

Stadt Nürnberg  
Servicebetrieb Öffentlicher Raum

## **Kreuzungsfreier Ausbau Frankenschnellweg**

**DECKBLATT**

**Unterlage ersetzt Unterlage M 15.2 Blatt 1**

# **Unterlage M 15.2**

# **Blatt 1 Ä**

**- Gesamtsicherheitskonzept –**

aufgestellt:  
Stadt Nürnberg  
Servicebetrieb Öffentlicher  
Raum Nürnberg, den 20.02.2019



Bretschneider  
Baudirektorin



## Impressum

<i>Volltitel</i>	Gesamtsicherheitskonzept nach RABT 2016
<i>Kurztitel</i>	Gesamtsicherheitskonzept nach RABT 2016
<i>Auftraggeber</i>	Ingenieurgemeinschaft Frankenschnellweg Grontmij GmbH – Schüßler-Plan Ingenieurgeellschaft mbH
<i>Verfasser</i>	Thomas Gerlach, Kay Reuther, André Kiefitz
<i>Projektname</i>	Kreuzungsfreier Ausbau Frankenschnellweg
<i>Auftragsnummer</i>	30.06210.02.01.09
<i>Berichtnummer</i>	06-210-014
<i>Berichtsdatum</i>	2018-10-10
<i>Version</i>	1.3
<i>Verteiler</i>	1 x INGE 1 x GETRASOL 1 x GBI 1 x HBI Büro Heidenheim

	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	TG, KR, AKI				
<i>Name</i>	Thomas Gerlach, Kay Reuther, André Kiefitz			1.1	Einarbeitung der Prüfbemerkungen von SÖR
<i>Datum</i>	2018-04-09				
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	TG, KR, AKI				
<i>Name</i>	Thomas Gerlach, Kay Reuther, André Kiefitz			1.2	Einarbeitung der Prüfbemerkungen von SÖR
<i>Datum</i>	2018-08-21				
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	KR				
<i>Name</i>	Kay Reuther			1.3	Aktualisierung der Verkehrszahlen
<i>Datum</i>	2018-10-10				

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1        Aufgabenstellung.....</b>	<b>5</b>
<b>2        Zuständigkeiten .....</b>	<b>6</b>
<b>3        Beschreibung der Baumaßnahmen.....</b>	<b>8</b>
3.1    Art und Umfang.....	8
3.2    Regelquerschnitte .....	9
3.3    Ein- und Ausfahrten .....	11
3.3.1   Ausfahrt in Richtung Landgrabenstraße .....	12
3.3.2   GW-Wanne .....	13
3.3.3   Einfahrt aus Richtung Landgrabenstraße .....	13
3.3.4   Einfahrt aus Richtung Südstadt.....	14
3.3.5   Ausfahrt in Richtung Südstadt.....	14
3.3.6   Einfahrt Otto-Brenner-Brücke.....	15
3.3.7   Ausfahrt Otto-Brenner-Brücke.....	15
3.4    Trassierung.....	15
3.5    Linienführung und Längsneigung .....	16
3.6    Bauverfahren .....	16
3.7    Lage und Höhe .....	16
3.8    Tunnelgeometrie .....	17
3.9    Verkehrsbelastung .....	17
<b>4        Ausstattung nach RABT .....</b>	<b>20</b>
4.1    Abkürzungen.....	20
4.2    Kurzbeschreibung der wesentlichen baulichen Ausstattungsmerkmale.....	21
4.2.1   Seitenstreifen.....	21
4.2.2   Nothalte- / Pannenbuchten.....	21
4.2.3   Notgehwege.....	21
4.2.4   Notausgänge, Flucht- und Rettungswege .....	21
4.2.5   Ausbildung der Wände .....	22
4.2.6   Entwässerung, Auffangbecken und Hebeanlage .....	22
4.2.7   Betriebswege und Zufahrten für Rettungskräfte .....	23
4.2.8   Tabellarische Übersicht der baulichen Anlagen.....	24
4.3    Kommunikationseinrichtungen .....	26
4.3.1   Notrufeinrichtungen.....	26
4.3.2   Videoüberwachung .....	26
4.3.3   Tunnelfunk .....	27
4.3.4   Verkehrsfunk / Radio.....	27
4.3.5   Mobiltelefon .....	28
4.3.6   Lautsprecheranlagen .....	28
4.4    Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung.....	28
4.4.1   Fluchtweghinweisleuchten .....	29
4.4.2   Fluchttürbeleuchtung.....	29
4.5    Leiteinrichtungen.....	29
4.6    Brandmeldeeinrichtungen .....	30

4.6.1	Manuelle Brandmeldeeinrichtungen .....	30
4.6.2	Automatische Brandmeldeeinrichtung .....	30
4.6.3	Feuerwehrschlüsseldepot .....	31
4.7	Brandbekämpfungseinrichtungen .....	32
4.7.1	Löschwasserversorgung .....	32
4.7.2	Handfeuerlöscher .....	32
4.8	Beleuchtungsanlage .....	33
4.9	Lüftung .....	33
4.10	Verkehrsbeeinflussungseinrichtungen .....	37
4.10.1	Verkehrsprogramme .....	38
4.10.2	Höhenkontrolle .....	38
4.11	Betriebsgebäude .....	38
4.12	Energieversorgung .....	40
4.13	Tunnelleitzentrale .....	41
4.14	Tabellarische Übersicht der technischen Einbauten .....	41
<b>5</b>	<b>Schadensszenarien und Meldewege .....</b>	<b>44</b>
5.1	Typische Schadensszenarien .....	44
5.1.1	1. Szenario – untergeordnete technische Störung = Ereignsstufe 1.1 .....	44
5.1.2	1. Szenario – sicherheitsrelevante technische Störung = Ereignsstufe 1.2 .....	44
5.1.3	2. Szenario – technische Hilfeleistung „Panne“ = Ereignsstufe 2 .....	45
5.1.4	3. Szenario – Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand) = Ereignsstufe 3 .....	46
5.1.5	4. Szenario – Massenanfall Verletzte (MANV) = Ereignsstufe 4 .....	47
5.1.6	5. Szenario – Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR) = Ereignsstufe 5 .....	48
5.1.7	6. Szenario – Ereignisse mit Beteiligung oder Freisetzung von gefährlichen Gütern gemäß ADR = Ereignsstufe 6 .....	48
5.2	Übersicht der Meldewege .....	49
5.3	Meldewege der Ereignsstufen .....	50
<b>6</b>	<b>Zufahrten für Rettungsdienste .....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Zusätzliche Maßnahmen nach Abstimmung mit den Rettungsdiensten .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>54</b>

## 1 Aufgabenstellung

Durch den Servicebetrieb Öffentlicher Raum der Stadt Nürnberg werden für den Tunnel Frankenschnellweg Nürnberg die Planfeststellungsunterlagen erstellt.

Gemäß Punkt „3.2 Gesamtsicherheitskonzept“ der RABT [1] ist im Zuge der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen ein Gesamtsicherheitskonzept (GSK) zu erarbeiten.

Das GSK soll neben einem Überblick über die wesentlichen baulichen sowie betriebstechnischen Ausstattungselemente des Tunnels insbesondere Aussagen zur Schadensverhütung, Schadensmeldung, Selbst- und Fremdrettung von Personen sowie zur Hilfeleistung und Brandbekämpfung beinhalten.

Die aus dem Gesamtsicherheitskonzept resultierenden baulichen Maßnahmen werden Bestandteil der Planfeststellungsunterlagen.

## 2 Zuständigkeiten

Die gemäß RABT [1] bei Tunneln ab 400 m Länge erforderlichen Organisationsformen für Planung, Bau und Betrieb sind für den Tunnel Frankenschnellweg wie folgt besetzt:

**Verwaltungsbehörde:** Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg - SÖR

**Tunnelmanager:** Herr Christian Dormeier  
Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg – SÖR  
- Projekt Frankenschnellweg -  
Sulzbacher Str. 2-6  
90489 Nürnberg  
Tel: 0911 231 14512  
Fax: 0911 231 10611  
E-Mail: christian.dormeier@stadt.nuernberg.de

**Untersuchungsstelle:** Noch offen.

**Sicherheitsbeauftragter:** Herr Stefan Beck  
Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg - SÖR  
Sulzbacher Str. 2-6  
90489 Nürnberg  
Tel: 0911 231 4502  
E-Mail: stefan.beck@stadt.nuernberg.de

Die nach RABT [1] bei Tunneln über 400 m Länge geforderte, ständig besetzte Stelle ist für den Tunnel Frankenschnellweg die:

**Verkehrs- und Betriebszentrale Nordbayern**  
Fontanestraße 2  
90475 Nürnberg – Fischbach  
Telefon: +49 911/9882-0  
Fax: +49 911/9882-555  
E-Mail: poststelle-vbz@abdnb.bayern.de

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

**Polizeipräsidium Mittelfranken / PD Nürnberg**  
Jakobsplatz 5  
90402 Nürnberg  
Telefon: +49 911/2112-0  
Fax: +49 911/2112-1565  
E-Mail: pp-mfr.nuernberg.pp@polizei.bayern.de

**Feuerwehr der Stadt Nürnberg**  
Regenstraße 4  
90451 Nürnberg  
Notruf: 112  
Telefon: +49 911/231-6400  
Fax: +49 911/231-6405  
E-Mail: Feuerwehr@stadt.nuernberg.de

**BRK-Kreisverband Nürnberg-Stadt**  
Sulzbacher Straße 42  
90489 Nürnberg  
Telefon: +49 911/5301-0  
Fax: +49 911/5301-298  
E-Mail: [info@KVnuernberg-stadt.brk.de](mailto:info@KVnuernberg-stadt.brk.de)

## 3 Beschreibung der Baumaßnahmen

### 3.1 Art und Umfang

Der Frankenschnellweg stellt eine innerstädtische Verbindung der BAB A73 (Autobahnanschlussstelle Nürnberg/Fürth) und der Südwesttangente dar und ist als Kreisstraße gewidmet. Der Tunnel besteht aus 2 Hauptröhren (Röhre A und Röhre B), die im Richtungsverkehr betrieben werden.

Beide Röhren haben ein gemeinsames Westportal bei km 0+950. Das Südportal ist versetzt angeordnet, so dass die Röhre A bei km 2+667 (zwischen Brückenbauwerk Sandreuthstraße und Otto-Brenner Brücke) endet und die Röhre B bei km 2+762 beginnt (ebenfalls zwischen Brückenbauwerk Sandreuthstraße und Otto-Brenner Brücke).

Zur Verflechtung mit der oberirdischen Erschließungsebene verfügt der Tunnel über mehrere in der Tunnelstrecke gelegene Ein- und Ausfahrten.

Zum Anschluss an die Landgrabenstraße gibt es die Ein- und Ausfahrten „Landgrabenstraße“. Die Ein- und Ausfädelung mit dem Haupttunnel erfolgt westlich der Schwabacher Straße. Im Anschluss verlaufen die Ein- und Ausfahrten jeweils in einer kurzen Nebenröhre und werden östlich der Schwabacher Straße an die Oberfläche geführt.

Als weitere Anschlussstellen verfügt der Tunnel über die Ein- und Ausfahrten „Südstadt“. Die Ausfahrt in Richtung Südstadt erfolgt kurz südlich der Rohrbrücke N-ERGIE parallel zur Volkmannstraße als Fahrstreifensubtraktion. Die Einfahrt aus Richtung An den Rampen in Richtung Hafen ist nördlich der Sandreuthstraße angeordnet und erfolgt als Fahrstreifenaddition.

Im Bereich des Südportals werden die Ein- und Ausfahrten zur Otto-Brenner-Brücke als Fahrstreifenaddition (FR Nord) bzw. -subtraktion (FR Süd) vorgesehen.

Dementsprechend weist der Tunnel zwischen Sandreuthstraße und Otto-Brenner-Brücke je Fahrtrichtung 2 Fahrspuren und 1 Verflechtungsspur auf. Im restlichen Bereich besteht er aus jeweils 2 Fahrspuren.

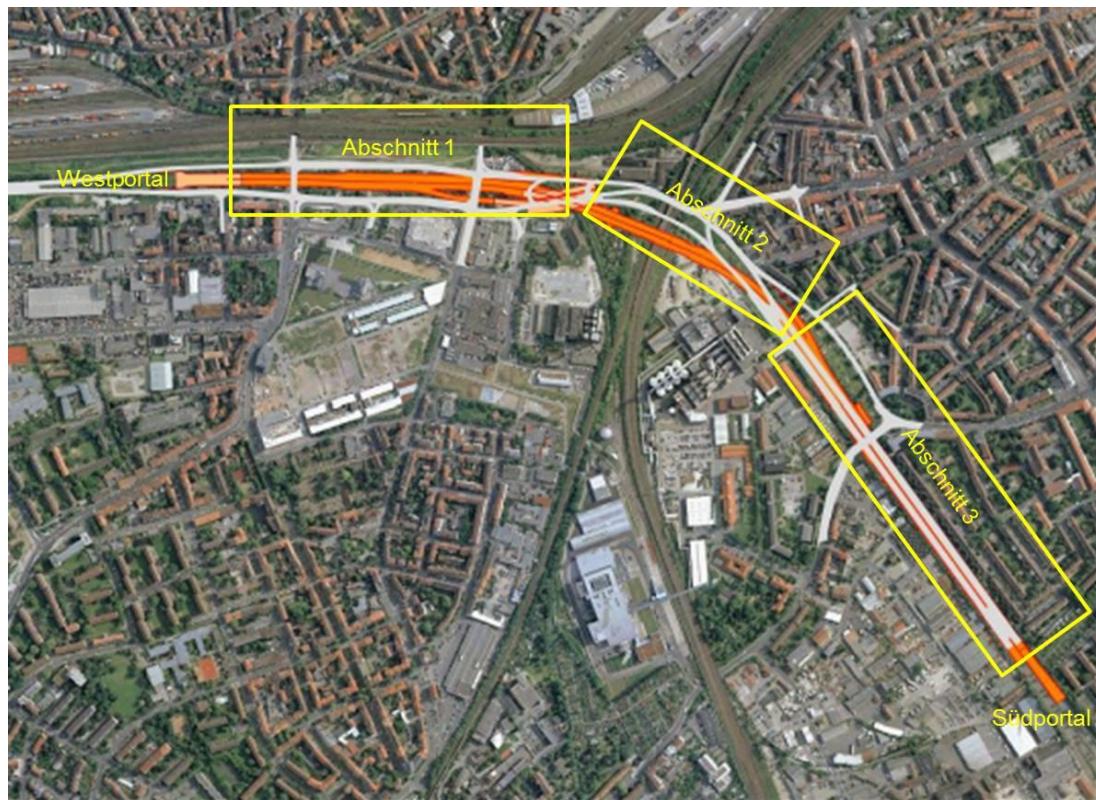


Abbildung 1: Luftbilddarstellung der Maßnahme

## 3.2 Regelquerschnitte

Die maßgebende Vorschrift für die Querschnittsfestlegung und -gestaltung ist die RABT (Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln). Die Auswahl des Tunnelquerschnittes erfolgt gemäß RABT. Bedingt durch die Ein- und Ausfahrten ist die Verkehrsbelastung nicht über die komplette Tunnellänge konstant. Der Tunnel wird deshalb in 3 Abschnitte eingeteilt.

Abschnitt	Bau-km von / bis	Prognoseverkehrsbelastung 2030 [Kfz/24h]	Anteil Schwerlastverkehr (24h-Mittel) [%]
1	km 0+800 bis km 1+350	45.500	14,5
2	km 1+350 bis km 2+150	32.300	18,6
3	km 2+150 bis km 2+762	59.200	12,7

Tabelle 1 Prognose Frankenschnellweg – Endausbau 2030 [6]

### Abschnitt 1

Aufgrund der Verkehrsbelastung von 45.500 Kfz/24h [6] ergibt sich ein **RQ 31t** – ohne Standstreifen.

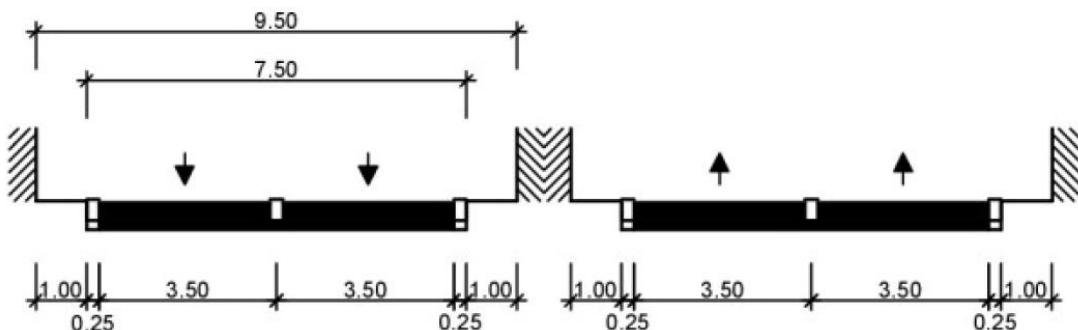


Abbildung 2: RQ31t

### Abschnitt 2

Aufgrund der Verkehrsbelastung von 32.300 Kfz/24h [6] ergibt sich ein **RQ 31t**, ohne Standstreifen.

### Abschnitt 3

Aufgrund der erhöhten Verkehrsbelastung von 59.000 Kfz/d [6] ist nach dem BMVBW ARS Nr. 6/2000 in diesem Abschnitt ein **RQ 36t** zu wählen. Die größere Kapazität begünstigt außerdem die Verflechtung der Ein- und Ausfahrtsströme von und zur Südstadt bzw. Otto-Brenner-Brücke.

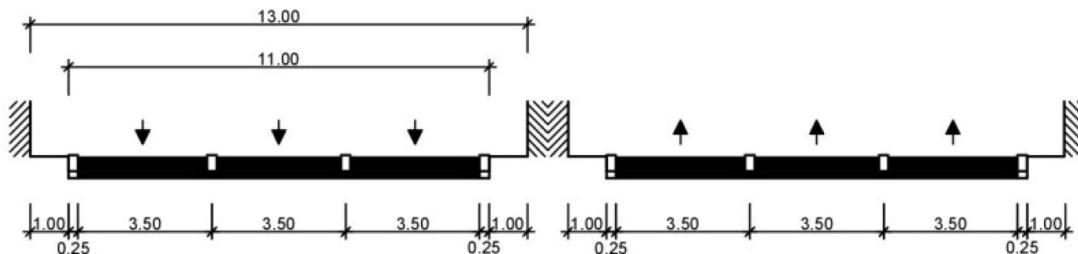


Abbildung 3: RQ 36t

### Aufteilung der Querschnitte

Die Regelquerschnitte RQ 31t und RQ 36t setzen sich je Fahrtrichtung wie folgt zusammen:

RQ 31t - 2 Fahrstreifen:	$2 \times 3,50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$
RQ 36t - 3 Fahrstreifen:	$3 \times 3,50 \text{ m} = 10,50 \text{ m}$
2 Randstreifen:	$2 \times 0,25 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$
2 Notgehwege:	$1,00 \text{ m} + 1,00 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$

Die Standardbreite für Notgehwege beträgt 1,0 m. Gemäß RABT müssen die Notgehwege jedoch in Abhängigkeit der Querneigung verbreitert werden.

Die maximal im Tunnel vorgesehene Querneigung beträgt 4,5%. In den Bereichen mit einer Querneigung >3,5% wird der hangabwärts gerichtete Notgehweg um 5cm verberbreitert.

Betriebstechnisch sind Strahlventilatoren mit einem Durchmesser von ca. 90 cm erforderlich. Nach RABT soll ein Abstand von 50 cm zum Lichtraumprofil eingehalten werden. Hierdurch ist es erforderlich die Ventilatoren in Nischen anzurorden.

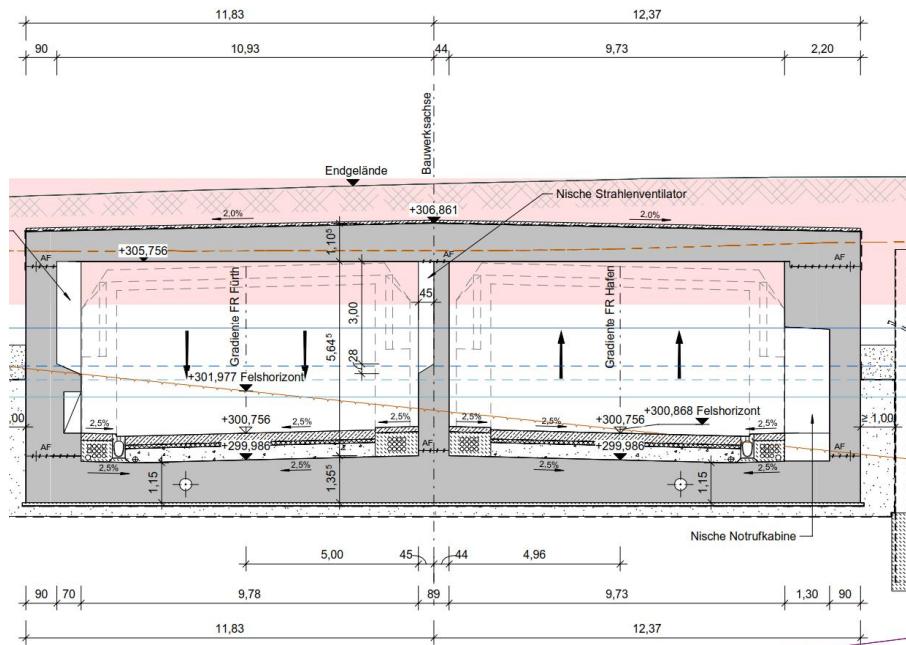


Abbildung 4: Gewählter Tunnelquerschnitt RQ 31t (durchgehende Strecke)

An Stellen, an denen eine Überkopfbeschilderung im Tunnel erforderlich wird, kann der Tunnelquerschnitt in Teilbereichen (entsprechend den notwendigen Sichtweiten) höher ausgebildet werden.

Weiterhin sind unterirdische Ein- und Ausfahrten zur Anbindung an das oberirdische Verkehrsnetz erforderlich.

### 3.3 Ein- und Ausfahrten

Die einzelnen Ein- und Ausfahrten und deren Besonderheiten werden im Folgenden erläutert. An den Ausfahrten werden zur Vermeidung eines direkten Fahrzeuganpralls auf die Trennwand zwischen Haupttunnel und Ausfahrt jeweils Anpralldämpfer angeordnet.

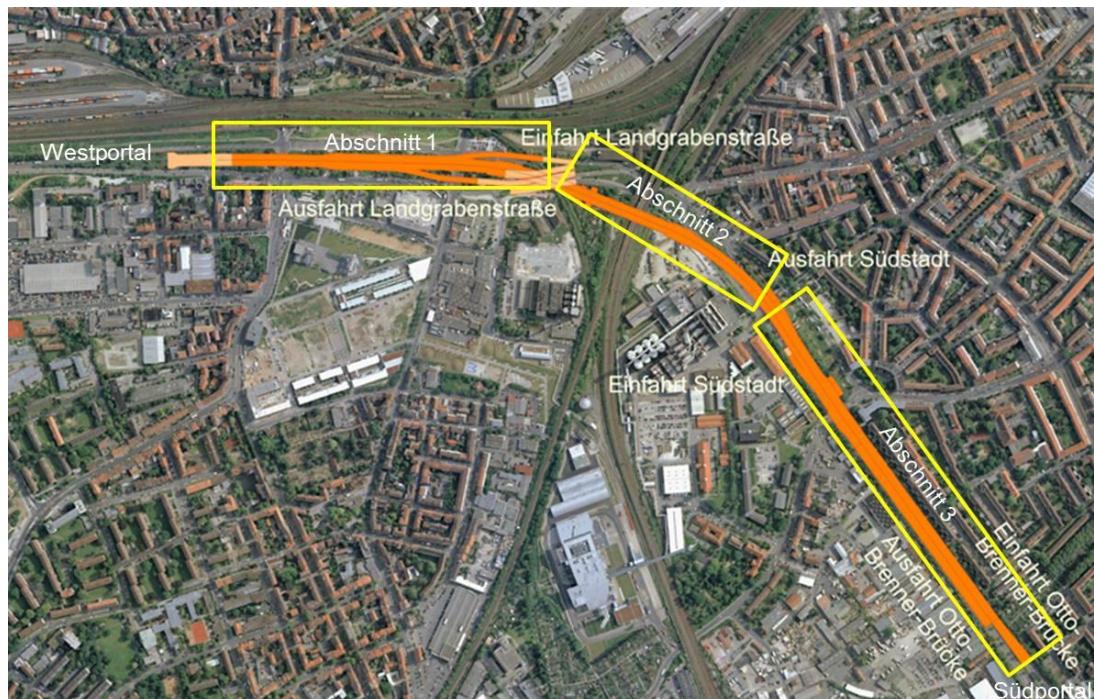


Abbildung 5: Luftbilddarstellung der Ein- und Ausfahrten

### 3.3.1 Ausfahrt in Richtung Landgrabenstraße

Die Ausfahrt wird als einspurige Ausfahrt ausgeführt, wobei die Ausfahrt nach Trennung vom Haupttunnel in einem kurzen eigenständigen Tunnel neben dem Haupttunnel geführt wird.

Gemäß Verkehrsgutachten Frankenschnellweg ergibt sich eine Verkehrsbelastung für die Ausfahrt in Richtung Landgrabenstraße in der Spitzentunde von 400 Kfz/h [6]. Gemäß der „Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (Ausgabe 2008)“ (RAA) kommt bei der prognostizierten Verkehrsstärke der Ausfahrtstyp A1 (einstreifige Ausfahrt) zur Anwendung. Die Mindestlänge des Ausfädelstreifens nach RAA für die Kategorie EKA 3 beträgt 150 m. Diese Länge wurde bei der Ausfahrt in Richtung Landgrabenstraße eingehalten.

Als Querschnitt für die Verbindungsrampe wird der Rampenquerschnitt Q1 erforderlich.

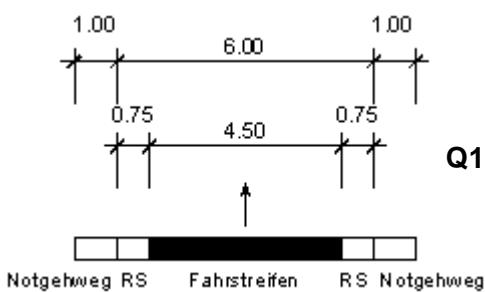


Abbildung 6: Querschnitt Q1 gemäß RAA

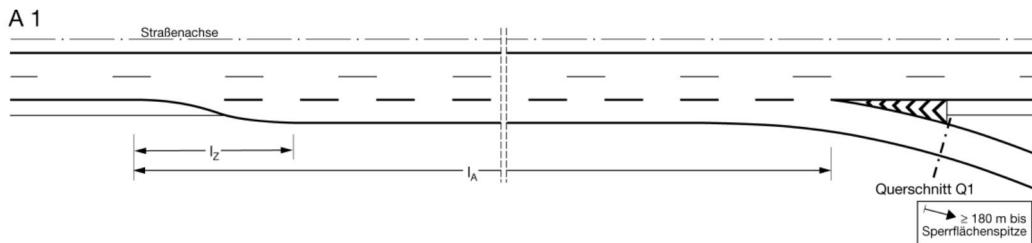


Abbildung 7: Ausfahrt Typ A1 sowie Querschnitt Q 1 gemäß RAA

Im Anschluss an die Ausfahrt erfolgt die Verflechtung mit dem oberirdischen Verkehrsnetz.

### 3.3.2 GW-Wanne

Aus den räumlichen Randbedingungen und den vorherrschenden Wasserständen ergibt sich, dass die vorgenannte Verflechtung in nach Fahrtrichtung getrennten Trogbauwerken geführt wird.

### 3.3.3 Einfahrt aus Richtung Landgrabenstraße

Die Einfahrt aus Richtung Landgrabenstraße wird bis zur Verflechtung mit den Hauptfahrbahnen des Frankenschnellweges als kurzes Trog- bzw. Tunnelbauwerk neben dem Haupttunnel geführt.

Gemäß Verkehrsgutachten Frankenschnellweg ergibt sich eine Verkehrsbelastung in der Spitzenstunde von 500 Kfz/h [6]. Nach RAA kommt bei der prognostizierten Verkehrsstärke die Einfahrt Typ E1 (einstufige Einfahrt) zur Anwendung. Die Mindestlänge des Einfädelstreifens nach RAA für die Kategorie EKA 3 beträgt 150 m. Der Einfädelstreifen wurde aus Sicherheitsgründen auf ca. 250 m verlängert (Tunnelcharakteristik, Abwesenheit eines Standstreifens, Orientierung der Teilnehmer im Tunnel). Als Querschnitt für die Verbindungsrampe wird der Rampenquerschnitt Q1 erforderlich.

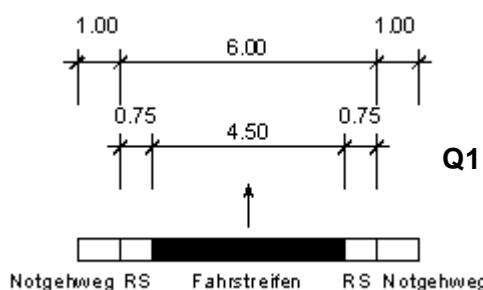


Abbildung 8: Querschnitt Q1 gemäß RAA

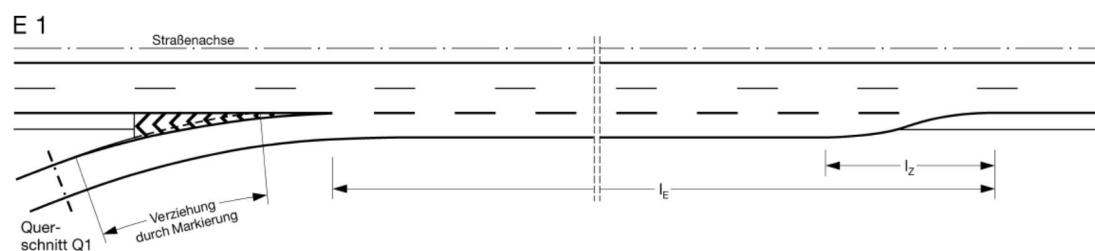


Abbildung 9: Einfahrt Typ E1 und Querschnitt Q1 gemäß RAA

Die Einfahrt unterquert das DB-Verbindungsgleis, welches auf dem Einfahrtstunnel aufgelagert wird. Das Einfahrtportal befindet sich in Fahrtrichtung vor dem Verbindungsgleis.

### 3.3.4 Einfahrt aus Richtung Südstadt

Die Einfahrt aus Richtung Südstadt muss neben dem Tunnel bereits frühzeitig abgesenkt werden um die Rohrleitungen der N-ERGIE zu unterqueren.

Gemäß RAA resultiert aus der prognostizierten Verkehrsstärke für die Einfädelspuren von 1040 Kfz/h [6] ein einstreifiger Rampenquerschnitt Q1. Für Straßen der Kategorie EKA 3 darf die Breite der Fahrspuren auf 3,25 m reduziert werden. Die Ausbildung der Einfädelspur erfolgt in Anlehnung an Einfahrtstyp E3 der RAA. In Abweichung zu diesem Einfahrtstypen wird eine Fahrstreifenaddition gewählt, um den Einfädelvorgang im Tunnel sicherer zu gestalten (Reduktion von Verflechtungsvorgängen in der Tunnelstrecke), die gleichzeitig als 3. Fahrspur auch auf Grund der Gesamtverkehrszahlen erforderlich ist (s.o.).

Die Einfahrtstypen E4 und E5 wären aufgrund der räumlichen Zwangspunkte nicht realisierbar.

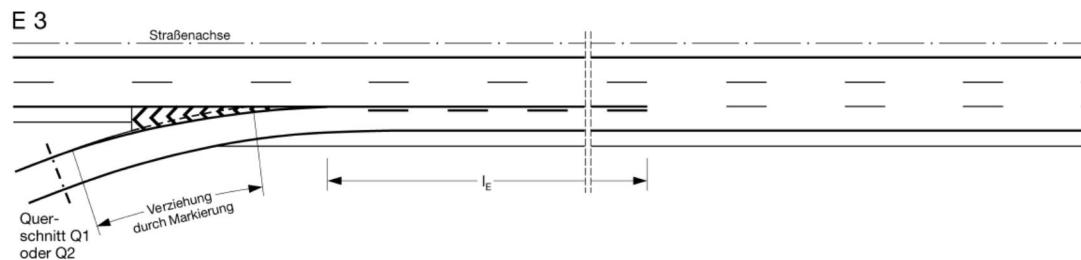


Abbildung 10: Einfahrt Typ E3 gemäß RAA

### 3.3.5 Ausfahrt in Richtung Südstadt

Gemäß RAA wäre aufgrund der prognostizierten Verkehrsstärke für die Ausfädelspur von 800 Kfz/h < 1350 Kfz/h kein zweistreifiger Rampenquerschnitt Q2 erforderlich. Zur Vermeidung von Rückstau in den Tunnel wird dennoch ein Typ Q2 vorgesehen. Für Straßen der Kategorie EKA 3 darf die Breite der Fahrspuren auf 3,25 m reduziert werden.

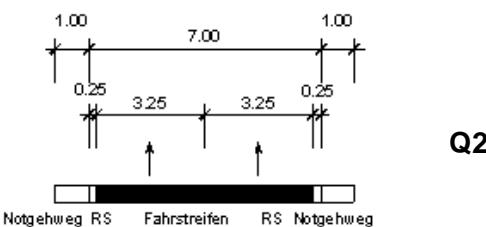


Abbildung 11: Querschnitt Q2 gemäß RAA

Die Ausbildung der Ausfädelspuren erfolgt nach RAA mittels Typ A7.

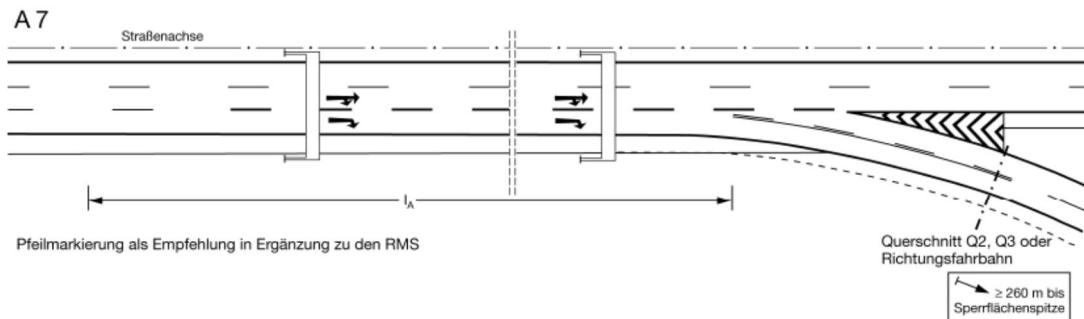


Abbildung 12: Ausfahrt Typ A7 gemäß RAA

Die Subtraktion der Abbiegespur muss südlich der Brücke Sandreuthstraße rechtzeitig angezeigt werden.

### 3.3.6 Einfahrt Otto-Brenner-Brücke

Die Einfahrt wird als Fahrstreifenaddition gemäß Typ E3 der RAA ausgebildet - aus den gleichen Gründen wie Pkt. 3.3.4. Die durchgehende Markierung wird bis zum Ende der Adoptionsbeleuchtungsstrecke durchgezogen.

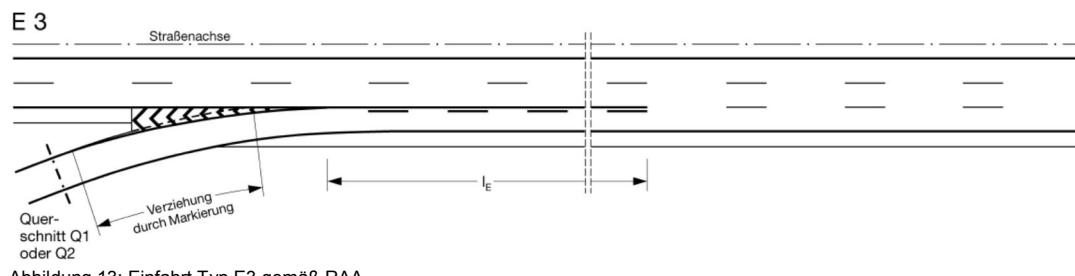


Abbildung 13: Einfahrt Typ E3 gemäß RAA

### 3.3.7 Ausfahrt Otto-Brenner-Brücke

Die Ausfahrt wird als Fahrstreifensubtraktion gemäß Typ A 6 der RAA ausgebildet.

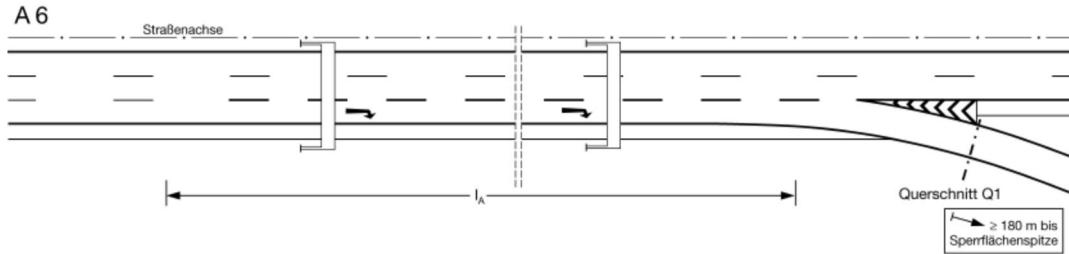


Abbildung 14: Ausfahrt Typ A6 gemäß RAA

## 3.4 Trassierung

Der Frankenschnellweg wurde anhand seiner Straßenfunktion nach den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) Ausgabe 2008 der Kategorie AS II Stadtautobahn zugeordnet. Nach den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA) Ausgabe 2008 ergibt sich die Entwurfsklasse EKA 3.

Der Trassierung der gewählten Linie liegen fahrdynamische Kriterien und die Zwangspunkte der vorhandenen Bauwerke und Anlagen zugrunde. Daraus ergibt sich eine Entwurfsgeschwindigkeit von  $v_e=70$  km/h im durchgehenden Tunnel. Die Ein- und Ausfahrten werden mit  $v_e=50$  km/h trassiert.

### 3.5 Linienführung und Längsneigung

Die gewählte Linienführung des Tunnels ist bestimmt durch den vorhandenen Frankenschnellweg und soll im Wesentlichen in der vorhandenen Trasse des Frankenschnellweges errichtet werden.

Im Bereich des Gleisdreieckes bei km 1+510 bis km 1+710 verschwenkt die Tunnellage nach Südwesten auf das Gelände der N-ERGIE. Hiermit können Umbau- und Sicherungsmaßnahmen an den vorhanden Brückenbauwerken der DB AG vermieden werden.

Gradiente:

Der Tunnel weist einen Tiefpunkt bei km 1+790 auf. Die maximale Längsneigung beträgt 2,7 %.

### 3.6 Bauverfahren

Der Tunnel wird zum überwiegenden Teil in offener Bauweise hergestellt. Im Bereich von km 1+605 bis km 2+035 wird der Tunnel in bergmännischer Bauweise zur Unterquerung der SUN-Sammler sowie DB-Strecke erforderlich.

### 3.7 Lage und Höhe

<b>Lage Westportal (beide FR):</b>	km 0+950,00
<b>Höhe Westportal (beide FR):</b>	301,26 m über N.N
<b>Lage Südportal FR Fürth:</b>	km 2+762,00
<b>Höhe Südportal FR Fürth:</b>	307,84 m über N.N
<b>Lage Südportal FR Hafen:</b>	km 2+667,00
<b>Höhe Südportal FR Hafen:</b>	307,24 m über N.N
<b>Lage Portal Einfahrt Südstadt:</b>	km 0+256,00
<b>Höhe Portal Einfahrt Südstadt:</b>	305,39 m über N.N
<b>Lage Portal Ausfahrt Südstadt:</b>	km 0+286,00
<b>Höhe Portal Ausfahrt Südstadt:</b>	305,47 m über N.N
<b>Lage Portal Einfahrt Landgrabenstraße:</b>	km 0+103,00
<b>Höhe Portal Einfahrt Landgrabenstraße:</b>	302,68 m über N.N
<b>Lage Portal Ausfahrt Landgrabenstraße:</b>	km 0+172,00
<b>Höhe Portal Ausfahrt Landgrabenstraße:</b>	298,52 m über N.N

### 3.8 Tunnelgeometrie

<b>Tunnellänge:</b>	FR Fürth: 1.812 m FR Hafen: 1.717 m
<b>Tunnelquerschnitt:</b>	Rechteckprofil (km 0+950 bis km 1+605) Gewölbeprofil (km 1+605 bis km 2+035) Rechteckprofil (km 2+035 bis km 2+667 / 762)
<b>Lichte Höhe:</b> (gemessen über Gradiente)	FR Fürth: mind. 5,00 m FR Hafen: mind. 5,00 m
<b>Breite der Hauptröhren:</b>	<b>4-streifiger Tunnel</b> Insgesamt 9,75 m, 2 x Notgehweg je 1,00 m 2 x Randstreifen 0,25 m 2 x Fahrspur je 3,50 m  <b>6-streifiger Tunnel</b> Insgesamt 13,25 m, bestehend aus: 2 x Notgehweg je 1,00 m 2 x Randstreifen 0,25 m 3 x Fahrspur je 3,50 m
<b>Max. Längsneigung</b>	FR Fürth: - 2,50 % / + 1,75 % FR Hafen: - 2,000 % / + 2,70 %

Tabelle 2 Tunnelgeometrie

### 3.9 Verkehrsbelastung

Für das **Prognosejahr 2030** [6] ist eine Verkehrsmenge zwischen **32.300 Kfz/d** und **59.200 Kfz/d** je nach Tunnelabschnitt zu erwarten. Wie aus Abbildung 15 im Detail ersichtlich, verteilt sich die Belastung asymmetrisch auf die beiden Hauptrichtungen.

Bei den wie in Abbildung 15 ersichtlich prognostizierten **LKW-Anteilen** resultiert hieraus eine Belastung von bis zu 7.500 LKW je 24 Stunden für den Streckenabschnitt 3 (gem. **Abbildung 5**) des Tunnels.

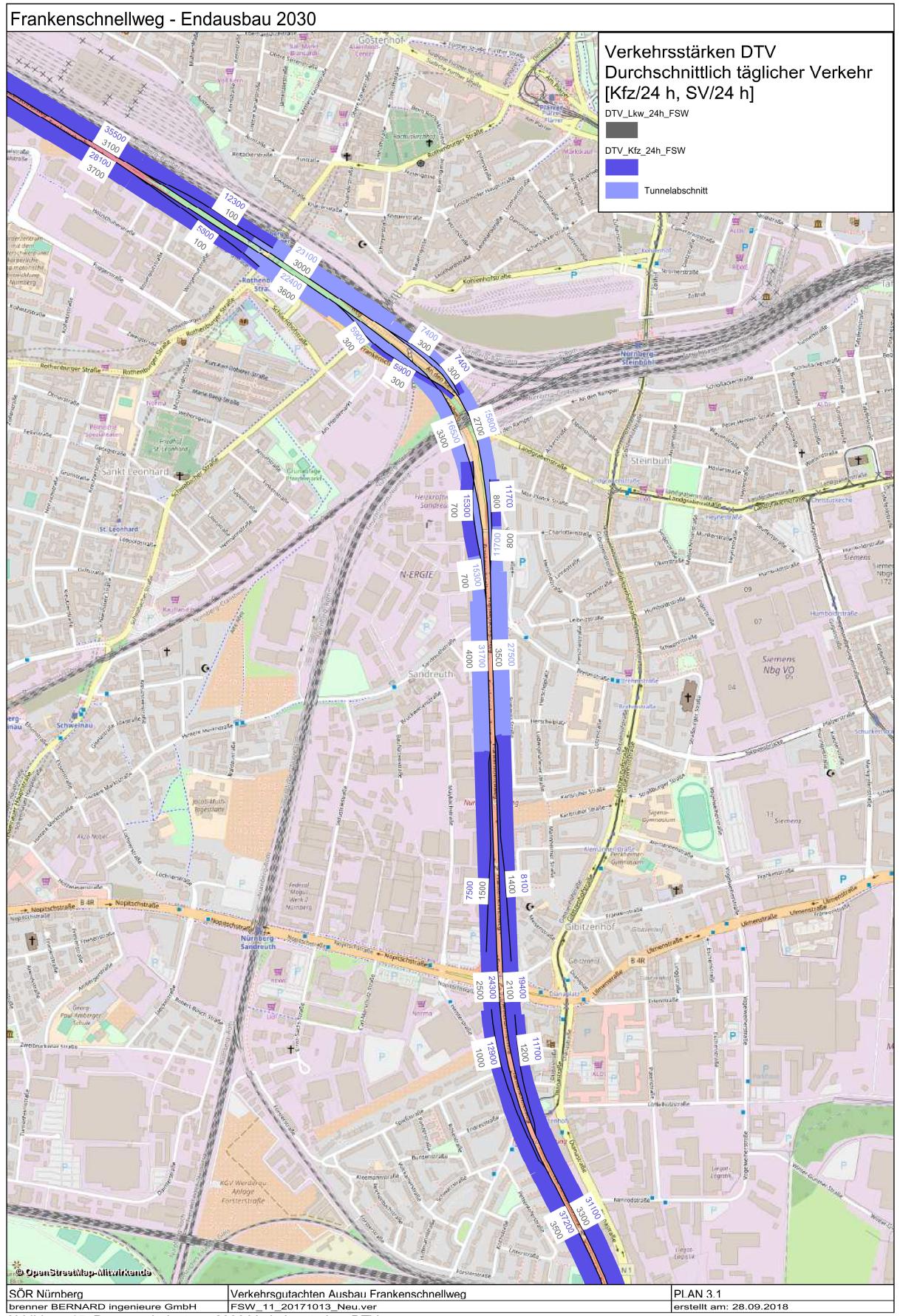
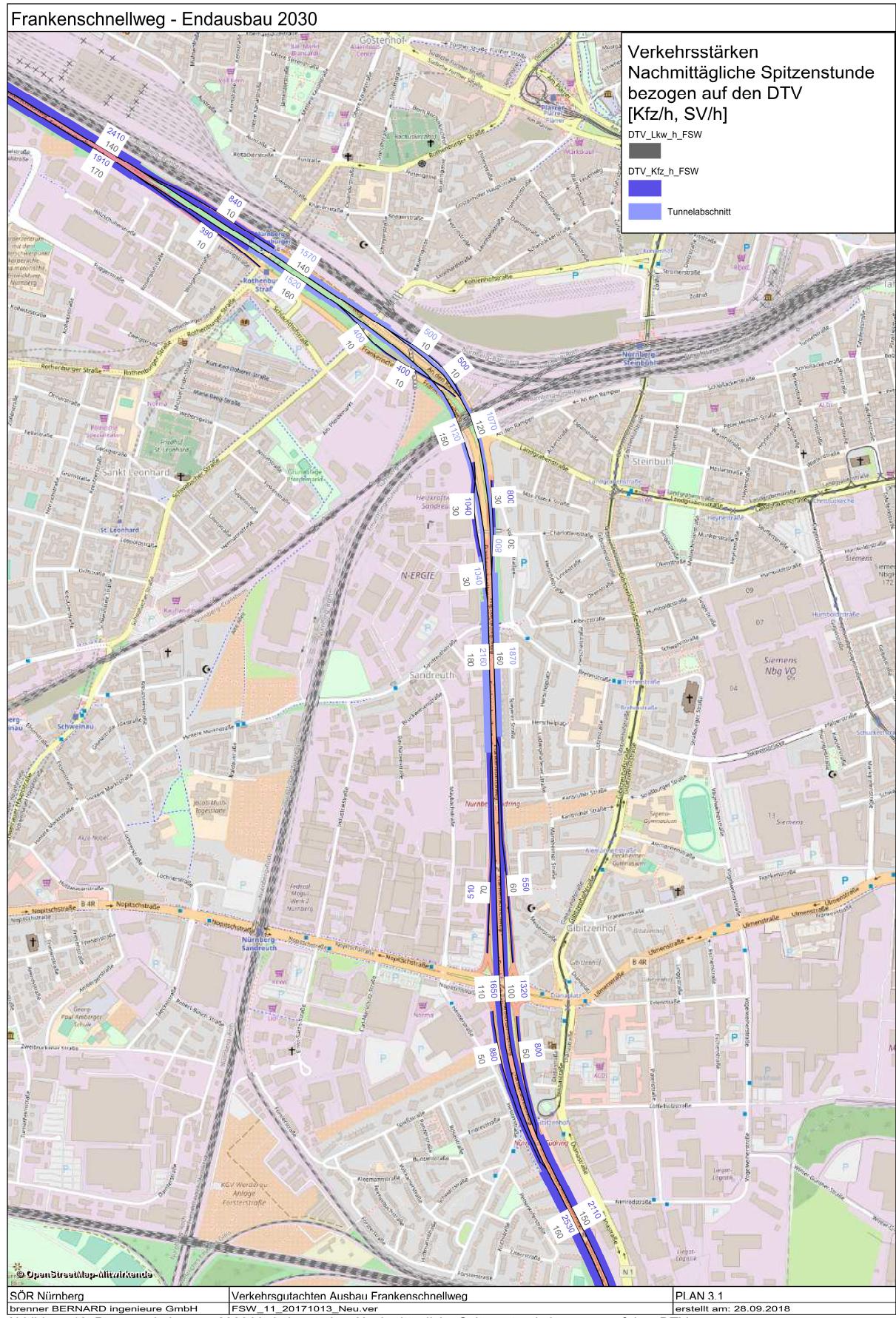


Abbildung 15: Prognosebelastung 2030 Verkehrsstärken DTV  
Werte wurden auf volle 100 gerundet



## 4 Ausstattung nach RABT

### 4.1 Abkürzungen

<b>ADR</b>	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)
<b>AGAP</b>	Alarm- und Gefahrenabwehrplan
<b>ASFINAG</b>	Autobahnen- und Schnellstraßen- Finanzierungs- Aktiengesellschaft
<b>BG</b>	Betriebsgebäude (Mitte – Hauptbetriebsgebäude; Süd - Unterbetriebsgebäude)
<b>BMA</b>	Brandmeldeanlage
<b>BMVI</b>	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
<b>BOS</b>	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
<b>DTV</b>	Durchschnittliche Tägliche Verkehrsbelastung
<b>DLZ</b>	Dauerlichtzeichen
<b>DMR</b>	Digital Mobile Radio (Digitaler Betriebsfunk)
<b>EKA</b>	Entwurfsklassen Autobahn nach RAA
<b>FFW</b>	Freiwillige Feuerwehr
<b>FK+OL</b>	Fluchtwegkennzeichnung und Orientierungsleuchte
<b>FR</b>	Fahrtrichtung
<b>FW</b>	Feuerwehr
<b>HF</b>	Hochfrequenz
<b>KTW</b>	Krankentransportwagen
<b>LED</b>	Light Emitting Diode = Leuchtdiode
<b>MARZ</b>	Merkblatt zur Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen (BMVBS)
<b>MSP</b>	Mittelspannungsschaltanlage
<b>MSR</b>	Messen / Steuern / Regeln
<b>N</b>	Neutralleiter
<b>NEF</b>	Notarzteinsatzfahrzeug
<b>NF</b>	Niederfrequenz
<b>NSHV</b>	Niederspannungshauptverteilung
<b>PE</b>	Schutzleiter
<b>PD</b>	Polizeidienststelle
<b>RAA</b>	Richtlinien für die Anlagen von Autobahnen
<b>RABT</b>	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln
<b>RTW</b>	Rettungswagen
<b>SPS</b>	Speicherprogrammierbare Steuerung
<b>SV</b>	Strahlventilator
<b>TLS</b>	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen
<b>TNC-S</b>	Terra - Neutral - Combined - Separated: PEN-Leiter bis NSHV, dann Trennung in PE und N
<b>USV</b>	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
<b>VBZ</b>	Verkehrs- und Betriebszentrale
<b>VLS</b>	Verkehrsleitsystem
<b>VNB</b>	Verteilungsnetzbetreiber
<b>WLZ</b>	Wechsellichtzeichen (Ampel)
<b>WVU</b>	Wasserversorgungsunternehmen
<b>WVZ</b>	Wechselverkehrszeichen
<b>ZLT</b>	Zentrale Leittechnik
<b>ZTV</b>	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen

## 4.2 Kurzbeschreibung der wesentlichen baulichen Ausstattungsmerkmale

### 4.2.1 Seitenstreifen

Ein zusätzlicher Seitenstreifen ist dann vorzusehen, wenn der entstehende Nutzen höher ausfällt als die aufzunehmenden Kosten.

Aufgrund der Verkehrsbelastung ergibt sich ein RQ 31t. Abschnitt 1 liegt mit 45.500 Kfz/24h [6] gemäß Verfahren in einem Bereich, in dem eine Überprüfung der Zweckmäßigkeit von Seitenstreifen geboten ist.

Eine Überprüfung entsprechend der RABT (nach [4]) ergab, dass die zusätzlichen Betriebskosten durch einen Seitenstreifen größer sind als die möglichen Ersparnisse an Verkehrskosten. Daraus ergibt sich ein Regelquerschnitt ohne Seitenstreifen.

Vor der westlichen Trogstrecke werden Haltebuchten bzw. Aufstellflächen angeordnet.

Nach dem südlichen Tunnelportal wird eine Haltebucht in Fahrtrichtung Hafen angeordnet. Des Weiteren stehen hier Standstreifen des bestehenden Frankenschnellweges zur Verfügung.

### 4.2.2 Nothalte- / Pannenbuchten

Je Röhre werden 3 Nothalte- / Pannenbuchten vorgesehen:

- in Fahrtrichtung Hafen (km 1+430, km 1+780, km 2+070)
- in Fahrtrichtung Fürth (km 1+440, km 1+779, km 2+275)

Die Pannenbuchten werden auf Belegung über Induktionsschleifen überwacht. Es erfolgt eine automatische Videobildaufschaltung.

### 4.2.3 Notgehwege

Beidseitig der Fahrbahn sind Notgehwege mit einer Breite zwischen 1,00 und 1,25 m sowie einer lichten Durchgangshöhe von 2,25 m angeordnet. Die Abgrenzung zur Fahrbahn erfolgt durch Bord- oder Randsteine von 7 cm Höhe.

Die Bordsteine werden im Bereich der Notausgänge, Personenfluchtwegübergängen, Überfahrten sowie in den Nothalte- und Pannenbuchten auf 3 cm abgesenkt.

### 4.2.4 Notausgänge, Flucht- und Rettungswege

Insgesamt werden fünf Übergänge bei km 1+200, km 1+381,5, km 1+830, 2+265 und 2+505 als Personenfluchtwegübergang zur Nachbarröhre vorgesehen.

Für die Überfahrt von BOS-Einsatzfahrzeugen zwischen beiden Tunnelröhren sind bei km 1+200 und km 2+255 Tunneltore in der Mittelwand vorgesehen.

In Abstimmung mit der Feuerwehr Nürnberg wird zwischen den Tunnelröhren an jedem Betriebsgebäude jeweils 1 zusätzliches Fluchttreppenhaus vorgesehen.

Die Notausgänge befinden sich bei km 1+591,7 und km 2+048.

Für die beiden Fluchttreppenhäuser wird keine Überdruckbelüftung zur Rauchfreihaltung des Rettungsweges notwendig, da eine Schleuse auf der Ebene Tunnel vorgesehen ist.

Sämtliche Fluchttüren und Tore der Überfahrten in der Mittelwand sind über Türkontakte auf Türöffnung zu überwachen und von der ZLT zu erfassen. Die farbliche Gestaltung der Türen und Tore ist an die RABT sowie zutreffende RIZ ING anzupassen. Zur Kennzeichnung der Fluchtwiegen sind Fluchtwegkennzeichnungsleuchten vorgesehen. Auf dem Notgehweg sind vor den Notausgangstüren taktile Aufmerksamkeitsfelder vorgesehen.

#### **4.2.5 Ausbildung der Wände**

Die Ausbildung der Wände erfolgt mit einer durchgehend glatten, hellen Oberfläche (Beschichtung der Wände bis in 3,0 m Höhe).

#### **4.2.6 Entwässerung, Auffangbecken und Hebeanlage**

Tunnelentwässerung:

Alle Fahrbahnwässer des Tunnels werden in den seitlich angeordneten Schlitzrinnen gesammelt.

Die Schlitzrinnen sind in Abschnitte von  $\leq 50$  m unterteilt und werden im Bereich der Notübergänge / Fluchtwiegen und Notrufkabinen geschlossen ausgeführt bzw. unterbrochen.

Jeder 50 m – Abschnitt wird über eine Tauchwand in die Tunnellängsentwässerung geführt.

Die Tunnellängsentwässerung führt in beiden Tunnelröhren jeweils in ein Auffangbecken mit Hebeanlage, welches unter der Fahrbahn in der Pannenbucht 2 (bei km 1+780) angeordnet ist. Das Stauvolumen der beiden Becken beträgt jeweils ca. 345 m<sup>3</sup>. Hier werden alle anfallenden Flüssigkeiten wie z. B.

1. Niederschlagswasser (Schleppwasser)
2. Bei der Tunnelreinigung anfallendes Waschwasser
3. Löschwasser und andere flüssigen oder wasserlöslichen Löschenmittel
4. Leichtflüssigkeiten und andere im Havariefall austretende flüssige oder (wasser-) lösliche Stoffe

gesammelt. Der Füllstand des Beckens wird messtechnisch erfasst und in der Leittechnik angezeigt. Zur Detektion von zündfähigen Gas-Luft-Gemischen werden im Becken an den Einstiegen jeweils Sensoren vorgesehen. Es werden unterschiedliche Sensoren für getrennte Messung nach Leicht- bzw. Schwergasen vorgesehen. Leichtflüssigkeiten werden mit Öl-Sensor detektiert. Sämtliche Sensoren werden in Ex-Ausführung ausgeführt.

#### 4.2.7 Betriebswege und Zufahrten für Rettungskräfte

Das bestehende Wegenetz wird so angepasst, dass ein für die Rettungskräfte nutzbarer Zugang zu allen Portalen, den Sammelplätzen sowie den Betriebsgebäuden möglich ist. Im Einzelnen ist die Zuwegung wie folgt vorgesehen:



Abbildung 17: Luftbilddarstellung der Zufahrten für Rettungskräfte

##### Westportal:

Zufahrt über Frankenschnellweg (FSW) aus Richtung der Jansenbrücke, über die Feuerwehrzufahrt „Georg-Hager-Straße“ (beide Zufahrten in Fahrtrichtung Hafen) sowie über die Auffahrt aus der „Rothenburger Straße“ in Fahrtrichtung Fürth. Vor dem Westportal ist eine Fahrspurüberleitung für die BOS-Kräfte vorgesehen.

##### Südportal:

Zufahrt über FSW aus Richtung Hafen sowie über die Auf- und Abfahrt von der Otto-Brenner-Brücke (in Fahrtrichtung Fürth). Vor dem Südportal (Röhre B) ist eine Fahrspurüberleitung für die BOS-Kräfte vorgesehen.

##### Portal Einfahrt Südstadt:

Zufahrt über Straße „An den Rampen“ sowie über den Haupttunnel.

##### Portal Ausfahrt Südstadt:

Zufahrt über den Haupttunnel.

##### Portal Einfahrt Landgrabenstraße

Zufahrt über Straße „An den Rampen“ sowie „Landgrabenstraße“.

##### Portal Ausfahrt Landgrabenstraße

Zufahrt über den Haupttunnel.

**Betriebsgebäude Mitte:**

Zufahrt über FSW (Oberfläche) von der „Schwabacher Straße“ bzw. „Neue Kohlenhofstraße“.

**Betriebsgebäude Süd:**

Zufahrt über „Sandreuthstraße“ sowie über „Volkmannstraße“. Eine direkte Anfahrt des BG über die anstehende Grünanlage ist möglich.

**4.2.8 Tabellarische Übersicht der baulichen Anlagen**

<b>Richtungsröhre Fürth</b>	
Westportal	km 0+950,00
Höhe	301,26 m über NN
Südportal	km 2+762,00
Höhe	307,83 m über NN
Ausfahrt Südstadt	km 0+286,00
Höhe	305,47 m über NN
Einfahrt Landgrabenstraße	km 0+103,00
Höhe	302,68 m über NN
Tunnellänge	1.812 m
Längsneigung	- 2,50 % / + 1,75 %

<b>Richtungsröhre Hafen</b>	
Westportal	km 0+950,00
Höhe	301,26 m über NN
Südportal	km 2+667,00
Höhe	307,24 m über NN
Einfahrt Südstadt	km 0+256,00
Höhe	305,39 m über NN
Ausfahrt Landgrabenstraße	km 0+172,00
Höhe	298,52 m über NN
Tunnellänge	1.717 m
Längsneigung	+ 2,70 % / - 2,00 %

<b>Notübergänge / Notausgänge</b>	
Notübergang 1 (begehbar)	km 1+200
Notüberfahrt 1 (befahrbar)	km 1+200
Notübergang 2 (begehbar)	km 1+381
Notausgang 3 (begehbar)	km 1+591,7 (Zugang FTH BG Mitte)
Notübergang 4 (begehbar)	km 1+830

Notausgang 5 (begehbar)	km 2+048 (Zugang FTH BG Süd)
Notüberfahrt 2 (befahrbar)	km 2+255
Notübergang 6 (begehbar)	km 2+265
Notübergang 7 (begehbar)	km 2+505
<b>Fluchttreppenhäuser (FTH)</b>	
Fluchttreppenhaus bei BG Mitte (Zugang jeweils an der Innenwand) mit Rettungsschacht innerhalb des BG	km 1+591,7
Fluchttreppenhaus bei BG Süd (Zugang jeweils an der Innenwand) mit Rettungsschacht innerhalb des BG	km 2+048
<b>Tunnelgeometrie</b>	
Breite Regelquerschnitt	2 Fahrstreifen 9,75 m 3 Fahrstreifen 13,50 m
Höhe Verkehrsraum	4,25 m
Höhe Lichtraumbegrenzung	4,50 m
<b>Fahrbahn</b>	
Fahrstreifen	2 bzw. 3 Fahrstreifen je 3,50 m
Randstreifen	2 Randstreifen je 0,25 m
Notgehwege	2 Notgehwege zw. 1,00 – 1,25 m
Querneigung	2,50 – 4,50 %
Verkehrsgeschwindigkeit	70 km/h (50 km/h Nebentunnel)
DTV [6]	32.300 bis 59.200 Kfz/24 h, Lkw- Anteilzwischen 12,7 % und 18,6 %
<b>Betriebsgebäude</b>	
Betriebsgebäude Mitte	bei km 1+595 über dem Tunnel
Betriebsgebäude Süd	Bei km 2+045 über dem Tunnel
<b>Auffangbecken</b>	
Tunnel (1 Auffangbecken je Röhre) mit jeweils 345 m <sup>3</sup>	bei km 1+780 in der Nähe des Tunneltiefpunkts
<b>Löschwasserbecken</b>	
Löschwasserbecken	Neben dem Betriebsgebäude Mitte Volumen 144 m <sup>3</sup>

Tabelle 3 Tabellarische Übersicht der baulichen Anlagen

## 4.3 Kommunikationseinrichtungen

### 4.3.1 Notrufeinrichtungen

Es werden insgesamt 32 begehbar Notrufkabinen im Abstand von maximal 150 m vorgesehen.

Die Anordnung erfolgt jeweils in der in Fahrtrichtung gesehen rechten Tunnelwand.

Die Ausrüstung der Notrufkabine erfolgt gemäß RABT mit Notruftelefon, zwei 6 kg-Pulverlöschnern UND Handfeuermelder: Zusätzlich werden Elektroverteiler mit je 2 Schuko-Steckdosen (230 V / 16 A) und einer CEE-Drehstromsteckdose (400 V / 16 A) vorgesehen.

Auf die Notrufstationen wird mittels dauerhaft innenbeleuchteter Hinweistransparente (Z 365-51 StVO „Notrufsäule“) mit gelben Rundumleuchten (Ansteuerung bei Nischenöffnung) hingewiesen. Die Versorgung der Notrufhinweisleuchte und der Rundumleuchten erfolgt aus dem USV-Netz.

Vor bzw. nach jedem Tunnelportal/ bzw. -trog werden Notrufsäule (insgesamt 8 Stück) angeordnet. Im Eingangsbereich der Fluchttreppenhäuser wird jeweils 1 Notruftelefon vorgesehen.

Alle abgesetzten Notrufe, von Notrufsäulen, -kabinen und -telefonen, laufen mit Standortkennung bei der VBZ Nordbayern auf.

### 4.3.2 Videoüberwachung

Zur schnellen Lagebeurteilung im Katastrophenfall und zur Einleitung einer Rettungskette wird eine visuelle Überwachung mit Videokameras vorgesehen. Das Videosystem dient zur lückenlosen Überwachung bzw. Beobachtung des Verkehrsraumes im Tunnel und der Notgehwege.

Die Kameras werden an der Tunneldecke leicht außermittig über den Fahrspuren im Abstand von maximal 70 m angeordnet. In den Tunnelbereichen mit 3 Fahrspuren werden jeweils 2 Kameras an der Tunneldecke leicht außermittig über den Fahrspuren angeordnet. Es werden digitale IP-Kameras vorgesehen, welche so positioniert werden, dass auch eine Überwachung der Notrufkabinen im Tunnel möglich ist. Für die Überwachung der Notausgänge werden punktuell einzelne Kameras vorgesehen, welche direkt auf die Fluchttüre ausgerichtet sind. In den Tunnelvorfeldern werden Schwenk-Neige-Zoom-Kameras angeordnet, die jeweils die Portale (Ein- bzw. Ausfahrt), die Notrufkabine sowie die Schranken der Tunnelsperranlage beobachten können.

In den Fluchttreppenhäusern werden Dome-Kameras für eine lückenlose Überwachung des Fluchtweges vorgesehen.

Das Videosicherheitssystem ist so konzipiert, dass sämtliche Bildsignale der Kameras über LWL-Kabel an die Videozentralen im BG Mitte und BG Süd übergeben werden. Dort erfolgt die gleichzeitige Speicherung aller Videobilder auf Videobildspeichern mit zugehörigem RAID-System. Die Aufzeichnung erfolgt dauerhaft für alle Kameras in einem Ringspeicher für mind. 72 h. Des Weiteren erfolgt eine Videobildaufzeichnung, die durch ein Ereignis ausgelöst wird, auf einem separaten Speicher, damit diese Bilder nicht wieder überschrieben werden.

Alle Kameras werden als digitale IP-Kameras vorgesehen. Die Digitalisierung der Videodaten und Komprimierung der Videobilder erfolgt direkt in der Kamera.

Die Aufschaltung der Videobilder auf dem Alarmmonitor erfolgt ereignisorientiert. Es wird automatisch über die ZLT die jeweilige Videokamera angewählt, welche den betroffenen Ort des Ereignisses erfasst.

#### 4.3.3 Tunnelfunk

Zur Sicherstellung der Funkkommunikation der Einsatz- und Betriebsdienste im Normalbetrieb und im Schadensfall wird eine Tunnelfunkanlage (Digitalfunk) vorgesehen.

Zwischen der Tunnelfunkanlage und dem Freifeld wird eine kanalselektive Luftschnittstelle (TMO) vorgesehen. Die dezentral angeordneten Tunnelfunkstellen in den Betriebsgebäuden sowie Elektro-Nischen werden mit bandselektiven Verstärkern ausgerüstet. Die Verbindung zwischen der Kopfstation und den Tunnelfunkstellen wird über LWL-Kabel realisiert.

Neben dem Betriebsgebäude Mitte wird ein Funkmast für die Aufnahme der TETRA-Antenne, UKW-Antenne, DAB-Antenne sowie einem Reserveanschluss vorgesehen. Die Höhe des Funkmastes muss über eine 360° Panoramamessung ermittelt werden. Die Entkopplung der Antennen gegeneinander muss entsprechend berücksichtigt werden.

Es wird eine Objektfunkversorgung (Betriebsart DMO 1B) für den gesamten Tunnel sowie Tunnelvorfeldbereich vorgesehen. Die Betriebsgebäude und Fluchttreppenhausausgänge werden mit einbezogen.

Des Weiteren wird ein digitaler 2m Betriebsfunkkanal für den Tunnelbetreiber zur Wartungs- und Störungsbeseitigung vorgesehen.

Die funktechnische Ausleuchtung der unmittelbaren Vorfeldbereiche und Fluchttreppenhausausgänge erfolgt mit 70 cm / 2 m-Portalantennen. Zur Versorgung der Tunnelröhren werden Schlitzbandantennen (Leckfunkkabel) im Bereich der Tunneldecke verlegt und redundant angeschlossen.

#### 4.3.4 Verkehrsfunk / Radio

Für den vorgeschriebenen UKW-Kanal wird ein öffentlich rechtlicher Verkehrsfunksender mit RDS-Kennung vorgesehen. Weitere Sender können gegen eine Kostenbeteiligung der Sendestationen ausgestrahlt werden.

Die Auswahl des UKW-Kanals erfolgt durch den Betreiber.

Die Anbindung und Ausstrahlung für DAB-Radio wird ebenfalls vorgesehen.

Es wird eine NF-Anbindung der Funkanlage an die Durchsageanlage vorgesehen, wodurch im Ereignisfall ein röhrengetrenntes Einspielen von Textkonsernen oder Durchsagen in den UKW-Kanal / DAB-Radio ermöglicht wird.

#### 4.3.5 Mobiltelefon

Die Mobilfunkversorgung ist nicht Gegenstand der Planung der technischen Betriebsausstattung des Tunnels. Entsprechende Einrichtungen sind durch die jeweiligen Netzversorger in eigener Verantwortung herzustellen.

#### 4.3.6 Lautsprecheranlagen

Im Tunnel werden in allen Tunnelröhren Lautsprecher vorgesehen, um Verhaltensanweisungen für die Verkehrsteilnehmer im Ereignisfall zu übermitteln. Über diese Durchsagen sollen die Verkehrsteilnehmer aufgefordert werden, den Tunnel über die Notausgänge zu verlassen und hilfebedürftigen Personen auf der Flucht zu helfen.

Die Durchsagen müssen bei fließendem sowie bei stehendem Verkehr von allen Verkehrsteilnehmern deutlich verstanden werden können. Der Beschallungspegel ist an den Störschallpegel (Störlärm durch laufende Motoren oder Ventilatoren) entsprechend anzupassen. Es werden für die jeweiligen Ereignisse vorbereitete Durchsagetexte (Textkonserven) aktiviert. Die Aktivierung der Texte kann automatisch oder manuell über die ZLT-Bedienoberfläche oder Sprechstellen erfolgen. Die Lautsprecher im Tunnel werden im Sammelruf, einzeln oder gruppenweise getrennt nach Tunnelröhre angesteuert. Bedarfsweise kann auch frei eingesprochen werden.

Um eine optimale Schallverteilung bei richtiger Positionierung der Lautsprecher zu erzielen, ist vor der Installation der Lautsprecheranlage eine schalltechnische Untersuchung durchzuführen.

An der Tunneldecke werden Tunnelhörner, die nach dem Grenzflächenprinzip arbeiten im Abstand von ca. 50 m angeordnet.

Zur Sicherstellung einer optimalen Verständlichkeit erfolgt die Ansteuerung der Lautsprecher über Laufzeitmodule (Delay).

### 4.4 Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung

In den Tunnelröhren wird eine Fluchtwegkennzeichnung- und Orientierungsbeleuchtung an der Tunnelwand im Abstand von  $\leq 25$  m angebracht. In den Tunnelbereichen mit 3 Fahrspuren werden die Leuchten links und rechts an der Tunnelwand vorgesehen. Bei 2 Fahrspuren werden diese lediglich auf einer Seite (bei Ein- und Ausfahrten rechts, ansonsten links) angebracht.

Die Fluchtwegkennzeichnungsleuchte, bestehend aus Fluchtsymbol (in Richtung des kürzeren Fluchtweges) und Pfeilsymbolen je Fluchtrichtung mit darüber angeordneten Entfernungsangaben (nur Zahl - keine m-Angabe, gerundet auf volle 10 m) zum nächstgelegenen Fluchtweg sowie die seitlichen Leuchtelemente, leuchten permanent. Die unterhalb der Fluchtwegkennzeichnungsleuchte angeordnete Orientierungsleuchte wird im Brandfall zugeschaltet.

Die Verkabelung erfolgt alternierend von den Elektrounterverteilern der Notrufkabinen im Tunnel.

Sowohl die Fluchtwegkennzeichnungsleuchte als auch die Orientierungsleuchte werden aus der USV-Anlage gespeist.

#### 4.4.1 Fluchtweghinweisleuchten

Im Bereich der Verbindungstüren zur Nachbarröhre und werden beidseitig dauerhaft innenbeleuchtete Fluchtweghinweisleuchten vorgesehen, wobei die auf Seite der Fluchtwiege angeordnete Leuchte zusätzlich eine weiße Blitzleuchte erhält, die im Brandfall angesteuert wird.

An jedem Notausgang sind zwei gegenläufige Fluchttüren angeordnet, von denen die jeweils rechte in die Nachbarröhre führt. Die jeweils linke Türe (nicht grün gekennzeichnet) dient den Flüchtenden aus der Nachbarröhre. Die Notausgänge zu den Fluchttreppenhäusern der Betriebsgebäude Mitte und Süd sind mit jeweils einer Fluchttür von jeder Röhre vorgesehen.

#### 4.4.2 Fluchttürbeleuchtung

Im Bereich der grünen Umrandung wird um den Notausgang eine Fluchttürbeleuchtung mit grünen LED-Leuchtelementen installiert, die permanent leuchtet. Die Fluchttürbeleuchtung ist in Form eines geschlossenen Rahmens um den Notausgang herum ausgeführt und entspricht einem durchgehenden Leuchtbau. Die Oberfläche der Fluchttürbeleuchtung darf an keiner Stelle mehr als 60 mm über die Oberfläche der Tunnelwand hervorsteht.

Die Leuchtdichte der Äquivalentfläche des Leuchtbau des Leuchtbau muss mindestens 30 cd/m<sup>2</sup> betragen und darf 100 cd/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Die Tag- und Nachtumschaltung in reduzierter Helligkeitsstufe bzw. eine 100%-Schaltung im Ereignisfall erfolgt automatisch. Die Versorgung der Fluchttürbeleuchtung erfolgt sternförmig aus dem USV-Netz.

### 4.5 Leiteinrichtungen

Zur Verbesserung der visuellen Führung im Tunnel werden auf beiden Notgehwegen aktive Fahrbahnmarkierungen in LED-Technik (Leuchtmittelfarbe Weiß) mit induktiver Energieübertragung vorgesehen. Die LED-Module werden jeweils mittig zwischen den Fluchtwegkennzeichnungs- und Orientierungsbeleuchtung im Abstand von  $\leq 25$  m angeordnet.

Um die Stolpergefahr für flüchtende Verkehrsteilnehmer zu minimieren, dürfen die aufgeklebten induktiven LED-Module lediglich eine maximale Höhe von 30 mm aufweisen. Die Module sind kalottenförmig ausgebildet und weisen keine Absätze oder scharfen Kanten auf.

Die Speisung der LED-Module erfolgt aus Generatoreinheiten, die im Betriebsgebäude Mitte bzw. Süd angeordnet sind. Die Generatoreinheiten (Spannungsversorgungsmodul für die indukt. Einkopplung) werden aus dem USV-Netz des jeweiligen Betriebsgebäudes versorgt.

Im Normalbetrieb werden die Markierungselemente mit reduziertem Lichtstrom beidseitig gegen die Fahrtrichtung betrieben. Im Brandfall werden auch die in Fahrtrichtung orientierten LED zugeschaltet und die Markierungselemente mit vollem Lichtstrom betrieben, so dass dann – unter Berücksichtigung der Orientierungsleuchten – die seitlichen Fluchtwiege alle 12,5 m durch Lichtpunkte markiert werden.

## 4.6 Brandmeldeeinrichtungen

### 4.6.1 Manuelle Brandmeldeeinrichtungen

An der Außenwand (neben der Tür) der begehbar Notrufkabinen, in den begehbar Elektro-Nischen, in den Fluchttreppenhäusern sowie in den Technikräumen der beiden Betriebsgebäude werden Handfeuermelder vorgesehen.

### 4.6.2 Automatische Brandmeldeeinrichtung

Beide Röhren des Tunnels erhalten ein Tunnelfeuermeldesystem in Form eines linearen Temperatursensors gemäß RABT (Detektion innerhalb 60 s auf 50 m genau bei 6 m/s Längsströmung und einer Brandleistung von 5 MW), wobei neben dem Überschreiten einer parametrierbaren Absoluttemperatur auch ein ebenfalls parametrierbarer Temperaturgradient als Auslösekriterien vorgesehen werden.

Die Aufteilung des Linienmelders erfolgt analog zu den Lüftungsbrandmeldeabschnitten in mehreren Segmenten.

Die Montage des Sensorkabels erfolgt an der Tunneldecke (leicht außermittig). In Tunnelbereichen mit 3 Fahrspuren werden 2 Linienbrandmeldekabel vorgesehen, damit eine rechtzeitige Detektion eines Brandes realisiert werden kann.

Aus Redundanzgründen wird jedes Kabel von zwei Auswerteeinheiten überwacht, so dass auch bei Unterbrechung eines Kabels eine lückenlose Detektion sicher gestellt wird. Die Auswerteeinheiten werden auf die Brandmeldezentralen im BG Mitte bzw. Süd aufgeschaltet.

Zur flankierenden Detektion von (insbesondere „kalten“) Brandereignissen werden die Sichttrübsensoren in die Branddetektion mit einbezogen. In diesem Fall wird jedoch lediglich ein Voralarm ausgelöst, der manuell in der VBZ Nordbayern bestätigt werden muss.

Die technischen Einrichtungen in den Betriebsräumen der Betriebsgebäude sowie in den Elektro-Nischen werden über automatische Rauch-/Wärmemeldern überwacht. In den Lüftungskanälen der Raumbelüftungsanlage werden ebenfalls Rauchmelder vorgesehen.

Im Zugangsbereich der Betriebsgebäude werden jeweils Feuerwehrinformationssystem (FIZ) mit eingebautem Hauptmelder, Feuerwehrbedienfeld, Feuerwehranzeigetableau, Feuerwehraufkarten sowie Gebäudefunkbedienfeld vorgesehen.

Alle Brandmeldungen (4 Hauptmelder) werden zur zuständigen Feuerwehr-Leitstelle Nürnberg über eine überwachte Datenleitung übertragen. Parallel erfolgen die Brandmeldungen über die Zentrale Leittechnik zur VBZ Fischbach.

Hauptmelder I	Automatik-/Handlinien Tunnelröhre A FR Hafen
Hauptmelder II	Automatik-/Handlinien Tunnelröhre B FR Fürth
Hauptmelder III	Automatik-/Handlinien Betriebsgebäude Mitte
Hauptmelder IV	Automatik-/Handlinien Betriebsgebäude Süd

### Tunnelsperrung bei Brand

Bei Betätigung eines „Handfeuermelders“ werden folgende Funktionen aktiviert:

- Die Signalanlagen an den Einfahrtsportalen schalten gleich auf Rot ohne Gelbphase und sperren den Tunnel
- Die Schrankenanlagen an den Portalen verriegeln die Einfahrspuren
- Auf dem Visualisierungssystem der Leittechnik wird der Brand optisch und akustisch angezeigt
- Die dem Ereignis am nächsten liegende Videokamera wird automatisch aktiviert
- Das Brandprogramm der Lüftung läuft nicht automatisch an
- Die Feuerwehr wird automatisch alarmiert

Bei Brandfrüherkennung über die Sichttrübmessstellen im Tunnel werden folgende Funktionen aktiviert:

- Auf dem Visualisierungssystem der Leittechnik wird der Brand optisch und akustisch angezeigt
- Die dem Ereignis am nächsten liegende Videokamera wird automatisch aktiviert
- Interaktion mit Bediener z. B. über Popup-Fenster „Manuellen Brandalarm auslösen <Ja><Nein>“

Ggf. manuelle Auslösung durch das Personal der VBZ Nordbayern:

- Die Signalanlage an den Einfahrtsportalen wird direkt auf Rot (ohne Gelbphase) geschalten und der Tunnel beidseitig gesperrt
- Die Schrankenanlagen an den Portalen verriegeln die Einfahrspuren
- Alarmierung der Feuerwehr
- Bei einem bestätigten Brandvoralarm läuft das Brandprogramm der Lüftung automatisch an.

Bei Detektion eines Brandes durch das Brandmeldekabel im Tunnel werden folgende Funktionen aktiviert:

- Die Signalanlage an den Einfahrtsportalen schaltet gleich auf Rot ohne Gelbphase und sperrt den Tunnel
- Die Schrankenanlagen an den Portalen verriegeln die Einfahrspuren
- Auf dem Visualisierungssystem der Leittechnik wird der Brand optisch und akustisch angezeigt
- Die dem Ereignis am nächsten liegende Videokamera wird automatisch aktiviert
- Das Brandprogramm der Lüftung läuft automatisch an.
- Die Feuerwehr wird automatisch alarmiert

### **4.6.3 Feuerwehrschlüsseldepot**

Damit die Feuerwehr im Einsatzfall sich Zugang zum Betriebsgebäude Mitte bzw. Süd verschaffen kann, werden in der Außenwand vom jeweiligen Betriebsgebäude neben der Zugangstür zum Flur jeweils ein Feuerwehrschlüsseldepot sowie ein Freischaltelelement vorgesehen.

## 4.7 Brandbekämpfungseinrichtungen

### 4.7.1 Löschwasserversorgung

Da das Wasserversorgungsunternehmen (WVU) den geforderten Wasserdruck von 6 bar nicht bereitstellen kann, wird ein Löschwasserbecken mit einer Druckerhöhungsanlage vorgesehen. Das Löschwasserbecken hat ein Fassungsvermögen von 144 m<sup>3</sup> und ist mit einer Nachspeiseleitung an die vorhandene Fernwasserleitung angeschlossen. Das Löschwasserbecken sowie der Pumpenraum der Druckerhöhungsanlage werden seitlich neben dem Betriebsgebäude Mitte angeordnet. Über redundante Füllstandssensoren (2 Messfühler pro Teilbecken) wird die Löschwassermenge kontinuierlich überwacht und an die Leittechnik übertragen.

Bei einer Löschwasserentnahme wird das Becken automatisch über die Einspeiseleitung des WVU wieder aufgefüllt.

Für die Dimensionierung und Ausstattung der Löschwasserversorgung wurden Abstimmungsgespräche mit der Feuerwehr Nürnberg geführt. Die Löschwassermenge beträgt insgesamt 144 m<sup>3</sup>, die über einen Zeitraum von mind. 2 Stunden bei einem dynamischen Druck von mind. 6 bar an den Ausgangsstellen vorgehalten werden muss. Die Löschwasserversorgung übertrifft damit die Anforderungen der RABT, die 72 m<sup>3</sup>/h über einen Zeitraum einer Stunde fordern. Die angegebene Löschwassermenge bezieht sich auf den gesamten Einsatz und teilt sich auf mehrere Wasserentnahmestellen auf.

Neben jeder Notrufkabine (Abstand zwischen 120 m und max. 150 m) wird ein Wandhydrantenschrank (Einbauschrank Form B gemäß DIN 14461-1 Typ Erlangen) mit einer Schlauchhaspel nach DIN EN 671-1 mit bis zu 30 m formstabilen Schlauch DN 25 vorgesehen. Der Schlauchanschluss kann mit dem Übergangsstück von B auf C abgekuppelt werden. Der freigewordene B-Anschluss kann für den Feuerwehreinsatz verwendet werden, da die Zuleitung für eine Wasserliefermenge der Ausführungsart „B“ vorgesehen wird. Unterhalb der Schlauchhaspel steht ein zweite Festkupplung (Größe C) zu Verfügung.

Zwischen den Notrufkabinen wird jeweils eine Hydranten-Nische mit einem Überflurhydrant (2x B-Anschluss) vorgesehen.

Die Löschwasserleitung wird als Ringleitung ausgeführt. (Leitungsführung in der Schottertragschicht).

Neben den Notausgangstüren in der Mittelwand wird eine Löschwasserdurchführung jeweils mit Blindkupplung und Kette (B-Anschluss) vorgesehen.

### 4.7.2 Handfeuerlöscher

In jeder Notrufkabine werden 2 Stück 6 kg-Pulverlöscher (Klassen A, B, C) vorgesehen und je einer pro Schlauchhaspel, die so angeordnet werden, dass sie vom Verkehrsraum aus zugänglich sind.

Die Feuerlöscher werden mit entsprechenden Hinweisschildern gekennzeichnet. Im Bereich der Betriebsgebäude werden baugleiche Löscher vorgesehen. In allen Räumen, in denen Schaltanlagen untergebracht sind, werden zusätzlich CO<sub>2</sub>-Löscher vorgesehen.

## 4.8 Beleuchtungsanlage

Die Beleuchtungsanlage des Tunnels wird gemäß RABT ausgeführt. Sie gliedert sich in Adaptationsbeleuchtungsanlagen (= Einfahrtbeleuchtung) und Durchfahrtsbeleuchtungsanlagen (= Innenstreckenbeleuchtung) in den beiden Haupt- sowie Nebenröhren (Ein- und Ausfahrten).

Sowohl die Adaptationsbeleuchtungsanlagen als auch die Durchfahrtsbeleuchtungsanlagen werden nach dem Mischkontrastprinzip vorgesehen.

Die Adaptationsbeleuchtung in den Einfahrtstrecken vom Westportal, Einfahrt Südstadt und Landgrabenstraße erfolgt in einem Lichtband. Die Adaptationsbeleuchtung am Südportal wird auf Grund der Tunnelbreite (3 Fahrspuren) mit 2 Lichtbändern realisiert.

Die Adaptationsbeleuchtungsanlagen (Natrium-Hochdruckleuchten) werden unabhängig voneinander in Abhängigkeit von den Außenleuchtdichten in 8 Stufen über Außen- und Innenleuchtdichtesensoren geregelt. Überschreitet die Außenleuchtdichte den der Auslegung zugrunde gelegten Maximalwert, wird die zulässige Geschwindigkeit von 70 km/h auf 50 km/h reduziert (betrifft nur die Hauptröhren).

Die Tag- und Nachtstufe der Durchfahrtsbeleuchtung wird über eine dimmbare LED-Leuchte realisiert. Im Tunnelbereich mit ein bzw. zwei Richtungsfahrspuren wird jeweils nur 1 Lichtband vorgesehen. In Tunnelbereichen mit 3 Fahrspuren werden 2 Lichtbänder erforderlich.

Die Beleuchtung der Pannenbuchten erfolgt mit dem 3-fachen Niveau der restlichen Innenstreckenbeleuchtung.

Die USV-versorgte Durchfahrtsbeleuchtung dient gleichzeitig als Notbeleuchtung und wird daher in Funktionserhalt (E 90) verkabelt.

Im Brandfall werden alle Beleuchtungsanlagen, im Tunnel sowie die Beleuchtung der Zufahrtswege und Sammelflächen an den Betriebsgebäuden auf höchster Stufe bzw. ohne Reduzierung eingeschaltet.

Zur Reduzierung des Himmelanteils vom L20-Kreis wird auf dem Westportal ein Blendschutz vorgesehen. Hierdurch kann die Leuchtdichte vom L20 Kreis reduziert werden, um Investitions- und Energiekosten einzusparen.

## 4.9 Lüftung

Die Auslegung der Lüftungsanlage erfolgt auf Grundlage der RABT unter Berücksichtigung folgender Verkehrsbelastungen:

Abschnitt	Bau-km von / bis	Prognoseverkehrsbelastung 2030 [Kfz/24h]	Anteil Schwerlastverkehr (24h-Mittel) [%]
1	km 0+800 bis km 1+350	45.500	14,5
2	km 1+350 bis km 2+185	32.300	18,6
3	km 2+185 bis km 2+762	59.200	12,7

entspricht Tabelle 1 Prognose Frankenschnellweg – Endausbau 2030 [6]

Es wird von einer maximalen Brandleistung von 100 MW und einer Rauchproduktion von bis zu 200 m<sup>3</sup>/s in beiden Röhren ausgegangen.

Tunnellänge, Steigung, Verkehrsbelastung und Topographie erlauben als wirtschaftliche Lösung eine reine Längslüftung mit Strahlventilatoren. Die Abluft erfolgt jeweils über die Ausfahrtspartale.

Der Tunnel erhält eine Längslüftung mit insgesamt 70 reversierbaren Strahlventilatoren mit einem Lafraddurchmesser von 710 mm und einem Standschub von 795 N. Die Motorleistung beträgt 30 kW, die elektrische Leistung ca. 33 kW, so dass sich eine Gesamtleistung von = 38 x 33 kW = 1254 kW der Strahlventilatoren für die Richtungsrohre Fürth und = 32 x 33 kW = 1056 kW der Strahlventilatoren für die Richtungsrohre Hafen ergibt.

Im Tunnel-Rechteckquerschnitt sind die Strahlventilatoren in Wandnischen vorgesehen. Die Strahlventilatoren sind immer beidseitig vom Fahrbahnrand auf gleicher Höhe in den Wandnischen montiert. Pro Nische und Seite werden entweder ein Strahlventilator oder zwei Strahlventilatoren übereinander angeordnet. Die Wandnischen besitzen eine Gesamtlänge von rund 15 m einschließlich seitlichen Abschrägungen und sind aerodynamisch an die Strahlventilatoren angepasst. Im Gewölbequerschnitt sind die Strahlventilatoren immer paarweise unterhalb der Tunneldecke vorgesehen.

Folgende Anlagen (Strahlventilatoren und ansteuernde Messtechnik) werden in den Tunnelröhren vorgesehen:

Röhre A – Hauptportal West bis Ausfahrtsportal „Landgrabenstraße“:

6 Strahlventilatoren

in 3 Gruppen je 2 Ventilatoren

1 CO-Messanlage

3 Sichttrübungs-Messanlagen

1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Röhre A – Ausfahrtsportal „Landgrabenstraße“ bis Einfahrtsportal „Südstadt“:

8 Strahlventilatoren

in 4 Gruppen à 2 Ventilatoren

1 CO-Messanlage

5 Sichttrübungs-Messanlagen

1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Röhre A – Einfahrtsportal „Südstadt“ bis Hauptportal Süd (Westseite):

- 6 Strahlventilatoren
  - in 3 Gruppen je 2 Ventilatoren
- 1 CO-Messanlage
- 3 Sichttrübungs-Messanlagen
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Röhre B – Hauptportal Süd (Ostseite) bis Ausfahrtsportal „Südstadt“:

- 10 Strahlventilatoren
  - in 3 Gruppen je 2 Ventilatoren sowie 1 Gruppe à 4 Ventilatoren
- 1 CO-Messanlage
- 4 Sichttrübungs-Messanlagen
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Röhre B – Ausfahrtsportal „Südstadt“ bis Einfahrtsportal „Landgrabenstraße“:

- 10 Strahlventilatoren
  - in 5 Gruppen je 2 Ventilatoren
- 1 CO-Messanlage
- 5 Sichttrübungs-Messanlagen
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Röhre B – Einfahrtsportal „Landgrabenstraße“ bis Hauptportal West:

- 6 Strahlventilatoren
  - in 3 Gruppen je 2 Ventilatoren
- 1 CO-Messanlage
- 3 Sichttrübungs-Messanlagen
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Nebenröhre A – Ausfahrt Landgrabenstraße:

- 4 Strahlventilatoren
  - in 1 Gruppe je 4 Ventilatoren
- 1 Sichttrübungs-Messanlage
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Nebenröhre A – Einfahrt Südstadt:

- 8 Strahlventilatoren
  - in 2 Gruppen je 4 Ventilatoren
- 1 Sichttrübungs-Messanlage
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Nebenröhre B – Einfahrt Landgrabenstraße:

- 4 Strahlventilatoren
  - in 1 Gruppen je 4 Ventilatoren
- 1 Sichttrübungs-Messanlage
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

**Nebenröhre B – Ausfahrt Südstadt:**

- 8 Strahlventilatoren
  - in 2 Gruppen je 4 Ventilatoren
- 1 Sichttrübungs-Messanlage
- 1 Strömungs-Messanlage (je 3 Messgeräte)

Zur Ansteuerung wird je lüftungstechnischem Abschnitt in den Hauptröhren eine CO-Messanlage vorgesehen. Sichttrübungsmessstellen werden in den Hauptröhren in einem Abstand von etwa 150 m montiert sowie jeweils eine Messstelle in den Zu- und Abfahrten. Jeder Lüftungsabschnitt erhält eine Strömungsmessanlage, die jeweils aus drei Messgeräten besteht. Im Brandfall erfolgt weiterhin die Ansteuerung der Strahlventilatoren über die Brandmeldeanlage des Tunnels.

Abgesehen von den Handbedienmöglichkeiten ist eine automatische Steuerung der Tunnellüftung vorgesehen. Im Regelbetrieb erfolgt die Belüftung bei flüssigem Verkehr durch die Kolbenwirkung der Fahrzeuge. Im Ausnahmefall von Stau wird die Lüftung als durchgehende Längslüftung betrieben.

Das Ein- und Ausschalten bzw. die Regulierung erfolgt nach den gemessenen Sichttrübungs- und CO-Werten sowie der Tunnelluftgeschwindigkeit. Bei Überschreitung der Sichttrübungsgrenzwerte ( $12 \text{ km}^{-1}$ ) sowie der CO-Grenzwerte (200 ppm) erfolgt eine automatische Tunnelsperrung der betroffenen Röhre.

Im Brandfall werden bis zum Eintreffen der Brand- und Katastropheneinsatzkräfte die erforderlichen Brandlüftungsprogramme automatisch durch die Brandmeldeanlage im Tunnel aktiviert. Diese steuert die Ventilatoren abhängig vom Brandort und der gemessenen Luftgeschwindigkeit.

In der Regel werden die Ventilatoren bei Richtungsverkehr in Fahrtrichtung, d. h. in der Richtung, in der die Fahrzeuge den Tunnel noch verlassen können, betrieben. Im Fall eines Brandes in einer Tunnelröhre wird gemäß RABT in der Nachbarröhre ein Gegendruck aufgebaut, um die Fluchtwege in die Nachbarröhre rauchfrei zu halten.

Meldet die Verkehrserfassung stehende Fahrzeuge zwischen Brandort und einem der Ausfahrtportale, so wird davon ausgegangen, dass ein freies Ausfahren der Fahrzeuge nach dem Brandort nicht möglich ist. Auf beiden Seiten des Brandortes können sich Personen und Fahrzeuge befinden. Die Strahlventilatoren werden dann so betrieben, dass im Brandabschnitt eine kleine Soll-Strömungsgeschwindigkeit angestrebt wird, um eine eventuelle vorhandene Luft-/Rauchschichtung möglichst zu erhalten.

Bei Brand in einer Tunnelröhre werden mittels der Signalanlagen und den Schranken an den Portalen stets beide Tunnelröhren gesperrt. Ab Eintreffen der Brand- und Katastropheneinsatzkräfte vor Ort, können diese vor Ort die Lüftersteuerung übernehmen.

Am Westportal wird eine Mittelwand, gegen Kurzschlusslüftung des Rauches in die nicht betroffene Röhre, vorgesehen.

## 4.10 Verkehrsbeeinflussungseinrichtungen

Nach Bild 32 der RABT 2016 ist bei Tunnels länger als 1.200 m Länge (hier maximal 1.812 m), einer Verkehrsqualitätsstufe D (gemäß Tabelle 14 RABT 2016 für Prognose 2030) und einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h eine verkehrstechnische Grundausstattung vorzusehen.

Aufgrund des nicht vorhandenen Seitenstreifens und insbesondere wegen der unterirdischen Einfahrt von der Südstadt, der Einfahrt Landgrabenstraße, sowie zweier Ausfahrten mit möglichem Rückstau vom nachgeordneten Netz erfolgt die Anordnung einer Erweiterten Ausstattung.

Diese besteht im Wesentlichen aus:

- Statischer Beschilderung gemäß RABT
- Verkehrsdatenerfassung zur Überwachung der Verkehrssituation innerhalb und in den Abflussbereichen des Tunnels
- Restriktiver Geschwindigkeitsüberwachung zur Sicherstellung der Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten
- Tunnelsperranlagen (Wechsellichtzeichen, Schranken) an allen Einfahrtportalen zur Unterbindung des Zuflusses in den Tunnel
- Wechselverkehrszeichen zur Trichterung im Zulauf der Sperranlagen, Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und Gefahrenwarnung bei Stör- oder Notfällen nach RABT, sowie bei dichtem Verkehr und Spurssperrungen
- Dauerlichtzeichen zur eindeutigen Spurführung bei Fahrstreifensperrungen
- Wechselwegweiser und Sperrhinweise im Nahbereich zur sicheren Führung des Verkehrs
- Vorgelagerte Wechseltextanzeigen an ausgewählten Standorten zur Anzeige von Umleitungen

Die verkehrstechnische Ausstattung wird von einem Verkehrsrechner nach MARZ 99 [2] mit Kommunikation über „TLS over IP“ [3] gesteuert. Für die Tunnelsperranlagen ist eine Rückfallebene für die Ansteuerung über die Leittechnik vorzusehen mit gesonderten Kommunikationswegen zusätzlich zur TLS-Ansteuerung.

Die Ausprägung der Kopplung zwischen Zentraler Leittechnik (ZLT) und Verkehrsrechner der Unterzentrale (UZ) ist gemäß RABT 2016 vorzusehen. Dazu erfolgt eine bidirektionale Kopplung mit der Zentralen Leittechnik bzw. Anlagenleitebene des Tunnels, um das einwandfreie Zusammenwirken von betrieblicher und verkehrlicher Tunnelsteuerung sicherzustellen.

#### 4.10.1 Verkehrsprogramme

Folgende Verkehrsprogramme werden von einer verkehrstechnischen Unterzentrale angesteuert:

VP-Nr.	Verkehrsprogramm
1a/b	Normalbetrieb (70 km/h)
2a/b	Leichte Behinderung (50 km/h)
11	Leichte Behinderung (50 km/h) beide Fahrtrichtungen
3a/b	Sperrung linke Fahrspur
4a/b	Sperrung rechte Fahrspur
5a	Sperrung Röhre A (ohne Schranken)
5b	Sperrung Röhre B (ohne Schranken)
12	Vollsperrung (ohne Schranken) beide Fahrtrichtungen
6a	Sperrung Röhre A (mit Schranken)
6b	Sperrung Röhre B (mit Schranken)
13	Vollsperrung (mit Schranken) beide Fahrtrichtungen
7a/b	Hohe Verkehrsbelastung (Stau)
8a	Teilsperrung Röhre A (vom Westportal bis Einfahrt Südstadt)
8b	Teilsperrung Röhre B (vom Südportal bis Einfahrt Landgrabenstraße)
9a	Rückstau Knoten FSW/Landgrabenstr.

Tabelle 4 Verkehrsprogramme (Röhre A (FR Hafen) Programmindex a / Röhre B (FR Fürth) Programmindex b)

Aufgrund der Relevanz von Stör- und Notfällen im Bereich des Frankenschnellwegs für das regionale und überregionale Netz ist eine Übermittlung von Statusinformationen Tunnel an das VLS Messe/Stadion und für Zwecke der Netzbbeeinflussung an die Autobahndirektion Nordbayern vorgesehen.

#### 4.10.2 Höhenkontrolle

Elektronische Höhenkontrollen sind nicht vorgesehen, da alle Betriebs-einrichtungen oberhalb der lichten Höhe von 4,5 m liegen.

### 4.11 Betriebsgebäude

Zur Unterbringung sämtlicher für die Elektroversorgung und Lüftung des Tunnels notwendigen Einrichtungen sowie von Aufenthaltsräumen für das Wartungs- und Bedienungspersonal ist ein Betriebsgebäude Mitte über dem Tunnel bei km 1+595 sowie ein Betriebsgebäude Süd bei km 1+045 vorgesehen. Die Betriebsgebäude versorgen jeweils zur Hälfte den Tunnel und die jeweiligen angrenzenden Bereiche der Tunnelvorfelder bzw. der Tunneloberfläche.

Das BG Mitte sowie das BG Süd haben oberirdische Zugänge zu den jeweiligen Betriebsräumen und Fluchttreppenhäusern. Alle Betriebsräume werden gemäß RABT über T30 Türen voneinander getrennt.

Zwischen dem Erdgeschoss und der Ebene Tunnel verläuft ein senkrechter Feuerwehrschaft für die Rettung von Verletzten. Dieser Schacht grenzt an das Fluchttreppenhaus.

Das Fluchttreppenhaus wird bei Wartungsarbeiten auch als Zugangstreppenhaus für die jeweiligen Geschossebenen vorgesehen. Von beiden Tunnelröhren ist über eine Schleuse der Zugang zum Fluchttreppenhaus möglich. Auf Grund der Schleuse kann auf eine Überdruckbelüftung verzichtet werden.

Unter der Fahrbahn (beide Tunnelröhren) wird quer zur Fahrtrichtung ein begehbarer Kabelgang angeordnet, über den die Leerohre im Tunnelbankett angebunden werden sollen. Über diesen Kabelgang befindet sich ein senkrechter Kabelsteigeschacht der mit allen Etagen des Betriebsgebäudes verbunden ist. In diesem Schacht werden über Gitterroste Zwischenpodeste erstellt. Vom Treppenhaus besteht auf allen Etagen jeweils ein Zugang zum Kabelsteigeschacht.

Alle Betriebsräume werden mit aufgeständertem Doppelboden ausgeführt. In den beiden Trafokammern werden Fahrschienen für die Trafos sowie begehbarer Gitterroste vorgesehen.

### **Betriebsräume Betriebsgebäude Mitte**

#### **Erdgeschoss**

- Mittelspannung
- Traforaum I und II
- BMA
- Warte
- Flure / WC
- Raumbelüftung
- Mobilfunk
- Schwachstrom
- Stat. Geschwindigkeitskontrolle (SGK)

#### **1. Untergeschoss**

- Flure
- NSHV + Tunnellüftung
- Lager
- Batterieanlage
- USV-Anlage
- Tunnelfunk
- USV-Verteilung

### **Betriebsgebäude Süd**

Das BG Süd mit oberirdischem Zugang hat folgende brandschutzmäßig getrennten Betriebsräume [5]:

#### **Erdgeschoss**

- Mittelspannung
- Traforaum I und II
- BMA
- Warte
- Flur / WC
- Raumbelüftung

#### **1. Untergeschoss**

- NSHV + Tunnellüftung
- Schwachstrom
- Flur
- Tunnelfunk

#### **2. Untergeschoss**

- USV-Anlage
- Batterieanlage
- Lager / Werkstatt
- Flur
- USV-Verteilung

## 4.12 Energieversorgung

Die Energieversorgung der Tunnelanlage erfolgt mittelspannungsseitig über das 20 kV-Netz als Schleifeneinspeisung sowohl in das Betriebsgebäude Mitte als auch ins BG-Süd.

Im BG-Mitte und BG Süd wird jeweils eine 20kV-Mittelspannungsschaltanlage in SF<sub>6</sub>-Technik mit 2 Transformatoren à 1250 kVA vorgesehen.

Die Verteilung der Energie erfolgt über die Niederspannungshauptverteilungen der beiden Betriebsgebäude, über die alle Unterverteiler und Anlagen (über Abgangsleistungsschalter) versorgt werden. In den Elektro-Nischen und Notrufkabinen werden Unterverteiler für die Beleuchtung, Verkehrszeichen und alle übrigen elektrischen Verbraucher angeordnet. Die Versorgung der Strahlventilatoren erfolgt aus den Betriebsgebäuden.

Alle Unterverteilungen werden sternförmig bzw. im Wechsel auf max. 2 Nischen begrenzt angefahren, um eine eindeutige Selektivität der Auslöse- und Sicherungsorgane zu erreichen. Hierbei werden u.a. zum Schutz der Kabeldurchschleifungen in den Nischen die Nischentüren bzw. Nischenverblendungen in feuerbeständiger Ausführung bemessen, so dass im Brandfall der betroffene Abschnitt und alle weiteren Nischen für 90 Minuten in Funktion bleiben.

Als Verbrauchsspannung ist 400/230 V Drehstrom vorgesehen. Der Netzaufbau erfolgt als TNC-S-Netz.

Zur Reduzierung des Blindstrombedarfs (insbesondere verursacht durch die Tunnellüftung) wird in beiden Betriebsgebäuden eine Kompensationsanlage vorgesehen. Alle Leuchten werden einzelkompensiert.

Zur Versorgung aller sicherheitsrelevanten Verbraucher wird je Betriebsgebäude eine USV-Anlage mit 60 min. Autonomiezeit vorgesehen. Folgende Verbraucher werden bei Netzausfall aus den USV-Anlagen versorgt:

- Notbeleuchtung Tunnel (Durchfahrtsbeleuchtung)
- Beleuchtung Betriebsgebäude (= Sicherheitsbeleuchtung)
- Beleuchtung Flucht- und Rettungswege
- Notrufhinweisleuchten
- Fluchtweghinweisleuchten
- Fluchtwegkennzeichnung und Orientierungsleuchten
- Selbstleuchtende Markierungselemente
- Brandmeldeanlagen (BG und Tunnel)
- Tunnelfunkanlage
- Lautsprecheranlage
- Videoüberwachungsanlage
- Notrufanlage
- Verkehrsanlagen / Tunnelsperranlage
- MSR-Technik (Messtechnik, Einzelsteuerungen, Zentrale Leittechnik)

Die Versorgung vorgelagerter bauseitigen Verkehrsanlagen erfolgt ebenfalls durch die USV-Anlage (über entsprechende Umspanner) mit 950/400 V Drehstrom.

Die Verkabelung aller Anlagen erfolgt mittels halogenfreier Kabel (Verkehrsraum Tunnel und BG) bzw. mittels Erdkabeln (bei Verlegung in Kabeltrögen, Leerrohren und im Erdreich).

Die Verkabelung der Durchfahrtsbeleuchtung, Fluchtwegbeleuchtung sowie die Strahlventilatoren (ab Ventilator-Nische Tunnel) erfolgt mit feuerbeständigen Kabeln.

## 4.13 Tunnelleitzentrale

Die Tunnelüberwachung (Steuerung) wird von der ständig besetzten Tunnelleitzentrale VBZ Nordbayern aus wahrgenommen, wie gemäß RABT 2016 für die „ständig besetzte Stelle“ vorgesehen. Die umfasst sowohl die Überwachung der Betriebsbereitschaft, Veranlassung von Entstörungen, als auch den aktiven Eingriff am System.

Hier laufen alle Meldungen, Alarne, Notrufe und Videobilder aus der Anlage auf. Unter Einhaltung des noch zu erstellenden Alarm- und Gefahrenabwehrplans und den dort fixierten Prioritäten und Meldewegen werden von hier alle Meldungen und Alarne zu den zuständigen Stellen weitergeleitet.

Die VBZ Nordbayern überwacht den Betrieb im Tunnel und veranlasst im Bedarfsfall die erforderlichen Schritte gemäß AGAP.

Durch die Möglichkeit der Einsprache in die Lautsprecher- und Tunnelfunkanlage kann die VBZ zudem im Gefahrenfall während der Selbstrettungsphase die Verkehrsteilnehmer über Verhaltensanweisungen, Fluchtwege und Sicherseinrichtungen informieren.

Während der Fremdrettungsphase (nach Eintreffen der Feuerwehr) schaltet die VBZ bedarfsweise in Abstimmung mit Feuerwehr, Rettungsdienst und Polizei die Anlage (speziell Sperrungen, Entrauchungsprogramme etc.).

Zur Sicherstellung eines ausreichend hohen Niveaus begleitet das Bedienpersonal der VBZ alle stattfindenden Sicherheitsübungen und nimmt regelmäßig an Übungen und Schulungen (→ Tunnelsimulator) teil.

## 4.14 Tabellarische Übersicht der technischen Einbauten

Beleuchtung	
Adaptionsstrecken	Mischkontrastbeleuchtung, 8-stufig (symmetrische Beleuchtung)
Tunnelinnenstrecken	Mischkontrastbeleuchtung (Tag- und Nachtstufe) (symmetrische Beleuchtung)
Lichtsensoren	2 Stück je Adaptionszone (insges. 8 Stück) 1 Stück Leuchtdichtekamera Durchfahrt pro Röhre 1 Stück Lichtsensor für Tag/Nacht-Umschaltung

<b>Lüftung</b>	
Lüftungsart	Längslüftung 70 Strahlventilatoren
CO-Messung	6 Stück
Sichttrübungsmessung	27 Stück
Strömungsmessung	30 Stück

<b>Verkehrsleiteinrichtungen</b>	
Lichtsignalanlagen	An den Haupt- und Nebenportalen sowie im Bereich der Sperrschränken vor den Portalen
Sperrschränken	In Fahrtrichtung vor den Haupt- und Nebenportalen.
WVZ	In den Tunnelvorläufen, im Tunnel und in den Tunnelnachläufen vorgesehen
Wechselwegweiser	In den Tunneleinfahrten sowie als Überkopfbeschilderung im Tunnel vorgesehen
Wechseltextanzeigen	Zur Anzeige von Umleitungen (z.B. U1-3) an ausgewählten Positionen
Dauerlichtzeichen	Im Tunnel und in den Tunnelvorfeldern vorgesehen
Messquerschnitte	Im Tunnel und in den Tunnelvorfeldern vorgesehen
Stationäre Geschwindigkeitsüberwachung	In den beiden Hauptröhren sind insgesamt 6 stationäre Anlagen zur Überwachung der dynamisch geschalteten Höchstgeschwindigkeit vorgesehen

<b>Sicherheitseinrichtungen</b>	
Notrufkabinen	Im Tunnel maximal alle 150 m und an den Portalen (Notrufnischen/-säulen)
Videoüberwachung	Im Tunnel ca. alle 50 bis 70 m und an den Portalen
Tunnelfunk	Tetra TMO Tetra DMO 2 m DMR-Betriebsfunk
Verkehrsfunk / Radio	UKW-Verkehrsfunk / DAB-Radio mit röhrengrenzenlosem Einsprechen
Lautsprecheranlagen	Im Tunnel und an den Portalen, Abstände vorbehaltlich schalltechnischer Untersuchung.
Manuelle Brandmelde-einrichtungen	Im Bereich der Notrufkabinen, Elektro-Nischen, Fluchttreppenhäuser sowie in den Betriebsräumen der Betriebsgebäude

Automatische Brandmelde-einrichtungen	Linienbrandmelder im Tunnel in allen Röhren Automatikmelder in den Elektro-Nischen sowie in den Betriebsräumen der Betriebsgebäude
Feuerlöscher	2x 6 kg A, B, C) in den Notrufkabinen und 1x 6 kg im Wandhydrantenschrank Typ ER sowie in den Betriebsräumen. CO <sub>2</sub> -Löscher in den Schaltanlagenräumen.
Hydranten	Im Tunnel im halben Abstand der Notrufkabinen und an allen Portalen. Anordnung der Hydranten auf Seite der Notrufstationen.
Löschwasserleitung	Ausbildung als Ring im Bereich der Außenwände
Fluchtwegkennzeichnung- und Orientierungsleuchten	Alle 25 m auf Seite der Fluchtwiege (Innenwand Haupttunnel, bzw. Außenwand Nebentunnel, beidseitig im Bereich der 3-streifigen Verkehrsführung)
Fluchtweghinweiszeichen	Beidseitig an allen Fluchtwegen (Querschläge, Fluchttreppenhäuser) mit Blitzleuchte oberhalb der Fluchttüren
Notrufhinweiszeichen	Oberhalb der Notrufstationen mit gelbem Rundumblinker
Selbstleuchtende Markierungselemente	Alle 25 m, beidseitig
Tunnellängsentwässerung	Ja
Schlitzrinne	Ja
<b>Stromversorgung</b>	
Netzversorgung	20 kV / Schleifeneinspeisung SF <sub>6</sub> mit 2 Trafos á 1250 kVA im BG-Mitte sowie BG-Süd
Ersatzstromversorgung	1 USV-Anlagen á 200 kVA, 60 min. BG Mitte 1 USV-Anlagen á 160 kVA, 60 min. BG Süd
<b>Sonstiges</b>	
Anschlagpunkte	An den Tunnelwänden werden in regelmäßigen Abständen (alternierend alle 40 m an der Außenwand bzw. Mittelwand) Anschlagpunkte für die Feuerwehr vorgesehen, um Fahrzeuge bei einem Verkehrsunfall voneinander zu trennen

Tabelle 5 Tabellarische Übersicht der technischen Einbauten

## 5 Schadensszenarien und Meldewege

### 5.1 Typische Schadensszenarien

#### 5.1.1 1. Szenario – untergeordnete technische Störung = Ereignsstufe 1.1

Untergeordnete technische Störungen führen zu keiner unmittelbaren Beeinflussung des Verkehrs im Tunnel.

##### **Kurzbeschreibung**

Durch die Vielzahl der verbauten technischen Komponenten sind generell viele Störungen denkbar, die die Verkehrssicherheit des Tunnels nicht unmittelbar beeinflussen. Dies können beispielweise sein:

- Ausfall / Störung einzelner Leuchten der Tunnelbeleuchtung
- Ausfall / Störung einzelner aktiver Markierungselemente
- Ausfall / Störung einzelner Strahlventilatoren
- Ausfall / Störung einzelner Messquerschnitte (Sichttrübung, Strömung...)
- Ausfall / Störung einzelner Messsensoren (Leuchtdichte, Füllstand...)
- Ausfall / Störung der Visualisierung ZLT
- Ausfall / Störung der Raumbelüftungsanlage BG Mitte / Süd
- Ausfall / Störung der Beleuchtungsanlage BG Mitte / Süd
- Ausfall / Störung der Einbruchmeldeanlage BG Mitte / Süd
- Etc.

##### **Mögliche Ursachen:**

Ende der Lebensdauer technischer Komponenten, Versagen von Komponenten durch Fertigungsfehler, Beschädigung durch Dritte (Verkehrsteilnehmer, Wartungs- und Betriebspersonal etc.) sowie Beschädigung durch äußere Einflüsse (Blitzschlag, Überspannung, Überflutung etc.).

##### **Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung sind nicht erforderlich.**

Durch die zuständige Leitstelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes bzw. des Wartungsvertrags zu handeln und bei Notwendigkeit die Wartungsfirma oder der städt. Bereitschaftsdienst zu alarmieren.

#### 5.1.2 1. Szenario – sicherheitsrelevante technische Störung = Ereignsstufe 1.2

Sicherheitsrelevante technische Störungen führen zu einer unmittelbaren Beeinflussung des Verkehrs im Tunnel.

##### **Kurzbeschreibung**

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.

**Mögliche Ursachen:**

Stromausfall, Leistungsstörungen (Telekommunikation), Kabelfehler, Ende der Lebensdauer technischer Komponenten, Versagen von Komponenten durch Fertigungsfehler, Beschädigung durch Dritte (Verkehrsteilnehmer, Wartungs- und Betriebspersonal etc.) sowie Beschädigung durch äußere Einflüsse (Blitzschlag, Überspannung, Überflutung etc.).

**Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung sind zwingend erforderlich. Solche Maßnahmen sind:**

- Geschwindigkeitsreduzierung mit Gefahrenwarnung
- ggf. Sperrung des betroffenen Fahrstreifens, ggf. Tunnelteil- oder -vollsperrung und (soweit möglich)
- visuelle Anzeige über WVZ im Tunnel und im Vorfeld.
- Ausleitung des Verkehrs vor den Tunnelzufahrten über Wechselwegweiser

Durch die zuständige Leitstelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln, der städt. Bereitschaftsdienst und bei Notwendigkeit die Feuerwehr / Polizei oder anderweitige Hilfsdienste, wie Wartungsfirma oder Baubezirk der Stadt zu alarmieren.

Im Falle einer Störung der Anbindung der Überwachungsstelle ist das Betriebsgebäude dauerhaft zu besetzen.

Eine komplette Sperrung des Tunnels erfolgt auf Anforderung der Einsatzleitung.

### 5.1.3

### **2. Szenario – technische Hilfeleistung „Panne“ = Ereignistufe 2**

Pannen führen in 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.

**Kurzbeschreibung**

Durch Fahrbahnverunreinigung, Verkehrshindernisse, liegen gebliebene Fahrzeuge (technischer Defekt, kein Kraftstoff u. ä.) 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 spontan die Spur wechseln oder es zu starken Bremsmanövern kommt, was den nachfolgenden Verkehr massiv gefährden kann.

**Mögliche Ursachen:**

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

**Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung sind zwingend erforderlich.**

Solche Maßnahmen sind:

- Geschwindigkeitsreduzierung mit Gefahrenwarnung
- ggf. Sperrung des betroffenen Fahrstreifens, ggf. Tunnelteil- oder -vollsperrung und (soweit möglich)
- visuelle Anzeige über WVZ im Tunnel und im Vorfeld.
- Ausleitung des Verkehrs vor den Tunnelzufahrten über Wechselwegweiser

Durch die zuständige Leitstelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und bei Notwendigkeit die Feuerwehr / Polizei oder anderweitige Hilfsdienste, wie Straßenbaubezirk zu alarmieren.

Eine komplette Sperrung des Tunnels erfolgt auf Anforderung der Einsatzleitung.

**5.1.4 3. Szenario – Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand) = Ereignisstufe 3**

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. Kollisionen mit der Tunnelinfrastruktur, mit der Tunnelwand) oder solche mit anderen Fahrzeugen unterschieden werden. Auch dieser Szenariotyp kann ein auslösendes Ereignis für Folgeereignisse wie etwa weitere Auffahrunfälle oder Brände, sein.

**Verkehrsunfall (VKU)**

Unfälle (Kollision Tunnelwand) mit Beteiligung von bis zu 3 Pkw, Unfälle mit eingeklemmter Person, Behinderung einer oder mehrerer Fahrspuren.

**Mögliche Ursachen:**

Überhöhte Geschwindigkeit, Bremsversagen, Übermüdung, Unachtsamkeit, Alkohol, Falschfahrer u. a.

**Maßnahmen:**

Es ist die Durchführung verkehrsbeeinflussender Maßnahmen, wie z.B. Sperrung der betroffenen Fahrspur(en) im Tunnel und ggf. Teil- oder Vollsperrung mit Ausleitung des Verkehrs erforderlich.

Durch die Videoüberwachung werden die Ergebnisse ausgewertet.

Durch die zuständige Leitstelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und bei Notwendigkeit die Feuerwehr / Polizei oder anderweitige Hilfsdienste, wie Straßenbaubezirk zu alarmieren.

Weitere Entscheidungen sind durch die Einsatzleitung zu treffen.

## 5.1.5 4. Szenario – Massenanfall Verletzte (MANV) = Ereignsstufe 4

Massenunfälle ab 3 Pkw oder Unfall mit einem Bus / Lkw, Behinderung bzw. Beteiligung beider Fahrbahnen.

### **Mögliche Ursachen:**

Überhöhte Geschwindigkeit, Bremsversagen, Übermüdung, Unachtsamkeit, Alkohol, Falschfahrer u. a.

### **Maßnahmen:**

Es sind verkehrsbeeinflussende Maßnahmen, wie Sperrung der betroffenen Fahrspur(en) im Tunnel und Ausleitung des Verkehrs durchzuführen.

Durch die zuständige Leitstelle ist nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln und bei Notwendigkeit die Feuerwehr / Polizei oder anderweitige Hilfsdienste, wie Straßenbaubezirk zu alarmieren.

Bei Unfällen mit unklarer Informationslage, mehreren verletzten Personen oder auf Anweisung der Einsatzleitung vor Ort sind weitere Maßnahmen, einschließlich Röhrenserrung / Tunnelvollsperrung, möglich.

Sperrung des Tunnels und Ausleitung des Verkehrs.

Im Falle der vorgenannten Ereignisse ist davon auszugehen, dass eine komplette Richtungsrohre betroffen ist. In Fahrtrichtung vor dem Unfall fährt der Verkehr aus dem Tunnel, hinter dem Unfall kommt es rückläufig je nach Verkehrsaufkommen zum Stau. Je nach Feststellung des Ereignisses über Videokamera, Sichttrübmessung oder Notruf ist sofort durch die Leitstelle die Sperrung der Tunnelrohre zu veranlassen und mögliche Ableitungen des Verkehrs über entsprechende Umfahrungen zu organisieren.

Die Verkehrsteilnehmer hinter dem Ereignisort stehen im Stau und warten auf Anweisungen und / oder bewegen sich am Unfallort, was eine zusätzliche Gefahrenquelle darstellt.

Für die Einsatz- und Rettungskräfte stehen die Hauptanfahrtswege in Richtung Tunnel zur Verfügung. Weiterhin ist die Anfahrt zu den Betriebsgebäuden / Rettungsschächten nutzbar, um von dort die Einsatzkräfte einzusetzen. Je nach Art und Schwere des Unfallen fallen verletzte Personen an, welche mit Rettungsmitteln (NEF, RTW, KTW) abtransportiert werden müssen. Auf den ausgewiesenen Rettungs-/ Stellplätzen für die Einsatztechnik können bei Erfordernis weitere Kräfte und Mittel der Einsatzdienste Feuerwehr / Polizei und Rettungsdienste in Bereitstellung vorgehalten werden.

Die vom Unfall / Ereignis nicht betroffenen Pkw können auf Anweisung durch die Einsatzkräfte im Bereich der Notfall- und Pannenbuchten wenden und den Tunnel verlassen.

Eine weitere Variante im Ereignisfall ist eine Totalsperrung des Tunnels. Die Zufahrt erfolgt über die nicht betroffene Röhre, Rettungsmaßnahmen können über die Querschläge erfolgen.

### 5.1.6 5. Szenario – Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR) = Ereignsstufe 5

Brandereignisse in Straßentunneln haben in den vergangenen Jahren zu einer Vielzahl von Neuerungen, Verbesserungen und Anpassungen im Bereich von nationalen und internationalen Richtlinien und Normen, die Sicherheitsmaßnahmen betreffend, geführt. Bezuglich der vorzusehenden Sicherheitsmaßnahmen steht dieser Szenariotyp deshalb im besonderen Blickwinkel, da ein Großteil der in Normen und Richtlinien geforderten Sicherheitsmaßnahmen auf derartige Szenarien ausgerichtet ist (Bsp. Brandfall-Lüftung, Branddetektion). Um ein größeres Schadensausmaß und Personenschäden möglichst zu verhindern und zu reduzieren, ist ein schnelles und koordiniertes Handeln zwingend erforderlich.

Zu den im 3. 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. Die eintretende Sichtbehinderung kann zu panikartigen Reaktionen der Tunnelnutzer führen.

Durch die zuständige Leitstelle ist auch hier nach den Festlegungen des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes zu handeln.

Unabhängig vom Ausmaß des Brandes ist eine unverzügliche Sperrung des kompletten Tunnels zu veranlassen (dies geschieht bei Detektion des Brandes über den Linienmelder an der Tunneldecke automatisch). Eine Brandfrüh-erkennung (über Sichttrübmessstellen o. ä.) muss ebenfalls die Sperrung des Tunnels bewirken (Auslösung manuell durch das Personal der VBZ Nordbayern).

Fahrzeuge in der jeweiligen Richtungsrichtung vor dem Ereignisort fahren ungehindert aus dem Tunnel. Bis zum Eintreffen der Ersteinsatzkräfte am Ereignisort ist vom Ausfahren der Verkehrsteilnehmer - in Fahrtrichtung vor dem Ereignisort - auszugehen.

Die Tunnellüftung läuft über ein Brandautomatikprogramm an. Die Entrauchung der betroffenen Röhre (Rauchabtrieb) erfolgt in Fahrtrichtung über das Ausfahrtsportal. In der nicht betroffenen Röhre baut die Lüftung einen Überdruck auf.

Die Zufahrt erfolgt über die nicht betroffene Röhre, die Brandbekämpfung erfolgt über Querschläge/Verbindungstore und -türen.

### 5.1.7 6. Szenario – Ereignisse mit Beteiligung oder Freisetzung von gefährlichen Gütern gemäß ADR = Ereignsstufe 6

Ereignisse im Zusammenhang mit der Freisetzung von gefährlichen Gütern in Straßentunneln sind äußerst selten, können jedoch unter Umständen zu erheblichen Schäden führen. Es ist anzunehmen, dass das Bersten eines Straßentankfahrzeuges bei einem Unfall beim heutigen Stand der Technik (z. B. doppelte Tankwandung) als äußerst selten eingestuft werden kann. Zum Bersten eines Tanks auf Gefahrgutfahrzeugen bedarf es einer großen kinetischen Energie. Durch die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h sind hohe Sicherheitsaspekte gegeben, die ein derartiges Ereignis weitestgehend ausschließen sollten. Zum Verkehrsaufkommen im Schwerverkehr erfolgte unter Punkt 3.9 bereits eine Aussage.

Die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten durch den Tunnel wurde im Rahmen einer Risikoanalyse näher untersucht. Der Frankenschnellwegtunnel kann der Kategorie A zugeordnet werden, d.h. es gibt keine Beschränkungen für den Transport von gefährlichen Gütern.

Je nach Art des freigegebenen Gutes sind unterschiedliche Wirkungsarten möglich:

- Explosion;
- Freisetzung von giftigen Gasen oder flüchtiger, giftiger Flüssigkeiten;
- Brand;
- extreme Hitze (austretendes flüssiges Aluminium)
- extreme Kälte (austretendes Flüssiggas)
- Freisetzung ätzender Stoffe

Nach RABT, Ziffer 3.3.4 ist bezüglich der Entscheidung zur Freigabe für den Transport von gefährlichen Gütern eine Risikoanalyse zu erstellen. Diese ist nicht Bestandteil des Gesamtsicherheitskonzeptes. Es ist davon auszugehen, dass selbst bei einem Verbot von Gefahrguttransporten durch den Tunnel vergleichbare andere gefährliche Stoffe den Tunnel befahren werden. An dieser Stelle kann als vergleichbarer Stoff für die Klasse 3 z. B. Biodiesel genannt werden.

### **Szenario „Freisetzung von Gefahrgut“**

#### **Kurzbeschreibung**

Ein mit flüssigem Gefahrgut beladener Lkw kollidiert mit der Tunnelwand. Das Fahrzeug wird dabei so stark beschädigt, dass das nach ADR mitgeführte Gefahrgut freigesetzt wird und sich im Tunnelraum verteilt.

#### **Mögliche Ursachen:**

Überhöhte Geschwindigkeit, Bremsversagen, Übermüdung, Unachtsamkeit, Alkohol, Falschfahrer u. a.

#### **Mögliche Situation:**

Freisetzung von flüssigen Gefahrgütern.

#### **Mögliche Abläufe:**

Abhängig von der weiteren Entwicklung des Ereignisses sind hier zahlreiche Abläufe bis hin zu den vorbeschriebenen Ereignissen (Brand, Freisetzung giftiger Gase / Stoffe, Explosion) denkbar.

## **5.2 Übersicht der Meldewege**

Die vorbeschriebenen Schadensszenarien / Ereignisstufen werden in Abhängigkeit der erforderlichen Maßnahmen an die zuständigen Stellen gemeldet.

Neben der Tunnelleitstelle des Betreibers (VBZ Nordbayern), bei der alle Meldungen unmittelbar auflaufen, werden auch die Polizei und die Feuerwehr bzw. der Rettungsdienst sowie der Straßenbaubezirk und ggf. die zuständige Wartungsfirma über die einzelnen Ereignisstufen durch die VBZ Nordbayern informiert:

<b>Ereignsstufe 1.1:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern
	Manuell:	Straßenbaubezirk
<b>Ereignsstufe 1.2:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern
	Manuell:	Polizei, Straßenbaubezirk, ggf. Wartungsfirma
<b>Ereignsstufe 2:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern
	Manuell:	Polizei, Straßenbaubezirk, ggf. Wartungsfirma
<b>Ereignsstufe 3:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern
	Manuell:	Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst, Bauhof und/oder Straßenmeisterei, ggf. Wartungsfirma
<b>Ereignsstufe 4:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern
	Manuell:	Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst, Straßenbaubezirk, ggf. Wartungsfirma
<b>Ereignsstufe 5:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern, Feuerwehr
	Manuell:	Polizei, Rettungsdienst, Straßenbaubezirk, ggf. Wartungsfirma
<b>Ereignsstufe 6:</b>	Automatisch:	VBZ Nordbayern, Feuerwehr
	Manuell:	Polizei, Rettungsdienst, Bauhof und/oder Straßenmeisterei, ggf. Wartungsfirma

Tabelle 6 Übersicht der Meldewege

Als automatische Meldungen werden alle über die zentrale Leittechnik ereignisorientiert generierte Meldungen (zur VBZ Nordbayern) sowie automatisch zur Feuerwehr abgesetzte Brandalarme (auch Auslösung Handmelder) definiert.

Unter manuellen Meldungen wird die Information der BOS-Dienste, der Straßenbaubezirk oder der Wartungsfirma per Telefon, Funk, Mail oder Fax durch die VBZ Nordbayern verstanden.

### 5.3 Meldewege der Ereignsstufen

#### Technische Störung = Ereignsstufe 1

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk / Rettungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

Technische Hilfeleistung „Panne“ = Ereignsstufe 2

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk/ Wartungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

Verkehrsunfall / Kollision (ohne Brand) = Ereignsstufe 3

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk / Wartungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

Massenanfall Verletzte (MANV) = Ereignsstufe 4

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk / Wartungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

Brand (ohne Gefahrgüter gemäß ADR) = Ereignsstufe 5

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Automatische Meldung bei Feuerwehr über Brandmeldeanlage
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk / Wartungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

Ereignisse mit Beteiligung oder Freisetzung von gefährlichen Gütern gemäß ADR = Ereignsstufe 6

- Automatische Meldung bei VBZ über zentrale Leittechnik
- Automatische Meldung bei Feuerwehr über Brandmeldeanlage
- Anruf / Meldung bei VBZ über Straßenbaubezirk / Wartungsdienst
- Anruf / Meldung bei VBZ über Verkehrsteilnehmer (Mobil- oder Notruf-telefon)
- Anruf / Meldung bei VBZ über Polizei
- Weiterleitung der Meldungen durch die VBZ Nordbayern gemäß 5.2

## 6 Zufahrten für Rettungsdienste

Die unter Kapitel 4.2.7 beschriebenen Betriebswege können generell von den Rettungsdiensten als unmittelbare Zufahrt zum Tunnelbauwerk und zu den Betriebsgebäuden genutzt werden, wobei die genauen Anfahrtswege zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht feststehen und erst im Rahmen der Einsatzplanung der Rettungsdienste detailliert festgelegt werden.

Als zusätzliche Maßnahmen für die Rettungsdienste werden vorgesehen:

- 2 Hubschrauberlandeplätze auf dem Sportplatz (SC Victoria 1925 e.V.), sowie eine weitere Landemöglichkeit auf dem Sportplatz am Sigena-Gymnasium (Alemannen-/Vogelweiherstraße)
- 1 Sammelplatz vor dem Westportal im Bereich der Pannenbuchten bei km 0+800
- 1 Sammelplatz direkt am BG Mitte
- 1 Sammelplatz direkt am BG Süd
- 1 Sammelplatz vor dem Südportal zwischen Portal und Schrankenanlage im Bereich der Pannenbucht bei km 2+750
- 1 Sammelplatz vor dem Südportal zwischen Schrankenanlage und Portal bei km 2+830
- für die BOS-Kräfte werden vor den Tunnelportalen Aufstell- und Sammelflächen vorgesehen

## 7 Zusätzliche Maßnahmen nach Abstimmung mit den Rettungsdiensten

Über den Standard der RABT hinaus wurden folgende zusätzliche Maßnahmen nach Abstimmungen mit den Rettungsdiensten für diesen Tunnel für erforderlich gehalten und in die Planung aufgenommen:

- Situierung zusätzlicher Hydrantennischen mit Schlauchhaspeln im Bereich der Notrufstationen
- Anordnung zusätzlicher Fluchttreppenhäuser in beiden Betriebsgebäuden mit Bergemöglichkeit über Rettungsschacht und Seilwinde
- Videobildübertragung zur Feuerwehr der Stadt Nürnberg
- Anordnung von Anschlagpunkten (alternierend alle 40 m) zur Fahrzeugbergung im Tunnel, im Abstand von 80 m bezogen auf eine Wandseite
- Elektroverteiler mit je 2 Schuko-Steckdosen (230V/16A) und einer CEE-Drehstromsteckdose (400V/16A) an jeder Notrufkabine
- Es werden im Bereich der begehbar Querverbindungen Löschwasser-durchführungen vorgesehen
- Anschlussmöglichkeit für eine mobile Einsatzleitzentrale der Feuerwehr an den Tunnelportalen für:
  - Stromanschluss
  - Anschluss ans städt. Datennetz
  - Videosignal
  - ELA-Einsprache
  - Telefonanschluss

## 8 Quellenverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT, Ausgabe 2016, Finalfassung Stand 30.03.2016, unveröffentlicht
- [2] MARZ: Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen, Ausgabe 1999, [FGSV]
- [3] Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen TLS Ausgabe 2012 [BAST]
- [4] BMVBW ARS 6/00: Verfahren für die Auswahl von Straßenquerschnitten in Tunneln, Allgemeines Rundschreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Ausgabe 2000
- [5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, ZTV-ING, Teil 5 Tunnelbau, Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung, Ausgabe 2007
- [6] Verkehrsuntersuchung „Frankenschnellweg – Endausbau 2030“ von „brenner BERNARD Ingenieure GmbH“, Stand 2018