfolgt abhängig von der Außenhelligkeit.

Die nach dem Beleuchtungskonzept bei Nacht zu betreibenden Leuchten der Durchfahrtsbeleuchtung sind gleichzeitig die Notbeleuchtung. Bei Netzausfall gewährleistet eine USV-Anlage den Weiterbetrieb der Nachtdurchfahrtsbeleuchtung.

j) Lüftung

Die Lüftung im Tunnel erfüllt folgende Aufgaben:

Regelbetrieb

- Versorgung der Kraftfahrer (und des Personals bei Unterhaltungsarbeiten im Tunnel) mit ausreichend reiner Atemluft
- Sicherstellung genügender Lichtverhältnisse in der mit Abgasen und Staub belasteten Tunnelluft

Bei einem Fahrzeugbrand

- Verringerung von Rauch- und Hitzeeinwirkung auf den Fluchtwegen im Fahrraum und auf den Rettungswegen. Das primäre Ziel der mechanischen Längslüftung nach RABT ist dabei, die Selbstrettung der Tunnelnutzer auf den gegebenen Fluchtwegen zu ermöglichen. Zur Gewährleistung dieser Anforderung wird in Abhängigkeit der Tunnellänge, der Verkehrsart, der Längsneigung des Tunnels und der Verkehrsbelastung das Lüftungssystem festgelegt.
- Entrauchung des Tunnels nach der Rettungsphase.

Für den Tunnel Riederwald liegt ein Lüftungsgutachten von HBI vor. Die Bemessungsbrandleistung für den Brandfall ist auf 30 MW festgelegt.

Der Tunnel Riederwald wird im Richtungsverkehr betrieben.

Unter Beachtung der Rahmenbedingungen der RABT kommt eine mechanische Längslüftung zur Anwendung.

Im Ergebnis des Gutachtens kommen reversierbare Strahlventilatoren mit folgenden technischen Anforderungen zum Einsatz:

→ Typ	LR Ø 800 mm
→ Blasrichtung	reversierbar
→ Laufraddurchmesser	800 mm
→ Außendurchmesser	990 mm
→ Standschub	870 N
→ Motorleistung	30 kW
→ Temperaturanforderung	400°C, 90 min.

Die Anordnung von vier Ventilatorgruppen mit je 3 Stück reversierbaren Strahlventilatoren nach unten genannter Tabelle wird realisiert.

Folgende Installationsstandorte sind vorgegeben:

Tunnelröhre	Position [km]	Querschnitt
Südröhre	1+800.0000	3-spurig
	1+930.0000	3-spurig
	2+450.0000	3-spurig
	2+595.0000	3-spurig
Nordröhre	1+800.0000	3-spurig
	1+930.0000	3-spurig
	2+450.0000	3-spurig
	2+595.0000	3-spurig

Als Redundanz ist der Ausfall einer Strahlventilatorengruppe aufgrund eines Brandes berücksichtigt.

Die Installation der Strahlventilatoren erfolgt außerhalb des Lichtraumprofiles in der jeweiligen Tunnelröhre in Deckennischen.

Neben den Anforderungen in der Brandröhre sind auch die Druckbedingungen zwischen der Brandröhre und der nicht betroffenen Tunnelröhre berücksichtigt. In der vom Brandfall nicht betroffenen Röhre wird mittels Strahlventilatoren ein Gegendruck erzeugt, um den Übertritt von Brandrauch über die Türen der Notausgänge in die parallele nicht betroffene Nachbarröhre auszuschließen.

Zur Vermeidung eines Lüftungskurzschlusses mit der Möglichkeit des Rauchübertrittes in die nicht betroffene Röhre wird am Westportal eine Lüftungstrennwand hergestellt.

Die Steuerung der Lüftung wird in die Betriebsarten:

→ Lüftung im Normalbetrieb

→ Lüftung im Brandfall

unterschieden.

Im Normalbetrieb erfolgt die Steuerung der Lüftung je Tunnelröhre unabhängig voneinander. Die Regelgrößen für den Normalbetrieb sind die gemessenen Werte der Sichttrübung, CO-Gehalt und Strömungsgeschwindigkeit der Luft. In Abhängigkeit der erfassten Messwerte wird eine definierte Anzahl an Strahlventilatoren in Betrieb genommen.

Im Brandfall wird zwischen der Rettungs- und Brandbekämpfungsphase (Selbstrettungs- bzw. Fremdrettungsphase) unterschieden. Bis zum Eintreffen der Feuerwehr werden die erforderlichen Brandlüftungsprogramme für die Selbstrettungsphase automatisch durch die Brandmeldeanlage im Tunnel aktiviert.

Brandprogramme für die Rettungsphase werden automatisch, in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit, Betrag und Richtung und des Brandortes ausgelöst.

Brandbekämpfungsphase - manueller Betrieb

Bei Eintreffen der Feuerwehr kann der Einsatzleiter am Tunnel die Lüftersteuerung im manuellen Betrieb übernehmen. Der Zeitpunkt der Übernahme der Lüftungssteuerung wird durch die Feuerwehr selbst bestimmt. Zur Unterstützung der Brandbekämpfung und zur Aufrechterhaltung einer „sauberen Seite“ kann der Brandrauch mit großer Geschwindigkeit einseitig ausgetrieben werden. Die Austriebsrichtung bestimmt der Einsatzleiter.

k) Messeinrichtungen

Für die Früherkennung eines Brandereignisses werden neben der Brandmeldeanlage zusätzlich die Signale der Sichtrübe Messeinrichtung als „Voralarm“ für die ständig besetzte Stelle verwendet.

Die Sichtrübe ist an mehreren Standorten im Tunnel, in Abständen von höchstens 300 m, zu messen. Als Messeinrichtungen werden die Sichtrübe Messstellen im Notrufnischenabstand ausgeführt.

Die Erfassung der Strömungsgeschwindigkeit erfolgt durch je ein Gerät je Lüftungsabschnitt.

Das gemäß der RABT 2006 erforderliche CO-Messgerät bei Installation einer Lüftungsanlage wird im letzten Tunnelabschnitt angeordnet.

Für den Tunnel Riederwald werden zusammengefasst für die Tunnellüftung folgende relevante Messeinrichtungen installiert:

- 2 CO-Messstellen, je 1 Messstelle pro Tunnelröhre jeweils im letzten Tunnelabschnitt (ca. bei der letzten Notrufnische)
- 15 Messstellen für Sichtrübe, jeweils / Messstellen im Abstand der Notrufstationen (8 Notrufstationen Südröhre, 7 Notrufstationen Nordröhre)
- 6 Strömungsmessstellen, 3 Messstellen pro Tunnelröhre
- 2 Messstellen Nebel, jeweils 1 Messstelle vor dem jeweiligen Portal
- 64 Doppelschleifen-Messquerschnitte zur Verkehrserfassung in den Tunnelvorfeldern und 34 Doppelschleifen-Messquerschnitte im Tunnel.

l) verkehrstechnische Tunnelausstattung

Im Erläuterungsbericht der Betriebstechnischen Ausstattung, Punkt 3.3., Version 1.0, Stand 01.01.2016, Schüßler-Plan ist das Erfordernis zur **erweiterten verkehrstechnischen Ausstattung** dargestellt. Die Klassifikation nach dem im Entwurf vorliegenden RABT-Entwurf 2015 kommt zum gleichen Ergebnis.

Die RABT 2006 erläutert im Weiteren, unter welchen Voraussetzungen eine Ergänzung der verkehrstechnischen Ausstattung erforderlich wird. Dies trifft beim Tunnel Riederwald explizit zu u. a. durch:

- LSA in Portalnähe,
- Umleitungserfordernisse,
- Fahrstreifensperrungen (z. B. zur Wartung unter Verkehr).

Bei der verkehrstechnischen Ausstattung sind die Regelungen zur verkehrstechnischen Ausstattung und zum Betrieb von Straßentunneln (Musteranordnung Teil B und Teil C, Hessen Mobil-Straßen- und Verkehrsmanagement, Stand: 11.05.2016) zu beachten.

Die Umsetzung der Netz- und Streckenbeeinflussung in den Vorfeldbereichen sind kein Planungsbestandteil der betriebstechnischen Ausstattung und werden separat geplant.

Verkehrszeichen, Anzeigenquerschnitte im Tunnelvorfeld

Sperrschranken:

- paarweise horizontal einschwenkbare Halbschranken vor jedem Portal
- mit Induktivschleifen-Überwachung der Schwenkbereiche
- Videoüberwachung der Schrankenstandorte

Wechsellichtzeichen (WLZ) / Portal-Lichtsignalanlagen-Signalgeber (LSA):

- vor den Standorten der Sperrschranken Portal-LSA (2-feldrige Register jeweils mit Rot/Gelb mit Kontrastblenden)
- zur besseren Erkennbarkeit Anordnung seitlich sowie fahrstreifenbezogen über Kopf an AQ/Verkehrszeichenbrücke (VZB)

Zusätzliche Anzeigenquerschnitte (AQ):

- Kombination zusätzlicher AQ im Vorfeld der AS Borsigallee¹ aus FR zur Geschwindigkeitsreduzierung und Ausleitung über die AS, z. B. bei Tunnelsperrung
- jeweils 2 zusätzliche AQ in den direkten Tunnelvorfeldern zur Geschwindigkeitsreduzierung, z. B. Tunnelsperrung, Anordnung spurbezogen über Kopf, Befestigung an begehbaren Verkehrszeichenbrücken/Kragarmkonstruktionen
- fahrstreifenbezogen jeweils WVZ-Typ A (bis zu 14-begriffig inklusive Integration des Inhaltes Gefahrenzeichen VZ 131 StVO „Lichtzeichenanlage“)
- mit dazwischen übereinander angeordneten WVZ-Typen B (bis zu 12-begriffig, an den portalnahen AQ zwingend inklusive VZ 250 in Positivdarstellung) und darunter C-Zeile (frei programmierbar, an den portalnahen AQ zwingend inklusive Darstellung Entfernungsangabe des VZ 250 zur Schranke) gem. Abbildung 3, Seite 9

Statische Beschilderung (pro Fahrtrichtung, Befestigung an Rohrmasten):

- Zeichen Tunnel (Z 327 StVO) mit Tunnelname und Länge gemäß VwV StVO,
- nichtamtliches Hinweisschild "Radio ein"
- Überholverbot für LKW (Z 277 StVO)
- Ende der Streckenverbote (Z 282 StVO).

Verkehrszeichen, Anzeigenquerschnitte im Tunnel

Die im Tunnel noch vorzusehende Wegweisung (WW) ist kein Planungsbestandteil und wird separat geplant. Diese Ausstattungen sind jedoch hinsichtlich der Standorte/Erkennbarkeiten mit denen der verkehrstechnischen Ausstattung des Tunnels Riederwald abzustimmen.

Anzeigequerschnitte (AQ) mit LED-Wechselverkehrszeichen (WVZ):

- Abstand ca. 300 - 450 m je Tunnelröhre
- Anordnung grundsätzlich fahrstreifenbezogen über Kopf, Befestigung in Tunneldeckennische/Voute
- je Fahrstreifen jeweils WVZ-Typ A (nach RABT)
- mit dazwischen übereinander angeordneten WVZ-Typen B (nach RABT) und darunter C-zeile (frei programmierbar)

Anzeigequerschnitte (AQ) mit LED-Dauerlichtzeichen (DLZ):

- Einordnung eines zusätzlichen Tunnelanzeigequerschnittes nach Portal in FR Fulda mit fahrtrichtungsbezogenen, über Kopf an der Tunneldecke/Traverse befestigten, verkleinerten Dauerlichtzeichen (Inhalt rotes Sperrkreuz, gelber und grüner Pfeil) zur Fahrstreifensignalisierung/-sperrung und Unterstützung beim Fahrstreifeneinzug

¹ Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

Verkehrsdatenerfassung

Gemäß RABT werden im Tunnel und in den Ausfahrtsbereichen Messquerschnitte zur Verkehrsdatenerfassung (insbesondere für die Steuerung der Tunnellüftung) angeordnet.

Messquerschnitte/Verkehrsdatenerfassung mittels Doppel-Induktivschleifen:

- fahrstreifenbezogene Ausführung und Klassifikation gemäß TLS
- Abstand ca. 300 m je Tunnelröhre
- zusätzlicher Messquerschnitt jeweils nach Tunnelende

Hinweis:

Aufgrund der baulichen und örtlichen Gegebenheiten (vorhandene Zwangspunkte durch Rampen/Tröge, die Zu- und Abfahrten usw.) wurden die Abstände der Messquerschnitte, abweichend von der RABT, an die Örtlichkeit angepasst und teilweise verdichtet (z. B. rückstaugefährdende Bereiche).

Streckenstationen, Verkabelung

In den Notrufrischen des Tunnels bzw. den separaten Außenverteilerschränken der Vorfelder werden Streckenstationen nach TLS installiert.

Die Verkabelung der Streckenstationen erfolgt über sternförmige LWL-Kabelstrecken (TLS over IP) vom Betriebsgebäude ausgehend in Richtung Ost und West. Die Energieversorgung der Streckenstationen erfolgt aus dem USV-Netz, die Tunnelsperranlage wird zusätzlich aus dem Normalnetz versorgt.

Tunnel-Unterzentrale

Im Betriebsgebäude ist die Verkehrssteuerung für beide Tunnelröhren sowie die Tunnelvorfelder Ost und West vorgesehen. Hiermit werden die verkehrstechnischen Anlagenteile nach RABT gesteuert und die Rückmeldungen sowie die Verkehrsdaten erfasst.

Die Realisierung erfolgt über eine Tunnel-Unterzentrale sowie einen Kommunikationsrechner-Inselbus (KRI als TLS-konformer Vermittlungsknoten über einen gemanagten Layer2-Switch) und MARZ in zwei Hardwareeinheiten, die als Virtualisierungslösung vorgesehen sind und im Betriebsgebäude untergebracht werden. Die Schnittstellen zur Automatisierungstechnik (H-SPS) werden nach Hessen Mobil 13-1 Anhang „Feldebene“ realisiert.

Verkehrsbeeinflussungsanlage im Tunnel, Tunnelvorfeld und außerhalb des Vorhabens

Einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit, die hauptsächlich auf die besonderen örtlichen Verhältnisse zurückzuführen - im Wesentlichen geprägt durch die prognostizierten hohen Verkehrsstärken und die Lage des Tunnel Riederwald im unmittelbaren Vorfeld eines Autobahndreiecks (Fahrtrichtung nach Westen) bzw. einer Anschlussstelle (Fahrtrichtung nach Osten) - ist, soll durch Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Tunnel, im Tunnelvorfeld sowie - außerhalb dieses Vorhabens - in dem den Tunnel Riederwald umgebenden Teil des Autobahnnetzes, die deutlich über das in den RABT empfohlene Maß hinausgehen, begegnet werden.

Es handelt sich hierbei um eine Streckenbeeinflussungsanlage (SBA), die neben dem in den RABT vorgesehenen Umfang insbesondere längere Zulaufstrecken umfassen soll. In Fahrtrichtung nach Osten betrifft dies nicht nur die A 66, sondern auch die Zulaufstrecken der A 661 auf das Autobahndreieck Erlenbruch. Damit kann u. a. das Befahren der Ausfädelungstreifen im Erlenbruch-Dreieck zur A 66 durch Dauerlichtzeichen (§ 37 Abs. 3 StVO) im Bedarfsfall untersagt und so der westliche Zulauf auf den Tunnel Riederwald schnell unterbunden werden. In Fahrtrichtung nach Westen ist auf vergleichbare Weise eine Ausleitung des Verkehrs an der Anschlussstelle Bergen-Enkheim möglich.

Um die Sortiervorgänge im Tunnel auf ein Minimum zu beschränken, ist beabsichtigt, die Wegweiserkette im östlichen Zulauf auf das Autobahndreieck Erlenbruch mit der Wegweisung für die Anschlussstelle Bergen-Enkheim zu kombinieren und dadurch deutlich vor dem östlichen Portal des Tunnels Riederwald beginnen zu lassen. Hierdurch kann der Verkehr bereits weitgehend vorsortiert in den Tunnel Riederwald einfahren und die Zahl der Fahrstreifenwechsel im Tunnel wird hierdurch minimiert.

Ferner ist beabsichtigt, die Versorgung von bestehenden Netzbeeinflussungsanlagen an Knotenpunkten im weiteren Umfeld des Tunnels an den Lückenschluss anzupassen, sodass im Falle einer Störung oder Überlastung des Tunnel Riederwald großräumig über A 3, B 43a und B 45 umgeleitet werden kann. Dies betrifft die bestehenden Netzbeeinflussungsanlagen am Hanauer Kreuz (A 66, Richtung Frankfurt), am Seligenstädter Dreieck (A 3, Richtung Köln) und am Offenbacher Kreuz (A 3, Richtung Würzburg).

m) Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung

Gemäß RABT 2006, Abs. 6.5 und Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 19/2005 wird der Tunnel mit einer Orientierungsbeleuchtung und mit einer Fluchtwegkennzeichnung ausgerüstet.

Im gesamten Tunnel, an den Notausgängen und im Betriebsgebäude werden USV-versorgte Fluchtwegkennzeichen zur Erkennung der Fluchtwege im Brandfall vorgesehen.

In der Nord- und Südröhre werden 105 kombinierte LED-Leuchten als Fluchtwegkennzeichen und Orientierungsleuchten im Abstand von ca. 20 m und ca. 1,0 bis 1,2 m über dem Notgehweg installiert.

Im gesamten Tunnel, an den Notausgängen und im Betriebsgebäude werden USV-versorgte Hinweisleuchten zur Erkennung der Flucht- und Rettungswege sowie Notausgänge im Brandfall vorgesehen. Über dem Rettungszeichen befindet sich zusätzlich eine weiße Blitzleuchte, die bei Branddetektion automatisch eingeschaltet wird und damit die Erkennbarkeit des Notausgangs verbessert.

n) Optische Leiteinrichtungen

Zur Verbesserung der visuellen Führung im Tunnel werden auf den Notgehwegen beidseitig der Fahrbahn, im Abstand von 20 m, aktiv weiß leuchtende induktive LED-Marker angeordnet. Die Marker sind für den bidirektionalen Betrieb, mit Ausstrahlrichtung in und entgegen der Fahrtrichtung, ausgestattet.

Im Brandfall werden die Marker auf beiden Seiten der Fahrbahn bidirektional aktiviert. Die Leiteinrichtungen und Elemente der visuellen Führung werden an die USV-Anlage angeschlossen.

Zur Verbesserung der visuellen Führung werden auch die Türen der Notausgänge und der Überfahrt zwischen der Nord- und Südröhre mit LED-Leuchtband zusätzlich gekennzeichnet. Grundlage dafür bilden die technischen Hinweise zur lichttechnischen Gestaltung von Notausgängen in Straßentunnel, Unterlage V4c (Tunnel) von der BASt mit Stand 10. Dezember 2009 [8].

o) Einrichtungen zur Sperrung des Tunnels

Einrichtung der Sperrschranken nach den Regelungen zur verkehrstechnischen Ausstattung und zum Betrieb von Straßentunneln (Musteranordnung Teil B, Anlage 3, Hessen Mobil-Straßen- und Verkehrsmanagement, Stand: 11.05.2016).

Aufstellung der Sperrschranken an jedem Portal:

- Westportal = Entfernung zum Portal 101,00 m
- Ostportal = Entfernung zum Portal 130,00 m

wie unter Punkt l) dargestellt, vor jedem Einfahrtsportal.

Am Aufstellungsort der Sperrschranken ist an jedem Portal eine manuelle Notbedienebene (Feuerwehdreikant klein) installiert.

p) Kommunikationssysteme

Tunnelfunk, Verkehrsfunk:

Für den Tunnelfunk und den Verkehrsfunk im Tunnel gelten die Anforderungen gemäß RABT 2006, Abs. 6.2.3 und 6.2.4.

Für den Tunnel Riederwald werden folgende BOS-Funkdienste unterbrechungsfrei zur Verfügung gestellt:

- Betriebsfunk (Digital) für die betriebliche Straßenunterhaltung
- BOS-Digitalfunk für die Einsatzdienste der Polizei, der Feuerwehr und der Rettungsdienste im TMO und DMO.

Telefonanlage:

Innerhalb des Betriebsgebäudes wird im Leittechnikraum ein Telefonanschluss und eine VoIP Telefonanlage installiert.

Verkehrsfunk/Radio:

Der Empfang mindestens eines Rundfunksenders mit Verkehrsfunkkennung (RDS) wird im Tunnel gewährleistet. Über das System wird ein Einsprechen in die Radiofrequenz durch die ständig besetzte Stelle ermöglicht.

q) Notrufstationen

Anordnung von 19 Notrufstationen mit Hinweisleuchten im Abstand von ≤ 150 m in Fahrtrichtung rechts an der Tunnelaußenwand als Nischen mit

- Handfeuermelder (jeweils vor und in der Notrufstation)
- 2 x 6 kg ABC Pulverlöschern mit Entnahmekontakt
- Notrufmeldern
- Lautsprechern
- Sichttrübe- und CO-Messung (Betriebsteil)
- weiteren Ausrüstungen gemäß RABT 2006, Abs. 6.2.1.
- barrierefreie Notruffaster vor jeder Notrufstation.

Die Notrufstationen erhalten ein gelbes Warnlicht, welches automatisch bei Türöffnung eingeschaltet wird. Die Zellen werden mit einer Tür der Feuerwiderstandsklasse T 90 (feuerbeständig, dicht und selbst schließend) ausgestattet.

r) Brandmeldeanlage

Eine Brandmeldeanlage ist für den Tunnel und das Betriebsgebäude flächendeckend vorgesehen. Die Brandmeldeanlage ist auf die ständig besetzte Stelle aufzuschalten.

Manuelle Brandmeldeeinrichtungen:

Handfeuermelder sind jeweils vor und in den Notrufstationen und sowie in den Betriebsgebäuden installiert. Die Notausgänge sind ebenfalls mit Handfeuermelder ausgestattet.

Automatische Brandmeldeeinrichtungen:

Die Vorgabe für die Ausführung der automatischen Brandmeldung ist in der RABT 2006 unter Abs. 6.3.2 vorgegeben.

Im Tunnel ist eine automatische Brandmeldeanlage mit LWL-Linienbrandmeldern vorgesehen. Dabei wird berücksichtigt, dass bei Unterbrechung des Linienbrandmelders an einer Stelle noch eine lückenlose Branddetektion sichergestellt ist. Die Genauigkeit der Branddetektion ist auf 50 m laut RABT 2006, Abs. 6.3.2 vorgegeben.

Im Betriebsgebäude werden automatische Melder (Rauchmelder) unter der Decke, im Doppelboden und in allen systemrelevanten Schränken der Betriebstechnik vorgesehen. Der Mittelspannungsraum und die Trafozellen sowie die Kabelschächte zum Tunnel werden nach Vorgaben des Netzbetreibers über Rauchansaugsysteme überwacht.

Feuerwehrschlüsseldepot

Am Zugang zum Betriebsgebäude ist ein Feuerwehrschlüsseldepot (FSD) mit Feuerwehreffschaltelement (FSE) und Feuerwehrschießung in Abstimmung mit der Brandschutzbehörde der Stadt Frankfurt am Main vorgesehen. Die Installation des FSD gewährt im Brandfall einen ungehinderten Zutritt der Einsatzkräfte zu den Betriebsräumen, um mögliche technische Arbeiten (Schaltung von Entrauchungsfunktionen/Lüftung u. a. m.) oder Maßnahmen im Rahmen der Brandbekämpfung im Gebäude durchzuführen.

Im Eingangsflur des BG wird das Feuerwehr-Informations- und Bediensystem (FIBS) sowie das Lageplantageboard installiert.

Bei Auslösung der Brandmeldeanlage erfolgt eine Meldung an die ständig besetzte Stelle.

Im definierten Ereignisfall Brand (Detektion durch Linienbrandmelder) werden beide Richtungsfahrbahnen mit Sperrschranken und Lichtsignalanlage gesperrt (Notsperrung).

s) Einbruchmeldeanlage

Eine Einbruchmeldeanlage wird aus Sicherheitsgründen für das Betriebsgebäude installiert. Alle Außentüren im Tunnel und zum Betriebsgebäude sowie alle Innentüren im Betriebsgebäude und Räume werden in die Überwachung einbezogen. Die Scharfschaltung erfolgt über ein Blockschloss am Haupteingang.

t) Überwachungssysteme

Videoüberwachung und Lautsprecheranlage:

Der Tunnel ist gemäß RABT 2006, Abs. 6.2.2 und 6.2.5 mit einer Videoüberwachung und mit Lautsprecheranlagen ausgestattet.

Der Tunnel und die Portalvorfelder sowie die Freifläche vor dem Betriebsgebäude werden mit einem Videoüberwachungssystem ausgestattet. Seitlich neben bzw. über der Fahrbahn werden feststehende Kameras installiert. Die Videoüberwachung wird im Tunnel lückenlos ausgeführt.

Im Bereich der Überfahrt und der Notausgänge werden ebenfalls Kameras installiert. Die Videobilder werden auf Monitore in die rund um die Uhr ständig besetzte Stelle übertragen. Bei Benutzung einer Notrufstation, eines Notausganges bzw. der Absendung eines Brandalarms werden die Kameras in diesem Abschnitt automatisch auf den Alarmmonitor aufgeschaltet.

Eine Lautsprecheranlage wird errichtet. Lautsprecher sind im Tunnel, im Portalbereich sowie in den Notausgängen vorgesehen.

Die Lautsprecher können einzeln als auch gruppenweise betrieben werden, sodass die Möglichkeit besteht, in beide oder auch nur in einer Tunnelröhre Durchsagen zu tätigen.

Im Tunnel wird dem Stand der Technik entsprechend die neueste Generation von Grenzflächenhörnern installiert.

Es sind vorgefertigte Textdurchsagen in deutscher und englischer Sprache vorgehalten.

Die manuelle Bedienung Audio/Video erfolgt sowohl durch die ständig besetzte Stelle als auch vor Ort manuell durch die Einsatzleitung, im Schadensfall vom Betriebsgebäude durch Bedieneinrichtungen in der Warte.

u) Stromversorgung und elektrische Leitungen

Die Energieversorgung erfolgt aus dem 10-kV-Netz des örtlichen Netzbetreibers. Die Einspeisung erfolgt mittelspannungsseitig in das Betriebsgebäude. Es wird eine sekundante Einspeisung an das Umspannwerk des Energieversorgers (Frankfurt a. M., Kruppstraße) realisiert.

Bei Netzausfall wird über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung der Leistungsbedarf für folgende Einrichtungen sichergestellt:

- Fluchtwegkennzeichnung
- Brandnotbeleuchtung/Notbeleuchtung/Rettungswegbeleuchtung/Beleuchtung Betriebsräume (Notbeleuchtung)
- verkehrstechnische Einrichtungen im Tunnel und auf den Annäherungsstrecken
- Kommunikationseinrichtungen/Brandmeldeanlagen
- Steuerungseinrichtung/Messeinrichtung

Die USV-Anlage wird für die Räumzeit des Tunnels bemessen und hat eine Betriebszeit von mindestens 15 Minuten. Für die Tunnelsperranlage, die Rettungswegbeleuchtung sowie für Kommunikations- und Steuerungseinrichtungen ist die USV-Anlage für eine Betriebszeit von 60 Minuten ausgelegt.

Bei Ausfall der EVU-Netzversorgung können größere Verbraucher nicht betrieben werden.

v) Kabel und Leitungen – Feuerfestigkeit

Die Installation für die elektrischen Anlagen wird bis auf Teile der Abschnittverkabelung mit Erdkabel durchgeführt. Die Abschnittverkabelung im Tunnelquerschnitt wird für den USV-versorgten Teil der Nacht-/Notbeleuchtung sowie für die Lüfteranschlüsse und Löscheinrichtungen in E90 (Isolationserhalt 180 Minuten, Funktionserhalt 90 Minuten) ausgeführt.

w) Steuerung

Der Tunnel Riederwald wird mit einer hochverfügbaren und redundanten Automatisierungstechnik nach dem Standard Hessen Mobil ausgestattet. Dies besteht aus folgenden Komponenten:

- hochverfügbare, hardware-redundante Haupt-SPS (H-SPS), mit real-time Betriebssystem und Ethernet-Kommunikationsprozessor, die über eine lineare Programmbearbeitung die Lüftungs-, Beleuchtungs-, Verkehrs-, Druckerhöhungs- und alle sonstigen Anlagen steuert. Die H-SPS werden im Betriebsgebäude eingebaut.
- dezentrale, redundanzfähige Peripherie (Ein-/Ausgabebaugruppe) für den Anschluss von Feldgeräten im Betriebsgebäude und im Tunnel. Diese Baugruppen werden redundant über Profi DP mit redundanten LWL-Ringen mit der H-SPS verbunden.

Die H-SPS erfasst sämtliche Signale der Peripherie und wertet diese aus. Sämtliche steuerungstechnischen Funktionen und automatische Abläufe werden ausschließlich in der H-SPS auf Basis der Festlegungen und der standardisierten Ereignis-Wirk-Matrix realisiert.

Alle Meldungen, Messungen und Störungen werden dann von der H-SPS an das Leitsystem übertragen. Befehle und Sollwerte vom Bedienrechner werden vom Leitsystem an die H-SPS übergeben.

Weiterhin werden ausschließlich die Standardprogrammbausteine der „Hessen Einheitlichen Tunnelautomatisierungs-Software“ (HETAS) eingesetzt. Dies ermöglicht die Prüfung und Sicherstellung der hohen Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit der Steuerungssoftware.

Leittechnik und einheitliches Leitsystem HELiS

Zur Tunnelüberwachung ist im Tunnel Riederwald eine zentrale Leittechnik vorgesehen, welche die Interaktion zwischen dem Benutzer in der ständig besetzten Stelle bzw. dem Betriebsgebäude des Tunnels und der Automatisierungstechnik übernimmt.

Die Leittechnik ist nach RABT strukturiert und wird nach dem Standard von Hessen Mobil mit redundanten Servern aufgebaut, die über Ethernet an die H-SPS angebunden sind. Für die Bedienung ist ein separater Bedienrechner, für die Datensicherung ein Back-up-Server vorgesehen. Bei Ausfall einzelner Komponenten erfolgt eine automatische Redun-

danzumschaltung, Störungen werden registriert und an die ständig besetzte Stelle weitergeleitet.

Als Software für die zentrale Leittechnik wird in Hessen ein einheitliches, verteiltes, redundantes SCADA-System auf Basis von WinCC OA eingesetzt. Zur Vereinheitlichung der Bedienung von Straßentunneln wird nach Vorgabe des BMVI das WinCC OA basierende „Hessen Einheitliche Leitsystem Straßentunnel“ (HELiS) eingesetzt.

Not- und Handbedienebene

Bei Ausfall der Leittechnik und zu Wartungszwecken können alle wichtigen Hauptfunktionen des Tunnels Riederwald über eine Notbedienebene angesteuert werden, die in der Regel direkt auf die Automatisierungstechnik einwirkt.

Notbedientableau

Mittels eines standardisierten Notbedientableaus, das als Tunnelschaubild mit Leuchtdrucktastern und Leuchtanzeigen ausgestattet ist, können von der Warte des Betriebsgebäudes aus die wichtigsten Anlagenteile Tunnelbeleuchtung, Verkehr, Tunnelbelüftung, Löschwasserversorgung und Rückhaltebecken vollständig bedient werden.

Leuchtanzeigetableau

Für die Einsatzkräfte und bei erforderlicher Besetzung des Tunnels durch den Betriebsdienst wird in der Warte des Betriebsgebäudes ein standardisiertes Leuchtanzeigetableau vorgesehen, auf dem der Tunnel mit allen wichtigen Anlagenteilen dargestellt ist.

Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen, Ereignis-Wirk-Matrix

Die in der Automatisierungstechnik zu realisierenden Tunnelreflexe als Reaktion auf bestimmte Ereignisse sind in der standardisierten Ereignis-Wirk-Matrix von Hessen Mobil (13-1 Anhang „Ereignis-Wirk-Matrix BSP-Tunnel“) definiert. Hierin sind Auflistungen wichtiger Ereignisse, möglicher Reaktionen sowie die Definition von Alarmen und Störungen, Meldungen, etc. enthalten.

x) Kommunikationsweg zwischen Tunnel und Betriebszentrale

Folgende Zuständigkeiten für den Tunnelbetrieb sind geregelt:

ständig besetzte Stelle:	Tunnelleitzentrale (TLZ) Bahnhofstraße 15a 37269 Eschwege
--------------------------	---

Neben der Überwachung des täglichen Tunnelbetriebs und der Organisation von Wartungstätigkeiten ist die ständig besetzte Stelle für die Weiterleitung aller Alarmmeldungen zuständig und informiert in der ersten Phase der Selbstrettung die Tunnelnutzer über zu nutzende Sicherheitseinrichtungen.

In der zweiten Phase der Fremdrettung werden Schaltungen in Abstimmung mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr vorgenommen.

3.2.2 Ergänzende Maßnahmen

Alle Maßnahmen werden gemäß RABT 2006 ausgeführt.

3.3 Gesamtsicherheitskonzept

3.3.1 Verkehrsprognose und geplante Betriebsform

Verkehrsaufkommen, Anteil Schwerverkehr:

Verkehrsbelastung DTV-W:

- 108.800 Kfz/24;
- 6.300 SV/24 h bzw. 5,8 % SV-Anteil

DTV-Werte pro Tunnelröhre:

- Nordröhre: 49.700 Kfz/24 h; 2.470 SV/24 h
- Südröhre: 48.300 Kfz/24 h; 2.560 SV/24 h

DTV-W: durchschnittlich täglicher Verkehr - Werktag

DTV: durchschnittlich täglicher Verkehr

Umrechnungsfaktoren gemäß PTV-Bericht, Abs. 6.1: $f_{\text{Kfz}} = 0,9$ bzw. $f_{\text{SV}} = 0,8$

3.3.1.1 Aussage zum Verkehrsaufkommen je Zeitperiode

Die Untersuchung der Verkehrsbelastung auf dem Streckenabschnitt ist in zwei Zeitperioden unterteilt:

- Periode 1 (P1) von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr verkehrsreiche Zeitperiode und
- Periode 2 (P2) von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr verkehrsärmere Zeitperiode

Zeitperiode	Strecke	DTV _w		DTV	
		Gesamtverkehr	Anteil SV	Gesamtverkehr	Anteil SV
P1	Nordröhre	48.600	2.400	43.700	1.900
P2	Nordröhre	6.700	720	5.960	570
P1	Südröhre	47.200	2.500	42.500	2.000
P2	Südröhre	6.400	750	5.800	590

3.3.1.2 Anteil Busverkehr und Gefahrgutanteil

Da für die Strecke keine eigenen Werte für den Gefahrgutanteil vorliegen, werden die Werte aus dem Schlussbericht zum „Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß dem ADR“ [6] angenommen.

Im Schlussbericht [6] wird ein Busanteil von 5 % am SV-Anteil und ein Gefahrgutanteil von 6 % am SV-Anteil ausgewiesen.

Beim o.g. Gefahrgutanteil stehen die Gefahrgutklassen 1, 2 und 3 im Vordergrund. Für die Gefahrgutklasse 1 ist im Schlussbericht [6] ein prozentualer Anteil am Gefahrgut von 1 % festgelegt, für die Gefahrgutklasse 2 ein Wert von rund 15 % und für die Gefahrgutklasse 3 der anteilmäßig größte Wert mit 68 %.

3.3.1.3 Betriebsform

Richtungsverkehrstunnel (RV)

3.3.2 Spezifische Gefahrenanalyse

3.3.2.1 Aussage zu erwarteten Häufigkeit von Tunnelereignissen

Seit dem Jahr 2006 erfolgt eine Dokumentation und Auswertung von Tunnelereignissen, welche zur Sperrung von Tunnelröhren führten oder bei denen Einsatzdienste der Polizei, der Feuerwehr und der Rettungsdienste tätig waren.

Die Dokumentation erfolgte durch einen in Zusammenarbeit mit den Ländern entwickelten Ereignismeldebogen, welcher mit ASR 03/2008 zur bundesweiten Anwendung eingeführt wurde. Bis heute wurden ca. 17.000 Ereignisse dokumentiert [14].

Hierbei handelt es sich um ca. 11.000 Ereignisse, welche innerhalb der Tunnel auftraten, von denen wiederum rund 25 % Unfälle und Brände waren. Bei fast 90 % der dokumentierten Unfälle und Brände waren keine Personenschäden zu verzeichnen.

3.3.2.2 Typisches Schadensszenario

In Tunneln, wie auch auf den freien Strecken, sind Pannen, Unfälle sowie Brandereignisse nicht auszuschließen. Daraus können sich Gefährdungen für Tunnelnutzer, eine Beschädigung des Bauwerkes sowie negative Auswirkungen auf die Umwelt ergeben.

Für den Tunnel Riederwald werden im Gesamtsicherheitskonzept nachfolgende Schadensszenarien zu Grunde gelegt:

Szenario	Zuordnung Ereignisstufe (z. B. Schulbergtunnel) ²⁾
▪ Szenario 1 - technische Hilfeleistung „Panne“	Ereignisstufe 1
▪ Szenario 2 - Verkehrsunfall / Kollision	Ereignisstufe 3
▪ Szenario 3 – Brand	Ereignisstufe 4
▪ Szenario 4 - Freisetzung von Gefahrgütern	Ereignisstufe 6

Durch die o. g. Szenarien werden die unterschiedlichen Schadenwirkungen als maßnahmenintensivste Szenarien nachfolgend berücksichtigt.

Die Einstufung der Schadensszenarien erfolgt in Hessen nach einer einheitlichen Vorgabe, dem Ereignisstufenkonzept² - siehe Abbildung 13 nachfolgend.

² Ereignisstufenkonzept nach Vorgabe Hessen Mobil, Straßen- und Verkehrsmanagement, Dezernat Tunnelbetrieb

EREIGNISSTUFENKONZEPT:¹

Ereignisstufe 1 :

- Ausfall/Störung von betriebstechnischen Einbauten

Ereignisstufe 2 :

- Störung des flüssigen Verkehrs. All die Ereignisse die zur möglichen Gefährdung der Nutzer führt und in anderen Ereignisstufen nicht aufgeführt sind (u.a. einfache Technische Hilfeleistung, liegengebliebene Fahrzeuge, Fahrbahnverunreinigung, Verkehrshindernis, Panne u. Ä.).

Ereignisstufe 3 :

- Unfall
- Leichtflüssigkeit Rückhaltebecken
- Gasalarm Rückhaltebecken
- Störung Tunnelfunk

Ereignisstufe 4 :

- Brand

Ereignisstufe 5 :

- Massenanfall Verletzter (MANV)

Ereignisstufe 6 :

- Freisetzung von Gefahrgütern

Abbildung 13: Einsatzstufenkonzept Straßentunnel einheitliches Modell Hessen

¹ Ereignisstufenkonzept nach Vorgabe Hessen Mobil, Straßen- und Verkehrsmanagement, Dezernat Tunnelbetrieb

3.3.2.2.1 Szenario 1 - technische Hilfeleistung „Panne“

Zuordnung: Ereignisstufe 2

Generell ist wegen der technischen Verbesserungen an Kraftfahrzeugen eine sinkende Zahl von Pannen festzustellen. Als häufigste Ursachen sind vielfach Motorschäden, Kraftstoffprobleme und Mängel in der elektrischen Anlage zu nennen.

Pannen führen im Normalfall zu keinen schweren Personen- oder Sachschäden. Bei diesem Ereignis steht vielmehr der Aspekt der Verkehrs- und Betriebsbehinderung und ggf. eine Betriebsunterbrechung im Vordergrund. Pannenszenarien aller Art im Tunnel sind somit aus dem Blickwinkel der Sicherheit, vor allem als mögliche Ursache für Folgeereignisse, wie beispielsweise Auffahrunfälle/Kollisionen, in deren Folge Nachfolgeereignisse, wie Brände, entstehen können, relevant.

Szenarienablauf

Durch Fahrbahnverunreinigung, Verkehrshindernisse, liegen gebliebene Fahrzeuge (technischer Defekt, kein Kraftstoff u. a.) kann es zum Stau bzw. zur negativen Verkehrsbeeinflussung kommen. Falls das betreffende Fahrzeug in diesem Schadensfall eine Pannenbucht nicht erreichen kann, besteht die Gefahr, dass nachfolgende Fahrzeuge im mehrspurigen Richtungsverkehrstunnel an dem liegen gebliebenen Fahrzeug rechts und links vorbei fahren wollen. Diese Situation stellt gegenüber dem Pannenfahrzeug und nachfolgendem Verkehr eine erhebliche Gefährdung dar, da es in Fahrtrichtung hinter dem Ereignis zu stockendem Verkehr oder Stau kommen kann.

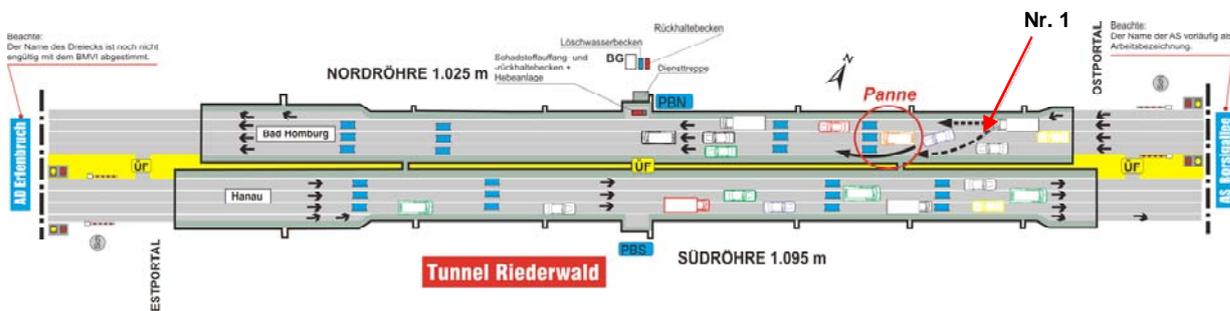


Abbildung 14: Bsp. Panne in der Nordöhre in Fahrtrichtung (FR) Bad Homburg

Mögliche Ursachen:

Motor- oder Bremsendefekt, Kraftstoffmangel, Platzen eines Reifens usw.

Mögliches Fehlverhalten von Tunnelnutzern hinter dem Ereignisort der Panne:

Verkehrsteilnehmer stehen abwartend hinter dem Ereignisort. Nach einer gewissen Zeit erfolgt der Versuch, an dem Hindernis vorbeizufahren (Nr. 1). Es besteht weiter die Möglichkeit, dass unkonzentrierte Verkehrsteilnehmer auf das Hindernis auffahren und einen Unfall verursachen. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass Tunnelnutzer aus den Fahrzeugen aussteigen und sich im Tunnel und im Fahrraum bewegen.

Wichtig in diesem Fall ist eine schnelle Reaktion durch die Tunnelüberwachung in der ständig besetzten Stelle und das richtige Verhalten des Tunnelnutzers. Durch die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel, wie

- Sichttrübbemessung
- CO-Messung

- Doppel-Induktivschleifen und Zuschaltung Videoüberwachung
- Notrufstation Tunnel

kann das Ereignis detektiert werden. Der Tunnelnutzer hat ferner die Möglichkeit einen Notruf über Notruftelefon im Tunnel abzusetzen. Nach Feststellung des Ereignisses in der ständig besetzten Stelle wird unverzüglich nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes alarmiert. Geht der Notruf z. B. über Mobiltelefon bei der Feuerwehr oder der Polizei ein, besteht Informationspflicht zwischen den beteiligten Leitstellen.

Es ist nicht auszuschließen, dass es im Tunnel zu Pannen kommt.

3.3.2.2 Szenario 2 - Unfall/Kollision

Zuordnung: Ereignisstufe 3

Im Ergebnis von Untersuchungen von Verkehrsunfällen [4] ist ersichtlich, dass ca. 95 % aller Unfälle hauptsächlich durch das Fehlverhalten der Verkehrsteilnehmer entstehen.

Als systembedingte Ursachen für eine überdurchschnittliche hohe Unfallzahl sind vor allem ein hohes Verkehrsaufkommen, ein starkes Längsgefälle, ein reduzierter (enger) Tunnelquerschnitt, das Vorhandensein von Zu- und Abfahrten im Tunnel und hohe Geschwindigkeit zu nennen. Statistische Erfahrungswerte belegen, dass ebenfalls bei der Durchführung von Wartungsarbeiten gehäuft Unfälle auftreten.

Je nach Unfallverlauf, Ausprägung und Art der Kollision sind unterschiedliche Situationen im resultierenden Schadensausmaß hinsichtlich Personen- und/oder Sachschäden zu erwarten. Dabei können Kollisionen infolge von Selbstunfällen (z. B. Kollision mit der Tunnelwand) oder solche mit anderen Fahrzeugen mit und ohne Personenschaden unterschieden werden. Auch dieser Szenariotyp kann eine auslösende Wirkung für Folgeereignisse haben, wie z. B. Auffahrunfälle mit Brandfolge.

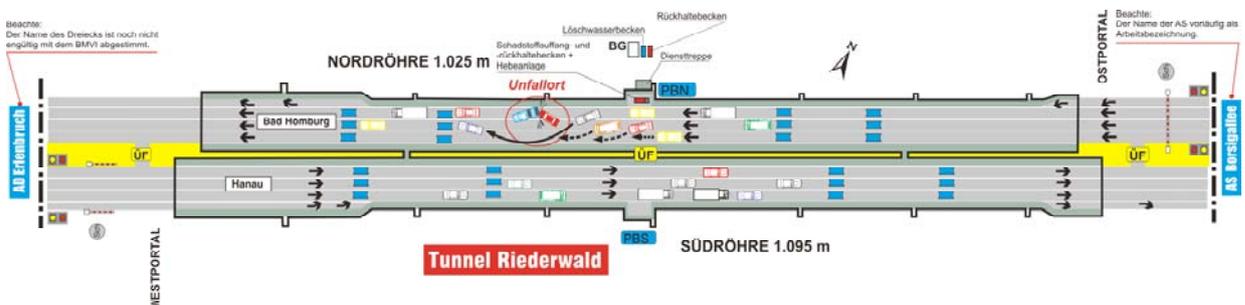


Abbildung 15: Bsp. Unfall/Kollision und ggf. Auffahrunfall nachfolgender Pkw in FR Bad Homburg

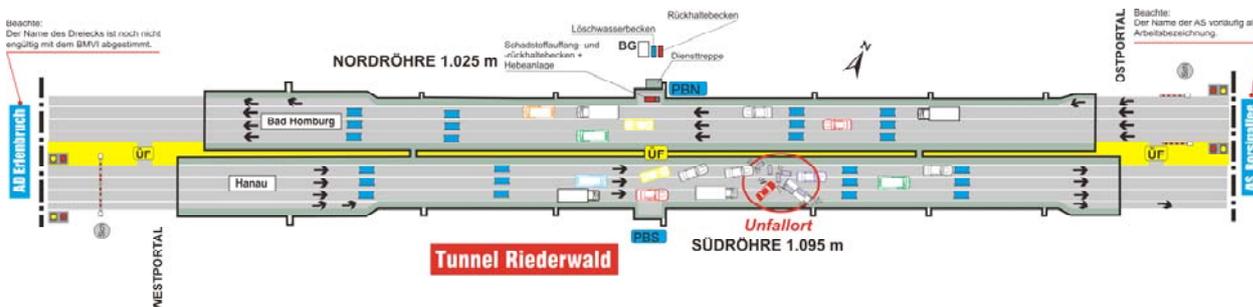


Abbildung 16: Bsp. Unfall mit mehreren Fahrzeugen, verlorene Ladung in FR Hanau

Wichtig in diesem Fall ist eine schnelle Reaktion durch die Tunnelüberwachung in der ständig besetzten Stelle und das richtige Verhalten des Tunnelnutzers. Durch die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel kann das Ereignis detektiert werden und der Tunnelnutzer hat die Möglichkeit einen Notruf abzusetzen. Nach Feststellung des Ereignisses in der ständig besetzten Stelle wird unverzüglich nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes alarmiert. Geht der Notruf z. B. über Mobiltelefon bei der Feuerwehr oder Polizei ein, besteht Informationspflicht zwischen den beteiligten Leitstellen.

Durch Lautsprecherdurchsagen und Durchsagen im Verkehrsfunk besteht zeitnah die Möglichkeit, die Tunnelnutzer zu warnen und Verhaltensanweisungen für die Selbstrettung durchzugeben. Ferner kann die ständig besetzte Stelle unverzüglich Maßnahmen ergreifen, z. B. manuelle Aktivierung Verkehrsprogramme mit Sperrung der betroffenen Tunnelröhre.

Durch die Querschnittsgestaltung, die derzeitige Verkehrsbelastung, die Verkehrsführung im Richtungsverkehr, die Anordnung situationsangepasster Geschwindigkeitsbeschränkungen mittels WVZ sowie die umfangreichen Maßnahmen der sicherheitstechnischen Ausstattung ist ein hoher Sicherheitsstandard in Umsetzung der RABT 2006 gewährleistet.

Für die Einsatzkräfte stehen die im Punkt 3.1 aufgeführten Zufahrtswege gleichzeitig als Angriffswege zur Verfügung. Bei länger dauernden Einsätzen wird die Umfahrung aktiviert und der Verkehr durch die Polizei abgeleitet.

Im Rahmen der Überprüfung des Tunnels Riederwald anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln im Punkt 3.4.1 wurde festgestellt, dass hinsichtlich des Kriteriums „Besondere Charakteristik“ keine weiteren Abklärungen erforderlich sind. Zusätzlich zu diesem Ergebnis aus den Berechnungen des Leitfadens wurde positiv bewertet, dass zum Risiko K_KOLLISION keine Grenzwertüberschreitung vorliegt.

3.3.2.2.3 Szenario 3 - Brand

Zuordnung: Ereignisstufe 4

Die Mehrzahl der Lkw-Brände ist auf Überhitzung der Bremsen zurückzuführen. Unfälle ursächlich für Brände sind eher selten. Im Falle eines Brandes ist jedoch mit einer schnellen Brandentwicklung und Rauchausbreitung zu rechnen.

In der Untersuchung von Bränden in Straßentunneln wird ausgewiesen, dass die meisten Brandereignisse (ca. 80 bis 90 %) relativ ungefährlich sind, nicht zu Verletzungen von Tunnelnutzern führen [14] und keine Schäden am Tunnelbauwerk verursachen.

Aufgrund der Tatsache, dass der Tunnel im Richtungsverkehr betrieben wird, ist die Eintrittswahrscheinlichkeit als gering zu bewerten [14]. Ein Brand kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

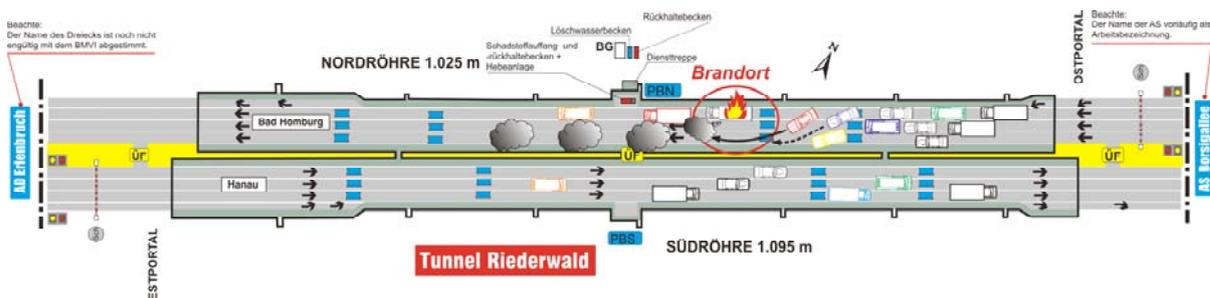


Abbildung 17: Bsp. Brand Lkw in der Nordröhre mit einer Anfangsbrandleistung bis 30 MW

Der Verlauf von Bränden an Kraftfahrzeugen lässt sich allgemein in die

- Entstehungsphase
- die Vollbrandphase und die
- Abklingphase

unterteilen.

Je nach Brandursache und Sauerstoffzufuhr dauert die Entstehungsphase 3 bis 10 Minuten. Im Falle eines Unfalls mit paralleler Freisetzung von brennbaren Betriebsstoffen, z. B. auslaufende Kraftstoffe, kann sich diese Zeit wesentlich verkürzen.

Die sich anschließende Vollbrandphase ist gekennzeichnet durch eine maximale Brandleistung und die Entstehung von hohen Temperaturen. Die Dauer der Vollbrandphase beträgt bei einem Pkw weniger als 30 Minuten. Bei einem Lkw ist die Dauer vor allem abhängig von der Art und Abbrandgeschwindigkeit der Ladung und der Sauerstoffzufuhr, bei Tankwagen von der Freisetzungsrates des brennbaren Stoffes und der Sauerstoffzufuhr.

Weiterhin sind Brandübertragungen auf benachbarte Fahrzeuge durch Feuerüberschlag möglich.

In der Abklingphase sinkt die Brandleistung entweder wegen Mangels an brennbaren Stoffen oder infolge der eingeleiteten Brandbekämpfungsmaßnahmen.

Die Parameter Brandleistung, Temperatur und Rauchmenge von typischen Fahrzeugbränden lassen sich wie folgt charakterisieren:

Tabelle 5: Übersicht Brandleistungen, Temperaturen und Rauchgasmengen

Parameter	Pkw	Lkw ohne Ladung/Bus	Tankwagen
Brandlast eines Fahrzeuges (GJ)	3 bis 6	40 bis 90	bis 1500
Brandleistung (MW)	2,5 bis 5	20 bis 30	50 bis 200
maximale Brandtemperatur (°C)	400 bis 850	700 bis 1200	1200 bis 1400
Rauchgasmenge (m³/s)	20 bis 40	60 bis 90	100 bis 300

Durch die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel ist eine frühzeitige Detektion eines Brandes gewährleistet. Die Sichttrübungsmesseinrichtung ist für eine Branddetektion bei Überschreitung der kritischen Grenzwerte sehr effektiv. Aus diesem Grund wird der Alarm bei Überschreitung der Grenzwerte der Sichttrübungsmessung als „Voralarm Brand“ gewertet und auf die ständig besetzte Stelle aufgeschaltet. Die ständig besetzte Stelle hat somit sehr zeitnah die Möglichkeit visuell die Situation im Tunnel zu beurteilen und bei unklarer Lage bereits frühzeitig die Einsatzdienste zu alarmieren.

Nach Detektion des Ereignisses, z. B. über die Sichttrübungsmesseinrichtung oder automatische Brandmeldeanlage in der ständig besetzten Stelle, wird unverzüglich nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes alarmiert. Geht der Notruf z. B. über Mobiltelefon bei der Feuerwehr oder Polizei ein, besteht Informationspflicht zwischen den beteiligten Leitstellen.

Durch Lautsprecherdurchsagen und Durchsagen im Verkehrsfunk werden zeitnah die Tunnelnutzer gewarnt und Verhaltensanweisungen (z. B. Selbstrettung) durchgegeben. Ferner kann die ständig besetzte Stelle, noch vor einer Detektion im Automatikbetrieb unverzüglich Maßnahmen ergreifen wie manuelle Aktivierung Notsperrung und manuelle Aktivierung der Brandprogramme.

Im Brandfall ist die oberste Verhaltensanforderung der Tunnelnutzer: „Weg vom Rauch!“ Die Anordnung, die Länge, die Anzahl der Notausgänge sowie der Flucht- und Rettungswege haben einen wesentlichen Einfluss auf den zeitlichen Ablauf der Selbstrettungsphase. Je kürzer die Abstände der Notausgänge zueinander liegen, desto effektiver können die betroffenen Tunnelnutzer vor dem Rauch fliehen und sich bei einer möglichen Gefahr in Verbindung mit z. B. dem Ereignis „Freisetzung von Gefahrgut“ in Sicherheit bringen. Der größte Abstand der Notausgänge liegt beim Tunnel Riederwald bei 298,60 m. Damit ist die Forderung der RABT, Abs. 6.1.3 erfüllt. Eine weitere Verkürzung kann einen weiteren Sicherheitsgewinn bei der Selbstrettung erzielen.

3.3.2.2.4 Szenario 4 - Freisetzung von Gefahrgut

Zuordnung: Ereignisstufe 6

Ereignisse im Zusammenhang mit der Freisetzung von gefährlichen Gütern in Straßentunneln sind äußerst selten, können jedoch unter Umständen zu besonderen Gefahrensituationen führen. Es ist anzunehmen, dass das Bersten eines Straßentankfahrzeuges bei einem Unfall beim heutigen Stand der Technik (z. B. doppelte Tankwandung) als äußerst selten eingestuft werden kann. Zum Bersten eines Tanks auf Gefahrgutfahrzeugen bedarf es einer großen kinetischen Energie. Durch die Geschwindigkeitsbegrenzung für Kraftfahrzeuge über 3,5 t (Lastkraftwagen) auf 80 km/h und den Richtungsverkehr sind hohe Sicherheitsaspekte gegeben, die ein derartiges Ereignis weitestgehend ausschließen sollten.

Gemäß dem ADR [9] werden Gefahrstoffe wie folgt klassifiziert:

Gemäß ADR sind Gefahrstoffe wie folgt klassifiziert:

Klasse 1		Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff
Klasse 2		Gase, wie Flüssiggas, Acetylen, Sauerstoff, Farnspraydosen
Klasse 3		Entzündbare flüssige Stoffe, wie Benzin, Diesel, brennbare Lacke
Klasse 4.1.		Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe und desensibilisierte explosive feste Stoffe
Klasse 4.2.		Selbstentzündliche Stoffe
Klasse 4.3.		Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln
Klasse 5.1.		Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
Klasse 5.2.		Organische Stoffe
Klasse 6.1.		Giftige Stoffe
Klasse 6.2.		Ansteckungsgefährliche Stoffe
Klasse 7.		Radioaktive Stoffe
Klasse 8.		Ätzende Stoffe wie Reiniger, Batteriesäure
Klasse 9.		Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände, wie Gussasphalt, Walzasphalt, Asbest

Abbildung 18: Gefahrstoffklassifizierung gemäß dem ADR

Je nach Art des Gefahrstoffes sind unterschiedliche Wirkungsarten und Hauptgefahren möglich:

- Explosion
- Freisetzung von giftigen Gasen oder flüchtiger, giftiger flüssiger Stoffe
- Brand.

Bei einer Explosion im Tunnel ist je nach Verkehrsaufkommen mit dem Tod und einer hohen Anzahl von Verletzten, der Zerstörung der Tunnelausstattung sowie des Bauwerkes zu rechnen. Für dieses Szenario gibt es nur sehr begrenzte Möglichkeiten der Gefahrenreduzierung, z. B. durch erhöhte Sicherheitsanforderungen an Transportbehälter, an Verpackungen und an die Begrenzung von Transportmengen gemäß dem ADR.

Bei der Freisetzung von giftigen Gasen und Dämpfen im Tunnel werden insbesondere die Tunnelnutzer in der Nähe des Ereignisortes sowie in der durch die Lüftung bestimmten Ausbreitungszone (Strömungsrichtung) akut gefährdet. Eine lokale Begrenzung der Auswirkungen in einem Tunnel ist dabei grundsätzlich nicht möglich.

Brände in Verbindung mit Gefahrgut sind meist durch hohe Brandleistungen gekennzeichnet. Dabei können erhebliche Gefährdungen der Tunnelnutzer in der Nähe des Ereignisortes auftreten und analog dem Szenario 3 „Brand“ eine Beschädigung der Ausstattung und des Bauwerkes hervorrufen.

Um mögliche Schadensausmaße bei Ereignissen unter Beteiligung von Gefahrgütern zu begrenzen, werden gemäß dem ADR hohe Anforderungen an die Verpackung, den Transport und Transportmengen gestellt. In erster Linie werden die stofflich bedingten Anforderungen berücksichtigt, sodass nicht in jedem Fall eine „unfallsichere“ Umschließung des Gefahrstoffes vorliegt. Die Umschließung wird nur bei der Klasse 6.2. „ansteckungsgefährliche Stoffe“ und der Klasse 7. „radioaktive Stoffe“ nach der zu erwartenden Unfallbelastung ausgelegt.

Generell lässt sich jedoch gemäß dem ADR ableiten:

Je gefährlicher der Stoff, desto höher die Sicherheitsanforderungen an die Umschließung, die Mengenbegrenzung und den Transport.

Die Fahrzeugführer von Gefahrguttransporten sind gemäß dem ADR in der Regel gut geschult und unterwiesen.

Transportfahrzeuge mit kennzeichnungspflichtigem Gefahrgut sind durch Warntafeln und Gefahrgutzettel gemäß dem ADR gekennzeichnet.

3.3.2.3 Parameter / besondere Charakteristik

Tabelle 6: Bewertung tunnelspezifische Datengrundlagen

Parameter	Wert	Überprüfung Vorliegen besonderer Charakteristik	
		JA	NEIN
Tunnellänge	Nordröhre 1.025 m Südröhre 1.095 m		x
Anzahl der Tunnelröhren	2		x
Anzahl der Fahrstreifen im Tunnel	4 im Ein- und Ausfahrtsbereich / 3 im Mittelbereich		x
Fahrstreifenbreite	3,50 m nach RABT 2006		x
Querschnittsgeometrie	Rechteckquerschnitt RQ 33 t		x
Unterirdische Zu- und Abfahrten	Ein- und Ausfahrten	x	
Trassierung Längsneigung	< 1 %		x
Bauweise	offene Bauweise		x
Richtungsverkehr/Gegenverkehr	Richtungsverkehr		x
Verkehrsaufteilung je Tunnelröhre (inkl. zeitliche Verteilung)	Nordröhre 49.700 Kfz/24h Südröhre 48.300 Kfz/24h		x
Anteil Schwerverkehr	5,0 bzw. 5,3 %		x
Gefahr täglicher oder saisonaler Staubbildung	keine Gefahr täglicher oder saisonaler Staubbildung		x
Zugriffszeiten der Einsatzdienste	im Rahmen der gesetzlichen Hilfeleistungsfrist		x

Parameter	Wert	Überprüfung Vorliegen besonderer Charakteristik	
		JA	NEIN
Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs	keine statistischen Angaben der zuständigen Straßenverkehrsbehörde vorhanden	x Risikoanalyse gem. RABT 2006, Abs. 0.5 und Abs. 9	
Merkmale Zufahrtsstraßen	keine Besonderheiten		x
geschwindigkeitsbezogene Aspekte	Planungsgeschwindigkeit 80 km/h		x
geografische und meteorologische Verhältnisse	keine außergewöhnlichen geografischen und meteorologischen Bedingungen vorhanden		x

Bei der Überprüfung wurde im Rahmen der Bewertung der Datengrundlagen zu 2 Punkten eine besondere Charakteristik festgestellt. Bei Vorhandensein von unterirdischen Zu-/Abfahrten ist durch das Einbiegen/Kreuzen eine erhöhte Unfallhäufigkeit festzustellen [15].

Im Rahmen der nachfolgenden Voranalyse zur Sicherheitsbewertung im Punkt 3.4.1 sind die für die Sicherheitsbewertung drei relevanten Werte eingeflossen.

Die besondere Charakteristik zum Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs wird in einer gesonderten Risikoanalyse nach RABT 2006, Abs. 0.5 in Anwendung des Verfahrens aus dem Schlussbericht (März 2009) zum Forschungsvorhaben FE 03.0437/2007/FRB - FE 86.0050/2008 „Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln“ [6] abgehandelt.

3.3.3 Schadensverhütung

Maßnahmen zur Schadensverhütung zielen auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und somit Verringerung der Häufigkeit (Ereignisse/Jahr) von Schadensereignissen. Die Schadensverhütung setzt sich aus baulichen Maßnahmen, der betriebstechnischen Ausrüstung sowie der Betriebsführung zusammen. Die Standardmaßnahmen sind in der RABT 2006 geregelt und wurden im Konzept geprüft und keine Abweichungen festgestellt. Somit besteht grundsätzlich ein Zusammenhang zur Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen dieses Konzeptes und der geforderten Sicherheitsdokumentation nach RABT 2006, Abs. 1.1.5.

3.3.3.1 Schadensverhütende Einrichtungen

Die bauliche Gestaltung des Tunnelinnenraumes und des Vorportalbereiches erfolgt gemäß RABT 2006, Abs. 2.3 und 5.

Die Anlage von 1 Stück Nothalte- und Pannenbucht und Überfahrt zwischen den Tunnelröhren erfolgt gemäß RABT 2006, Abs. 6.1.2.

Zur Schadensverhütung sind folgende sicherheitsrelevante Einrichtungen vorhanden:

- Videoüberwachung des Tunnels
- Videoüberwachung der Vorfelder (Portalbereiche)
- Videoüberwachung des Betriebsgebäudes außen und innen
- Übertragung der Videodaten zur ständig besetzten Stelle:
- Überwachung Luftqualität - Sichttrübe (Rauchdetektion) im Tunnel
- Überwachung Luftqualität - CO-Gehalt im Tunnel
- Überwachung der Luftströmung (Stärke und Richtung)
- Überwachung auf Nebel vor dem Tunnel
- Brandmeldekabel - Überwachung auf Höchsttemperatur und Temperaturanstieg
- Tunnelsperranlagen mittels Schranken und LSA für Notspernung der Einfahrt der Tunnel
- Überwachung des Verkehrsflusses (flüssiger Verkehr, stockender Verkehr, Stau)
- automatische Lüftungsprogramme bei erhöhten Schadstoffwerten
- automatische Lüftungsprogramme im Brandfall
- automatische Steuerung der Beleuchtung in Abhängigkeit von der Außenbeleuchtung
- aktive Leiteinrichtung im Abstand von ca. 20 m auf den Notgehwegen
- keine Reduzierung der Anzahl der Fahrstreifen im Tunnel
- Tunnel-Beleuchtung gemäß RABT 2006, Abs. 3.
- Anzeigen zur Geschwindigkeitsbeschränkung sowie ggf. einer weiteren Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bei außergewöhnlichen Betriebszuständen (wie z. B. bei Pannen/Wartungsarbeiten im Tunnel u. a.).

3.3.3.2 Schadensverhütende betriebliche Abläufe

Die betrieblichen Abläufe in einem Tunnel sind von grundlegender Bedeutung für die Sicherheit. Die betrieblichen Maßnahmen umfassen aus sicherheitstechnischer Sicht alle Aufgaben, die für einen ungestörten und sicheren Verkehrsablauf im Tunnel erforderlich sind. Dies umfasst u. a. das Verkehrsmanagement:

- die Verkehrsüberwachung in der ständig besetzten Stelle
- die automatische Steuerung aller, den Verkehr lenkenden Anlagen und Signale auf der Grundlage der Ereignis-Wirk-Matrix (13-1 Anhang „Ereignis-Wirk-Matrix“ von Hessen Mobil). Bei einem Ereignis „Brand“ mit einer Notspernung werden automatisch die Verkehrsteilnehmer über Lautsprecherdurchsagen gewarnt die Fahrzeuge zu verlassen, mit dem Fahrzeug nicht weiterzufahren und über die Notausgänge den Tunnel zu räumen
- gegebenenfalls den Einsatz von Personal vor Ort sowie
- die Überprüfung, Inspektion und Wartung sämtlicher technischer Anlagen und Systeme.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine sichere Betriebsführung in der Tunnelanlage ist die ständig besetzte Stelle. Die ständig besetzte Stelle ist rund um die Uhr besetzt und stellt so eine permanente Steuerung und Überwachung des Tunnels sicher.

Im Fall von Störungen und Schadensfällen sind die betrieblichen Notfallmaßnahmen geregelt und die Zusammenarbeit mit externen Einsatzdiensten der Polizei, der Feuerwehr, des Rettungsdienstes und der Autobahnmeisterei wird koordiniert. Regelungen dazu sind im Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu treffen. Als Grundlage für die Planungen im Alarm- und

Gefahrenabwehrplan gilt das Ereignisstufenkonzept, welches in Hessen einheitlich für alle Straßentunnel im Zuständigkeitsbereich der ständig besetzten Stelle gilt.

Ebenso wird die Aufzeichnung und Auswertung aufgetretener Störfälle bzw. Unfälle geregelt. Die daraus gewonnenen Erfahrungen werden in geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit umgesetzt.

3.3.3.3 Betriebliche Maßnahmen bei einem Schadensereignis, wie Unfall oder Brand

Ein Unfall wird z. B. durch

- Meldung eines Verkehrsteilnehmers über Notruftelefon im Tunnel
- eigene Beobachtungen der Operatoren der ständig besetzten Stelle (z. B. Videoüberwachung)
- Notrufmeldung über Handy an die Polizei oder Feuerwehr
- automatische Meldungen bei Grenzwertüberschreitungen von Messeinrichtungen
- Befahren der Pannenbucht u.a.

erfasst.

Die Operatoren der ständig besetzten Stelle alarmieren unverzüglich nach den Festlegungen des AGAP die Zentralen Leitstellen der Polizei, der Feuerwehr und des Rettungsdienstes und setzen ohne Verzögerungen die erforderlichen festgelegten betrieblichen Maßnahmen um.

Bei einem Unfall, schwerwiegendem Zwischenfall oder Brand im Tunnel ist umgehend eine Notsperrung inklusive der Ausleitung an der jeweils vorgelagerten Anschlussstelle zu aktivieren.

Die Sperrung erfolgt in der Form, dass in die betroffene Tunnelröhre Nord oder Süd keine Fahrzeuge mehr einfahren dürfen. Die im Tunnel befindlichen Fahrzeuge sollen ausfahren oder anhalten, die Verkehrsteilnehmer aussteigen und unverzüglich den Tunnel über die Notausgänge verlassen.

3.3.4 Ereignisbewältigung

Die beiden Ereignisfälle „Unfall“ und „Brand“ stellen die typischen Schadensszenarien in einem Straßentunnel dar. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass in diesen Fällen die Weiterfahrt im Tunnel behindert oder sogar verhindert wird. Dies macht die Evakuierung der Tunnelnutzer aus dem Tunnel notwendig. Die betroffenen Tunnelnutzer sollen den Gefahrenbereich schnellst möglich verlassen und über einen Notausgang oder Fluchtweg zu einem sicheren Bereich gelangen.

Grundsätzlich sind bei Eintritt von Ereignissen die Rettungsphasen „Selbstrettung“ und „Fremdrettung“ zu unterscheiden.

Laut Ereignisstufenkonzept im Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) gibt es 6 Szenarien, für die Handlungsanweisungen festgeschrieben sind. Der Umgang mit diesen Szenarien, die für alle Tunnel gleich sind, soll durch den Operator der ständig besetzten Stelle geübt werden, sodass im Ereignisfall optimal reagiert werden kann, und zwar in beiden Rettungsphasen. Die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel ist für beide Rettungsphasen ausgelegt.

3.3.4.1 Schadensmeldung

Schadensmeldungen können abgesetzt werden über:

- Notrufstationen (als begehbare Kabinen) in der Nord- und Südröhre
- jeweils 2 Notrufsäulen in den Portalvorfeldern Ost und West
- Handfeuermelder an den Notrufstationen im Tunnel, Notausgängen und im BG.
- Mobiltelefon.

Beim typischen Schadensszenario Unfall wird unter anderem durch die Videobeobachtung und/oder die manuelle Betätigung des Notrufes die ständig besetzte Stelle verständigt, die nach Maßgabe der Regelungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes unverzüglich die festgelegten Einsatzdienste alarmiert sowie unverzüglich sicherheits- und verkehrstechnische Maßnahmen (Notfallprogramme) aktiviert und überwacht.

Das typische Schadensszenario Brand kann durch die automatische Brandmeldeanlage detektiert werden. Der Tunnel ist in Brandmeldeabschnitte unterteilt. Dabei kann es sich um einen automatisch detektierten Brandort (durch Linienbrandmelder) oder den Ort der manuellen Betätigung eines Handfeuermelders handeln.

Ein zusätzliches effektives Mittel zur Brandfrüherkennung ist die Kaltbranderkennung, z. B. über Sichttrübemesseinrichtung. Bei Überschreiten der zulässigen Grenzwerte für die Sichttrübe wird ein „Voralarm“ generiert und ein Videobild aufgeschaltet. Die ständig besetzte Stelle kann entsprechend der zu beurteilenden Situation bei Erkennen eines Brandes oder bei unklarer Lage frühzeitig die Feuerwehr alarmieren.

Die Möglichkeit der Meldung von Ereignissen über Mobiltelefon wird oftmals überbewertet. In Auswertung von Ereignissen z. B. in Thüringer Straßentunneln im Zeitraum von 2006 bis 2016¹ wurde zu den Ereignissen nur 2-mal ein Notruf über Mobiltelefon durch Verkehrsteilnehmer abgesetzt. Das Vorhandensein der Möglichkeit zur Nutzung des Mobilfunktelefons stellt dennoch einen erheblichen Sicherheitsgewinn dar.

Nach Maßgabe der Regelungen und festgelegten Meldewege im Alarm- und Gefahrenabwehrplan werden die festgelegten Einsatzdienste der Polizei, der Feuerwehr und der Rettungsdienste alarmiert.

Eine detaillierte Darstellung der Abläufe bei verschiedenen Störfällen und betrieblichen Sondermaßnahmen ist im Alarm- und Gefahrenabwehrplan geregelt.

3.3.4.2 Selbstrettung

Für das Selbstrettungskonzept steht das typische Schadensszenario „Brand“ im Mittelpunkt der Notfallmaßnahmen. Bei diesem Szenario ist ein rascher zeitlicher Ablauf der Selbstrettung der betroffenen Tunnelnutzer von größter Bedeutung. Das Notfallkonzept basiert bei diesem Szenario vorrangig auf der Selbstrettung (die betroffenen Tunnelnutzer bringen sich rasch aus eigener Kraft in Sicherheit), da bei diesem Szenario oft nur in den ersten Minuten günstige Rettungschancen bestehen. Die Maßnahmen der Fremddrettung greifen erst nach mehr als 10 Minuten ab dem Zeitpunkt der Alarmierung, sodass der Tunnelnutzer bereits im Brandrauch eingeschlossen sein kann.

Ziel der Selbstrettung ist es daher, dass sich die betroffenen Tunnelnutzer aus eigener Kraft oder mit Hilfe anderer Tunnelnutzer aus dem durch Unfallfolgenwirkungen (Hitze, Rauchgase etc.) gefährdeten Bereich retten und so rasch wie möglich in einen sicheren Bereich über die

¹ Statistische Auswertung von Ereignissen in Thüringer Straßentunneln im Zeitraum 2006-2015

Notausgänge in die nicht betroffene Nord- und/oder Südröhre oder direkt ins Freie der Portalbereiche gelangen können.

Das Konzept baut auf folgenden Voraussetzungen auf:

Zweiröhriges Tunnelsystem:

Die nicht betroffene Tunnelröhre bietet Schutz und ermöglicht einen längeren Aufenthalt von Personen ohne Gefährdung durch Rauch, Hitze u. a. Die nicht betroffene Tunnelröhre gilt als „sicherer Bereich“ durch die konsequente bauliche Trennung der Nord- und Südröhre (Tore und Türen in den Notausgängen, Ausbildung der Überfahrten mit Feuerwiderstand T90).

Begehbare Notausgänge und Schlupftüren in den Toren der Überfahrt im Abstand von ≤ 295 m als Fluchtwegmöglichkeit in einen sicheren Bereich. Diese Notausgänge/Überfahrt sind zu jeder Tunnelröhre mit einer Brandschutztür/-tor mit Fluchttüren, welche im Ereignisfall ohne größeren Kraftaufwand manuell durch den Tunnelnutzer geöffnet werden können, ausgestattet. Die Absicherung der Notausgänge mittels Brandschutztüren/-tor stellt auch sicher, dass Brandrauch nicht in die nicht betroffene Tunnelröhre eindringen kann.

Grundsätzlicher Ablauf der Selbstrettung:

- Eintreten und Erkennung eines Schadensereignisses, welches eine Selbstrettung aus dem Tunnel erfordert
- Aufforderung der Tunnelnutzer zur Selbstrettung bzw. eigenes Erkennen der drohenden Gefahr durch betroffene Tunnelnutzer
- Beginn und Durchführung der Selbstrettung der Tunnelnutzer durch Flucht zum nächstgelegenen Notausgang. Dabei ist davon auszugehen, dass verletzten und behinderten Personen durch andere Tunnelnutzer geholfen wird.

Aus Untersuchungen von Unfällen, Bränden zum Verhalten der Tunnelnutzer ist bekannt, dass eine frühzeitige Information mit Hinweisen auf die akute Gefahr der Tunnelnutzer in seiner Handlung wesentlich beeinflusst und dieser mit der Selbstrettung beginnt.

Für ein richtiges Verhalten der Tunnelnutzer sind folgende Punkte wesentlich:

- generelles Wissen über richtiges Verhalten in Notfallsituationen in einem Straßentunnel. Dies erfordert eine generelle und kontinuierliche öffentliche Information gegenüber den Kraftfahrern über richtiges Verhalten in einem Tunnel im Schadensfall. Möglichkeiten dazu bieten Faltblätter, Öffentlichkeitsarbeit der Medien, Ausbildung in den Fahrschulen, Öffentlichkeitsarbeit der Einsatzdienste u. a. m.
- unverzügliche und direkte Information der betroffenen Tunnelnutzer mit Aufforderung zur Selbstrettung unter Nutzung der Möglichkeiten von Lautsprecherdurchsagen, Einsprechen in Verkehrs- und Radioprogramme, akustische und optische Alarmierungsmöglichkeiten im Tunnel
- optisch verbesserte Kennzeichnung zum Auffinden der Notausgänge, um diese auch bei Verrauchung erkennen zu können.

Die Selbstrettung wird durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- Rettungsweg aus der Nord- und Südröhre über die Portale direkt ins Freie
- drei wechselseitige Notausgänge in die zweite parallel verlaufende, nicht betroffene Tunnelröhre Nord oder Süd
- Rettungsweglängen $\leq 298,60$ m
- beidseitig angeordnete Notgehwege in der Nord- und Südröhre

- Fluchtwegpiktogramme mit integrierter Brandnotbeleuchtung nach RABT 2006
- aktive visuelle Leiteinrichtung im Abstand von ca. 25 m auf den Notgehwegen
- zusätzliche LED-Beleuchtung im Tunnelraum als Rettungswegkennzeichnung an den Fluchttüren der Notausgänge
- Lautsprecheranlage, Einsprechmöglichkeit in Verkehrsfunk (Radioprogramme).

3.3.4.3 Fremdrettung

Die Fremdrettung erfolgt durch die alarmierten Einsatzdienste der Polizei, der Feuerwehr und der Rettungsdienste nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes.

Werden in Ereignisfällen Einsatzdienste angefordert, so gelangen diese über die im Punkt 3.1 aufgeführten Zufahrten zum Ereignisort.

Die Einsatzabwicklung obliegt dem jeweils zuständigen Einsatzleiter nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes. Alle erforderlichen Maßnahmen des Einsatzleiters werden mit der ständig besetzten Stelle abgestimmt und koordiniert.

Das Fremdrettungskonzept unterscheidet grundsätzlich in zwei Fälle:

Fall 1 (typisches Schadensszenario Brand):

Auffinden und Retten der Tunnelnutzer durch die Feuerwehr, denen die Selbstrettung nicht gelungen ist bzw. die nicht in der Lage waren, sich selbst zu retten (eingeschlossene oder verletzte Tunnelnutzer).

Fall 2 (typisches Schadensszenario Unfall):

Fremdrettung durch die Einsatzdienste bei Ereignissen, bei denen der zeitliche Ablauf der Evakuierung aus dem Tunnel nicht so entscheidend ist und bei denen Tunnelnutzer zu Schaden gekommen sind (Unfall mit ausschließlich mechanischen Schadenswirkungen).

Die Fremdrettung baut auf folgenden Voraussetzungen auf:

- Verfügbarkeit von Einsatzdiensten (Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienst) nach gesetzlicher Zuständigkeit im Umfeld des Tunnels, welche für einen Einsatz im Tunnel ausgebildet und normgerecht ausgestattet sind
- unverzügliche Alarmierung und Weitergabe der für einen Einsatz erforderlichen Informationen durch die ständig besetzte Stelle. an die zuständigen Zentralen Leitstellen der Einsatzdienste
- Schaffung der Voraussetzungen für eine effiziente Kommunikation der Einsatzdienste untereinander und mit der ständig besetzten Stelle.

In der Planungsphase eines Tunnels standen die Umsetzung der infrastrukturellen Voraussetzungen für die Fremdrettung im Vordergrund, wie Tunnelüberwachung durch die ständig besetzte Stelle, Kommunikationsmittel, Zufahrtsmöglichkeiten zum Tunnel u. a..

Vor Inbetriebnahme des Tunnels steht in Abstimmung mit den Einsatzdiensten die Aufgabe, detaillierte Notfallkonzepte zu erarbeiten und festzuschreiben. Dies erfolgt mittels abgestimmter Alarm- und Gefahrenabwehrpläne.

Der grundsätzliche Ablauf einer Fremdrettung ist wie folgt:

- Eintreten und Erkennung eines Notfallereignisses, welches eine Fremdrettung von Tunnelnutzern erfordert
- Unverzögliche Alarmierung der erforderlichen Einsatzkräfte nach AGAP
- Anfahrt der Einsatzkräfte zu den Tunnelportalen und zum Betriebsgebäude
- Lageerkundung und Festlegung der taktischen Vorgangsweise durch den Einsatzleiter
- Abstimmung der Einsatzleitung mit der ständig besetzten Stelle, Festlegung von Be- und Entlüftung des Tunnelinnenraumes, Festlegung von verkehrlichen und technischen Maßnahmen (Sperrung, Beleuchtung u. a. m.).

Fall 1:

Suchen, Auffinden, erste Hilfeleistung, Retten und Abtransport der betroffenen Tunnelnutzer.

Fall 2:

Medizinische Erstversorgung, Retten und Abtransport der betroffenen Tunnelnutzer.

Erfahrungsgemäß sind für eine effiziente Fremdrettung folgende Parameter von großer Bedeutung:

- Festlegung eindeutiger Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Notfallkonzept (u. a. im Handlungskatalog des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes)
- Bildung einer gemeinsamen Einsatzleitung der am Einsatz beteiligten Einsatzdienste
- Durchführung regelmäßiger realitätsnaher Einsatzübungen mit allen beteiligten Einsatzdiensten mit Mängelanalyse und daraus abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen.

Für die Hilfeleistung ist Folgendes vorhanden:

- BOS-Funkkanäle der Einsatzdienste
- Lautsprecheranlage in der Tunnelröhre Nord und Süd
- Lautsprecher in den Portalvorfeldern
- Einsprechmöglichkeiten in die UKW-Radioprogramme
- die Lautsprecherdurchsagen und das Einsprechen in die UKW-Programme sind vom Betriebsgebäude sowie von der ständig besetzten Stelle aus möglich.

Für die Brandbekämpfung sind folgende Einrichtungen vorhanden:

- 2 x 6 kg ABC-Pulverlöscher an jeder Notrufstation
- tragbare Feuerlöscher nach Norm i. d. R. Kohlendioxid-Löscher im Betriebsgebäude
- Löschwasserbereitstellung von 1200 l/min bei einem Entnahmedruck von 6 bar bis 10 bar
- Oberflurhydranten in Hydrantennischen in der Nord- und Südröhre im Abstand von max 150 m auf Ringleitung im Tunnel
- Trockenleitung zwischen den Tunnelröhren mit Anschlussgröße -B- im Bereich der Überfahrt und Notausgänge
- je 2 Überflurhydranten in den Portalvorfeldern Ost und West.

3.3.5 Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und behinderten Personen

Die Ausführung der Bauten und Ausrüstungen ist in der RABT 2006 geregelt. Die Thematik „Personen mit eingeschränkter Mobilität“ und „Personen mit körperlicher Behinderung“ findet zum Stand der Technik Berücksichtigung. Die Evakuierung von Personen mit eingeschränkter Mobilität ist folgendermaßen berücksichtigt:

- im Tunnel durchgängig größte Bordhöhe: 3 cm
- vor jedem Notausgang Installation eines barrierefreien Notruftasters.

Gemäß RABT 2006, Abs. 1.2.3 „Organisation für den Notfall“ wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Unterlagen mit den Einsatzdiensten abzustimmen sind bzw. der Alarm- und Gefahrenabwehrplan vor Inbetriebnahme des Tunnels gemeinsam mit den Einsatzdiensten zu erstellen ist. Diese Koordinierung sieht auch die Berücksichtigung des Prinzips der wechselseitigen Hilfeleistung durch andere Tunnelnutzer oder der Einsatzkräfte vor. Das heißt, in dem mit der Feuerwehr, der Polizei und den Rettungsdiensten zu erstellenden Alarm- und Gefahrenabwehrplan sind die Belange der Personen mit eingeschränkter Mobilität und behinderten Personen zu berücksichtigen. Einsatztaktisch wird bei der Fremdrettung bei Erkennen der Beteiligung von Tunnelnutzern mit eingeschränkter Mobilität über Meldewege den Einsatzkräften diese Information bereits bei der Anfahrt zur Einsatzstelle übermittelt.

3.4 Risikoanalysen

3.4.1 Risikoanalyse aufgrund besonderer Charakteristik

Sicherheitsbewertung/Voranalyse

Auf der Grundlage des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT 2006, Ziffer 0.5 vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), in der Entwurfsfassung vom 09. Juli 2008 [5], wurde eine ergänzende Sicherheitsbewertung im Rahmen der Gesamtsicherheitsbetrachtung durchgeführt. Auf der Grundlage des Leitfadens sind im Rahmen einer Sicherheitsbewertung die Risiken beim Betrieb eines Straßentunnels zu ermitteln.

Für die Sicherheitsbewertung wurden folgende Eingabewerte nach Tabelle 7 berücksichtigt:

Bauliche und technische Daten zum Tunnel

- Länge
- Anzahl der Fahrstreifen
- Betriebsart (Gegenverkehr)
- Vorhandensein von Zu- und Abfahrten
- Längsneigung
- Vorhandensein von Seitenstreifen, Pannenbuchten, Notgehwegen
- Abstände zwischen Notausgängen (und damit Angaben zur Fluchtweglänge)
- Tunnellüftung
- spezifische Maßnahmen für den Ereignisfall: z. B. Branddeduktionsmaßnahmen, Löscheinrichtungen, Notrufstationen, Art und Abstand Fluchtwegkennzeichnungen, Maßnahmen der Tunnelsperrung

- weitere relevante Ausstattungsmerkmale wie z. B. Querschnittsgeometrie, Kommunikationseinrichtungen (z. B. Lautsprecheranlagen), Beleuchtung, Videoüberwachung u. a. m.

Verkehrs- und Unfalldaten

- Verkehrsaufkommen (pro Tunnelröhre, DTVR2)
- Schwerverkehrsanteil und Anteil Gefahrgutverkehr
- Stauneigung (Berücksichtigung Signalisierung im Umfeld des Tunnels)
- verkehrsbehördliche Anordnungen z.B. Geschwindigkeitsbeschränkung u. a. m.

Intervention

- Angaben zu den wichtigsten Fremdrettungsmaßnahmen (Dauer, bis die Einsatzkräfte vor Ort sind; Ausrüstung), Vorhandensein von Alarm- und Gefahrenabwehrplänen u.a.m.

3.4.1.1 Voranalyse Sicherheitsbewertung für Straßentunnel nach RABT 2006, Abs. 05

Grobbeurteilung und Kriterien für den erforderlichen Tiefgang nach LtfSichBew [5], Tunnel Riederwald 98.000 Kfz/24h

Tabelle 7: Einflussgrößen zur Ermittlung der Risikokenngrößen

Parameter	Kurzzeichen	Nordröhre	Südröhre	Einheit
Betriebsart	BA	RV	RV	-
Länge	L	1.025	1.095	km
Verkehrsaufkommen	DTV_R	49.700	48.300	Fzg/Tag
Schwerverkehrsanteil	alpha_SV	5,0	5,3	%
Stauanteil	alpha_Stau	0	0	%
Einfluss von Zu- und Abfahrten	ZA	ja	ja	-
Längsneigung	phi	0,53	0,56	%
Brandlüftungssystem	BL	LL	LL	-
Notausgangsabstand	d-Notausgang	295	295	m

Die Eingangsparameter für die Voranalyse wurden im Vorfeld mit Hessen Mobil abgestimmt. Für die aktuelle Berechnung wurde die maßgebliche Längsneigung an die aktuelle Planung angepasst.

$$K_{Kollision} = N_{Kollision(BA)} \cdot \sum_i \{L_i \cdot DTV_{R,i} \cdot h_{Kollision}(BA_i, ZA_i) \cdot f_1(\alpha_{SV,i}) \cdot f_2(\alpha_{Stau,i})\}$$

$$K_{Brand} = N_{Brand(BA)} \cdot \sum_i \{L_i \cdot DTV_{R,i} \cdot h_{Brand}(BA_i, ZA_i) \cdot g_1(\alpha_{SV,i}) \cdot g_2(\alpha_{Stau,i}) \cdot g_3(L_i) \cdot g_4(\varphi_i) \cdot g_5(BL_i) \cdot g_6(d_{Notausgang,i})\}$$

Formel 1: Berechnung der Risikokenngröße

Voranalyse

Der Leitfaden gibt das prinzipielle Vorgehen zur Sicherheitsbewertung vor. Durch die Voranalyse wird bestimmt, welcher Analysetiefgang im Weiteren erforderlich wird.

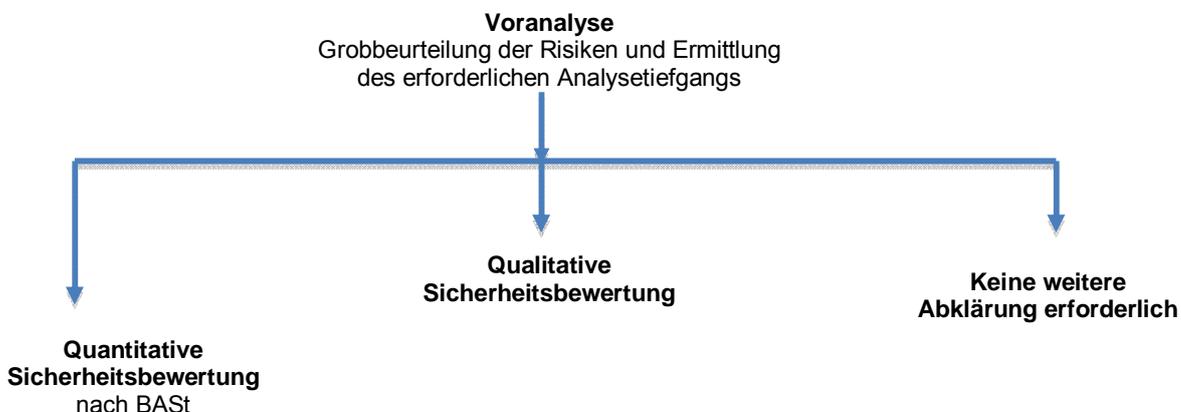


Abbildung 19: Darstellung Verfahrensschritte

Um für die praktische Umsetzung der RABT 2006, Ziffer 0.5 den für die jeweilige Fragestellung angemessenen Analysetiefgang zu bestimmen, wurde die Voranalyse nach dem Leitfaden durchgeführt. Dazu wurde das im o. g. Leitfaden genannte pragmatische Vorgehen eingehalten und umgesetzt.

Nach Tabelle 2 des Leitfadens: Bewertungskriterien für besondere Charakteristik sind nachfolgende Werte im Leitfaden vorgegeben:

Tabelle 8: Grenzwerte im Verfahren zur Besonderen Charakteristik

$K \geq 1$	→ Quantitative Sicherheitsbewertung
$1 > K \geq 0,7$	→ Qualitative Sicherheitsbewertung
$K < 0,7$	→ keine weiteren Untersuchungen erforderlich

Im Ergebnis des Berechnungsverfahrens (siehe Berechnung 1) wurden folgende Risikokenngrößen ermittelt:

Risikokenngrößen		<i>Gesamtrisiko für alle Röhren</i>
Kollisionsrisiko	K_Kollision	0,925
Brandrisiko	K_Brand	0,306

Berechnung 1: Ergebnis der Berechnung nach Leitfaden

Fazit:

Aufgrund der Überschreitung zur Risikokenngröße $K_{KOLLISION}$ wurde eine qualitative Sicherheitsbewertung durchgeführt - siehe Sicherheitsbewertung vom 07.12.2017, A2014-71b_V2.1 von der SW Sachverständigenbüro Brandschutz GmbH & Co. KG, Unterlage 7.3.

Erforderliche zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der Kollisionswahrscheinlichkeit sind im Punkt 3.2.1.2. „verkehrstechnische Ausstattung“, Abs. I) unter „Verkehrsbeeinflussungsanlage im Tunnel, Tunnelvorfeld und außerhalb des Vorhabens“ dargestellt.

3.4.2 Risikoanalyse – risikomindernde alternative Maßnahmen

Für den Tunnel Riederwald liegt keine besondere Charakteristik vor. Es sind keine weiteren Untersuchungen im Ergebnis der Sicherheitsbewertung nach Punkt 3.4.1 erforderlich.

3.4.3 Risikoanalyse – Zulässigkeit Längslüftung

Die Variantenuntersuchung zur Tunnellüftung wurde angestellt.

Das Gutachten zur Tunnellüftung liegt vor.

Das vorgesehene Längslüftungssystem erfüllt die Anforderungen der RABT.

3.4.4 Risikoanalyse – Zulässigkeit von Gefahrguttransporten

Bezüglich der Zulässigkeit zur Freigabe von Gefahrguttransporten ist auf der Grundlage des „Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007“, FE 03.0437/2007/FRB, FE 86.0050/2008 BMVBS und BASt eine Untersuchung durchgeführt worden.

Im Geltungsbereich der RABT ergibt sich für den Tunnel Riederwald unter den aktuellen Rahmenbedingungen die Tunnelkategorie A.

Die endgültige Entscheidung über die Festlegung der Tunnelkategorie obliegt der zuständigen Straßenverkehrsbehörde.

3.5 Betrieb und Organisation

Die in der RABT 2006, Abs. 1 genannten Organisationsformen zur Sicherung des Sicherheitsniveaus sind umzusetzen.

3.5.1 Angaben der zuständigen Stellen und Personen

3.5.1.1 Verwaltungsbehörde

Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement
Tunnel-Verwaltungsbehörde VE5
Wilhelmstraße 10
65185 Wiesbaden

3.5.1.2 Tunnelmanager

Wird vor der Inbetriebnahme durch den Betreiber benannt.

3.5.1.3 Sicherheitsbeauftragter

Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement
Tunnel-Sicherheitsbeauftragter VE 5.01 (extern DMT)
Kurt-Holzappel-Straße 37
37269 Eschwege

3.5.1.4 Untersuchungsstelle

Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement
Tunnel-Untersuchungsstelle VE5.01
Kurt-Holzapfel-Straße 37
37269 Eschwege

3.5.1.5 Verwaltungszuständigkeiten

Für den Tunnel ergeben sich folgende Zuständigkeiten:

- Bauherr: BMVI
Bundesministerium für Verkehr und digitale
Infrastruktur
- Behörde: Hessen Mobil -
Straßen und Verkehrsmanagement
- Bundesland: Hessen
- Regierungsbezirk: Darmstadt
- Stadt: Frankfurt am Main
- Polizei: Polizeipräsidium Frankfurt am Main
- Brandschutz u. Allgemeine Hilfe: Branddirektion Frankfurt am Main
- ständig besetzte Stelle: Tunnelleitzentrale (TLZ)
Bahnhofstraße 15a, 37269 Eschwege
- Zentrale Leitstelle Feuerwehr: Frankfurt am Main

3.5.1.6 Brandschutz und Allgemeine Hilfe/Allgemeine Festlegungen

Aufgaben und Aufgabenträger

Nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 HBKG sind die Gemeinden Aufgabenträger für den Brandschutz und die Allgemeine Hilfe. Diese haben zur Erfüllung ihrer Aufgaben im Brandschutz und in der Allgemeinen Hilfe den örtlichen Erfordernissen entsprechende leistungsfähige Feuerwehren aufzustellen, auszustatten und zu unterhalten.

Autobahnfeuerwehren - AF -

Das Regierungspräsidium weist nach § 23 HBKG bestimmte Einsatzbereiche zum Brandschutz und zur Allgemeinen Hilfe auf Autobahnen zu.

Den Trägern der Feuerwehren sind vom Land entsprechend Art und Umfang der Einsatzaufgaben besondere Zuwendungen zu den Kosten der Feuerwehren zu gewähren.

Besondere Regelungen für den Autobahneinsatz ergeben sich aus dem so genannten „Autobahn-Erlass“ des Hessischen Innenministeriums.

Zuweisungsplan, Gesamteinsatzplan

Für die Neubaustrecke der A 66 werden die Einsatzbereiche der Autobahnfeuerwehren in einem besonderen Zuweisungsplan des Regierungspräsidiums festgelegt.

Der Zuweisungsplan ist Bestandteil eines Rahmeneinsatzplanes, der u. a. Grundsätze für den Einsatz der Feuerwehren in Tunneln der A 66 enthält.

Überörtliche Alarm- und Einsatzpläne; Alarm- und Ausrückeordnung

Die Alarmierung und der Einsatz der Autobahnfeuerwehren bestimmt sich nach besonderen überörtlichen Alarm- und Einsatzplänen der Landkreise/kreisfreien Städte nach § 4 Abs. 1 Nr. 4 HBKG.

Über die getroffenen Regelungen in der nach dem Autobahnerlass erforderlichen Alarm- und Ausrückeordnung ist mit dem Regierungspräsidium Einvernehmen herzustellen.

Alarmierung

Die Alarmierung der zuständigen Autobahnfeuerwehren erfolgt durch die zuständigen Zentralen Leitstellen für den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe, den Katastrophenschutz und den Rettungsdienst nach § 4 Abs. 1 Nr. 6 HBKG.

Die Meldungen über feuerwehrelevante Tunnelereignisse werden von der ständig besetzten Stelle an die zuständige Zentrale Leitstelle der Stadt Frankfurt am Main weitergeleitet.

Die Benachrichtigung der Zentralen Leitstelle der Feuerwehr + der Einsatzzentrale der Polizei erfolgt dabei aufgrund definierter Ereignisstufen aus dem Gesamtsicherheitskonzept (GSK) sowie des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes (AGAP) der für den Tunnelbetrieb zuständigen Stelle.

Technische Einsatzleitung - TEL -

Die technische Einsatzleitung obliegt grundsätzlich dem Einsatzleiter der zuständigen Autobahnfeuerwehr im Ausrückebereich.

Für besondere Schadenslagen/Ereignisstufen in Tunneln soll die technische Einsatzleitung einer bestimmten Autobahnfeuerwehr übertragen werden. Im Übrigen kann der Brandschutzaufsichtsdienst jederzeit selbst die technische Einsatzleitung der Feuerwehr übernehmen.

Hinweis:

Die Einsatzleitung nach GSK bzw. AGAP */ s. Handlungskatalog - Übernahme Einsatzleitung für Tunnel - obliegt der zuständigen Feuerwehr nach den **AGAP- Stufen 4 „Brand“ und 6 „Freisetzung Gefahrgut“ - siehe Regelungen AGAP im Zuständigkeitsbereich der ständig besetzten Stelle.

3.5.1.7 Zuständigkeiten/Einsatzbereiche Feuerwehr

Einsatz- und Ausrückebereiche

Der Feuerwehr Frankfurt wird durch das Regierungspräsidium der Ausrückebereich für den Autobahnabschnitt Bereich AS Borsigallee¹ bis AD Erlenbruch² zugewiesen.

Die Planung der Kräfte und Mittel erfolgt in Zuständigkeit der Feuerwehr Frankfurt am Main.

3.5.1.8 Zuständigkeiten Rettungsdienst

Träger des Rettungsdienstes ist die Stadt Frankfurt am Main in ihrem Zuständigkeitsbereich. Die Alarmierung erfolgt über die zuständige Zentrale Leitstelle in Frankfurt am Main.

¹ Name AS vorläufig als Arbeitsbezeichnung

² Name AD vorläufig als Arbeitsbezeichnung

Weitergehende Regelungen werden mit der Erstellung des AGAP getroffen und mit der Fortschreibung der SiDok im Rahmen der „Phase Inbetriebnahme“ aufgenommen.

3.5.1.9 Polizei „Einsatzgrundsätze“

Ziel ist die Gewährleistung der Sicherheit von Personen im Tunnel.

Straßentunnel stellen eine besondere Gefahrensituation dar. Daher ist ein koordiniertes Verhalten der Einsatzkräfte zwingend erforderlich.

Die Festlegung der Ereignisstufen obliegt der ständig besetzten Stelle und/oder der Zentralen Leitstelle der Feuerwehr oder Polizei, in welcher die Erstmeldung eingeht.

Die eingesetzten Polizeikräfte melden die tatsächliche Lage vom Ereignisort an den Abschnittsleiter. Der Abschnittsleiter meldet die Lage dem Führungs- und Lagedienst, Pvd, (E 31). Die ständig besetzte Stelle hat den Auftrag der ständigen Beobachtung des Ereignisses und der Gesamtentwicklung im Umfeld. Sie stellt die Kommunikation mit dem zuständigen Einsatzleiter sicher und unterrichtet diesen über veranlasste Maßnahmen der ständig besetzten Stelle oder Veränderungen der Lage.

Bei Ereignissen mit dem Stichwort:

- Ereignisstufe 4: „Brand im Tunnel“ und
- Ereignisstufe 6: „Gefahrgut“

hat die Einfahrt von Einsatzfahrzeugen in den Tunnel nur auf Weisung des Einsatzleiters der Feuerwehr zu erfolgen.

Besondere Koordination ist bei der Ereignisstufe 5: „Massenanfall Verletzter“ (MANV) erforderlich. Die Polizeikräfte vor Ort entscheiden über die Einfahrt von Einsatzfahrzeugen nach Abstimmung mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr.

Beachte:

Für die polizeiliche Aufgabenerfüllung werden eigene Einsatzbefehle in den zuständigen Dienststellen erlassen. Diese werden Bestandteil des AGAP.

3.5.2 Organisationsstruktur, personelle und materielle Ressourcen

3.5.2.1 Ständig besetzte Stelle

Die Tunnelüberwachung, Steuerung, Störungsbeseitigung und Instandhaltung sind gemäß RABT 2006, Kapitel 1.2.1 einer Betriebszentrale zu übergeben.

Die Tunnelüberwachung erfolgt durch die ständig besetzte Stelle von Hessen Mobil, zurzeit die Tunnelleitzentrale (TLZ), Bahnhofstraße 15a, 37269 Eschwege.

3.5.2.2 Tunnelinspektionen

Nach Abschluss der Baumaßnahme erfolgt vor der Eröffnung des Tunnels eine Abnahme nach RABT 2006, Abs. 1.1.6.1.

Die Untersuchungsstelle wird gemäß RABT 2006, Abs. 1.1.4 regelmäßige Inspektionen am Tunnel Riederwald durchführen.

3.5.3 Vom Tunnelmanager spezifizierte Anweisungen

Dieser Bereich unterteilt sich in zwei Bereiche:

- organisatorische und
- betriebliche Vorgänge gemäß RABT 2006. Abs. 5.4, Tabelle 11.

Die erforderlichen Anweisungen werden im Rahmen der Phase Inbetriebnahme erstellt.

3.6 Alarm- und Gefahrenabwehrpläne

Der mit Verkehrsfreigabe vorzuhaltende Alarm- und Gefahrenabwehrplan regelt alle betrieblichen Abläufe sowie die Zusammenarbeit mit externen Einsatzdiensten bei Zwischenfällen und Unfällen. Der Alarm- und Gefahrenabwehrplan wird vor der Inbetriebnahme des Tunnels in Zusammenarbeit mit allen beteiligten Einsatzdiensten gemeinsam aufgestellt und abgestimmt. Dadurch werden eine gute Informationskette an alle Beteiligten sowie praxistaugliche Abläufe sichergestellt. Für den Alarm- und Gefahrenabwehrplan gilt der Grundsatz, möglichst einfache und verständliche sowie effiziente Abläufe umzusetzen. Der Aufbau des AGAP erfolgt nach den in Hessen einheitlichen Vorgaben.

Die ersten Reaktionen auf Ereignisse im Tunnel erfolgen so weit wie möglich automatisch, um den Operator der ständig besetzten Stelle zu entlasten und diesen die Möglichkeit zu geben, die Situation zu erfassen, zu analysieren und die entsprechenden zusätzlichen Schritte einzuleiten. Die automatisierten Systeme bieten die Möglichkeit, manuell eingreifen zu können und ggf. auf besondere Gefahrenlagen geeignet mit der sicherheitstechnischen Ausstattung reagieren zu können

Im Alarm- und Gefahrenabwehrplan sind Schadensszenarien definiert und für diese die erforderlichen Kräfte- und Mitteleinsetzungen mit den Zuständigkeiten, den Notfallmaßnahmen, den Schnittstellen, den Alarmierungs- und Kommunikationswegen unter Beachtung der Einhaltung der Hilfeleistungsfristen festgelegt.

Im Alarm- und Gefahrenabwehrplan sind auch die durchzuführenden Einsatzübungen und Ausbildungen festzulegen.

Der Alarm- und Gefahrenabwehrplan ist rechtzeitig (bei der Beantragung der Anordnung) in der Phase der Inbetriebnahme der Straßenverkehrsbehörde vorzulegen.

3.7 Störungen, Unfälle

3.7.1 System zur Erfassung und Auswertung von Erfahrungen

Von der Verwaltungsbehörde sind jährliche Berichte über Störungen und Unfälle zu verfassen.

3.7.2 Bericht über erhebliche Störungen und Unfälle

Für die Erfassung von bedeutenden Störfällen wird der bundeseinheitliche Meldebogen genutzt.

Die Berichte über Unfälle, Brände und Pannen laut AGAP sowie Wartungsarbeiten werden protokolliert und statistisch ausgewertet. Störungen und Unfälle werden erfasst bei Ereignissen:

- a) nach AGAP
- b) bei technischen Fehlern sowie Wartungsarbeiten.

3.7.3 Aufstellungen und Analyse der durchgeführten Sicherheitsübungen

Sicherheitsübungen sind gemäß RABT 2006, Abs. 1.2.3 in regelmäßigen Abständen durchzuführen.

Im Rahmen der „Inbetriebnahme“ ist eine Sicherheitsübung durchzuführen. Die Protokolle werden der Sicherheitsdokumentation beigelegt.

3.8 Sicherheitsgutachten

Das Sicherheitsgutachten wird durch die Verwaltungsbehörde in der Planungsphase erstellt.

3.9 Unterlagen im Rahmen der Bearbeitung

Bei der Erstellung der Sicherheitsdokumentation wurden folgende Unterlagen berücksichtigt:

- Anteile Verkehrsaufkommen, HessenMobil, Stand: Nov. 2017
- Erläuterungsbericht, Vorentwurf, Ingenieurgesellschaft Schüßler-Plan / Grontmij, Stand 30.07.2012
- Erläuterungsbericht Betriebstechnische Ausstattung, V. 1.0 von Schüßler-Plan / GBI, Stand 21.11.2017
- Gesamtsicherheitskonzept mit Stand 31. Mai 2006 vom ASV Eschwege
- Unterlage 2, Blatt 1 Übersichtskarte, Stand 03/2012
- Unterlage 3.41 Übersichtslageplan, Stand 29.04.2016
- Unterlage 4, Blatt 1 Übersichts- und Höhenplan, Stand 03/2012
- Unterlage 4, Blatt 2 Regelquerschnitt, Stand 03/2012
- Unterlage 4, Blatt 3 Querschnitt im Tunnel bei km 2-235, Stand: 03/2012
- Unterlage 4, Blatt 5 Detailplan Fluchttüren „barrierearm“ bei km 2+4898, Stand 03/2012
- Unterlage 6.41.01 Lageplan Betriebstechnische Ausstattung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.41.02 Regelquerschnitte - Betriebstechnische Ausstattung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.42.01 Betriebsgebäude - Betriebstechnische Ausstattung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.42.03 Betriebsgebäude - Lüftung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.42.02 Betriebsgebäude - Heizung, Klima, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.01 Schema Durchfahrts- und Adaptionsbeleuchtung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.02 Schema Flucht- und Orientierungsbeleuchtung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.03 Schema Aktive Leiteinrichtungen, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.04 Schema Tunnellüftungsanlagen, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.05 Schema verkehrstechnischer Ausstattung inkl. Tiefbau Vorfelder, Stand 05.01.2017
- Unterlage 6.43.06 Schema Notrufanlage, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.07 Schema Videoanlage, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.08 Schema Tunnelfunkanlage, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.09 Schema Lautsprecheranlage, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.10 Schema Brandmeldeanlage, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.11 Schema Löscheinrichtungen, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.12 Hebeanlage West, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.13 Hebeanlage Ost, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.14 Rückhaltebecken Mitte, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.15 Schema Struktur Energieversorgung - Unterverteilungen, Stand: 29.04.2016

- Unterlage 6.43.16 Schema Struktur Energieversorgung-Erdung, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.17 Schema Erdung und EMV Schutz, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.18 Schema Energieversorgungsanlagen-MS und NSHV, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.19 Schema Energieversorgung - Blitzschutz, Stand: 29.04.2016
- Unterlage 6.43.20 Schema Automatisierungs- und Leittechnik, Stand 29.04.2016
- Unterlage 6.43.21 Bestimmung Portal West und Ost Stand 12/2015
- Unterlage 7, Blatt 99 Übersichtsplan mit Stand 17.07.2012
- Unterlage 7.1 Gesamtsicherheitskonzept, Hessen Mobil, KC Tunnelbau & Betrieb, Stand 31.05.2016
- Unterlage 7.2 Übersicht betriebstechnische Ausstattung, Stand 02.2012
- Unterlage 7.3 Sicherheitsbewertung, V. 2.1, Stand 07.12.2017
- Unterlage 7.4 Regelquerschnitt Tunnel, Stand 02.2012
- Unterlage 7.6 Gutachten zur Tunnellüftung von HBI, Berichtsnummer 09-207-01 mit Stand 2011-11-30 / Vers. 1.1
- Unterlage 8, Blatt 01 Übersichts- und Höhenplan, Stand: 29.09.2011
- Unterlage 8, Blatt 32 Querschnitt bei km 2-450 und 2+470, Stand 04.10.2011
- Unterlage 8, Blatt 31 Querschnitte im Tunnel bei km 1+701 und km 2+280, Stand 04.10.2011
- Unterlage 8, Blatt 01 Übersichts- und Höhenplan, Stand 29.09.2011
- Unterlage 8.1.3 Adaptionsbeleuchtung Westportal, Stand 27.07.2015
- Unterlage 8.1.4 Adaptionsbeleuchtung Ostportal, Stand 27.07.2015
- Unterlage 8.3 Gutachten zur Tunnellüftung von HBI, Stand 2014-11-10 / V. 2.0, 2017-09-18 / Ver. 3.0 und und 2017-11-21 / Ver. 3.1
- Sicherheitsbewertung gemäß Leitfaden BAST, Stand 2012-08-02
- Qualitative Sicherheitsbewertung, A2014-71b, Stand: 2017_12_07_V2.1 von SW SVB GmbH & Co. KG
- Gutachten zum Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gem. ADR, FE03.043/2007/FRB, FE86.0050/2008, G16_023, Stand: 2017-12-07_V2.1 von SW SVB GmbH & Co. KG

Erforderliche Unterlagen werden mit Fortschreibung der Sicherheitsdokumentation in der Phase Inbetriebnahme der Sicherheitsdokumentation beigelegt.

4 Darstellung möglicher Zuständigkeiten

Tabelle 9: Zusammenfassung Darstellung der Zuständigkeiten

	Verwaltungs- behörde	Tunnel- manager	Sicherheits- beauftragter		Unter- suchungs- stelle
Feststellen einer besonderen Charakteristik und Notwendigkeit einer Risikoanalyse	V*		U***		
Feststellen der Notwendigkeit von Risikoanalysen im Zusammenhang mit Zulässigkeit von Gefahrguttransporten	V*		U***		
Erstellen einer ersten Version der Sicherheitsdokumentation vor Planfeststellung Phase Planung	A**	U***	S****	und / oder	A**
Fortschreibung der Sicherheitsdokumentation zum Bauwerksentwurf / Betriebstechnischen Vorentwurf / Phase Planung	A**	U***	S****	und / oder	A**
System zur Erhebung und Erfassung von Erfahrungen					
Fortschreibung der Sicherheitsdokumentation in der Phase Inbetriebnahme					
Überprüfung der Sicherheitsdokumentation					

	Verwaltungs- behörde	Tunnel- manager	Sicherheits- beauftragter		Unter- suchungs- stelle
Phase Inbetriebnahme als Grundlage zur Entscheidung der Eröffnung					
Fortschreibung der Sicherheitsdokumentation und Übermittlung an Verwaltungsbehörde					
Aufnahme von Berichten und Analysen zu Störungen, Unfällen und Übungen in die Sicherheitsdokumentation					
V* Bereitstellung von Vorgaben bzw. Entscheidung A** Teilnahme Abstimmung	U*** Umsetzung / Durchführung S**** Stellungnahme				

Literaturverzeichnis

- [1] Forschungsvorhaben FE15.432/2006/ERB im Auftrag des BMVBS, „Konzeption der Sicherheitsdokumentation für Straßentunnel nach EG-Richtlinie 2004/54/EG“, Schlussbericht Juni 2008
- [2] Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln RABT 2006, Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- [3] Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über „Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz“
- [4] Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln, FE03.0378/2004/FRB, Schlussbericht, November 2007
- [5] Leitfaden für Sicherheitsbewertungen gemäß RABT 2006, Entwurf 14. März 2008, Bundesanstalt für Straßenwesen BASt
- [6] Schlussbericht zum Forschungsvorhaben: „Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007“, Berichtsstand Oktober 2009
- [7] DIN 14090 Flächen der Feuerwehr auf Grundstücken
- [8] Hinweise zur lichttechnischen Gestaltung von Notausgängen in Straßentunnel, Unterlage V4c (Tunnel) von der BASt mit Stand 10. Dezember 2009
- [9] Europäische Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)
- [10] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, ZTV-ING, Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1056, BMVBS/BASt, Vers. 12/07
- [11] Verkehrsuntersuchung Lückenschluss A 66 – Neubau der Bundesautobahn A66 Frankfurt am Main – Hanau, Teilabschnitt Riederwald
- [12] Feuerwehrdienstvorschrift, FwDV 500, Stand September 2003, Einheiten im ABC-Einsatz
- [13] Gutachten zur Tunnellüftung von HBI Haerter Beratende Ingenieure, Berichtsnummer 09-207-01 von 2011-11-30, Vers. 1.1; 2014-11-10 / Ver. 2.0 und 2017-09-18 / Ver. 3.0
- [14] BASt Tunnelsymposium 2015, Tagungsband, 29. April 2015
- [15] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen-Teil 1: Führen und Auswerten von unfalltypen-Steckkarten, FGSV-Verlag, Köln 1998

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	vereinfachte Übersichtskarte über das gesamte Verkehrsnetz im Bereich Frankfurt am Main. Die Maßnahme Tunnel Riederwald ist rot hervorgehoben.	5
Abbildung 2:	Übersichtsdarstellung der Gesamtmaßnahme bestehend aus dem Tunnel Riederwald, dem AD „Erlenbruch“, der AS „Borsigallee“ sowie der Vervollständigung der BAB A 661 zwischen der AS „Friedberger Landstraße“ und der AS „Frankfurt Ost“ / Quelle (April 2014): www.mobil.hessen.de	5
Abbildung 3:	Auszug aus Unterlage 6.43.05 - Schema Verkehrsanlagen	9
Abbildung 4:	Querschnitt km 1-930, 3+3 Fahrspuren, Strahlventilatoren, ESV-Nische, Darstellung aus Unterlage 6.41.02, Regelquerschnitte, Betriebstechnische Ausstattung	11
Abbildung 5:	Querschnitt km 2+477, 3 + 3 Fahrspuren, Vorlaufmaßnahme Leitungsbrücke Borsigallee, Notrufnische, Darstellung aus Unterlage 6.41.02, Regelquerschnitte, Betriebstechnische Ausstattung	12
Abbildung 6:	Darstellung aus Unterlage 6.42.01, Lageplan und Umfeld Betriebsgebäude, betriebstechnische Ausstattung	14
Abbildung 7:	vereinfachte Übersichtsdarstellung der möglichen Feuerwehraufstell- und Bewegungsflächen sowie Notlandeplatz Luftrettung am Westportal, Zeichnung nicht maßstäblich	16
Abbildung 8:	vereinfachte Übersichtsdarstellung der möglichen Feuerwehraufstell- und Bewegungsflächen sowie Notlandeplatz Luftrettung am Ostportal, Zeichnung nicht maßstäblich	17
Abbildung 9:	Bsp. Hydrant in Hydrantennische Tunnel	18
Abbildung 10:	vereinfachte Darstellung der Löschwasserversorgung	18
Abbildung 11:	Bsp. trockene Löschleitung als Wanddurchführung in einem Tunnel, DN 80 mit B-Fest-kupplung beidseitig neben einem Notausgang, Quelle: SW IB BS GmbH	19
Abbildung 12:	vereinfachte Darstellung Entwässerung über Schadstoffauffang- und Rückhaltebecken außerhalb des Tunnels im Bereich der Diensttreppe angeordnet mit Hebeanlage und Abpumpen in Entwässerungsleitung Sammler Nord	21
Abbildung 13:	Einsatzstufenkonzept Straßentunnel einheitliches Modell Hessen	36
Abbildung 14:	Bsp. Panne in der Nordröhre in Fahrtrichtung (FR) Bad Homburg	37
Abbildung 15:	Bsp. Unfall/Kollision und ggf. Auffahrunfall nachfolgender Pkw in FR Bad Homburg	38
Abbildung 16:	Bsp. Unfall mit mehreren Fahrzeugen, verlorene Ladung in FR Hanau	38
Abbildung 17:	Bsp. Brand Lkw in der Nordröhre mit einer Anfangsbrandleistung bis 30 MW	40
Abbildung 18:	Gefahrstoffklassifizierung gemäß dem ADR	42
Abbildung 19:	Darstellung Verfahrensschritte	53

Formel nach Leitfaden

Formel 1: Berechnung der Risikokenngröße52

Berechnungsergebnis nach Leitfaden

Berechnung 1: Ergebnis der Berechnung nach Leitfaden53

Tabellenverzeichnis

Tunnellängsneigung Nordröhre: Tabelle 1: Längsneigung Nordröhre
[Unterlage_4_1_Uebersichtslage_und_Hoehenplan_INDEX_D.pdf] 13

Tunnellängsneigung Südröhre: Tabelle 2: Längsneigung Südröhre
[Unterlage_4_1_Uebersichtslage_und_Hoehenplan_INDEX_D.pdf] 13

Tabelle 3: Übersicht Anzahl und Lage der Fahrstreifen 13

Tabelle 4: Lage und Abstände der Notausgänge im Tunnel Riederwald entnommen aus:
Unterlage_4_1_Uebersichtslage_und_Hoehenplan_INDEX_D.pdf 22

Tabelle 5: Übersicht Brandleistungen, Temperaturen und Rauchgasmengen 40

Tabelle 6: Bewertung tunnelspezifische Datengrundlagen 43

Tabelle 7: Einflussgrößen zur Ermittlung der Risikokenngrößen 52

Tabelle 8: Grenzwerte im Verfahren zur Besonderen Charakteristik 53

Tabelle 9: Zusammenfassung Darstellung der Zuständigkeiten 60

Abkürzungsverzeichnis

A	Alarme
ABC	Brandklassenbezeichnung
AD	Autobahndreieck
ADR	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AGAP	Alarm- und Gefahrenabwehrplan
AK	Autobahnkreuz
AS	Anschlussstelle
ASV	Amt für Straßen und Verkehrswesen
AZ	Aktenzeichen
AQ	Anzeigequerschnitt
B	Breite
B7	Bundesstraße mit Nummer
BAB A 66	Bundesautobahn mit Nummer
BAST	Bundesanstalt Straßenwesen
BG	Betriebsgebäude
BL	Brandlüftungssystem
BMA	Brandmeldeanlage
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Städteentwicklung
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BZ	Betriebszustände
BZ	Betriebszentrale
CO	Kohlenmonoxid
DLK	Drehleiter mit Korb
DLZ	Dauerlichtzeichen
DMO	Direct Mode Operation (Direktmodus)
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
DTV	Durchschnittlich täglicher Verkehr
EA	Einsatzabschnitt
EG	Europäische Gemeinschaft
EL	Einsatzleitung
ELA	Elektroakustische Anlage
ELW	Einsatzleitwagen
EMA	Einbruchmeldeanlage
EO	Ereignisort
EU	Europäische Union
e.V.	Eingetragener Verein
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FF	Freiwillige Feuerwehr
FR	Fahrtrichtung
FSD	Feuerwehrschlüsseldepot
FSE	Feuerwehreinzelalarmelement
FSK	Feuerwehr-Schlüsselkasten
FwOrgVO	Feuerwehr-Organisations-Verordnung
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
GG	Gefahrgut
ggf.	gegebenenfalls
GJ	Gigajoule
GSK	Gesamtsicherheitskonzept
GV	Gegenverkehr
GW	Gerätewagen
H	Höhe
h	Stunde

HBKG	Hessisches Brand- und Katastrophenschutzgesetz
HSVV	Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung
KC	Kompetenz-Centrum
Kfz	Kraftfahrzeug
km	Kilometer
KTW	Krankentransportfahrzeug
L3206	Landesstraße mit Nummer
LED	Leuchtdiode
LF	Löschfahrzeug
Lkw	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlage
MANV	Massenanfall Verletzter
MLW	Mannschaftsleitwagen
MSV	Maßgeblich stündlicher Verkehr
MW	Brandleistung
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NS	Niederspannung
PBS	Pannenbucht Süd
PBN	Pannenbucht Nord
PD	Polizeidirektion
PKW	Personenkraftwagen
Pos	Positionen
PSt	Polizeistation
RABT	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln
RD	Rettungsdienst
RDS	Rundfunksender mit Verkehrsfunkkennung
RQ	Regelquerschnitt
RTW	Rettungstransportwagen
RV	Richtungsverkehr
RW	Rüstwagen
SBA	Streckenbeeinflussungsanlage
SiDok	Sicherheitsdokumentation
STVO	Straßenverkehrsordnung
SW	Schlauchwagen
TLF	Tanklöschfahrzeug
TMO	Trunked Mode Operation (Netzmodus, Gegensprechen)
TSF	Tragkraftspritzenfahrzeug
UKW	Ultrakurzwellen
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
ÜF	Überfahrt
VKU	Verkehrsunfall
VoIP	Telefonieren über Rechnernetze
WVZ	Wechselverkehrszeichen
ZA	Zu- und Abfahrten