

Nachrichtlich Planfestgestellte
 Unterlage Nr. 28

zum

Planfeststellungsbeschluss

 vom 18.12.2019
 Gz. VII-1 – 61-k-04 # 2.054g
 Wiesbaden, den 19.12.2019

 Hessisches Ministerium
 für Wirtschaft, Energie, Verkehr
 und Wohnen
 Im Auftrag


 Vincenzi, Baudirektor

 Längwitz 69 a
 D - 99310 Dornheim

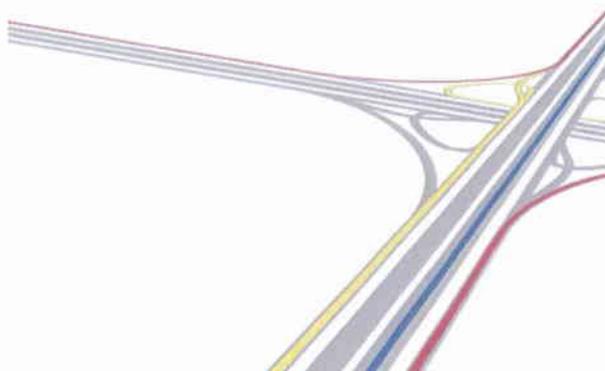
 Telefon +49 (0) 36 28 – 662 878 01
 Fax +49 (0) 36 28 – 662 878 09

Sicherheitsbewertung

VORHABEN, OBJEKT:

**Neubau der BAB A 66 Frankfurt a. M. - Hanau
 Tunnel Riederwald**
HESSEN


BAUHERRSCHAFT:

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
KompetenzCenter Tunnel
Eschwege

Index

Stand	Version	Änderungen	Nr./Zeichen
13.08.2015	Version 1.0	-	Rech.-Nr.: 2015/08/059
19.09.2017	Version 2.0		A2014_71b JV
07.12.2017	Version 2.1	Überarbeitung bzgl. Verkehrswerte	

1	Einleitung und Aufgabenstellung	3
2	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	4
3	Bewertungsgrundlagen, zur Verfügung gestellte Unterlagen.....	4
4	Notwendigkeit und Vorgehensweise der Sicherheitsbewertung	5
4.1	Ausgangslage	5
4.2	Anwendungsbereich und Ziele	5
4.3	Abgrenzung.....	6
4.4	Übersicht zum Vorgehen.....	6
5	Angaben zum Vorhaben/ Objekt	7
5.1	Lage, Einbindung und Tunnelbauwerk	7
5.2	Tunneldaten	9
6	Qualitative Sicherheitsbewertung.....	11
6.1	Risikokenngröße Voranalyse	11
6.2	Abschätzung zur Ereignishäufigkeiten und Schadensausmaßen, Risikobewertung und Maßnahmenplanung	13
6.2.1	Betriebs- und verkehrstechnische Maßnahmen	14
6.2.2	Szenario 1 technische Hilfeleistung „Panne“, Ereignisstufe 2.....	17
6.2.3	Szenario 2: Unfall/ Kollision, Ereignisstufe 3	18
6.2.4	Zu- und Abfahrten im Tunnel.....	20
6.3	Schadensverhütung	20
6.3.1	Schadensverhütende Einrichtungen.....	20
6.3.2	Schadensverhütende betriebliche Abläufe	21
6.3.3	Betriebliche Maßnahmen bei einem Schadensereignis, wie Unfall oder Brand ...	22
6.4	Ereignisbewältigung	22
6.4.1	Schadensmeldung	23
6.4.2	Selbstrettung.....	23
6.4.3	Fremdrettung	25
6.4.4	Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und behinderten Personen	27
7	Zusammenfassung	28
8	Urheberrecht und Hinweise.....	28

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Der Tunnel Riederwald (auch Riederwaldtunnel, ca. 1,1 km lang) ist ein wesentlicher Bestandteil der Bundesautobahn A 66 im nordöstlichen Stadtgebiet von Frankfurt am Main und dient künftig dem Lückenschluss zur A 661.

Für den geplanten Tunnelneubau erfolgte eine Risikoanalyse hinsichtlich besonderer Charakteristik. Die Voranalyse ergab eine Überschreitung der Risikokenngröße $K_{\text{Kollision}}$ und damit ein leicht erhöhtes Kollisionsrisiko. Diese geringfügige Überschreitung ist Anlass für die vorliegende Sicherheitsbewertung.

Die SW Sachverständigenbüro Brandschutz GmbH & Co. KG wurde beauftragt, für den Tunnel Riederwald eine qualitative Sicherheitsbewertung hinsichtlich des Kollisionsrisikos nach dem „Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT 2006 (Abschnitt 0.5)“ [3] durchzuführen.

Im Rahmen der nun zur Bewertung vorgelegten und bestätigten Verkehrszahlen wurde das Gutachten am 07.12.2017 hinsichtlich der Voranalyse (Pkt. 6.1 des Gutachtens) aktualisiert. Weitere Anpassungen im Gutachten wurden nicht vorgenommen.

2 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] EU-TunnelRL: Richtlinie 2004/54/EG über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz, Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 29. April 2004
- [2] Heft B 66: „Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln“ Bericht zum Forschungsprojekt FE 03.378/2004/FRB, BMVBS/BAST, Mai 2009
- [3] LfSichBew: Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT 2006 (Abschnitt 0.5), BMVBS/BAST, März 2009
- [4] RABT 2006: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln, Ausgabe 2006
- [5] SBSichBew: „Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln“ FE 03.378/2004/FRB, BMVBS/BAST, Vorläufiger Schlussbericht und Anhänge, Februar 2007
- [6] www.mobil.hessen.de

3 Bewertungsgrundlagen, zur Verfügung gestellte Unterlagen

- [7] A66 Riederwaldtunnel - Entwurf erstellt durch PTV, Stand Juli 2013
- [8] SiDok: Sicherheitsdokumentation Tunnel Riederwald Phase Planung, Version 12, Stand 07.12.2017
- [9] Lüftung: Gutachten Tunnellüftung Version 3.1 erstellt durch HBI, Stand 21.11.2017
- [10] diverse Planunterlagen zum aktuellen Stand (u. a. Übersichtsplan 1:500 Arbeitsstand 05.02.2015, Querschnitte 1:100 Vorabzug Stand 24.06.2014, Übersichtsplan Verkehrstechnische Tunnelausstattung 1:2.500/1.250 Vorabzug Stand 09.12.2014) per E-Mail am 02.03.2015 über GBI erhalten

4 Notwendigkeit und Vorgehensweise der Sicherheitsbewertung

4.1 Ausgangslage

Die Regelwerke "Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln" (RABT 2006) [4] und die darin integrierten Anforderungen der Europäischen Tunnel-Richtlinie 2004/54/EG [1] legen heute die einheitlichen Mindestanforderungen an die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln in Deutschland fest. Diese Anforderungen sind grundsätzlich einzuhalten. In begründeten Fällen kann aber von den Vorgaben abgewichen werden. Bei einer Abweichung bei Tunneln mit einer Länge ab 400 m von den baulich-technischen Vorgaben der RABT 2006 oder wenn eine besondere Charakteristik vorliegt, so ist gemäß Abschnitt 0.5 der RABT 2006 durch eine Sicherheitsbewertung auf Basis einer Risikoanalyse aufzuzeigen, dass ein vergleichbar hohes Sicherheitsniveau gewährleistet werden kann.

Um die in den Richtlinien genannte Forderung zu konkretisieren und eine praktische Umsetzung zu ermöglichen, wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) eine quantitative Methodik zur Sicherheitsbewertung von Straßentunneln entwickelt.

Eine vertiefende quantitative Sicherheitsbewertung für Straßentunnel kann erfahrungsgemäß aufwändig sein. Im Hinblick auf die Umsetzung der RABT-Forderung für eine Vielzahl von Straßentunneln besteht deshalb das Bedürfnis, für wenig kritische Fälle (geringfügige Abweichungen vom Regelwerk und/oder generell eher geringe Risiken) ein vereinfachtes Verfahren anzuwenden.

Der Leitfaden [3] bietet eine pragmatische Hilfestellung bei der praktischen Umsetzung der Forderung nach einer Risikoanalyse gemäß Abschnitt 0.5 der RABT 2006.

4.2 Anwendungsbereich und Ziele

Die RABT 2006 fordert für Tunnel mit einer Länge ab 400 m die Durchführung einer Risikoanalyse in folgenden Fällen:

- Weist ein Tunnel eine besondere Charakteristik (vgl. Abschnitt 0.4 RABT 2006) auf, so ist gemäß Abschnitt 0.5 der RABT 2006 eine Risikoanalyse erforderlich.
- Können die baulich-technischen Anforderungen gemäß RABT 2006 für einen Tunnel nicht umgesetzt werden bzw. ist die Umsetzung mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden, so ist gemäß Abschnitt 0.5 der RABT 2006 eine Risikoanalyse erforderlich.
- Dimensionierung und Art des Lüftungssystem unter Berücksichtigung der Längsneigung (Abschnitte 4.3.2, 4.3.3 und 2.2 der RABT 2006)
- Überprüfung der Zulässigkeit von Gefahrguttransporten (Abschnitt 9 der RABT 2006)

4.3 Abgrenzung

Die Methodik zur Sicherheitsbewertung sowie der Leitfaden [3] gelten für die Umsetzung der Forderung von Abschnitt 0.5 der RABT 2006. Nicht gegenständlich in den Betrachtungen sind somit:

- Risikoanalysen im Zusammenhang mit der Dimensionierung (4.3.2 RABT 2006) der Lüftung sowie der Berücksichtigung der Längsneigung (2.2 RABT 2006). Diese Fragen sind als Bestandteil des Lüftungsgutachtens zu erörtern.
- Risikoanalysen zur Prüfung der Zulässigkeit von Gefahrguttransporten. Für die Beurteilung der Risiken aus dem Gefahrguttransport durch Tunnel bzw. eine ggf. erforderliche Beschränkung, wurde ein eigenständiges Verfahren erarbeitet. (FE 03.0437/2007/FRB, FE 86.0050/2008)

4.4 Übersicht zum Vorgehen

Das prinzipielle Vorgehen zur Sicherheitsbewertung ist schematisch in Bild 1 dargestellt und umfasst eine Voranalyse, in welcher der jeweils erforderliche Analysetiefgang bestimmt wird, und die nachfolgende eigentliche Sicherheitsbewertung.

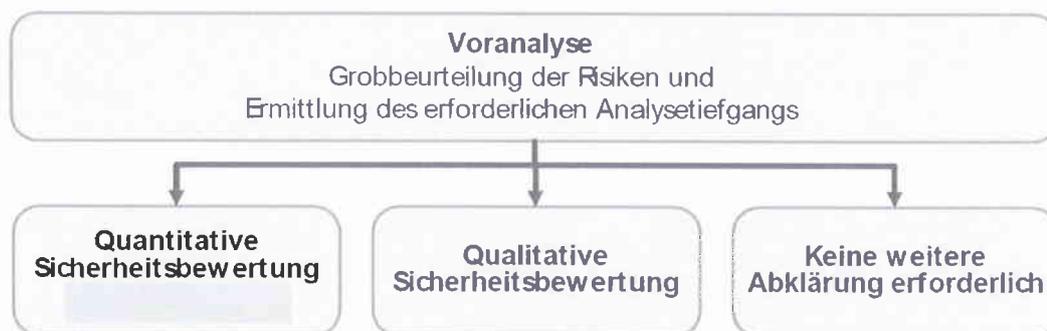


Bild 1: Schematisches Vorgehen zur Sicherheitsbewertung

Um für die praktische Umsetzung des Abschnitts 0.5 der RABT 2006 den für die jeweilige Fragestellung angemessenen Analysetiefgang zu bestimmen, ist eine entsprechende Voranalyse erforderlich.

Auf Basis der Ergebnisse der Voranalyse wird das weitere Vorgehen festgelegt:

- **Quantitative Sicherheitsbewertung:** Vertiefende Sicherheitsbewertung basierend auf der in [5] bzw. [2] beschriebenen Methodik.
- **Qualitative Sicherheitsbewertung:** Zeigt die Voranalyse, dass die Abweichungen zu den Vorgaben der RABT 2006 im Sinne der erwarteten Risiken nur gering sind bzw. der Tunnel nur bedingt eine besondere Charakteristik aufweist, so genügt eine qualitative Sicherheitsbewertung.
- **Keine weitere Abklärung erforderlich:** Wird auf Basis der Voranalyse festgestellt, dass die Abweichungen zu den Vorgaben der RABT 2006 im Sinne der erwarteten Risiken nicht maßgeblich sind und der Tunnel keine



Bild 5: Visualisierung Tunnel, Straße „Am Erlenbruch“ ([6] Stand Juli 2013)

5.2 Tunneldaten

- Bauweise: offene Bauweise
- Querschnitt: Rechteckprofil mit Breite ca. 13 bzw. 16,5 m und Höhe ca. 5 m, geschlossener „zweizelliger“ Stahlbetonrahmen; an den Portalen Trogbauwerke mit Rampen
- Notgehwege: 1 m breit
- Betriebsgebäude: etwa in Tunnelmitte oberhalb des Tunnels als einzelstehendes Bauwerk (Gebäude 1-geschossig und oberirdisch)
- zwei Röhren (Nord- und Südröhre) mit je 3 bzw. 4 Fahrspuren
- Betriebsart: Richtungsverkehr
- Tunnellänge Nordröhre: 1,025 km
- Tunnellänge Südröhre: 1,095 km
- Verkehrsaufkommen: 49.700 Kfz/24h bzw. 48.300 Kfz/24h (gemäß [8])
- Schwerlastanteil: 5,0 % bzw. 5,3 % (gemäß [8])
- Stauanteil: keine Rückstaubildungen zu erwarten [7]; kein täglich stockender Verkehr
- Zu- und Abfahren: vorhanden
- Längsneigung Nordröhre: 0,53 %
- Längsneigung Südröhre: 0,56 %
- Brandlüftungssystem: mechanische Längslüftung (Entrauchung über Tunnelportale) [9]
- Notausgangsabstand: 295 m
- Seitenstreifen, Nothalte-/ Pannenbuchten: je Röhre 1 Nothalte-/ Pannenbucht
- Beleuchtung: gemäß RABT 2006 mit Adaptionstrecken in den Tunnelleinfahrtsbereichen

- Messeinrichtungen: Sichttrübungsmessung, Strömungsgeschwindigkeit und CO-Messeinrichtung
- Beschilderung: erweiterte Ausstattung
- Orientierungsbeleuchtung, Fluchtwegkennzeichnung: gemäß RABT 2006
- Optische Leiteinrichtung: weiß leuchtend zur visuellen Führung auf den Notgehwegen
- Sperreinrichtungen: Lichtsignalanlage, Sperrschranken
- Kommunikation: BOS-/ Tunnelfunk, Telefonanlage (im Betriebsgebäude), Radio/ RDS-Verkehrsfunk
- Notrufstationen: vorhanden
- Brandmeldeanlage: manuelle und automatische Melder
- Überwachung: Videoüberwachung und Lautsprecheranlage
- Stromversorgung und elektrische Leitungen: gemäß [8] vorhanden
- Kabel, Leitungen und Feuerfestigkeit: gemäß [8]
- Anbindung an die Tunnelleitzentrale (TLZ): sämtliche Meldungen an TLZ Eschwege 24 h (priorisiert, gemäß Meldeweg)

6 Qualitative Sicherheitsbewertung

6.1 Risikokenngröße Voranalyse

Zur Ermittlung des erforderlichen Analysetiefgangs wird auf Basis der wichtigsten tunnelspezifischen, risikorelevanten Einflussgrößen anhand einer pragmatischen Methode eine Risikokenngröße ermittelt, jeweils für die beiden Szenariotypen "Kollision" und "Brand". Basierend auf diesen Risikokenngrößen und der ergänzenden Einschätzung durch Experten wird der jeweilige Analysetiefgang festgelegt.

Für die Ermittlung der Risikokenngrößen sind folgende tunnel- bzw. tunnelröhrenspezifischen Daten erforderlich:

Parameter	Kürzel
Betriebsart (Gegenverkehr / Richtungsverkehr)	BA
Länge	L
Verkehrsaufkommen	DTV _R
Schwerverkehrsanteil	α _{SV}
Stauanteil	α _{Stau}
Einfluss von Zu-/Abfahrten	ZA
Längsneigung	φ
Brandlüftungssystem	BL
Notausgangsabstand	d _{Notausgang}

Bild 6: Daten zur Ermittlung der Risikokenngröße

Für die beiden Szenariotypen Kollision und Brand können die Risikokenngrößen $K_{\text{Kollision}}$ und K_{Brand} anhand der folgenden Formeln ermittelt werden

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

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

Bild 7: Formel für Ermittlung der Risikokenngrößen

Auf Basis der ermittelten Risikokenngrößen für die beiden Szenariotypen sowie der ergänzenden Einschätzung durch Experten wird der erforderliche Analysetiefgang für die Sicherheitsbewertung festgelegt.

Bewertung Besondere Charakteristik ⁶⁾	
$K \geq 1$	⇒ Quantitative Sicherheitsbewertung
$1 > K \geq 0,7$	⇒ Qualitative Sicherheitsbewertung
$K < 0,7$	⇒ Keine weiteren Untersuchungen erforderlich

Bild 8: Bewertungskriterien für besondere Charakteristik

Für den Tunnel Riederwald ergeben sich konkret folgende Daten zur Ermittlung der Risikokenngröße. Die Eingangsparameter basieren auf dem im Vorfeld mit Hessen Mobil abgestimmten und entsprechen der Sicherheitsdokumentation [8].

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
Schwerlastanteil	alpha_SV	5	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

Bild 9: Einflussgrößen zur Ermittlung der Risikokenngrößen

Für den Tunnel Riederwald ergeben sich folgende Risikokenngrößen.

Risikokenngrößen		Gesamtrisiko für alle Röhren
Kollisionsrisiko	K_Kollision	0,925
Brandrisiko	K_Brand	0,306

Bild 10: Risikokenngrößen

Für das Brandrisiko (Risikokenngröße $K_{\text{Brand}} = 0,31 < 0,7$) ist keine weitere Untersuchung erforderlich.

Für den Tunnel Riederwald wird hinsichtlich des Kollisionsrisikos (Risikokenngröße $K_{\text{Kollision}} = 0,93 > 0,7$) eine Qualitative Sicherheitsbewertung erforderlich.

6.2 Abschätzung zur Ereignishäufigkeiten und Schadensausmaßen, Risikobewertung und Maßnahmenplanung

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 [8] nachfolgende Schadensszenarien zu Grunde gelegt. Die Szenarien werden jeweils der Ereignisstufe (Modell Hessen) zugordnet.

- 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 diese Szenarien werden die unterschiedlichen Schadenswirkungen als maßnahmen-intensivste Szenarien nachfolgend berücksichtigt.

Die Einstufung der Schadensszenarien erfolgt in Hessen nach einer einheitlichen Vorgabe, dem folgendem Ereignisstufenkonzept (Bild 11).

E REIGNISSTUFENKONZEPT:

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

Bild 11: Einsatzstufenkonzept Straßentunnel Modell Hessen [8]

Auftragsgemäß ist für den Tunnel Riederwald im Weiteren das Kollisionsrisiko und damit Ereignisstufe 2 und 3 schwerpunktmäßig relevant.

6.2.1 Betriebs- und verkehrstechnische Maßnahmen

Beim Betrieb von Tunnelanlagen treten verschiedene Störfälle aus verkehrs- und betriebstechnischen Gründen auf. Je nach Störfall sind betriebs- und verkehrstechnische Maßnahmen erforderlich.

- Unfall,
- liegengebliebenes Fahrzeug,
- verkehrstechnische Überlastung,
- Stau bzw. Rückstau im Tunnelvorfeld

und

- Wartungsarbeiten bzw. Baustelle

können als verkehrsbedingte Störfälle und Ereignisse mit der Verkehrstechnik ermittelt werden.

Einige Störfälle können mit Hilfe der verkehrstechnischen Ausstattung (z. B. Messquerschnitte) automatisch ermittelt werden. Andere Störfälle können mit Hilfe der Videoanlage und der manuellen Ereignisseingabe dem Verkehrsrechner mitgeteilt werden.

Die betrieblichen Ereignisse im Tunnel werden mit Hilfe der betriebstechnischen Einrichtungen (z. B. Brandmeldeanlage) und dem Betriebsrechner ermittelt. Abhängig vom Störfall sind betriebstechnische und verkehrstechnische Maßnahmen erforderlich.

Für die Wahl der einzelnen Steuerungsarten gilt gemäß [8] Folgendes.

- Maßnahmen, die unmittelbar zur Abwehr von Gefahrensituationen getroffen werden müssen, sind automatisch einzuleiten. Die Aufhebung ist manuell durchzuführen. Die Schaltheite für diese Steuerungsmaßnahmen muss bei der Betriebstechnik der Tunnelunterzentralen im Betriebsgebäude liegen. Die Ansteuerung der Tunnelsperranlage muss sofort mittels Not-Tunnelsperrung erfolgen.
- Maßnahmen zur Sicherung von Verkehr und Personal bei Wartungsarbeiten sollen ausschließlich halbautomatisch (fern-) geschaltet werden.
- Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrsablaufes bei nicht automatisch detektierbaren Störfällen, wie z. B. Unfall erfolgen im Tunnel halbautomatisch. Für die Bediener sind zur Ermöglichung einer schnellen Reaktion Eingabehilfen (Sonderprogramme) für die Signalisierung von Teilsperren unter Berücksichtigung des aktuellen Betriebszustandes vorzusehen.
- Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrsablaufes im Falle hoher Verkehrsbelastung können vollautomatisch ablaufen.

Das Eintreten eines Stör-/ Notfalles erfordert zur Gefahrenabwehr bzw. Abminderung von Folgewirkungen für die Verkehrsteilnehmer den sicheren und konfliktfreien Übergang vom aktuellen Betriebszustand in einen anderen Betriebszustand.

Die betrieblichen Störfälle werden von der Betriebstechnik detektiert, vom Betriebsrechner ausgewertet und als Schaltanforderung an den Verkehrsrechner übermittelt. Bei Brand leitet der Betriebsrechner automatisch die Not-Vollsperrung unverzüglich ein. Bei Unfällen mit Gefahrguttransport ist ebenfalls eine Not-Tunnelsperrung über den Betriebsrechner vorgesehen.

In den übrigen Fällen sind die Steuerungsmaßnahmen über den Verkehrsrechner gemäß Tunnelleitsystem (TLS) zu schalten.

Es sind folgende Betriebszustände (BZ) für die Steuerung vorgesehen:

- BZ A: Grundzustand (Regelbetrieb)
- BZ B: Sperrung einer Fahrtrichtung
- BZ C: Vollsperrung

- BZ D: Fahrstreifensperrung links bzw. rechts (Hinweis: wird die mittlere Fahrspur im Tunnel gesperrt, sollte grundsätzlich die linke Fahrspur gesperrt werden)

Sowie die Sonderprogramme:

- E1: Allgemeine Geschwindigkeitsbeschränkung
- E2: Stau- bzw. Gefahrenwarnung in den Tunnelzuflussbereichen
- E3: Versetzte Ableitung bei langanhaltenden Tunnelsperrungen

Der Betriebszustand A wird vollautomatisch gesteuert. Die BZ B, C und D werden halbautomatisch gesteuert. Für das Betriebspersonal besteht grundsätzlich die Möglichkeit in die Steuerung einzugreifen.

Alle Anzeigezustände werden einem Querabgleich unterzogen, um unzulässige und verkehrsgefährdende Anzeigekombinationen an den Anzeigequerschnitten zu vermeiden. Zusätzlich wird ein Längsabgleich durchgeführt, um die Anzeigen aufeinanderfolgender Anzeigequerschnitte abzustimmen.

Der Grundzustand BZ A ist der Fall, bei dem keine besonderen Beeinflussungsmaßnahmen zur Steuerung des Verkehrsablaufs erforderlich sind. Alle Anzeigen sind auf definierte Grundzustände geschaltet.

Grundsätzlich wird der Betriebszustand B „Sperrung einer Fahrtrichtung“ auf konventionelle Art gemäß TLS mit dem Tunnelunterzentralen-Verkehrsrechner („normale“ Tunnelsperrung) im Betriebsgebäude geschaltet. Er tritt z. B. bei Pkw-Unfall, CO- und Sichtweitengrenzwertüberschreitungen und Stau im Tunnel in Kraft.

Der Betriebszustand C Tunnelvollsperrung erfolgt über den Tunnelunterzentralen-Betriebsrechner. Die unverzügliche Not-Vollsperrung erfolgt bei Brand und bei Unfall mit Gefahrguttransport. In den übrigen Störfällen (z. B. Stromausfall) erfolgt die Vollsperrung gemäß TLS.

Der Betriebszustand D Fahrstreifensperrung erfolgt bei Wartungsarbeiten, liegengebliebene Fahrzeuge oder Unfall mit Behinderung auf einer Spur.

Die Sonderprogramme E1-E2 dienen zur optimalen Führung des Verkehrs. Die Programme E1 und E2 werden vollautomatisch gesteuert, das Programm E3 wird manuell vom Betriebspersonal geschaltet.

Das Sonderprogramm E1 „Allgemeine Geschwindigkeitsbeschränkung“ kann in den folgenden Stör- und Notfällen als Steuerungsmaßnahme geschaltet werden:

- bei Unfällen im Tunnel
- bei liegengebliebenen Fahrzeugen im Tunnel
- bei Beleuchtungsausfall im Tunnel
- bei hoher Verkehrsbelastung auf der BAB A 66
- bei Wartungsarbeiten / Baustelle.

Bei hohen Verkehrsstärken kann durch das Sonderprogramm E2 „Stauprogramm“ eine Geschwindigkeitsbeschränkung mit Stauwarnung aktiviert werden. Bei Stau im Tunnel ist der Tunnel sofort mit dem BZ B „Tunnelsperrung in einer Fahrtrichtung“ zu sperren.

Falls das Sonderprogramm E3 „Versetztetes Ableiten ...“ in beiden Fahrtrichtungen vor dem Tunnel Riederwald nicht mit den Verkehrszeichenbrücken durchgeführt werden kann, muss der Verkehr dort mit Hilfe der Polizei abgeleitet werden.

6.2.2 Szenario 1 technische Hilfeleistung „Panne“, 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, liegengebliebene 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 Tunnel an dem liegengebliebenen Fahrzeug rechts und links vorbei fahren wollen. Dies wiederum stellt gegenüber den Pannenfahrzeugen und nachfolgendem Verkehr eine erhebliche Gefährdung dar, da es rückwärtig bei erhöhtem Verkehrsaufkommen zu stockendem Verkehr oder Stau kommen kann.

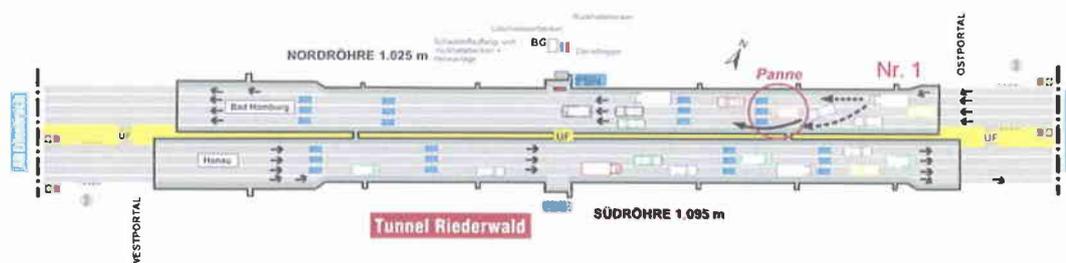


Bild 12: Beispiel Panne in der Nordtröhre (Details und Bezeichnungen inzwischen überarbeitet)

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 Tunnelleitzentrale und das richtige Verhalten des Tunnelnutzers. Durch die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel, wie

- Sichttrübe Messeinrichtung
- CO-Messeinrichtung
- Doppel-Induktivschleifen und Zuschaltung Videoüberwachung
- Notrufstation Tunnel

kann das Ereignis detektiert werden und der Tunnelnutzer hat die Möglichkeit einen Notruf abzusetzen. Nach Feststellung des Ereignisses in der Tunnelleitzentrale 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.

6.2.3 Szenario 2: Unfall/ Kollision, Ereignisstufe 3

Im Ergebnis von Untersuchungen von Verkehrsunfällen [5] bzw. [2] 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.

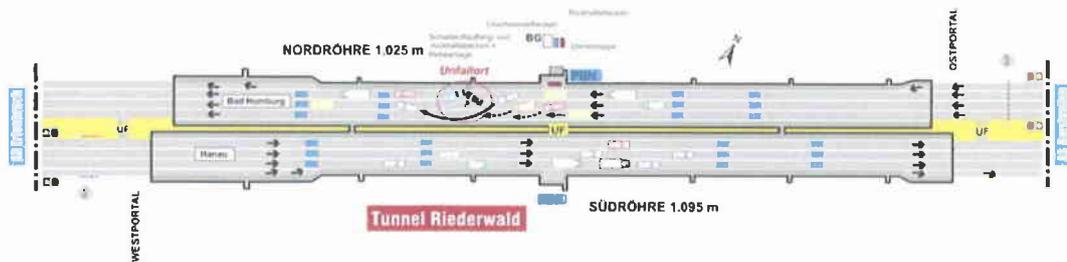


Bild 13: Beispiel Unfall/ Kollision und ggf. Auffahrunfall nachfolgender Pkw in der Nordröhre (Details und Bezeichnungen inzwischen überarbeitet)

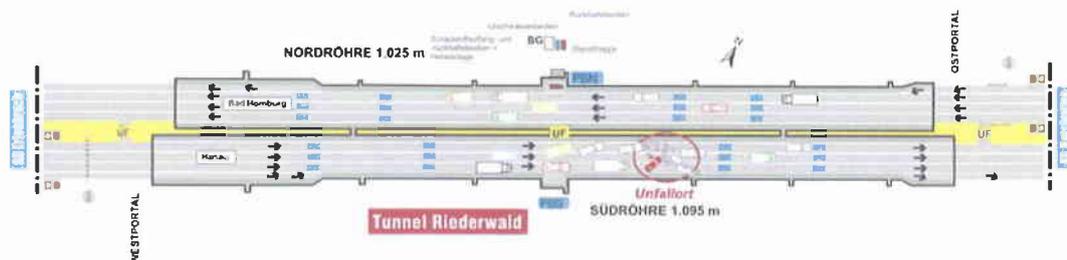


Bild 14: Beispiel Unfall mit mehreren Fahrzeugen, verlorene Ladung (Details und Bezeichnungen inzwischen überarbeitet)

Wichtig in diesem Fall ist eine schnelle Reaktion durch die Tunnelüberwachung in der Tunnelleitzentrale 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 Tunnelleitzentrale 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 Tunnelleitzentrale unverzüglich Maßnahmen ergreifen, z. B. manuelle Aktivierung Verkehrsprogramme mit Sperrung der betroffenen Tunnelröhre.

Durch die Querschnittsgestaltung, die derzeitige Verkehrsbelastung, die Verkehrsführung im Richtungsverkehr, die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h sowie die umfangreichen Maßnahmen der sicherheitstechnischen Ausstattung ist ein hoher Sicherheitsstandard in Umsetzung der RABT 2006 gewährleistet.

Für die Einsatzkräfte stehen die im Gesamtsicherheitskonzept [8] aufgeführten Zufahrtswege als Angriffswege zur Verfügung.

Bei längerfristigen Einsätzen wird die Umfahrung aktiviert und der Verkehr durch die Polizei abgeleitet.

6.2.4 Zu- und Abfahrten im Tunnel

Neben der Betriebsart (Richtungsverkehr) ist der Einfluss von Zu- und Abfahrten als wesentlich und dominierend auf das Kollisionsrisiko einzuschätzen. Schwerverkehrsanteil und Stauanteil haben vergleichsweise geringen Einfluss auf das Kollisionsrisiko.

Würde der Tunnel Riederwald ohne Zu- und Abfahrten in den Tunnelröhren - bei sonst unveränderten Parametern - ausgebildet, ergäbe sich rechnerisch ein deutlich reduziertes Kollisionsrisiko (Risikokenngröße $K_{\text{Kollision}} = 0,5$).

Besonderes Augenmerk bedarf erfahrungsgemäß die Spurführung im Bereich der Zu- und Abfahrten.

Kostengünstig und im Wesentlichen ohne bauliche Änderungen können Maßnahmen zur Spurführung und Vorgaben zu Spurwechseln in und unmittelbar vor dem Tunnel auch nachträglich in einem (teilweise) fertig gestellten Tunnelbauwerk realisiert werden.

Um Spurwechsel in definierten Bereichen zu unterbinden können Sperrlinien als Fahrbahnmarkierungen - und gegebenenfalls zusätzlich reflektierende Marker - eingesetzt werden.

Maßnahmen zur Spurführung und Vorgaben zu Spurwechseln sind im laufenden Betrieb zu überprüfen (verkehrspsychologische Wirkung und Erfahrungen mit dem Verhalten der Tunnelnutzer) und bei Bedarf anzupassen.

6.3 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 geprüft und keine wesentlichen Abweichungen festgestellt. Somit besteht grundsätzlich ein Zusammenhang zur Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen und den Sicherheitsniveau der RABT 2006.

6.3.1 Schadensverhütende Einrichtungen

Die bauliche Gestaltung des Tunnelinnenraumes und des Vorportalbereiches erfolgt gemäß RABT 2006.

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

Zur Schadensverhütung sind folgende sicherheitsrelevante Einrichtungen vorhanden:

- Videoüberwachung des Tunnels
- Videoüberwachung der Vorfelder (Portalbereiche)

- Videoüberwachung des Betriebsgebäudes außen und innen
- Übertragung der Videodaten zur Tunnelleitzentrale mit mind. 3 Kanälen (automatischer Kanal: Umschaltung wichtiger Kameras als Umlauf; Ereignis-Kanal: Umschaltung bei Öffnung Notrufrutsche, Feuerlöscherfach usw. sowie manuelle Auswahl durch Bediener; Zusatz-Kanal: manuelle Auswahl durch Bediener ZBL auf PC)
- 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 zur Sperrung der Einfahrt in den Tunnel
- Überwachung des Verkehrsflusses (flüssiger Verkehr, stockender Verkehr, Stau)
- vollständige Verkehrsbeeinflussung mit Fahrspursperrungen
- automatische Lüftungsprogramme bei erhöhten Schadstoffwerten
- automatische Lüftungsprogramme im Brandfall
- automatische Steuerung der Beleuchtung in Abhängigkeit von der Außenbeleuchtung
- aktive Leiteinrichtung im Abstand von ca. 25 m auf den Notgehwegen
- Tunnel-Beleuchtung gemäß RABT 2006
- Anzeigen zur Geschwindigkeitsbeschränkung von generell 80 km/h sowie ggf. einer weiteren Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bei außergewöhnlichen Betriebszuständen (wie z. B. bei Pannen/ Wartungsarbeiten im Tunnel u. a.).

6.3.2 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. Dieses Verkehrsmanagement umfasst u. a.

- die Verkehrsüberwachung in der Tunnelleitzentrale,
- die Steuerung aller, den Verkehr lenkenden, Anlagen und Signale,
- 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 Tunnelleitzentrale (TLZ) in Eschwege. Die TLZ 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 werden 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 TLZ 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.

6.3.3 Betriebliche Maßnahmen bei einem Schadensereignis, wie Unfall oder Brand

Ein Unfall wird durch Meldung von Tunnelnutzern über Notruftelefon im Tunnel, Beobachtung (z. B. Videoüberwachung der Disponenten der TLZ) oder Meldung über Mobilfunk-Notruf an die Polizei oder Feuerwehr entdeckt.

Die Disponenten der TLZ 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, schwerwiegenden Zwischenfall oder Brand im Tunnel ist umgehend eine Vollsperrung für den gesamten Verkehr zu aktivieren.

Die Sperrung erfolgt in der Form, dass in die betroffene Tunnelröhre Nord und Süd keine Fahrzeuge mehr einfahren dürfen, jedoch die vor dem Ereignisort befindlichen Fahrzeuge aus dem Tunnel ungehindert fahren können.

6.4 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 einen 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 die Disponenten der Tunnelleitzentrale geübt werden, so dass im Ereignisfall optimal reagiert werden kann und zwar in beiden Rettungsphasen. Die sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel ist für beide Rettungsphasen ausgelegt.

6.4.1 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 Betriebsgebäude

Beim typischen Schadensszenario Unfall wird unter anderem durch die Videobeobachtung und / oder die manuelle Betätigung des Notrufes die TLZ 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 (z. B. durch Linienbrandmelder) oder den Ort der manuellen Betätigung eines Handfeuermelders handeln. Nach Maßgabe der Regelungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes werden die festgelegten Einsatzdienste alarmiert.

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

6.4.2 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 Fremdrettung greifen erst nach mehr als 10 Minuten ab dem Zeitpunkt der Alarmierung, so dass 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 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 verletzte und behinderte 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 den 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.
- Unverzögliche 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
- wechselseitiger Rettungsweg in die zweite parallel verlaufende nicht betroffene Tunnelröhre Nord oder Süd
- Rettungsweglängen ≤ 295 m
- beidseitig angeordnete Notgehwege in der Nord- und Südröhre
- 3 Notausgänge im Tunnel
- 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, RDS)

6.4.3 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 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 Tunnelleitzentrale 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.

- Unverzögliche Alarmierung und Weitergabe der für einen Einsatz erforderlichen Informationen durch die Tunnelleitzentrale an die zuständigen Zentralen Leitstellen der Einsatzdienste
- Schaffung der Voraussetzungen für eine effiziente Kommunikation der Einsatzdienste untereinander und mit der Tunnelleitzentrale.

In der Planungsphase des Tunnels standen die Umsetzung der infrastrukturellen Voraussetzungen für die Fremdrettung im Vordergrund (Tunnelüberwachungszentrale, 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 Tunnelleitzentrale, 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 TLZ 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 1.200 l/min bei einem Entnahmedruck von 6 bar bis 10 bar
- Überflurhydranten 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.

Weitere Details zur Ausstattung und Brandbekämpfungsmitteln sind den Unterlagen des AGAP beizufügen.

6.4.4 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
- Hinweispiktogramm „Notruf erkannt“ in der Notrufstation bei Aktivierung Notruf

Gemäß einer Erläuterung der EU-Tunnel-Richtlinie [1] über die Mindestanforderungen an die Sicherheit von Straßentunneln, 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.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Sicherheitsbewertung wurde für den geplanten Tunnel Riederwald das geringfügig erhöhte Kollisionsrisiko (Risikokenngröße $K_{\text{Kollision}} = 0,93$; Überschreitung des Grenzwertes 0,7 um ca. 32 %) untersucht und beurteilt.

Durch die Umsetzung und Realisierung der aufgeführten effizienten Sicherheitsmaßnahmen ist von einer positiven Risikoveränderung hinsichtlich des hier maßgeblichen Kollisionsrisikos auszugehen.

Mit den aufgeführten Maßnahmen kann der Tunnel Riederwald das Sicherheitsniveau und die Anforderungen der RABT 2006 erreichen. Weitere Abklärungen aufgrund besonderer Charakteristik des Tunnels Riederwald ergeben sich nach derzeitigem Kenntnisstand nicht.

8 Urheberrecht und Hinweise

Diese Sicherheitsbewertung ist urheberrechtlich geschützt und darf nur in seinem gesamten Wortlaut einschließlich aller Anlagen und für den im Auftrag bzw. in der Aufgabenstellung genannten Zweck verwendet werden.

Die Sicherheitsbewertung umfasst

- 28 Seiten

und wird als pdf-Datei sowie 3-fach als unterschriebene Papierausfertigung erstellt.

Eine weitere Ausfertigung verbleibt beim Ersteller im Archiv der SW Sachverständigenbüro Brandschutz GmbH & Co. KG.

Dornheim, 07.12.2017

Dipl.-Ing. Torsten Weise