


Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg		Regierungspräsidium Stuttgart	
Straße:	BAB 81	Station:	BAB-km 590+180 bis BAB-km 597+400
<p style="text-align: center;">6-streifiger Ausbau der BAB 81 AS Sindelfingen-Ost - AS Böblingen-Hulb</p>			

Feststellungsentwurf

Teil D

- Gesamtsicherheitskonzept -

 <p>HBI Haerter Beratende Ingenieure Zürich • Bern • Heidenheim</p>	<p>HBI Haerter GmbH Friedrich-Ebert-Straße 25 89522 Heidenheim, Deutschland Tel. +49 7321 98 23-10 info.hdh@hbi.eu www.hbi.eu</p>
---	--

<p>Aufgestellt: Regierungspräsidium Stuttgart Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 45 Straßenbetrieb und Verkehrstechnik</p> <p>Stuttgart, den 29.02.2016 gez. OBR'in Lenke</p>	

Auftraggeber
Client
Client

Regierungspräsidium Stuttgart

Objekt- oder Projektname
Object or Project Name
Nom d' Objet ou de Projet

A81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen

Berichtstitel
Report Titel
Titre de Rapport

Unterlage 21.2 Gesamtsicherheitskonzept

HBI Haerter Beratende Ingenieure • HBI Haerter Consulting Engineers • HBI Haerter Ingénieurs Conseils



www.hbi.ch • www.hbi.eu

HBI Haerter AG
Stockerstrasse 12
CH-8002 Zürich
Tel. +41 (0)44 289 39 00
Fax +41 (0)44 289 39 99
info.zh@hbi.ch

HBI Haerter AG
Thunstrasse 32
CH-3005 Bern
Tel. +41 (0)31 357 24 24
Fax +41 (0)31 357 24 25
info.be@hbi.ch

HBI Haerter GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 25
D-89522 Heidenheim
Tel. +49 (0)7321 98 23 10
Fax +49 (0)7321 98 23 29
info.hdh@hbi.eu

HBI Haerter Ltd
Unit 15 Riverview Business Park
Station Road, Forest Row
RH18 5FS East Sussex UK
Tel. +44 (0)1342 458 427
info.uk@hbi.eu

Impressum

<i>Volltitel</i>	Gesamtsicherheitskonzept				
<i>Kurztitel</i>	Gesamtsicherheitskonzept				
<i>Auftraggeber</i>	Regierungspräsidium Stuttgart				
<i>Verfasser</i>	Stephan Thumm				
<i>Projekt- / Objektname</i>	A81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen				
<i>Auftragsnummer</i>	30.13201.01.01.00				
<i>Berichtsnummer</i>	13-201-001				
<i>Berichtsdatum</i>	2016-02-15				
<i>Version</i>	Ver. 1.3				
<i>Verteiler</i>	1 x RPS 1 x HBI				
	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	STH	JKO	-	1.3	Redaktionelle Änderungen / Aktualisierung Verkehrszahlen
<i>Name</i>	Stephan Thumm	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2016-02-15	2016-02-15	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	SIS	JKO	-	1.2	Redaktionelle Änderungen
<i>Name</i>	Simon Schneider	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2014-12-04	2014-12-05	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	SIS	JKO	-	1.1	Redaktionelle Änderungen
<i>Name</i>	Simon Schneider	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2014-08-22	2014-08-22	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	JPO	JKO	-	1.0	Erst-Fassung
<i>Name</i>	Judith Pöhlmann	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2013-08-08	2013-08-16	-		

Zusammenfassung

Mit der Zunahme des Verkehrs, insbesondere des Schwerlastverkehrs, werden auch die unterirdischen Straßenverkehrsanlagen in ständig steigendem Maße befahren. Deshalb ist zwingend dafür zu sorgen, dass die Straßenverkehrstunnel sicher errichtet und betrieben werden. Basis für die Planung dieser Sicherheitsanforderungen ist die Richtlinie für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (RABT-2006). Darin sind die wesentlichen Sicherheitsparameter vorgegeben.

Weiterhin ist in dieser Richtlinie festgehalten, welche Parameter durch ein Gesamtsicherheitskonzept zu bewerten sind. Mögliche Gefahren und Risiken müssen benannt und beurteilt werden.

Eine Beurteilung zur Erfordernis von Risikoanalysen erfolgte anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel. Risikoanalysen sind nach gegenwärtigem Planungsstand nicht erforderlich.

Die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten wird in diesem Gesamtsicherheitskonzept und im Leitfaden für Sicherheitsbewertungen nicht behandelt. Es wird darauf verwiesen, dass dies in einer separaten Untersuchung risikoanalytisch zu betrachten ist.

Das vorliegende Gesamtsicherheitskonzept wurde unter Berücksichtigung dieser Anforderungen erstellt. Es werden die maßgeblichen möglichen Schadensszenarien Unfall / Kollision, Brand und Massenansturm von Verletzten untersucht und bewertet. Es bewertet die im gegenständlichen Bauvorhaben zu erwartenden Risiken und die Schwerpunkte im Rahmen der Gefahrenabwehr.

Bauliche, betriebstechnische und organisatorische Maßnahmen wurden zum Teil aus dem gegenwärtigen Planungsstand übernommen bzw. sind nach Maßgabe der RABT-2006 angegeben. Es ist eine erweiterte verkehrstechnische Ausstattung vorzusehen.

Resultierend aus dem vorliegenden Gesamtsicherheitskonzept ist festzustellen, dass keine über den Standard der RABT-2006 hinausgehenden baulichen, betriebstechnischen oder organisatorischen Maßnahmen am Tunnelbauwerk erforderlich werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung.....	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Vorbemerkungen	6
1.1 Allgemeine Information über Tunnel und Straße	6
1.2 Übersichtslageplan	6
1.3 Planungsstand	6
1.4 Straßenbaulastträger	6
1.5 Betreiber	7
1.6 Beschreibung der vorhandenen Sicherheitsorganisation Tunnel	7
2 Objektdaten.....	9
2.1 Tunneldaten.....	9
2.2 Umfeld	10
2.2.1 Anschlussstrecken	10
2.2.2 Umgebung	10
2.2.3 Geographie	10
2.2.4 Meteorologie	10
2.2.5 Betriebs- und Einsatzfahrwege	11
2.2.6 Sicherheitseinrichtungen Tunnelumfeld	12
3 Verkehrsaufkommen und geplante Betriebsform	13
3.1 Verkehrsdaten.....	13
3.1.1 Bestandsanalyse 2010.....	13
3.1.2 Prognosejahr 2030 – Projekt-Planfall	13
3.2 Betrieb	14
3.2.1 Betriebsweise	14
3.2.2 Lüftungskonzept.....	14
3.2.3 Tunnelüberwachung	14
4 Spezifische Gefahrenanalyse.....	16
4.1 Typische Schadensszenarien	16
4.1.1 1. Szenario – Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand).....	16
4.1.2 2. Szenario – Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR)	16
4.1.3 3. Szenario – Massenanfall Verletzte (MANV).....	17
4.2 Parameter / besondere Charakteristik	18
5 Schadensverhütung.....	19
5.1 Betriebliche, technische und organisatorische Maßnahmen.....	19
5.2 Verkehrstechnische Ausstattung	20
5.3 Betriebliche Abläufe	21
6 Ereignisbewältigung	23
6.1 Schadensmeldung	23
6.1.1 Kollision ohne Brand – Notruf im Tunnel	23

6.1.2	Kollision ohne Brand – Notruf über Telefon.....	24
6.1.3	Brand – Notruf im Tunnel	25
6.1.4	Brand – Notruf über Telefon.....	26
6.1.5	Brand – Meldung über Brandmeldetechnik	27
6.2	Selbstrettung.....	28
6.3	Fremdrettung, Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung.....	28
6.3.1	Fremdrettung und funktionales Zusammenwirken.....	28
6.3.2	Technische Hilfeleistungen	31
6.3.3	Brandbekämpfung.....	31
6.4	Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und von behinderten Personen.....	31
7	Projektentwicklung	32
8	Quellenverzeichnis.....	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Zusammenstellung der Parameter bzw. der besonderen Charakteristiken im Vergleich mit [1] und [7]	18
Tabelle 5.1:	Sicherheitseinrichtungen, betriebliche, organisatorischen Bedingungen nach RABT 2006	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Übersichtslageplan der Überdeckung Böblingen-Sindelfingen [2]	6
Abbildung 1.2	Organisation der A81 Überdeckung	7
Abbildung 2.1:	Windrose für das Westportal (links) und für das Ostportal (rechts) [6]	11
Abbildung 6.1:	Darstellung der Meldewege – Kollision ohne Brand – Notruf im Tunnel.....	23
Abbildung 6.2:	Darstellung der Meldewege – Kollision ohne Brand – Notruf über Telefon	24
Abbildung 6.3:	Darstellung der Meldewege – Brand – Notruf im Tunnel	25
Abbildung 6.4:	Darstellung der Meldewege – Brand – Notruf über Telefon.....	26
Abbildung 6.5:	Darstellung der Meldewege – Brand – Meldung über Brandmeldetechnik	27

Anlage

Anlage 1	Überprüfung (Voranalyse) anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel
----------	---

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeine Information über Tunnel und Straße

Die Überdeckelung Böblingen-Sindelfingen ist Bestandteil der Bundesautobahn 81, die zwischen dem Kreuz Stuttgart und Böblingen/Sindelfingen eine der am höchsten frequentierten Autobahnstrecken in der Bundesrepublik darstellt.

Der sechsstreifige Ausbau der A 81 war ursprünglich als offene Führung mit seitlichen Lärmschutzwänden vorgesehen. Nach vorgebrachten Einwendungen der betroffenen Kommunen und Bürger haben sich der Bund, das Land und die Städte Böblingen und Sindelfingen auf eine zusätzliche Überdeckelung der A 81 auf 850 m Länge im Bereich Böblingen/Sindelfingen verständigt.

1.2 Übersichtslageplan

In der Abbildung 1.1 ist ein Ausschnitt des Übersichtsplans des Tunnels dargestellt.

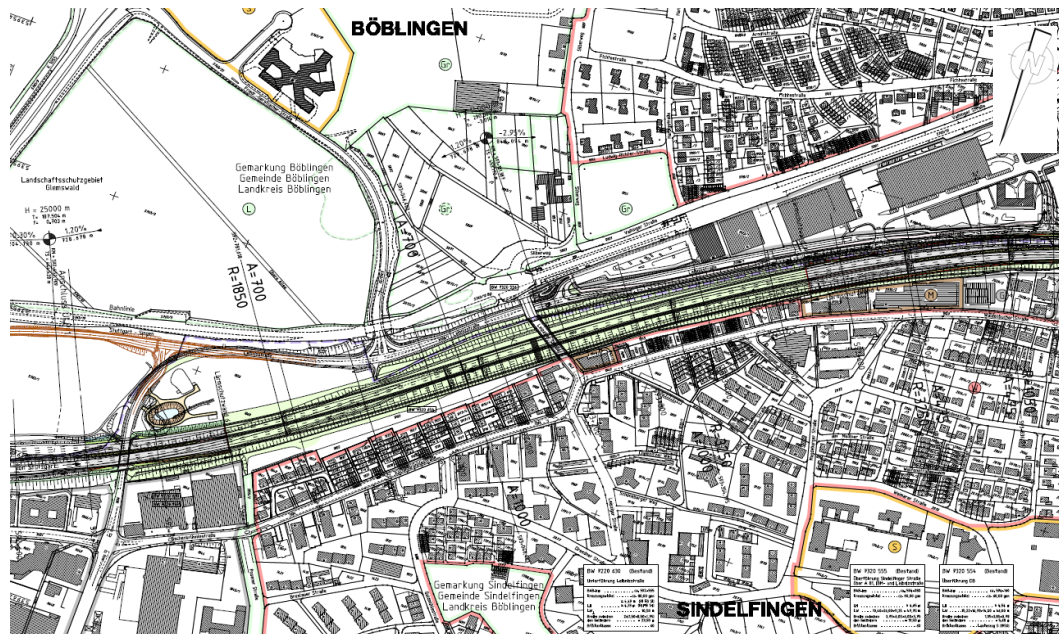


Abbildung 1.1 Übersichtslageplan der Überdeckelung Böblingen-Sindelfingen [2]

1.3 Planungsstand

Das Planfeststellungsverfahren für die aktuelle Planung soll im Frühjahr 2016 beginnen.

1.4 Straßenbaulastträger

Der Straßenbaulastträger der Überdeckelung Böblingen-Sindelfingen ist:

Bundesrepublik Deutschland
Vertreten durch das Land Baden-Württemberg
(Straßenbauverwaltung)

1.5 Betreiber

Der Betreiber der A81 Überdeckung ist:

Regierungspräsidium Stuttgart
Autobahnmeisterei Herrenberg

1.6 Beschreibung der vorhandenen Sicherheitsorganisation Tunnel

In dem Organigramm in Abbildung 1.2 ist die Sicherheitsorganisation des Tunnels dargestellt.

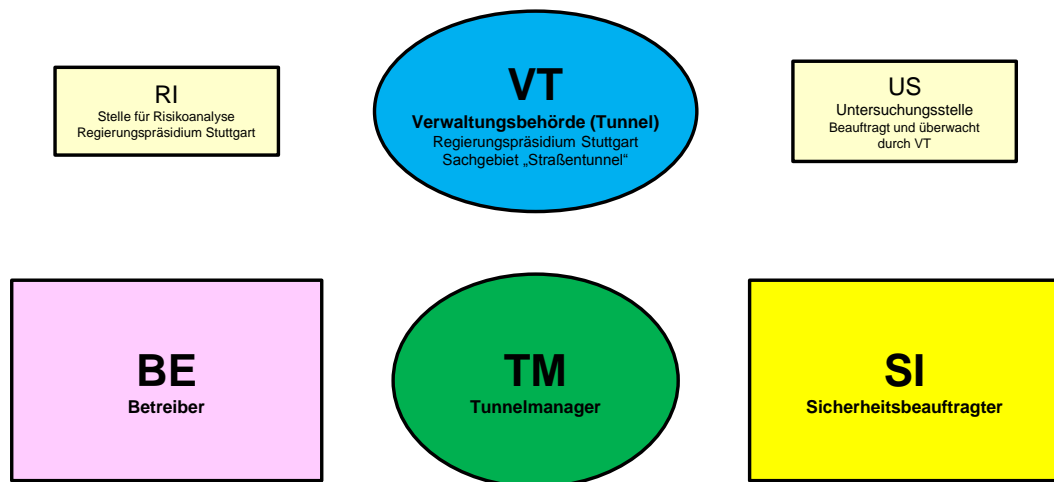


Abbildung 1.2 Organisation der A81 Überdeckung

Die gemäß RABT-2006 [1] bei Tunneln ab 400 m Länge erforderlichen Organisationsformen für Planung, Bau und Betrieb sind für die A81 Überdeckung wie folgt besetzt:

Verwaltungsbehörde:	Regierungspräsidium Stuttgart Referat 45, Sachgebiet Straßentunnel OBR Mauser Telefon 0711 904 14512 Stv. OBR'in Lenke Telefon 0711 904 14508
Tunnelmanager:	Regierungspräsidium Stuttgart Referat 45, Sachgebiet Straßentunnel OBR Mauser Telefon 0711 914 14512 Stv. OBR'in Lenke Telefon 0711 904 14508

Untersuchungsstelle: HBI Haerter GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 25
89522 Heidenheim
Telefon 07321 982310

Sicherheitsbeauftragter: Leiter der Autobahnmeisterei Herrenberg
Herr Vosseler
Telefon 07032 7882 21
Mobil 0152 229 04725

Stellvertretender Leiter der Autobahnmeisterei Herrenberg
Herr Michel
Telefon 07032 7882 22
Mobil 0162 1540805

Autobahnmeisterei Herrenberg
Telefon 07032 7882 0

Stv. 1 Kolonnenführer Dürr
Bereitschaftshandy 0162 863 7904

Stv. 2 Kolonnenführer Müller
Bereitschaftshandy 0162 863 7904

Die nach RABT-2006 [1] bei Tunneln über 400 m Länge geforderte 24-h-besetzte Stelle ist für die A81 Überdeckung die

Straßenverkehrszentrale – Verkehrsrechnerzentrale - Baden-Württemberg

Telefon 0711 8910188 (Gespräch wird aufgezeichnet)

Tunnelüberwachung und Steuerung (Beleuchtung / Lüftung / Verkehr)

Bereitschaftshandy des Betriebsdienstes der Autobahnmeisterei Herrenberg:
0172 745 5764

Bereitschaftshandy der Betriebselektriker der Autobahnmeisterei Herrenberg:
0174 200 5385

Neben den vorgenannten Personen und Organen sind in die Notfallplanungen folgende Stellen und Behörden mit einzubeziehen:

Polizei

APrev S-Vaihingen
Telefon 0711 6869230

Integrierte Leitstelle

in der Feuerwache im Röhrer Weg in Böblingen
Telefon 112
(Feuerwehr / DRK)

2 Objektdaten

2.1 Tunneldaten

Anzahl der Tunnelröhren:	Zwei Tunnelröhren mit Richtungsverkehrsbetrieb			
Länge beider Röhren:	Gesamtlänge 850 m			
Anzahl der Fahrstreifen:	3 Fahrstreifen je Richtung mit einer Breite von je 3,50 m			
Seitenstreifen:	1 Standstreifen mit einer Breite von 3,50 m (temporäre Seitenstreifenfreigabe)			
Querschnittsgeometrie:	Sonderquerschnitt: Lichte Breite = 17,00 m Lichte Höhe = 5,00 m Breite Notgehwege (beidseitig) = je 1 m			
Längsneigungsverlauf: (von Ost nach West)	480 m + 1,20 %	370 m -2,95 %		
Radienverlauf: (von Ost nach West)	82 m R=1850	265 m A=700	308 m A=1000	196 m R=3250
Querneigung:	≤ 4,0 % Nach RABT-2006 [1] ist bei Fahrbahnquerneigungen von >3,5 bis 4,5 % eine Mehrbreite von 5 cm vorzusehen. Querneigungen >3,5 % sind auf einer Länge von 80 m vorhanden. Die geforderte Mehrbreite von 5 cm ist in der Planung berücksichtigt.			
Bauart des Tunnels:	Rechteckprofil (offene Bauweise)			
Unterirdische Zu- / Abfahrten:	keine			
Lage Westportal:	km 593+550			
Lage Ostportal:	km 592+700			
Höhe Westportal:	442,3 m über NN			
Höhe Ostportal:	447,4 m über NN			
Lage Betriebsgebäude:	ca. km 593+181 auf der Überdeckung			
Lage Löschwasserbehälter:	im Betriebsgebäude integriert (10-15 m³)			
Lage Havariebecken:	ca. 10 m vor dem Ostportal (105 m³) ca. 10 m vor dem Westportal (105 m³)			
Lage Wartungsbuchten:	4 Stück: in jede Fahrtrichtung eine Bucht vor dem Ein-fahrtsportal und eine Bucht nach dem Ausfahrtsportal			
Lage Mittelstreifenüberfahrten:	ca. 220 m vor dem Ostportal ca. 20 m vor dem Ostportal ca. 20 m vor dem Westportal			

2.2 Umfeld

2.2.1 Anschlussstrecken

Die A 81 verläuft zwischen den beiden Ortschaften Böblingen und Sindelfingen in Richtung Stuttgart und Singen. Anschlussmöglichkeiten bieten die Ausfahrten AS Böblingen/Sindelfingen und AS Böblingen Ost.

Die Autobahn verläuft im Anschluss an das Westportal (FR Singen) mit einer Steigung von ca. -3,0 %. Etwa 1 km nach dem Westportal befindet sich die AS 23 Böblingen/Sindelfingen.

Im Anschluss an das Ostportal (FR Stuttgart) verläuft die Autobahn mit einer Steigung von ca. 1,2 %. Etwa 750 m nach dem Ostportal befindet sich die AS 22 Böblingen Ost.

2.2.2 Umgebung

Die Anschlussstrecke an das Westportal befindet sich in Troglage bzw. ist auf 600 m beidseitig mit Lärmschutzwänden eingefasst.

Die Anschlussstrecke an das Ostportal befindet sich in einseitiger Troglage bzw. ist in Fahrtrichtung Singen auf 1500 m mit einer Lärmschutzwand versehen.

Der Tunneldeckel wird etwa mittig von der Leipziger Landstraße gequert. Nördlich des Tunnels befindet sich ein Wohngebiet und südlich ein Wohngebiet mit Sportanlagen.

2.2.3 Geographie

Die Einfahrt in das Westportal erfolgt in Richtung Osten. Die Einfahrt in das Ostportal erfolgt in Richtung Westen.

2.2.4 Meteorologie

Wind

Es werden synthetische Windrosen des Landesamtes für Umwelt (LfU) Baden Württemberg verwendet. Für die unmittelbare Umgebung an den Portalen sind die synthetischen Windrosen, siehe Abbildung 2.1 verfügbar. Die Windrosen zeigen eine ähnliche Richtungsverteilung und einen vergleichbaren Mittelwert der Windgeschwindigkeit. Die synthetischen Windstatistiken beinhalten neben der Wirkung überregional wirksamer Antriebswinde (in großer Höhe) und der lokalen Geländestruktur auch z.B. die Effekte nächtlicher Kaltluftabflüsse.

Aus der Analyse synthetischer Windrosen zeigt sich, dass die Winde am häufigsten aus Richtung Südwest wehen. Die Ausrichtung des Tunnels verläuft von westlicher nach nord-östlicher Richtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt etwa 1,96 m/s, auf 10 m über Boden normiert.

Aufgrund der Lage der Portale zur vorherrschenden Windrichtung ist die Seitenwindproblematik als unkritisch zu werten.

Eine Verrauchung der Gegenröhre kann aufgrund von Seitenwinden, trotz Lüftungstechnischer Maßnahmen, nicht vollständig ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund wird vor und hinter der Überdeckung eine Trennwand zwischen den Röhren errichtet.

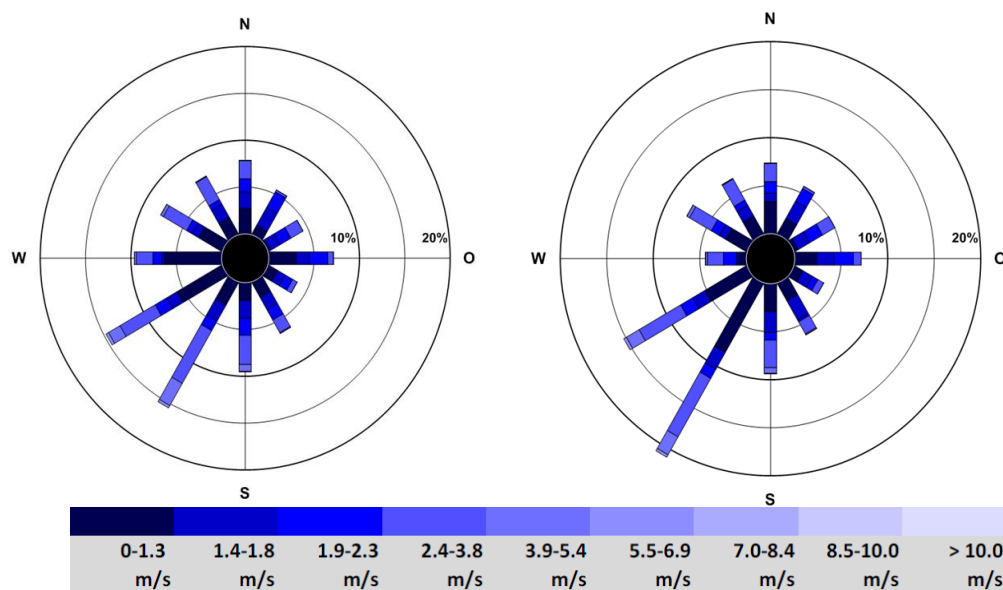


Abbildung 2.1: Windrose für das Westportal (links) und für das Ostportal (rechts) [6]

Niederschläge

Für den Tunnel ist kein besonderer Einfluss der meteorologischen Parameter Nebel oder Vereisung auf die sicherheitsrelevanten Kriterien des Tunnels erkennbar.

Temperatur

Der Tunnel befindet sich ca. 450 m über NN. Der Jahresgang des mittleren Tagesmittels verläuft zwischen 0°C in den Monaten Dezember bis Februar und von 20°C in den Monaten Juli und August [5]. Es ist davon auszugehen, dass der Temperaturunterschied zwischen Tunnelraum und Umgebung relativ gering ausfällt. Mit plötzlichen großen Temperaturschwankungen ist deshalb nicht zu rechnen. Somit entstehen durch die Temperatur keine besonderen Einflüsse.

Sonnenstand

Dunkel-Hell-Adaptionsschwierigkeiten der Augen der Verkehrsteilnehmer durch Blendung sind in folgenden Situationen möglich:

- Ausfahrt aus dem Ostportal in den Sommermonaten bei Sonnenaufgang
- Ausfahrt aus dem Westportal bei Sonnenuntergang in den Wintermonaten

2.2.5 Betriebs- und Einsatzfahrwege

Der Tunnel ist über die A 81 über beide Fahrtrichtungen und die Anschlussstellen mit Fahrzeugen zu erreichen.

- Anschlussstelle Ost: „Böblingen-Ost“ (ca. 750 m vor Ostportal)
- Anschlussstelle West: „Böblingen/Sindelfingen“ (ca. 1.350 m vor Westportal)

Vor und hinter jeder Tunnelröhre befinden sich Wartungsbuchten, die als Aufstellflächen für den Betriebsdienst genutzt werden können.

Als Betriebszugang sind beide Tunnelröhren über Treppen vom Betriebsgebäude aus zu Fuß zu erreichen.

Das Betriebsgebäude kann nur vom untergeordneten Netz über die Leipziger Straße erreicht werden.

Beide Havariebecken sind nur vom untergeordneten Netz über die Leibnizstraße zu erreichen.

Der Tunnel wird bei Alarmierung der zuständigen Feuerwehren von beiden Seiten gleichzeitig angefahren.

Die detaillierten Anfahrten sind im Rahmen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes (AGAP) noch zu entwickeln.

2.2.6 Sicherheitseinrichtungen Tunnelumfeld

Ein durchgängiger Seitenstreifen auf der A 81 ist vorhanden.

Vor den Portalen sind Mittelstreifenüberfahrten vorgesehen.

Zur Selbstrettung können die Rettungswege über die Portale ins Freie genutzt werden. Trotz der seitlichen Begrenzung stellen diese sichere Bereiche dar.

Als Aufstellfläche für Feuerwehr und Rettungsdienste sind die Tunnelvorfelder vorgesehen. Eine weitere Möglichkeit ist die nicht vom Ereignis betroffene Röhre.

Ausgewiesene Hubschrauberlandeplätze im Bereich der Portale sind nicht bekannt. Erforderliche Hubschrauberlandungen sind auf der Überdeckung oder am Landfahrerplatz (Anschlussstelle Richtung Stuttgart) möglich.

3 Verkehrsaufkommen und geplante Betriebsform

3.1 Verkehrsdaten

3.1.1 Bestandsanalyse 2010

In der **Bestandsanalyse 2010** ist eine durchschnittliche, werktägliche Verkehrsmenge von **97.500 Kfz je 24 Stunden** (DTVw) mit einem werktäglichen **Lkw-Anteil von 11 %** für den Streckenabschnitt des Tunnels erfasst worden.

Weiterhin wurde ein durchschnittlicher Tagesverkehr über die gesamte Woche von **89.500 Kfz je 24 Stunden** (DTV) mit einem **Lkw-Anteil von 8.4 %** für den Streckenabschnitt des Tunnels ermittelt.

Aus der Länge des Tunnels (850 m) und den vorgenannten Verkehrswerten ergeben sich folgende Lkw-Fahrleistungen:

Mo-Sa: 4558 Lkw-km / 24 Stunden / Röhre
Mo-So: 3195 Lkw-km / 24 Stunden / Röhre

3.1.2 Prognosejahr 2030 – Projekt-Planfall

Beim Projekt-Planfall handelt es sich um den 6-streifigen Ausbau mit Überdeckung und Querspange im Jahr 2030. Im Bereich der Überdeckung sind folgende temporäre Seitenstreifenfreigaben vorgesehen:

Fahrrichtung Singen: zwischen 07.00 und 08.00 Uhr
zwischen 16.00 und 19.00 Uhr

Fahrrichtung Stuttgart: zwischen 16.00 und 19.00 Uhr

Für das **Prognosejahr 2030** ist eine durchschnittliche, werktägliche Verkehrsmenge von **117.500 Kfz je 24 Stunden** (DTVw) mit einem werktäglichen **Lkw-Anteil von 12 %** für den Streckenabschnitt des Tunnels zu erwarten [4].

Aus der Länge des Tunnels (850 m) und den vorgenannten Verkehrswerten errechnet sich eine werktägliche Lkw-Fahrleistung von **5.993 Lkw-km / 24 Stunden / Röhre**.

Der durchschnittliche Tagesverkehr über die gesamte Woche wurde auf **107.900 Kfz je 24 Stunden** (DTV) für den Streckenabschnitt des Tunnels prognostiziert.

Die maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV) am Nachmittag beläuft sich auf folgende Werte:

Fahrrichtung Singen: 4.299 Kfz / h (495 Lkw / h)

Fahrrichtung Stuttgart: 4.997 Kfz / h (476 Lkw / h)

Die im Regelbetrieb zulässige Fahrgeschwindigkeit im Tunnel beträgt 100 km/h. Die Fahrzeuggeschwindigkeit bei einer Behinderung im Tunnel liegt bei 40 - 80 km/h.

Unterstützt durch die zulässige Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h und der Seitenstreifenfreigabe zu Stoßzeiten ist in beide Fahrrichtungen nicht mit Stau aus verkehrlichen Überlastungen zu rechnen. Die beiderseits nächstgelegenen Knotenpunkte liegen so weit entfernt, dass ein Rückstau an den Portalen nicht erwartet wird.

Angaben zu einer möglichen Einschränkung von Gefahrguttransporten sowie zur Art und Anzahl der Gefahrguttransporte liegen zurzeit nicht vor.

3.2 Betrieb

3.2.1 Betriebsweise

Der Tunnel wird im Regelbetrieb mit 100 km/h im Richtungsverkehr betrieben, wobei je Fahrtrichtung drei Fahrspuren und ein Seitenstreifen zur Verfügung stehen. Es besteht die Möglichkeit der temporären Seitenstreifenfreigabe.

Zur Durchführung von Wartungsarbeiten an der technischen Betriebsausrüstung des Tunnels, Bauwerksprüfungen oder nach Tunnelhavarien / Unfällen ist die Sperrung einer Fahrspur denkbar.

3.2.2 Lüftungskonzept

Gemäß den Anforderungen der RABT-2006 für Richtungsverkehrstunnel mit ausnahmsweise stockendem Verkehr im Längenbereich zwischen 600 und 3000 m ist das Lüftungssystem als mechanische Längslüftung mit Strahlventilatoren auszuführen.

Normalbetrieb

Die Steuerung der Lüftungsanlage erfolgt im Normalbetrieb anhand der gemessenen Werte Sichttrübung (SI), Kohlenmonoxidkonzentration (CO) und Luftgeschwindigkeit (STR).

Je nach Verkehrsaufteilung im Tunnel und äußeren, meteorologischen Verhältnissen (Portalwinde) kommt es zu einer Selbstlüftung des Tunnels. Die Strahlventilatoren können bei Bedarf die Tunnelluft über die Tunnelportale nach außen befördern.

Brandfall

Im Brandfall dient die Tunnellüftung der Verringerung von Rauch- und Hitzewirkungen auf den Fluchtwegen im Fahrraum. Das primäre Ziel dabei ist, die Selbstrettung der Tunnelbenutzer zu ermöglichen. Es sind die beiden Phasen "Personenrettung" und "Brandbekämpfung" zu unterscheiden.

– Rettungsphase

Bei Brand in der Tunnelröhre muss an beiden Portalen sofort die Einfahrt in die Tunnelröhre gesperrt und der automatische Normalbetrieb ausgeschaltet werden. Die Brandprogramme für die Rettungsphase müssen automatisch ausgelöst werden.

Im Brandfall bei flüssigem Richtungsverkehr wird grundsätzlich in Fahrtrichtung der jeweiligen Röhre entraucht. Hierbei werden die Strahlventilatoren in Abhängigkeit vom Brandort in Betrieb genommen.

Im Brandfall bei stockendem Richtungsverkehr bzw. Stau wird in der vom Brand betroffenen Röhre eine kleine Luftströmungsgeschwindigkeit angestrebt, um eine eventuell vorhandene Luft-/Rauchschichtung möglichst zu erhalten.

– Brandbekämpfungsphase

In der Brandbekämpfungsphase soll der Feuerwehr ein Zugang zum Brandherd ermöglicht werden, und die Entrauchung der Röhre muss sichergestellt werden. Hierzu wird eine höhere Strömungsgeschwindigkeit im Fahrraum erzeugt und falls nötig kann die Strömungsrichtung umgekehrt werden.

Das Umschalten der Lüftung von der Rettungsphase in die Brandbekämpfungsphase erfolgt als manueller Eingriff in Abstimmung mit der Feuerwehr.

3.2.3 Tunnelüberwachung

Alle technischen Anlagen des Tunnels arbeiten grundsätzlich vollautomatisch. Zur Überwachung, Plausibilitätskontrolle, Visualisierung und Bedienung der Steuerungen wird eine

24 Stunden besetzte Tunnelleitzentrale (TLZ) eingesetzt. Für die A81 Überdeckung wird die TLZ durch die Verkehrsrechenzentrale (VRZ) Stuttgart, die Autobahnmeisterei (AM) oder das Betriebsgebäude (BG) betrieben.

Die Überwachungsstelle erhält neben den Videobildern aus dem Tunnel einen Bedienrechner als Client der übergeordneten Leittechnik, auf dem alle Alarm-, Stör- und Betriebsmeldungen angezeigt werden und über den die technischen Anlagen des Tunnels bedient werden können (z.B. Verkehrsprogramme, Lüftungsprogramme, Vollbeleuchtung etc.).

4 Spezifische Gefahrenanalyse

4.1 Typische Schadensszenarien

4.1.1 1. Szenario – Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand)

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 oder solche mit anderen Fahrzeugen unterschieden werden. Dieser Szenariotyp kann ein auslösendes Ereignis für Folgeereignisse, wie etwa weitere Auffahrunfälle oder Brände, sein. Als Verkehrsunfälle werden Kollision mit der Tunnelwand oder anderen Verkehrsteilnehmern angesehen oder Unfälle auf dem Gehweg, mit Beteiligung von bis zu 3 Pkw, Unfälle mit eingeklemmter Person, Behinderung einer oder mehrerer Fahrspuren. Mögliche Ursachen können z.B. überhöhte Geschwindigkeit, Bremsversagen, Ermüdung und Unachtsamkeit sein.

Beispielszenario

Der Fahrer eines in Richtung Stuttgart fahrenden 3,5-Tonnen-Kleintransporters legt eine CD ein. Während er auf das Abspielgerät sieht, zieht er das Fahrzeug nach rechts auf den Seitenstreifen und streift den Randstein. Er gerät ins Schleudern und kommt umgestürzt auf zwei Fahrspuren zum Stillstand. Der Fahrer des Transporters ist verletzt und bewusstlos. Die in Fahrtrichtung nachfolgenden Fahrzeuge können den Unfall rechtzeitig erkennen und sicher anhalten bzw. an dem Unfall vorbeifahren. Der Fahrer eines nachfolgenden Pkw setzt über das Handy den Notruf 110 an die Polizei ab. Es bildet sich ein Stau auf der A81 in der Südröhre.

Maßnahmen

Durch die Polizei ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und die TLZ zu alarmieren. Bei fehlendem Handy-Empfang wird der Unfall durch die TLZ über das Tunnelüberwachungssystem (Video, CO-Messwertüberschreitung) erkannt. In diesem Fall informiert die TLZ die integrierte Leitstelle (ILS) Böblingen und die Polizei. Es sind verkehrsbeeinflussende Maßnahmen, wie z.B. Sperrung der betroffenen Richtungsfahrbahn durchzuführen. Durch die Videoüberwachung werden die Ergebnisse ausgewertet. Weitere Entscheidungen sind je nach Lage durch ILS und Einsatzleitung vor Ort zu treffen.

4.1.2 2. Szenario – Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR)

Um ein größeres Schadensausmaß und Personenschäden möglichst zu verhindern und zu reduzieren, ist ein schnelles und koordiniertes Handeln zwingend erforderlich. Zu den im 1. Szenario genannten Gefahren kommen die Tatsachen hinzu, dass durch den Brand ein Temperaturanstieg zu verzeichnen ist und mit einer entsprechenden Rauchentwicklung gerechnet werden muss. Die Rauchentwicklung verläuft, je nach verbrennendem Material, unterschiedlich schnell. Mögliche Ursachen können zum Beispiel Unfälle durch Unachtsamkeit, Ermüdung, Alkohol u.a. mit nachfolgender Brandentwicklung oder Reifenbrände sein.

Beispielszenario

Der Fahrer eines in Richtung Stuttgart fahrenden Lkw erleidet einen Herzinfarkt. Während er das Bewusstsein verliert, sackt er auf die Beifahrerseite hin weg und zieht hierbei das Fahrzeug scharf nach rechts auf den Seitenstreifen. Durch die plötzliche Richtungsänderung legt sich das Fahrzeug quer zur Fahrbahn auf die Fahrerseite und blockiert die Fahrspuren. Der Fahrer des Lkw wird schwer verletzt und ist bewusstlos. Die nachfolgenden Fahrzeuge können den Unfall rechtzeitig erkennen und sicher anhalten. Durch die aufprallbedingten Kräfte am verunfallten Lkw kommt es zu einem elektrischen Kurzschluss im Kabelbaum, der einen Brand auslöst und schnell auf das gesamte Fahrzeug übergreift. Es kommt zu starker Hitze- und Rauchentwicklung. Die Fahrzeuge vor dem Unfallort können unbehindert den Tunnel verlassen. Die Tunnelnutzer hinter dem Brandort beginnen zu

flüchten und bewegen sich in Richtung des nächsten Notausgangs. Flüchtende Personen aus der Nähe des Brandortes sind Hustenreiz und tränenden Augen ausgesetzt.

Maßnahmen

Der Brand wird über das Brandmeldekabel im Tunnel automatisch detektiert und die Tunnellüftungsprogramme müssen in Folge automatisch anlaufen. Durch die TLZ ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und die Polizei, die ILS, den Sicherheitsbeauftragten und die Tunnelrufbereitschaft zu alarmieren. Durch die ILS ist die Feuerwehr, der Rettungsdienst oder sonstige Hilfswerke zu alarmieren. Unabhängig vom Ausmaß des Brandes ist eine unverzügliche Vollsperrung des kompletten Tunnels zu veranlassen (dies geschieht bei Detektion des Brandes über das Brandmeldekabel an der Tunneldecke automatisch). Weitere Entscheidungen sind durch die ILS bzw. die Einsatzleitung vor Ort zu treffen.

4.1.3 3. Szenario – Massenanfall Verletzte (MANV)

Unter einem Massenanfall versteht man Unfälle ab 3 Pkw oder Unfall mit einem Bus / Lkw, Behinderung bzw. Beteiligung aller Fahrbahnen. Mögliche Ursachen können zum Beispiel überhöhte Geschwindigkeit, Bremsversagen, Ermüdung, Unachtsamkeit, Falschfahrer u. a. sein.

Beispielszenario

Der Fahrer eines in Richtung Stuttgart fahrenden und mit Margarine beladenen Lebensmitteltransporters fährt auf einen Pkw auf. Die nachfolgenden Fahrzeuge können dem Unfall nicht mehr ausweichen und es kommt zu weiteren Auffahrunfällen eines Busses und 4 Pkw. Die komplette Fahrbahnbreite ist betroffen. Der Fahrer eines nicht betroffenen Pkw setzt über das Handy einen Notruf an die Polizei ab. Der in Fahrtrichtung vor dem Unfall fahrende Verkehr fährt ungehindert aus der Gefahrenzone hinaus. Die Verkehrsteilnehmer hinter dem Ereignisort stehen im Stau und bewegen sich am Unfallort, was eine zusätzliche Gefahrenquelle darstellt. Durch den Aufprall wird der Tank des Transporters beschädigt und der austretende Kraftstoff entzündet sich. Der Brand weitet sich auf die Ladung aus und entwickelt eine hohe Brandleistung mit starker Rauchentwicklung.

Maßnahmen

Nach dem Anruf eines Verkehrsteilnehmers bei der Polizei wegen der Unfälle wird der Brand über das Brandmeldekabel im Tunnel automatisch detektiert. Die Tunnellüftungsprogramme müssen in Folge automatisch anlaufen. Durch die bereits durch die Polizei vorinformierte TLZ ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und die ILS, der Sicherheitsbeauftragte und die Tunnelrufbereitschaft zu alarmieren. Durch die ILS ist die Feuerwehr, der Rettungsdienst oder sonstige Hilfswerke zu alarmieren. Unabhängig vom Ausmaß des Brandes ist eine unverzügliche Vollsperrung des kompletten Tunnels zu veranlassen (dies geschieht bei Detektion des Brandes über das Brandmeldekabel an der Tunneldecke automatisch). Durch die Videoüberwachung der VRZ wird ein Massenanfall von Verletzten vermutet und die Information an die ILS weitergegeben. Entsprechende Rettungsmittel werden durch die ILS eingesetzt. Der MANV bestätigt sich durch die Lageerkundung der eingetroffenen Mitarbeiter von den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Im Verlauf der Rettungsarbeiten wird erkannt, dass durch Unfall und Rauchgase ca. 50 Personen verletzt sind. Durch die Einsatzleitung vor Ort wird die Information an die ILS weitergeleitet, die nach deren Handlungsanweisungen reagiert und den Einsatz weiterer Rettungsmittel koordiniert. Unter anderem werden aus angrenzenden Landkreisen auch medizinisches Personal, Krankentransportwagen und Kapazitäten an Krankenhäusern angefordert.

4.2 Parameter / besondere Charakteristik

Auf Grundlage der RABT-2006 [1] und der Risikountersuchung [7] weist der Tunnel gemäß nachstehender Tabelle keine besondere Charakteristik auf.

Parameter	Wert	Besondere Charakteristik
Tunnellänge (beide Röhren)	850 m	Nein
Anzahl der Tunnelröhren	2	Nein
Anzahl der Fahrstreifen	6	Nein
Fahrstreifenbreite	3,50 m	Nein
Querschnittsgeometrie / Abweichung von Regelquerschnitten	Rechteck / Sonderquerschnitt	Nein
Maßgebliche Querschnittsgeometrie / Querneigung	2,5 %	Nein
Unterirdische Zu- und Abfahrten	keine	Nein
Trassierung / Längsneigung	< 3 %	Nein
Trassierung / Kurvigkeit	< 250 gon/km	Nein
Bauart	Offene Bauweise	Nein
Richtungsverkehr oder Gegenverkehr	RV	Nein
Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre (inkl. zeitlicher Verteilung – siehe Kap. 3.1)	53.950 Kfz/24h	Nein
Gefahr täglicher Staubildung	Nein	Nein
Zugriffszeit der Einsatzdienste	< 15 min	Nein
Anteil des LKW-Verkehrs	12 %	Nein
Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs	nicht bekannt	-
Merkmale der Zufahrtsstraßen	keine	Nein
Geschwindigkeitsbezogene Aspekte	100 km/h	Nein
Geographische und meteorologische Verhältnisse	-	Nein

Tabelle 4.1: Zusammenstellung der Parameter bzw. der besonderen Charakteristiken im Vergleich mit [1] und [7]

Querneigungen >3,5% sind auf einer Länge von 80 m vorhanden. Die geforderte Mehrbreite von 5 cm ist in der Planung berücksichtigt.

Weiterhin erfolgte eine Überprüfung (Voranalyse) anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel (siehe Anlage des vorliegenden Berichts). Die Überprüfung auf Basis des aktuellen Planungsstandes ergab, dass eine vertiefende Betrachtung oder eine weiterführende Risikoanalyse nicht erforderlich ist [3].

5 Schadensverhütung

5.1 Betriebliche, technische und organisatorische Maßnahmen

Da der Tunnel gemäß Punkt 4.2 „Parameter / besondere Charakteristik“ keine besondere Charakteristik aufweist, sorgt die Ausbildung des Bauwerks und der technischen Betriebsausrüstung nach den Standards der RABT-2006 im Sinne der Schadensverhütung grundsätzlich für eine ausreichende Sicherheit.

Die nach RABT-2006 notwendigen Standardmaßnahmen zur Schadensverhütung für einen Tunnel dieser Länge sind in Tabelle 5.1 aufgelistet.

Sicherheitseinrichtungen	
Bauliche Anlagen	
Seitenstreifen	JA
Pannenbuchten	ENTFÄLLT
Notausgänge (Abstand <300 m)	JA
Notgehwege	JA
Ausbildung Wände (ohne Vorsprünge, hell)	JA
Höhenkontrolle (i.d.R. $L \geq 400$ m)	ENTFÄLLT
Mittelstreifenüberfahrten	JA
Betriebswege zu Betriebsanlagen, Portalen, Rettungswegen	JA
Leiteinrichtungen Gegenverkehrsbetrieb	ENTFÄLLT, nur RV
Visuelle Führung (selbstleuchtende Markierungen ab $L \geq 400$ m)	JA
Schlitzrinne mit Abschottung (Abflussmenge 100 l/s auf 50 m)	JA
Kommunikationseinrichtungen	
Notrufstationen (alle 150 m)	JA
Notrufstationen als begehbare Kabinen	JA
Notrufstationen am Beginn und Ende der Rettungswege	JA (Tunnelportale)
Notrufstationen in jeder Pannenbucht	ENTFÄLLT
Videoüberwachung Verkehrsraum (i.d.R. $L \geq 400$ m)	JA
Videoüberwachung Notausgänge und Rettungswege	JA
Übertragung auf ständig besetzte Warte	JA
Alarmaufzeichnung Video	JA
Tunnelfunk für BOS	JA
Verkehrsfunk / Radio mit Einsprechmöglichkeit ($L \geq 400$ m)	JA
Lautsprecheranlagen im Tunnelfahrraum (m. Video immer)	JA
Lautsprecheranlagen an den Portalen ($L \geq 400$ m)	JA
Brandmeldeeinrichtungen	
Druckknopfmelder in jeder Notrufstation ($L \geq 400$ m)	JA
Automatisches Brandmeldekabel (Temperatur)	JA
Automatische Brandmeldeeinrichtung im Betriebsgebäude	JA
Sichttrübungsmessgeräte (alle 150 m)	JA
CO- Messstellen (eine pro Lüftungsabschnitt)	JA
Löscheinrichtungen	
Handfeuerlöscher; 2 Stück (je 6 kg) je Notrufstation ($L \geq 400$ m)	JA
Löschwasserversorgung ($L \geq 400$ m)	JA, 1.600 l/min, 8-10 bar, 72 m ³

Orientierungshilfen	
Fluchtwegkennzeichnung	JA
Orientierungsbeleuchtung Brandfall ($L \geq 400$ m)	JA
Orientierungsbeleuchtung an unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) angeschlossen	JA
Kennzeichnung Notausgänge (hinterleuchtete Rettungszeichen)	JA
Blitzleuchte über Rettungszeichen	JA
Betriebliche Bedingungen mit verkehrstechnischen Einrichtungen	
Betriebliche Bedingungen	
Verkehrstechnische Tunnelausstattung	Erweiterte Ausstattung
Fahrzeuggeschwindigkeit im Normalfall	100 km/h
Einschränkungen für Transporte gefährlicher Güter, Vorschriften und Anforderungen nach RABT-2006 bzw. ADR	NICHT BEKANNT
USV-Anlage	JA
Organisatorische Bedingungen	
Organisation (voller Umfang ab $L \geq 400$ m)	
Tunnelmanager benannt	JA
Sicherheitsbeauftragter benannt	JA
Untersuchungsstelle für Inspektionen, Prüfungen etc. benannt	JA
Aktuelle Sicherheitsdokumentation	in Arbeit
Tunnelüberwachung (voller Umfang ab $L \geq 400$ m)	
Ständige besetzte Stelle vorhanden?	JA
Eingriffsmöglichkeit von der Tunnelüberwachung	JA
Notfallorganisation, Feuerwehr und Rettungskräfte (voller Umfang ab $L \geq 400$ m)	
Alarm- und Gefahrenabwehrpläne	in Arbeit
Feuerwehrpläne im Einvernehmen mit für Brandschutz zuständiger Stelle	in Arbeit

Tabelle 5.1: Sicherheitseinrichtungen, betriebliche, organisatorischen Bedingungen nach RABT 2006

Höhenkontrollen sind nicht vorgesehen, da alle Betriebseinrichtungen außerhalb des Verkehrsraumes seitlich oder oberhalb von 4,50 m liegen.

Die Türen der Notausgänge sind mit selbstleuchtender Umrandung versehen.

5.2 Verkehrstechnische Ausstattung

Nach Bild 12 der RABT-2006 [1] ergibt sich für einen Tunnel mit einer Länge von 850 m und einer Verkehrsbelastung von ca. 17.935 Kfz/d je Fahrstreifen als verkehrstechnische Ausstattung die erweiterte Ausstattung.

Diese besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Statische Beschilderung vor und hinter dem Tunnel
 - Gefahrenzeichen „Lichtzeichenanlage“ (Z 131 StVO) mit gelbem Blinklicht, das bei Aktivierung der Wechsellichtzeichen (WLZ) (Tunnelsperrung) eingeschaltet wird
 - Geschwindigkeitsbeschränkung (Z 274-60 StVO)
 - Überholverbot für Lkw (Z 277 StVO)
 - Zeichen Tunnel (Z 327 StVO)

- Ende der Streckenverbote (Z 282 StVO)
 - Dauerlichtzeichen
 - weitere Wechselverkehrszeichen (WVZ) (zur Signalisierung von Fahrstreifensper-
rungen, bedarfsweise Darstellung entsprechender Lenkungstafeln)
 - Wechselwegweiser
- Einrichtungen zur Sperrung des Tunnels
- Zweifeldrige Wechsellichtzeichen (WLZ) Rot/Gelb am Portal
 - Wechselverkehrszeichen (WVZ) zur Verdeutlichung der Sperrsituation (Z 250
StVO mit Entfernungsangabe)
 - Mittelstreifenüberfahrten vor den Portalen
 - Zusätzliches WVZ zur Geschwindigkeitsdrosselung vor sowie ggf. weitere WVZ im
Tunnel
 - Sperrschranken (im Zusammenhang mit Videoüberwachung)
- Verkehrsdatenerfassung zur frühzeitigen Erkennung von Stör- und Notfällen
- Nicht amtliches Schild „Radio ein“

5.3 Betriebliche Abläufe

Um auch durch die Betriebsführung mögliche Schäden an Personen (primäres Schutzziel) bzw. am Bauwerk (sekundäres Schutzziel) weitestgehend zu verhindern, werden bei Störungen und Havarien diverse Maßnahmen ergriffen.

Sicherheitsrelevante technische Störung

Sicherheitsrelevante technische Störungen führen zu einer unmittelbaren Beeinflussung des Verkehrs im Tunnel. Durch die Vielzahl der verbauten technischen Komponenten sind generell viele Störungen denkbar, die die Verkehrssicherheit des Tunnels unmittelbar beeinflussen. Dies können beispielweise sein:

- Ausfall / Störung der Energieversorgung
- Ausfall / Störung der gesamten Adaptationsbeleuchtung
- Ausfall / Störung der gesamten Durchfahrtsbeleuchtung
- Ausfall / Störung aller Markierungselemente
- Ausfall / Störung mehrerer / aller Strahlventilatoren
- Ausfall / Störung kompletter Teilsysteme (Sichttrübung, Video, Lautsprecher,...)
- Ausfall / Störung der Anbindung der Überwachungsstelle
- Ausfall / Störung von Einzelsteuerungen (nicht bei hochverfügbaren Steuerungen)
- etc.

Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung sind erforderlich, die automatisch oder manuell eingeleitet werden können. Solche Maßnahmen sind z.B. die Geschwindigkeitsreduzierung mit Gefahrenwarnung, die Sperrung der betroffenen Richtungsfahrbahn und gegebenenfalls die Tunnelvollsperrung.

Die Abläufe zur Schadensverhütung sind im Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) zu dokumentieren. Durch die zuständige Stelle ist nach den Festlegungen des AGAP zu handeln.

Technische Hilfeleistung „Panne“

Pannen führen im Normalfall zu keinen schweren Personen- oder Sachschäden. Bei diesem Ereignis steht vielmehr der Aspekt der Verkehrs- und Betriebsbehinderung bzw. 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 auch Brände entstehen können, relevant. Falls ein Fahrzeug im Schadensfall den Seitenstreifen nicht erreichen kann, be-

steht die Gefahr, dass nachfolgende Fahrzeuge spontan die Spur wechseln oder es zu plötzlichen Bremsmanövern kommt, was den nachfolgenden Verkehr massiv gefährden kann.

Es sind betriebliche Einschränkungen, wie Sperrung von Fahrbahnen oder einzelner Fahrstreifen und Umleitung des Verkehrs, vorzunehmen, die in der Regel manuell eingeleitet werden.

Durch die zuerst informierte Stelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes die weitere Notfallorganisation zu aktivieren.

6 Ereignisbewältigung

6.1 Schadensmeldung

6.1.1 Kollision ohne Brand – Notruf im Tunnel

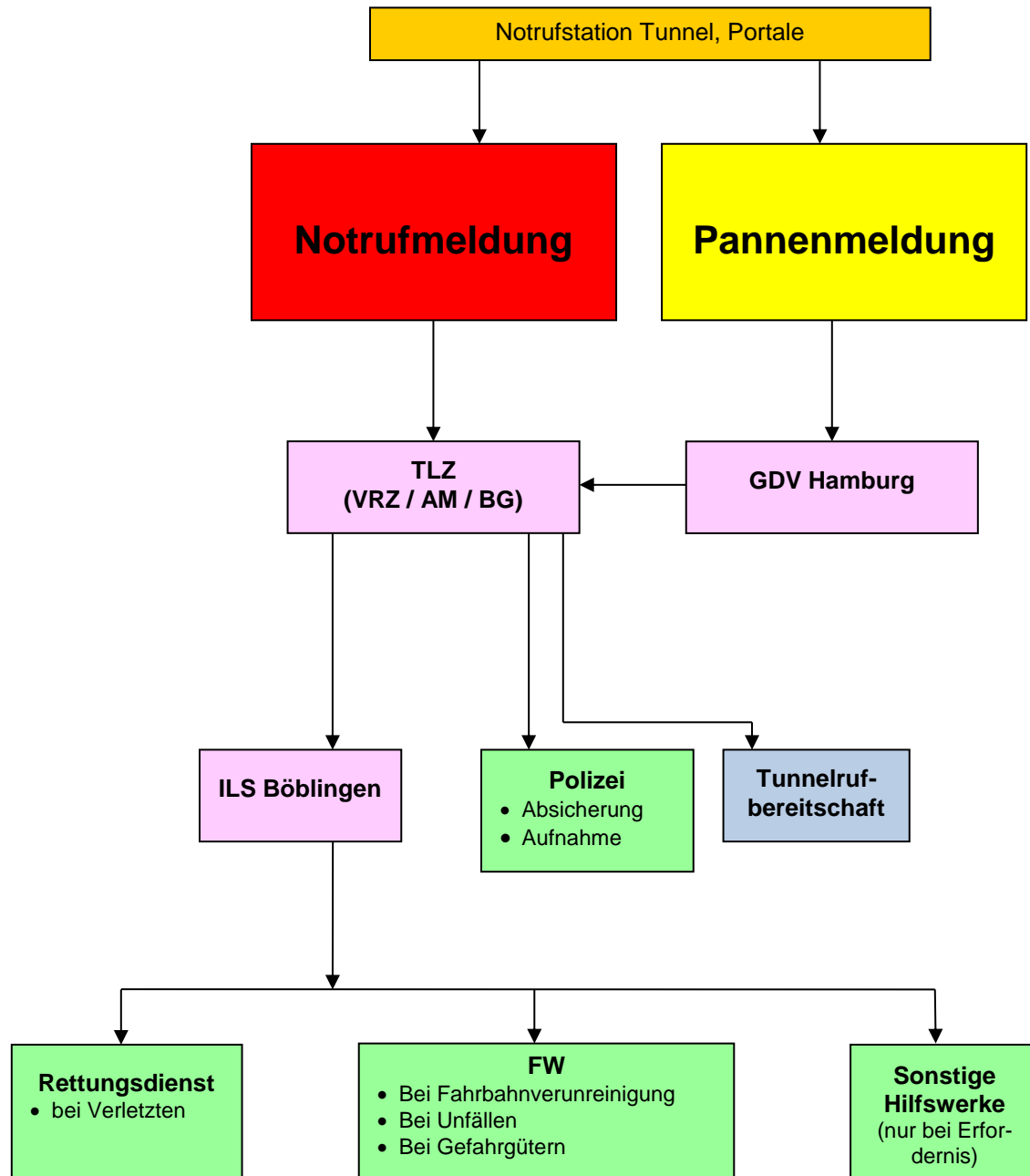


Abbildung 6.1: Darstellung der Meldewege – Kollision ohne Brand – Notruf im Tunnel

6.1.2 Kollision ohne Brand – Notruf über Telefon

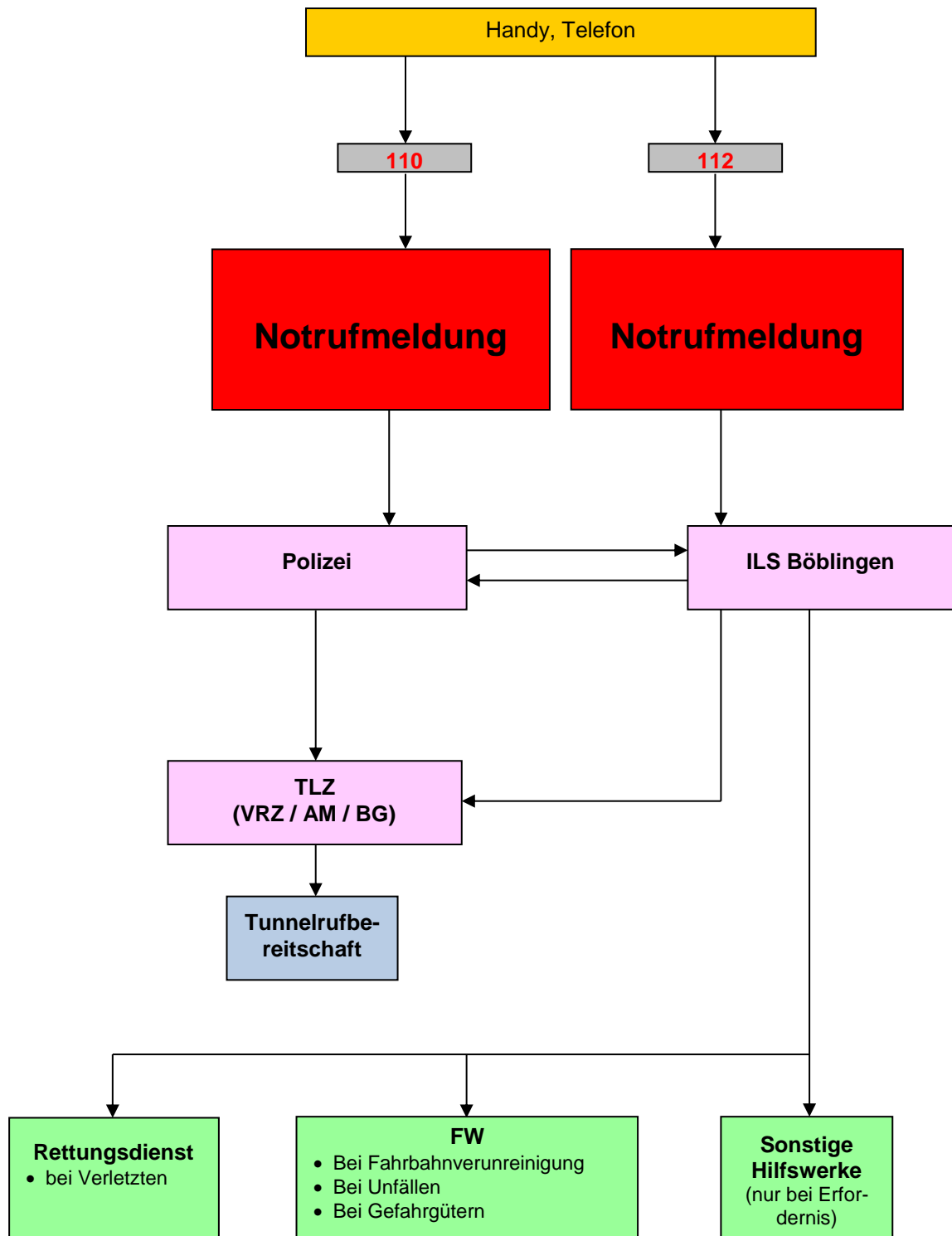


Abbildung 6.2: Darstellung der Meldewege – Kollision ohne Brand – Notruf über Telefon

6.1.3 Brand – Notruf im Tunnel

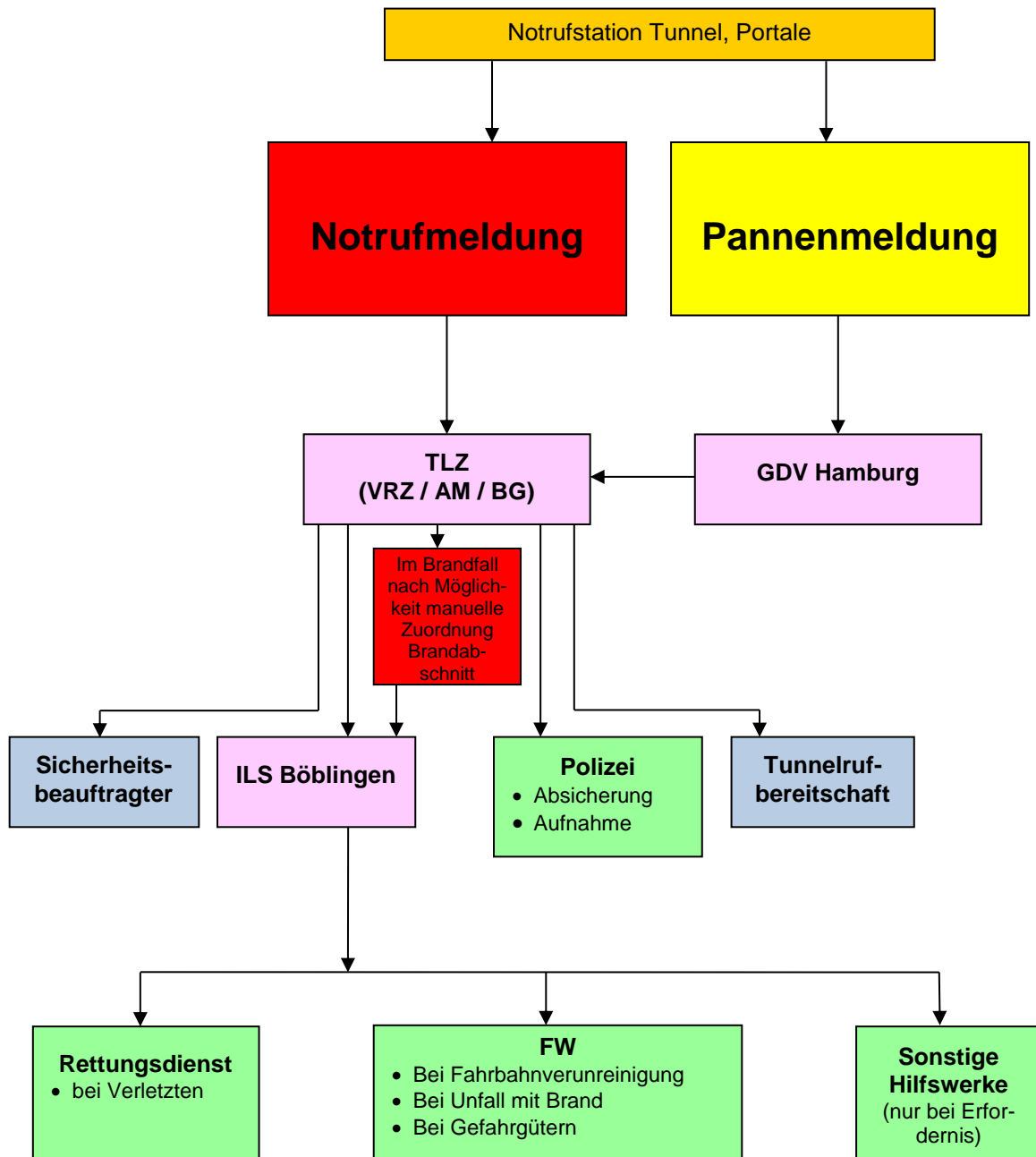


Abbildung 6.3: Darstellung der Meldewege – Brand – Notruf im Tunnel

6.1.4 Brand – Notruf über Telefon

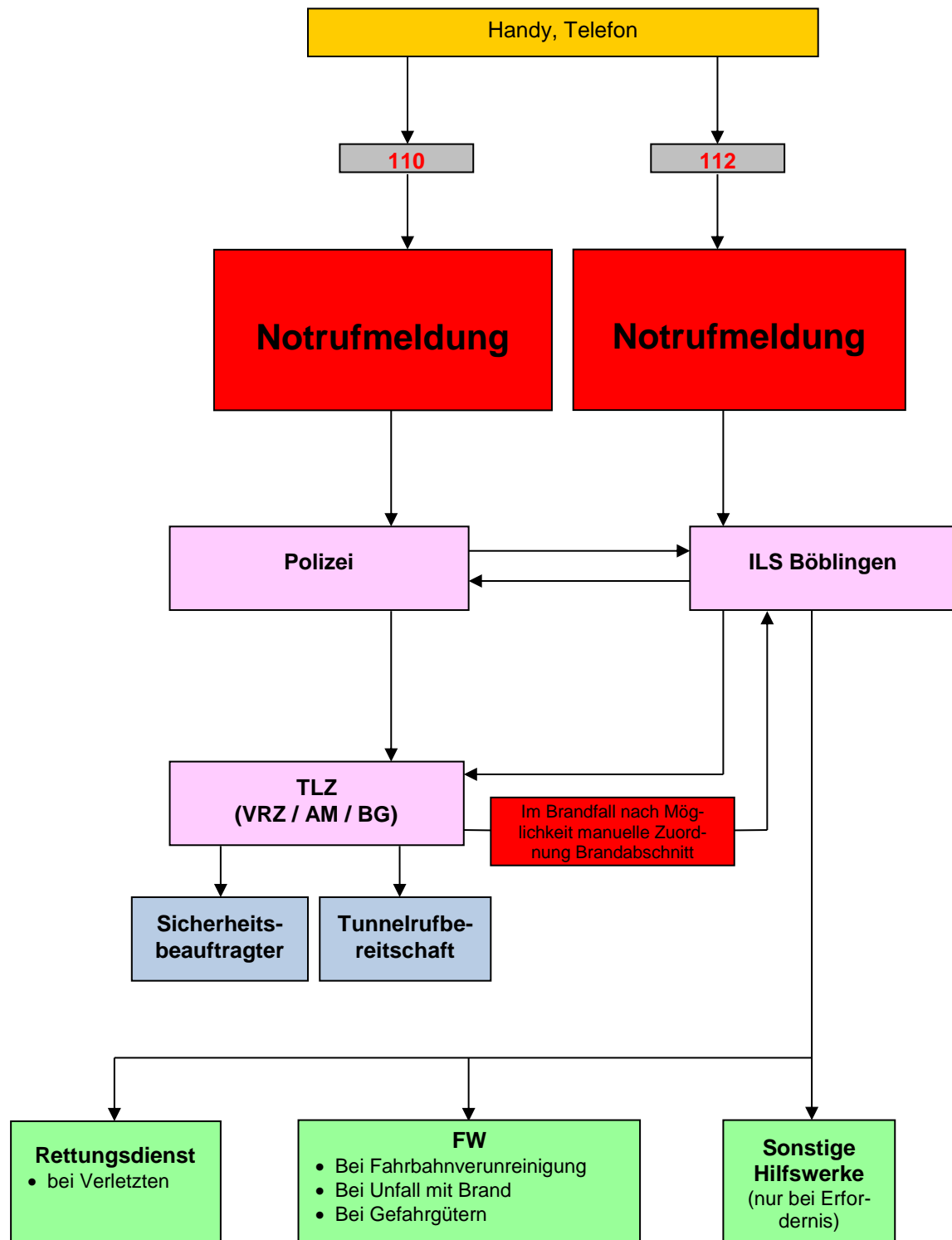


Abbildung 6.4: Darstellung der Meldewege – Brand – Notruf über Telefon

6.1.5 Brand – Meldung über Brandmeldetechnik

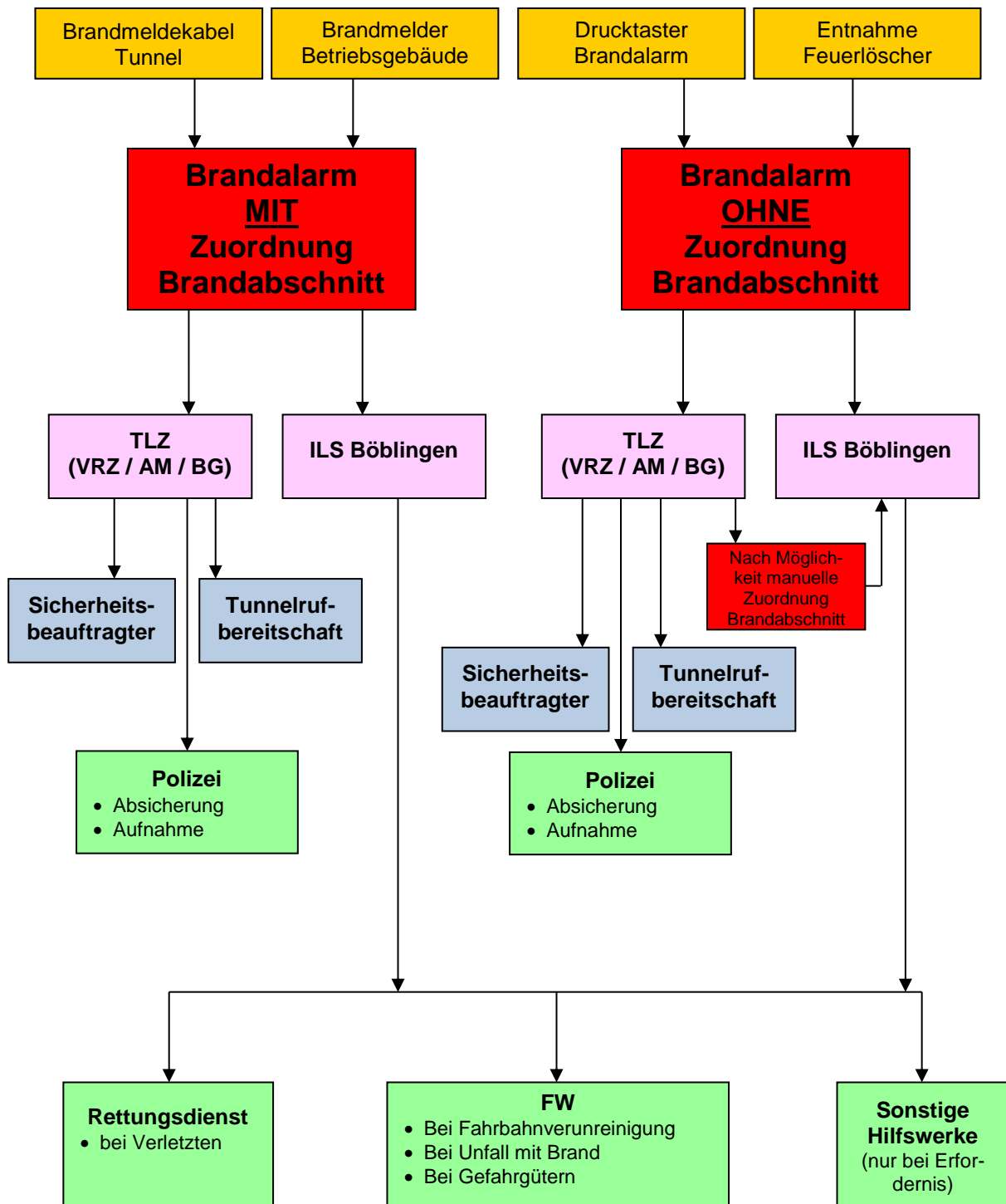


Abbildung 6.5: Darstellung der Meldewege – Brand – Meldung über Brandmeldetechnik

6.2 Selbstrettung

Über die unter Punkt 2.2.6 „Sicherheitseinrichtungen“ genannten Fluchtwege ist im Ereignisfall während der Selbstrettungsphase den Verkehrsteilnehmern die Selbstrettung möglich.

Die Notgehwege sind mit einseitig im Bereich der Notausgänge angeordneten Fluchtweghinweiszeichen (das Zeichen über der Fluchttür erhält zusätzlich ein weißes Blitzlicht) gekennzeichnet. Zwischen den Notausgängen signalisieren die auf der Fluchtwegseite in ca. 1 m Höhe über Notgehweg angeordneten Brandnot- und Fluchtwegorientierungsleuchten den nächstgelegenen Notausgang (die Fluchtwegorientierungsleuchten sind dauernd in Betrieb, die Brandnotleuchten werden bei automatischer oder manueller Branddetektion zugeschaltet).

Durch entsprechende automatisierte oder manuelle Durchsagen über die Lautsprecheranlage werden im Havariefall alle Verkehrsteilnehmer zum Verlassen der Fahrzeuge und zur Flucht aus dem Tunnel aufgefordert, wobei die Möglichkeit besteht, dass Verkehrsteilnehmer im unmittelbaren Unfall- / Brandbereich bereits vor einer Durchsage die Flucht antreten.

Um den Verkehrsteilnehmern im Brandfall die Flucht aus dem Tunnel und somit die Selbstrettung überhaupt zu ermöglichen, werden über die mechanischen Lüftungseinrichtungen (Strahlventilatoren) die Verkehrsteilnehmer möglichst lange vor Raucheinwirkung geschützt. Die entsprechenden Lüftungsprogramme mit den dazugehörigen Verkehrsprogrammen (Tunnelsperrung) werden entweder automatisch (Branddetektion über linienförmigen Wärmesensor an der Tunneldecke) oder manuell (Druckknopf, Eingang einer telefonischen Brandmeldung und/oder Branderkennung am Bildschirm) durch den Tunneloperator in der 24 h besetzten Stelle ausgelöst. Ergänzend wird im Brandfall die Beleuchtungsanlage des Tunnels automatisch voll eingeschaltet.

Allgemeine Informationen zum Verhalten in Tunnelbauwerken sind auf verschiedenen Seiten im Internet erhältlich.

6.3 Fremdrettung, Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung

6.3.1 Fremdrettung und funktionales Zusammenwirken

Alarmierungswege

Die unter Punkt 4.1 beschriebenen Schadensszenarien werden gemäß Abschnitt 6.1 automatisch oder manuell an die entsprechenden Stellen gemeldet. Es sind nur die primären Meldewege dargestellt. Aus der Weiterentwicklung der Lage vor Ort und unter Führung durch eine örtliche Einsatzleitung können zusätzliche Meldewege entstehen.

Die Alarmierungswege für ein Schadensszenario können unterschiedlich sein, Mehrfachalarmierungen sind möglich. Nachstehend sind diese unterschiedlichen Alarmierungswege zu den Schadensszenarien Unfall / Kollision und Brand erläutert.

Als automatische Meldungen werden alle über die zentrale Leittechnik ereignisorientiert generierten Meldungen sowie automatisch abgesetzte Brandalarme (auch Auslösung Druckknopfmelder) definiert.

Unter manuellen Meldungen wird die Information von Polizei oder Feuerwehr / Rettungsdienst per Telefon oder Notrufstation des Tunnels verstanden.

Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand)

1.
 - Anruf / Meldung bei TLZ über Notruftelefon rote Taste gemäß Abbildung 6.1
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei, an ILS Böblingen (ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS) und an Tunnelrufbereitschaft
2.
 - Anruf / Meldung bei GDV Hamburg (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.) über Notruftelefon gelbe Taste gemäß Abbildung 6.1
 - Weiterleitung der Meldung durch GDV an TLZ
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei, an ILS Böblingen (ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS) und an Tunnelrufbereitschaft
3.
 - Anruf / Meldung bei Polizei über Notruf 110 gemäß Abbildung 6.2
 - Weiterleitung der Meldung durch Polizei an ILS und TLZ und ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft
4.
 - Anruf / Meldung bei ILS über Notruf 112 gemäß Abbildung 6.2
 - Weiterleitung der Meldung durch ILS an Polizei und TLZ und ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft

Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR)

1.
 - Anruf / Meldung bei TLZ über Notruftelefon rote Taste Tunnel gemäß Abbildung 6.3
 - Weiterleitung Meldung durch TLZ an Polizei und an ILS (ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS), an Tunnelrufbereitschaft und an Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der Feuerwehr am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Information an ILS
2.
 - Anruf / Meldung bei GDV Hamburg über Notruftelefon gelbe Taste Tunnel gemäß Abbildung 6.3
 - Weiterleitung der Meldung durch GDV an TLZ
 - Weiterleitung Meldung durch TLZ an Polizei und an ILS (ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS), an Tunnelrufbereitschaft und an Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der zuständigen Feuerwehren am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Information an ILS
3.
 - Anruf / Meldung bei Polizei über Notruf 110 gemäß Abbildung 6.4
 - Weiterleitung der Meldung durch Polizei an ILS und TLZ und ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der zuständigen Feuerwehren am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Information durch diese an ILS
4.
 - Anruf / Meldung bei ILS über Notruf 112 gemäß Abbildung 6.4
 - Weiterleitung der Meldung durch ILS an Polizei und TLZ und ggfs. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der zuständigen Feuerwehren am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Rückinformation durch diese an ILS

5.
 - Automatische Meldung bei TLZ und ILS über Linienbrandmelder gemäß Abbildung 6.5
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei und evtl. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
6.
 - Automatische Meldung bei TLZ und ILS über Brandmeldeanlage Betriebsgebäude gemäß Abbildung 6.5
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei und evtl. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
7.
 - Automatische Meldung bei TLZ und ILS über Druckknopfmelder gemäß Abbildung 6.5
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei und evtl. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der zuständigen Feuerwehren am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Information durch diese an ILS
8.
 - Automatische Meldung bei TLZ und ILS über Entnahme Feuerlöscher gemäß Abbildung 6.5
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Polizei und evtl. Anforderung weiterer Dienste durch ILS
 - Weiterleitung der Meldung durch TLZ an Tunnelrufbereitschaft und Sicherheitsbeauftragter
 - ggfs. Ermittlung des Brandortes vor Eintreffen der zuständigen Feuerwehren am Tunnel durch die TLZ (Videodetektion) und Information durch diese an ILS

Die Meldung des Szenarios Massenanfall von Verletzten erfolgt nicht automatisiert. Primär erfolgt die Meldung manuell durch Notrufstation im Tunnel oder Anruf unter 110 oder 112. Meistens handelt es sich jedoch um eine Sekundärmeldung, die zusätzlich aus der Entwicklung der Lage entsteht. Bei primärer Meldung eines Ereignisses an eine entsprechende Stelle kann u.U. von dieser schon eine Einschätzung erfolgen, ob mit Massenanfall an Verletzten zu rechnen ist.

Anfahrtswege / Anfahrts- bzw. Zugriffzeiten:

Die Anfahrt der zuständigen Feuerwehren und Rettungsdiensten erfolgt nach Koordination durch die ILS. Die Anfahrzeiten sollten unter 15 Minuten liegen.

Die Dauer der Anfahrt der Polizei erfolgt in Abhängigkeit von Verfügbarkeit und aktuellem Aufenthaltsort der zuständigen Streifen. Konkrete Zeiten sind hier daher nicht zu nennen.

Zugang und Zufahrt für die Einsatzdurchführung:

Die möglichen Zugänge und Zufahrten sind unter dem Punkt 2.2.5 „Betriebs- und Einsatzfahrwege“ beschrieben.

Der Tunnel ist über die A 81 über beide Fahrtrichtungen und die Anschlussstellen mit Fahrzeugen zu erreichen

Lüftungssteuerung:

Die Lüftungssteuerung im Brandfall wird unter Punkt 3.2.2 „Lüftungskonzept“ beschrieben.

Verkehrliche Maßnahmen:

Im Brandfall erfolgt eine Notsperre des Tunnels (vgl. auch Punkt 5.2 „Verkehrstechnische Ausstattung“). Flankierend können hier weitere Maßnahmen erforderlich werden (Einrichtung einer Umfahrung etc.), die detailliert im Alarm- und Gefahrenabwehrplan festgelegt werden.

6.3.2 Technische Hilfeleistungen

Über die Portale und Fluchttüren im Tunnel kann benötigte Ausrüstung zur Ereignisstelle gebracht werden.

Das Havariebecken ist nach Lageklärung zu entleeren. Maßgeblich für die Art und Weise der Entleerung sind die Inhaltsstoffe der Flüssigkeit im Becken und gasförmige Ansammlungen über dem Flüssigkeitsvolumen. Das Havariebecken ist über das untergeordnete Straßennetz erreichbar.

Die Regenklärbecken sind über das untergeordnete Straßennetz erreichbar.

6.3.3 Brandbekämpfung

Nach Ablauf der Selbstrettungsphase (ca. 15 min) beginnt die Brandbekämpfungsphase. Nach Eintreffen der Einsatzdienste vor Ort wird mit der Brandbekämpfung und der Rettung von Verkehrsteilnehmern begonnen, die sich aus eigener Kraft nicht in Sicherheit bringen konnten.

Der Zugang zum Brand kann nur über die Portale und Fluchttüren im Tunnel erfolgen. Ausgangspunkt sind die Aufstellflächen vor den Portalen.

Die Details zur Planung der Angriffswege zur Brandbekämpfung, auch für das Betriebsgebäude, sind durch die noch zu erstellenden Feuerwehrpläne dazustellen.

6.4 Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und von behinderten Personen

Eine spezielle Anpassung von Baukörper und technischer Ausrüstung auf die Bedürfnisse von Personen mit eingeschränkter Mobilität und von behinderten Personen über die Standards der RABT-2006 ist gemäß Vorgaben des BMVI und des MVI vorgesehen. Zu den visuellen und akustischen Standards gehören Leuchtmarkierungen, Beleuchtungen und der Einbau von Lautsprechern.

Abweichend vom Standard der RABT-2006 werden die Hochborde entgegen der Planung von 7 cm, entsprechend dem Entwurf der RABT-2015 [8], mit 3 cm Höhendifferenz ausgeführt. Außerdem werden vor jedem Notausgang taktile Aufmerksamkeitsfelder und außerhalb der Notrufkabinen Großflächen-Ruftaster vorgesehen.

7 Projektentwicklung

Die A81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen ist derzeit in der Planung.

Im Jahr 1996 wurden die Planungen für den sechsstreifigen Ausbau der heutigen A 81 aufgenommen. Aufgrund von Einwendungen der betroffenen Kommunen und Bürger wurden im Jahr 2005 zusätzliche Lärmschutzmaßnahmen in die Planung mit aufgenommen.

Im Jahr 2009 haben sich der Bund, das Land und die Städte Böblingen und Sindelfingen auf eine zusätzliche Überdeckung der A 81 auf 850 m Länge im Bereich Böblingen/Sindelfingen verständigt.

Der Vorentwurf ist seit Oktober 2015 genehmigt und das Planfeststellungsverfahren für die aktuelle Planung soll im Frühjahr 2016 eingeleitet werden. Für das Planfeststellungsverfahren wurde ein Lüftungsgutachten (Unterlage 21.1) angefertigt.

Im Jahr 2016 wurde die A81 Überdeckung anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel untersucht. [3]

8 Quellenverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT, Ausgabe 2006
- [2] Pressel'Molnar Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Vorentwurf, 2012-12-18, 03_LPÜ_02.pdf
- [3] S. Thumm, A 81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen, Überprüfung (Voranalyse) anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel, Februar 2016
- [4] Modus Consult, Verkehrsuntersuchung, Projekt-Planfall 2030, Februar 2016
- [5] http://www.wetter.com/wetter_aktuell/rueckblick/?id=DE0000510 [02.08.2013]
- [6] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW): Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 – 2010), www.lubw.baden-wuerttemberg.de, Stand 15.08.2014
- [7] Baltzer, Wolfgang: Risikountersuchungen gemäß RABT 2006, 4. Internationaler Fachkongress – Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln, April 2007
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Entwurf der Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT, Ausgabe 2015

Anlage 1

Auftraggeber
Client
Client

Regierungspräsidium Stuttgart

Objekt- oder Projektname
Object or Project Name
Nom d' Objet ou de Projet

A 81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen

Berichtstitel
Report Titel
Titre de Rapport

Anlage zur Unterlage 21.2 Überprüfung (Voranalyse) anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel

Impressum

<i>Volltitel</i>	Überprüfung (Voranalyse) anhand des Leitfadens für Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel				
<i>Kurztitel</i>	Sicherheitsbewertung nach Leitfaden				
<i>Auftraggeber</i>	Regierungspräsidium Stuttgart				
<i>Verfasser</i>	Stephan Thumm				
<i>Projekt- / Objektname</i>	A 81 Überdeckung Böblingen-Sindelfingen				
<i>Auftragsnummer</i>	30.13201.01.01.00				
<i>Berichtsnummer</i>	13-201-002				
<i>Berichtsdatum</i>	2016-02-12				
<i>Version</i>	Ver. 1.2				
<i>Verteiler</i>	1 x Regierungspräsidium Stuttgart 1 x HBI				
	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	STH	JKO	-	1.2	Anpassung Verkehrszahlen
<i>Name</i>	Stephan Thumm	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2016-02-12	2016-02-15	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	JPO	JKO	-	1.1	Überarbeitung Fahrzeuggeschwindigkeit
<i>Name</i>	Judith Pöhlmann	Jens König	-		
<i>Datum</i>	2013-08-22	2013-08-22	-		

Zusammenfassung

Für die A81 Überdeckelung soll der notwendige Analysetiefgang einer anschließenden Sicherheitsbewertung gemäß "Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln" im Entwurf 31. März 2009, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geklärt werden.

Ausgehend vom derzeitigen Planungsstand, mit angepassten Verkehrsmengen in Ver. 1.2 des vorliegenden Berichts, sind keine weiteren Abklärungen erforderlich.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung.....	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Ausgangslage.....	5
2 Ziele der Arbeit	5
3 Abgrenzung	5
4 Angaben zum Projekt.....	6
4.1 Geometrie des Tunnelbauwerks	6
4.2 Notausgänge	6
4.3 Lüftungssystem.....	6
4.4 Verkehrsdaten.....	6
5 Notwendigkeit einer Risikoanalyse	7
5.1 Einflussfaktoren für die Sicherheit im Tunnel	7
5.2 Systemabgrenzung	7
5.3 Einflussgrößen zur Risikobestimmung	8
5.4 Risikokenngrößen	8
5.5 Ergebnisse	11
6 Empfehlung zur Notwendigkeit einer Risikoanalyse	11
7 Quellenverzeichnis.....	12
8 Anlage - Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT 2006 (Abschnitt 0.5)	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Längsneigungsverlauf.....	6
Tabelle 4.2:	Rechteckquerschnitt	6
Tabelle 5.1:	Einflussgrößen zur Ermittlung der Risikokenngrößen	8
Tabelle 5.2:	Risikofaktor g_5 zur Bewertung des Brandlüftungssystems	10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5.1:	Schema der Vorgehensweise bei der Sicherheitsbewertung.....	7
Abbildung 5.2:	Risikofaktoren f_1 und g_1 zur Berücksichtigung des Schwerverkehrsanteils	9
Abbildung 5.3:	Risikofaktoren f_2 und g_2 zur Berücksichtigung des Stautundenanteils	9
Abbildung 5.4:	Risikofaktor g_3 zur Berücksichtigung der Tunnelröhrenlänge	10
Abbildung 5.5:	Risikofaktor g_4 zur Berücksichtigung der Längsneigung	10
Abbildung 5.6:	Risikofaktor g_6 zur Berücksichtigung des Notausgangsabstandes	11

1 Ausgangslage

Die Überdeckung Böblingen-Sindelfingen soll Bestandteil der Bundesautobahn A 81 werden, die zwischen dem Kreuz Stuttgart und Böblingen/Sindelfingen eine der am höchsten frequentierten Autobahnstrecken in der Bundesrepublik darstellt.

2 Ziele der Arbeit

Es soll die Notwendigkeit vertiefender Risikobetrachtungen geklärt werden. Hierzu wird der "Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln" im Entwurf 31. März 2009 [1] verwendet.

Gemäß den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT 2006, [2]) ist für Straßentunnel ab 400 m Länge in folgenden Fällen eine Risikoanalyse durchzuführen:

- Bei Vorliegen einer besonderen Charakteristik (nach Abschnitt 0.4, RABT-2006)
- Baulich-technische Anforderungen können nicht umgesetzt werden oder sind mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden
- Zur Überprüfung der Zulässigkeit einer Längslüftung (Abschnitte 4.3.2, 4.3.3 und 2.2, RABT-2006)
- Zur Überprüfung der Zulässigkeit von Gefahrguttransporten durch den Tunnel (Abschnitt 9, RABT-2006)

Zu klären ist insbesondere, in wieweit die damit verbundenen Risiken im Sinne einer Risikoanalyse gemäß RABT-2006, Abschnitt 0.5 vertieft untersucht werden müssen.

3 Abgrenzung

Die Ereignisse mit Gefahrguttransporten im Tunnel müssen in einer separaten Untersuchung anhand des Verfahrens zur Kategorisierung von Gefahrguttransporten nach ADR 2007 [5] zur Entscheidung über mögliche Einschränkungen untersucht werden. Dieses Verfahren lässt sich in zwei Stufen unterteilen. In einer ersten Grobbeurteilung (Stufe 1) wird entschieden, ob Gefahrguttransporte allgemein zugelassen werden können oder eine vertiefte Analyse (Stufe 2) notwendig ist.

4 Angaben zum Projekt

4.1 Geometrie des Tunnelbauwerks

Die A81 Überdeckung wird in zwei Tunnelröhren auf jeweils drei Fahrspuren im Richtungsverkehr befahren. Der Tunnel besitzt eine Länge von 850 m. Der Längsneigungsverlauf kann Tabelle 4.1 entnommen werden. [6]

Längsneigungsverlauf von Ost nach West

Portal	Position [km]	Tunnelmeter [m]	Abschnittslänge [m]	Längsneigung [%]	Höhe ü. M. [m]
Ostportal	592+700	0			447,4
	593+180	480	480	+1,20	453,2
Westportal	593+550	850	370	-2,95	442,3

UB_Böblingen_2013-07-24(QS+I)
JPO / 2013-07-24

Tabelle 4.1: Längsneigungsverlauf

Die strömungs- und sicherheitstechnisch wesentlichen Daten der Regelquerschnitte sind in Tabelle 4.2 angegeben. [7]

Fahrraum	
Breite B	17,00 m
lichte Höhe des Querschnitts	5,00 m
Querschnittsfläche A	85,00 m ²
Profilumfang U	44,00 m
hydraulischer Durchmesser D _h	7,73 m

UB_Böblingen_2013-07-24(QS+I)
JPO / 2013-07-24

Tabelle 4.2: Rechteckquerschnitt

4.2 Notausgänge

Bei einer Länge des Tunnels ≥ 400 m fordert die RABT-2006 einen Abstand der Notausgänge von ≤ 300 m. Der Tunnel Böblingen wird mit Notausgängen im Abstand von ≤ 300 m ausgestattet. Den Tunnelbenutzern stehen im Gefahrenfall zusätzlich zu den Notausgängen die Portale als Fluchtmöglichkeiten zur Verfügung.

4.3 Lüftungssystem

Die A81 Überdeckung wird mit einer mechanischen Längslüftung mit Strahlventilatoren ausgestattet.

4.4 Verkehrsdaten

Es werden folgende Verkehrsprognosewerte für das Jahr 2030 verwendet [8]:

Durchschnittlicher, täglicher Verkehr (DTV)	107.900 Kfz/24h
Lkw-Anteil	12 %

Der Tunnel wird mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h befahren.

Weitere Einzelheiten können der Anlage 2 des vorliegenden Berichts entnommen werden.

5 Notwendigkeit einer Risikoanalyse

5.1 Einflussfaktoren für die Sicherheit im Tunnel

Bei der Beurteilung der Tunnelsicherheit im Sinne einer Risikobewertung sind folgende Einflussfaktoren zu berücksichtigen:

Bauliche Daten

- Tunnellänge
- Anzahl der Tunnelröhren
- Betriebsart: Richtungsverkehr oder Gegenverkehr
- Unterirdische Zu- und Abfahrten
- Trassierung, Längsneigung
- Querschnittsgeometrie mit Anzahl der Fahrstreifen, Fahrstreifenbreite, Seitenstreifen
- Vorliegen und Ausführung von Pannenbuchten, Notgehwege
- Abstände zwischen den Notausgängen
- Tunnellüftungssystem
- Topografische und meteorologische Verhältnisse

Verkehrsdaten

- Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre
- Schwerverkehrsanteil
- Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs
- Gefahr täglicher oder saisonaler Staubildung
- Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Intervention

- Angaben zur Fremdrettung
- Zugriffszeit der Einsatzdienste, Ausrüstung
- Zeitlicher Ablauf der Branddetektion, der Inbetriebnahme der Lüftung und der Evakuierung

5.2 Systemabgrenzung

Es ist zu prüfen, ob für das Bauwerk die Notwendigkeit einer vertieften Untersuchung im Sinne einer Risikoanalyse gemäß RABT-2006, Abschnitt 0.5 besteht. Hierzu wird der Entwurf des "Leitfadens für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT-2006 (Abschnitt 0.5)" vom 31. März 2009 verwendet [1].

Für Tunnel mit mehreren Röhren sind die Risiken für jede Röhre getrennt zu ermitteln. Damit kann auf unterschiedliche Charakteristika der Röhren eingegangen werden.

Die grundlegende Vorgehensweise einer Sicherheitsbewertung ist in Abbildung 5.1 dargestellt. Die vorliegende Untersuchung behandelt die Voranalyse zur Entscheidung des weiteren notwendigen Analysetiefgangs.

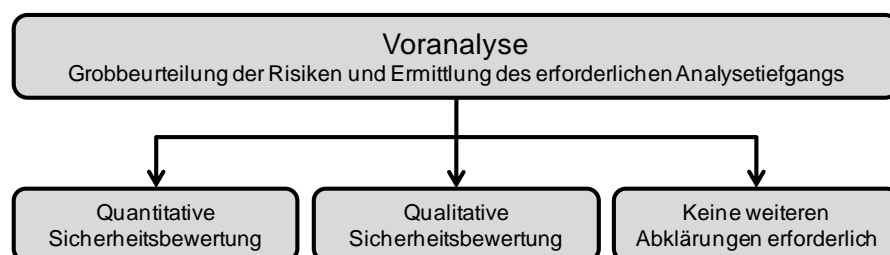


Abbildung 5.1: Schema der Vorgehensweise bei der Sicherheitsbewertung

Das weitere Vorgehen wird auf der Basis der Ergebnisse der Voranalyse festgelegt:

- Quantitative Sicherheitsbewertung: vertiefende Sicherheitsbewertung nach [3] und [4]
- Qualitative Sicherheitsbewertung: Bei geringen Abweichungen von den Vorgaben der RABT-2006 ist eine qualitative Sicherheitsbewertung ausreichend.
- Keine weiteren Abklärungen erforderlich: Bei nicht maßgeblichen Abweichungen von den Vorgaben der RABT-2006 im Sinne der zu erwartenden Risiken sind keine weiteren Abklärungen erforderlich.

5.3 Einflussgrößen zur Risikobestimmung

Für jede Röhre werden Risikokenngrößen für die beiden Szenariotypen "Kollision" und "Brand" getrennt ermittelt. Die folgenden Parameter gehen als Risikoeinflussgrößen in die Betrachtungen ein:

Parameter	Kürzel	Erläuterung	Einheit
Betriebsart	BA	RV (Richtungsverkehr) oder GV (Gegenverkehr)	-
Länge	L	-	km
Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre	DTV _R	Durchschnittlicher täglicher Verkehr pro Tunnelröhre	Kfz/Tag
Schwerverkehrsanteil	α_{Lkw}	Lkw und Busse	%
Stauanteil	α_{Stau}	Anzahl Stautunden pro 8.760 Stunden (1 Jahr)	%
Zu-/Abfahrten	ZA	Ja / Nein	-
Längsneigung	φ	GV nur positive Werte; RV fallend = Negativ	%
Brandlüftungssystem	BL	Natürliche Lüftung (NL), Längslüftung (LL), Rauchabsaugung (RA)	-
Notausgangsabstand	d _{NA}	Maximaler Abstand zwischen zwei Querschlägen / Notausgängen / Portalen	m

Tabelle 5.1: Einflussgrößen zur Ermittlung der Risikokenngrößen

5.4 Risikokenngrößen

Aus den Einflussgrößen zur Risikobestimmung werden die Risikokenngrößen $K_{Kollision}$ und K_{Brand} für die beiden Szenariotypen "Kollision" und "Brand" nach (Gl. 5.1) und (Gl. 5.2) ermittelt. Die Kenngrößen werden als Summe über alle Tunnelröhren i ermittelt.

$$K_{Kollision} = N_{Kollision(BA)} \cdot \sum_i \{ L_i \cdot DTV_{R,i} \cdot h_{Kollision}(BA_i, ZA_i) \cdot f_1(\alpha_{SV,i}) \cdot f_2(\alpha_{Stau,i}) \} \quad (Gl. 5.1)$$

$$K_{Brand} = N_{Brand(BA)} \cdot \sum_i \{ L_i \cdot DTV_{R,i} \cdot h_{Brand}(BA_i, ZA_i) \cdot g_1(\alpha_{SV,i}) \cdot g_2(\alpha_{Stau,i}) \cdot g_3(L_i) \cdot g_4(L_i) \cdot g_5(BL_i) \cdot g_6(d_{NA,i}) \} \quad (Gl. 5.2)$$

Die Normierungsfaktoren $N_{Kollision}$ und N_{Brand} sind vom betrachteten Tunnel unabhängig und wie folgt festgelegt:

Normierungsfaktor	Gegenverkehr	Richtungsverkehr
$N_{Kollision}$	64,2	32,1
N_{Brand}	3,77E+04	4,40E+03

Die Größe $h_{\text{Kollision}}$ ist wie folgt in Abhängigkeit der Betriebsart und dem Vorliegen von Zu- oder Abfahrten festgelegt:

$h_{\text{Kollision}}$	Gegenverkehr	Richtungsverkehr
mit Zu-/Abfahrten	9,81E-07	5,28E-07
ohne Zu-/Abfahrten	6,81E-07	2,28E-07

Die Größe h_{Brand} wird aus $h_{\text{Kollision}}$ wie folgt ermittelt:

$$h_{\text{Brand}} = 0,003 \cdot h_{\text{Kollision}} + 3 \cdot 10^{-9} \quad (\text{Gl. 5.3})$$

Die Risikofaktoren f_1 , f_2 und g_1 bis g_4 und g_6 sind anhand der folgenden Abbildungen Abbildung 5.2 bis Abbildung 5.6 zu ermitteln.

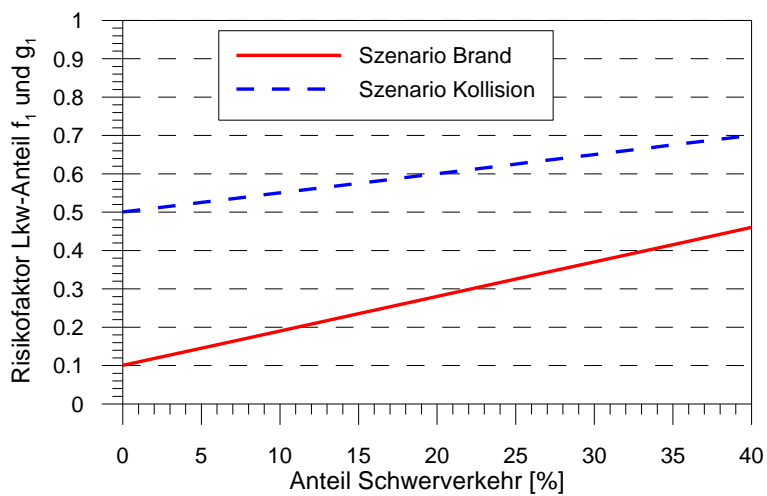


Abbildung 5.2: Risikofaktoren f_1 und g_1 zur Berücksichtigung des Schwerverkehrsanteils

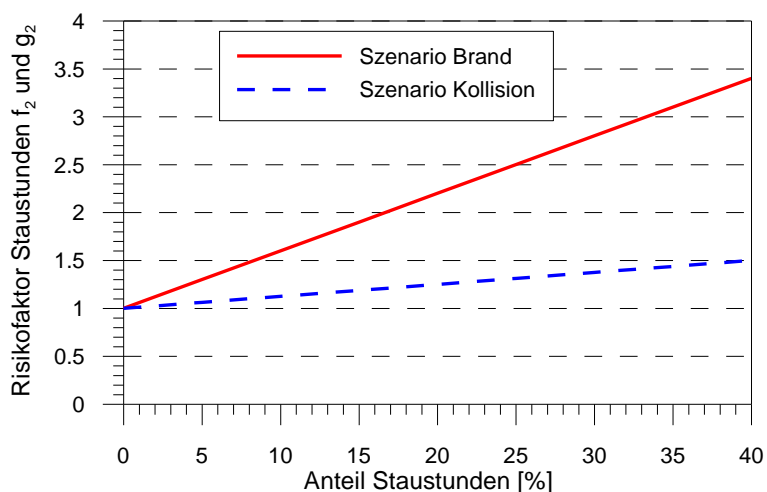
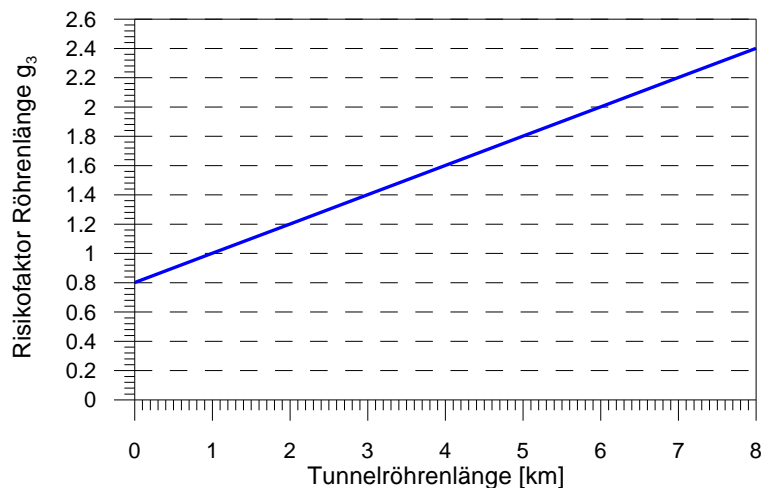
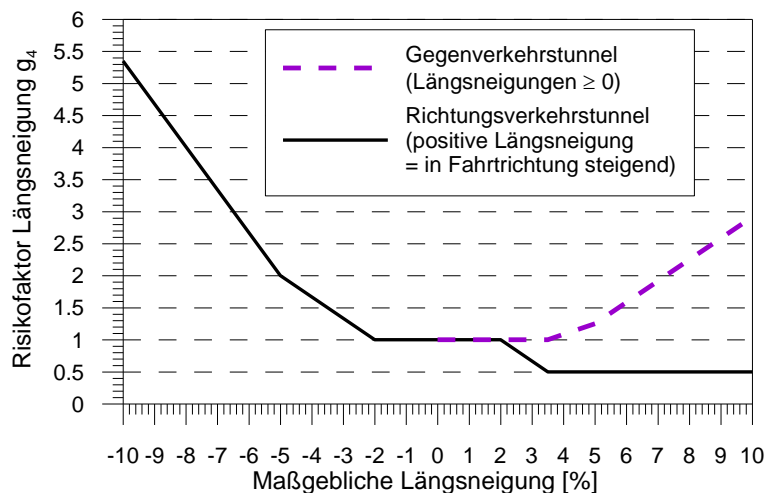


Abbildung 5.3: Risikofaktoren f_2 und g_2 zur Berücksichtigung des Stautundenanteils

Abbildung 5.4: Risikofaktor g_3 zur Berücksichtigung der TunnelröhrenlängeAbbildung 5.5: Risikofaktor g_4 zur Berücksichtigung der Längsneigung

Die maßgebliche Längsneigung φ bei Tunnelröhren mit unterschiedlichen Neigungsabschnitten wird als ein über die Abschnittslängen gewichteter Mittelwert gebildet. Es ist der Absolutwert der einzelnen Längsneigungen einzusetzen.

Für Gegenverkehrstunnel ist der positive Wert einzusetzen. Für Richtungsverkehrstunnel ist der berechnete mittlere Längsneigungswert mit dem Vorzeichen der Gesamtlängsneigung zu versehen. Eine überwiegend fallende Röhre erhält damit ein negatives Vorzeichen.

Der Risikofaktor g_5 zur Bewertung des Brandlüftungssystems wird aus Tabelle 5.2 entnommen.

Brandlüftungssystem	Wert g_5
Natürliche Lüftung (NL)	4
Längslüftung (LL)	1
Rauchabsaugung (RA)	0,5

Tabelle 5.2: Risikofaktor g_5 zur Bewertung des Brandlüftungssystems

Der Risikofaktor g_6 wird anhand der Abbildung 5.6 ermittelt.

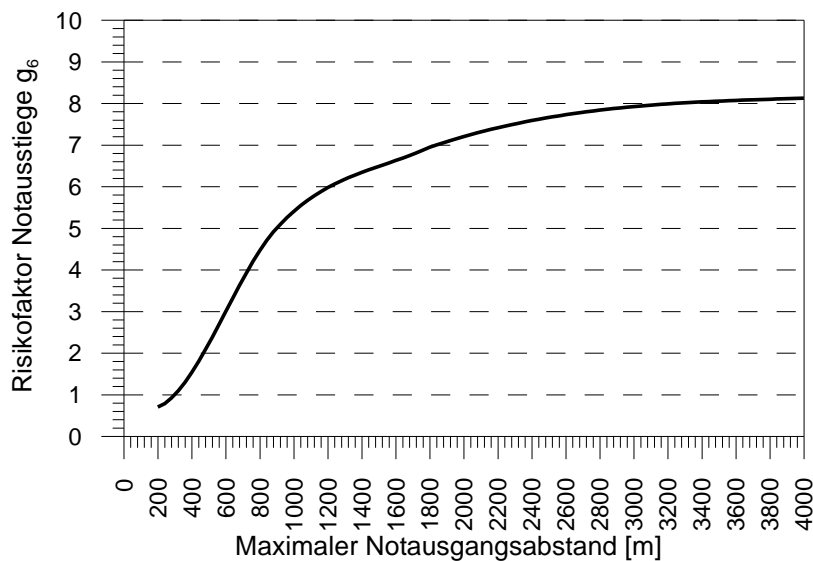


Abbildung 5.6: Risikofaktor g_6 zur Berücksichtigung des Notausgangsabstandes

5.5 Ergebnisse

Aus den Einflussgrößen zur Risikobestimmung werden die Risikokenngrößen $K_{\text{Kollision}}$ und K_{Brand} für die beiden Szenariotypen "Kollision" und "Brand" ermittelt.

Für die Beurteilung hinsichtlich des Kriteriums "Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben" ist die Analyse auch für einen "RABT-Vergleichstunnel" zu erstellen. Dieser soll den Vorgaben der RABT-2006 entsprechen. Für den "RABT-Vergleichstunnel" sind keine unterschiedlichen Annahmen notwendig.

In den Anlagen sind die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Hinsichtlich der Kriterien "Besondere Charakteristik" und "Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben" sind keine weiteren Abklärungen erforderlich.

6 Empfehlung zur Notwendigkeit einer Risikoanalyse

Ausgehend vom heutigen Planungsstand sind keine weiteren Abklärungen erforderlich.

Auch die Erhöhung der Verkehrsmenge in Ver. 1.2 des vorliegenden Berichts, führt zu keiner Veränderung der Kernaussage.

7 Quellenverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT-2006 (Abschnitt 0.5), Entwurf 31. März 2009
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT, Ausgabe 2006
- [3] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bericht B 58, Quantitative Risikoanalysen für Straßentunnel, Christof Sistenich, Bundesanstalt für Straßenwesen, Nov. 2007
- [4] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln - Schlussbericht und Anhänge FE 03.0378/2004/FRB 2007, Nov. 2007
- [5] BUNG Ingenieure AG, Ernst Basler + Partner, Planung Transport Verkehr AG (PTV) „Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007“, Schlussbericht, März 2009
- [6] Pressel'Molnar Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Vorentwurf, 2012-12-18, 04_HPÜ_01.pdf
- [7] Pressel'Molnar Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Vorentwurf, 2012-12-18, 14_SQ_03.pdf
- [8] Modus Consult, Verkehrsuntersuchung, Projekt-Planfall 2030, Februar 2016

8 Anlage - Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln gemäß RABT 2006 (Abschnitt 0.5)

Anlage 1.1:	Längsneigungsverläufe des Plan- und Referenzfalls	14
Anlage 1.2:	Analyse der Einflussgrößen.....	15
Anlage 1.3:	Ermittlung der Risikokenngrößen	16
Anlage 1.4:	Auswertung	17

Längsneigungsverlauf				Planfall					
				Tunnel Böblingen					
Abschnitt Nr.	Portal	Position [km]	Position [m]	Abschnittslänge [m]	Längsneigung [%]	Höhe ü. M. [m]	$ \varphi $	Anteil [%]	Kontrolle
	Ostportal	592+700	0,0			447,4			
1		593+180	480,0	480	+1,200	453,2	576	56,5%	0,6776
2	Westportal	593+550	850,0	370	-2,950	442,3	1092	43,5%	1,2841
3			850,0	0		442,3	0	0,0%	0,0000
				Länge	mittl. Steig.	Höhendiff	$\Sigma \varphi$	$\Sigma \varphi / L$	
				850	-0,61%	-5,16	1668	1,96	1,96
					Vorzeichen	-		$\varphi (+/-)$	-1,96

Längsneigungsverlauf				Referenzfall					
				RABT-Vergleichstunnel					
Abschnitt Nr.	Portal	Position [km]	Position [m]	Abschnittslänge [m]	Längsneigung [%]	Höhe ü. M. [m]	φ	Anteil [%]	Kontrolle
	Ostportal	592+700	0,0			447,4			
1		593+180	480,0	480	+1,200	453,2	576	56,5%	0,6776
2	Westportal	593+550	850,0	370	-2,950	442,3	1092	43,5%	1,2841
3			850,0	0		442,3	0	0,0%	0,0000
				Länge	mittl. Steig.	Höhendiff	$\Sigma \varphi$	$\Sigma \varphi / L$	
				850	-0,61%	-5,16	1668	1,96	1,96
					Vorzeichen	-		$\varphi (+/-)$	-1,96

Anlage 1.1: Längsneigungsverläufe des Plan- und Referenzfalls

Analyse der Einflussgrößen			Planfall			Referenzfall		
Parameter	Kürzel	Einheit	Röhre 1	Röhre 2	Bem.	Röhre 1	Röhre 2	Bem.
Bezeichnung der Tunnelröhren	-	-	Nordröhre	Südröhre		Nordröhre	Südröhre	
Betriebsart ¹⁾	BA	-	RV	RV		RV	RV	
Länge	L	km	0,850	0,850		0,850	0,850	
Bezugsjahr Verkehrsdaten	Jahr	-	2030	2030		2030	2030	
Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre	DTV _R	Kfz/Tag	53.950	53.950		53.950	53.950	
Schwerverkehrsanteil	a _{Lkw}	%	12,0	12,0		12,0	12,0	
Stautunden	Stau	Std	30	30	HBS 2001	30	30	HBS 2001
Stauanteil	a _{Stau}	%	0,34	0,34		0,34	0,34	
Zu-/Abfahrten	ZA	-	Nein	Nein		Nein	Nein	
Längsneigung	j	%	+1,96	-1,96		+1,96	-1,96	
Brandlüftungssystem ²⁾	BL	-	LL	LL		LL	LL	
Notausgangsabstand	d _{NA}	m	300	300		300	300	

1) RV = Richtungsverkehr, GV = Gegenverkehr

2) NL = Natürliche Lüftung, LL = Längslüftung, RA = Rauchabsaugung

Anlage 1.2: Analyse der Einflussgrößen

Ermittlung der Risikokenngrößen			Planfall			Referenzfall		
Kollision	Kürzel	Einheit	Röhre 1	Röhre 2	Bem.	Röhre 1	Röhre 2	Bem.
Normierungsfaktor	$N_{\text{Kollision}}$	-	32,1	32,1		32,1	32,1	
Betriebsart / Zu-/Abfahrten	$h_{\text{Kollision}}$	-	2,28E-07	2,28E-07		2,28E-07	2,28E-07	
Risikofaktor Lkw-Anteil	f_1	-	0,5600	0,5600		0,5600	0,5600	
Risikofaktor Staustunden	f_2	-	1,0043	1,0043		1,0043	1,0043	
Risikokenngröße Kollision	$K_{\text{Kollision}}$	-	0,1888	0,1888		0,1888	0,1888	
Summe alle Röhren	$K_{\text{Kollision}}$	-	0,3775			0,3775		
Brand	Kürzel	Einheit	Röhre 1	Röhre 2	Bem.	Röhre 1	Röhre 2	Bem.
Normierungsfaktor	N_{Brand}	-	4.400	4.400		4.400	4.400	
Betriebsart / Zu-/Abfahrten	h_{Brand}	-	3,68E-09	3,68E-09		3,68E-09	3,68E-09	
Risikofaktor Lkw-Anteil	g_1	-	0,2080	0,2080		0,2080	0,2080	
Risikofaktor Staustunden	g_2	-	1,0205	1,0205		1,0205	1,0205	
Risikofaktor Röhrenlänge	g_3	-	0,9700	0,9700		0,9700	0,9700	
Risikofaktor Längsneigung	g_4	-	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	
Risikofaktor Lüftung	g_5	-	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	
Risikofaktor Notausstiege	g_6	-	1,0014	1,0014		1,0014	1,0014	
Risikokenngröße Kollision	K_{Brand}	-	0,1533	0,1533		0,1533	0,1533	
Summe alle Röhren	K_{Brand}	-	0,3065			0,3065		
Maximum (Kollision, Brand)	K_{max}	-	0,38			0,38		

Anlage 1.3: Ermittlung der Risikokenngrößen

Auswertung

Bewertung: Besondere Charakteristik		Planfall
$K \geq 1$	==> Quantitative Sicherheitsbewertung	$K_{\text{Planfall}} = 0,38$
$1 > K \geq 0,7$	==> Qualitative Sicherheitsbewertung	==> Keine weiteren Abklärungen erforderlich
$K < 0,7$	==> Keine weiteren Abklärungen erforderlich	

Bewertung: Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben		Planfall	Referenzfall
$100 \cdot (K_{\text{Planfall}} - K_{\text{RABT}}) \geq 3$	==> Quantitative Sicherheitsbewertung	$K_{\text{Planfall}} = 0,38$	$K_{\text{RABT}} = 0,38$
$3 > 100 \cdot (K_{\text{Planfall}} - K_{\text{RABT}}) \geq 1,5$	==> Qualitative Sicherheitsbewertung	$100 \cdot (K_{\text{Planfall}} - K_{\text{RABT}}) = 0,00$	
$100 \cdot (K_{\text{Planfall}} - K_{\text{RABT}}) < 1,5$	==> Keine weiteren Abklärungen erforderlich	==> Keine weiteren Abklärungen erforderlich	

Anlage 1.4: Auswertung