



ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden
(Hinterlandanbindung FBQ)
Neubau der B 207
PFA Fehmarnsundquerung (FSQ)

**Sicherheitsdokumentation Straße Planungsstand
Entwurf**

Büro Rücker & Schindele

Michaelkirchstraße 17-18 10179 Berlin

Im Auftrag der DEGES

Zimmerstraße 54 10117 Berlin

Sicherheitsdokumentation

Neubau Fehmarnsundquerung A091

Planung

Autobahn km 2+117,3 bis km 4+378,5

ASB-Nr.

Dokument-Informationen

Dokument-Informationen

Kurztitel	Fehmarnsundquerung
zuständige Niederlassung	Nord
Auftraggeber	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- Und -bau GmbH
Auftragnehmer	Rücker und Schindele Beratende Ingenieure GmbH
Bearbeiter	Gunter Richartz
Version	1.5
Erstellungsdatum	03.07.2023 (V 1.1) 28.03.2024 (V 1.2) 14.05.2024 (V 1.3) 05.07.2024 (V 1.4) 28.10.2024 (V 1.5)

Verteilerverzeichnis

Name	Institution
Hr. Sellheim	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- Und -bau GmbH (Tunnelmanager)
Hr. Embert-Kreiser	Krebs und Kiefer (Sicherheitsbeauftragter)
Fr. Holzapfel	Fernstraßenbundesamt
Fr. Müller	LBV-SH (Verwaltungsbehörde)

Revisionsverzeichnis

Für die Phase Planung + Inbetriebnahme erfolgt eine Versionierung, welche im Revisionsverzeichnis dokumentiert wird

Ab der Phase Betrieb sind die Änderungen im Revisionsverzeichnis zu führen.

Version	durchgeführte Änderungen	Kapitel	Ursache/Anlass	Bearbeiter	Datum

Inhaltsverzeichnis Planungsphase

Dokument-Informationen.....	2
Verteilerverzeichnis.....	2
Revisionsverzeichnis.....	2
Inhaltsverzeichnis Planungsphase	3
0 Einleitung	5
0.1 Aufgabenstellung.....	5
0.2 Grundlagen	5
0.3 Vorgehensweise	5
1 Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten	7
1.1 Lage des Tunnels im Straßennetz.....	7
1.2 Geografische und Meteorologische Verhältnisse	9
1.3 Beschreibung des Tunnelbauwerks.....	10
1.4 Betriebsgebäude, Lüfterbauwerke.....	20
1.5 Geschichte des Tunnels	27
1.6 Zufahrten zum Tunnel und zu den Portalen.....	27
1.6.1 Zufahrten zu Tunnel, Portalen.....	27
1.6.2 Innerhalb des Tunnels	27
2 Sicherheitsmaßnahmen	27
2.1 Vorbeugende und sichernde Maßnahmen	27
2.1.1 Bauliche Maßnahmen	27
2.1.2 Maßnahmen der Ausrüstung	29
2.1.3 Besondere Betriebsführung	42
2.1.4 Besondere bauliche und technische Maßnahmen.....	42
3 Gesamtsicherheitskonzept.....	43
3.1 Spezifische Gefahrenanalyse	43
3.1.1 Besondere Charakteristik	43
3.1.2 Abweichungen vom Regelwerk	44
3.2 Zusätzliche Maßnahmen	45
3.3 Typisches Schadensszenario.....	45
3.3.1 Technische Störung/Notfall.....	46
3.3.2 Technische Hilfeleistung.....	48
3.3.3 Verkehrsunfall	49

Inhaltsverzeichnis Planungsphase

3.3.4	Brand	50
3.3.5	Ereignis mit Gefahrgut.....	51
3.4	Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und Behinderten.....	52
4	Risikoanalyse.....	53
4.1	Sicherheitsbewertung für Regelbetrieb und kurzfristigen Gegenverkehr	53
4.2	Risikoanalyse – Zulässigkeit von Gefahrguttransporten	54
8	Sicherheitsgutachten	55
Anlage	56

0 Einleitung

0.1 Aufgabenstellung

Gemäß den „Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“, EABT 80/100 ist eine Sicherheitsdokumentation für einen in der Planung befindlichen Tunnel zu erstellen. Die vorliegende Sicherheitsdokumentation basiert auf Basis der unter 0.2 aufgeführten Dokumente, welche teilweise im Anlage zu finden sind. Die Sicherheitsdokumentation ist durch ein Sicherheitsgutachten eines auf diesem Gebiet spezialisierten Sachverständigen oder einer entsprechenden Organisation, beispielsweise der Untersuchungsstelle zu ergänzen.

0.2 Grundlagen

Seit Juli 2023 ist die RABT 2006 außer Kraft gesetzt und die RE-ING maßgebend. Dieser Sachverhalt ist in der vorliegende Sicherheitsdokumentation berücksichtigt. Unterlagen, welche vor Inkraftsetzung veröffentlicht wurden und dieser Sicherheitsdokumentation als Anlage oder Referenz dienen, sind davon ausgenommen.

Grundlagen der Sicherheitsdokumentation sind:

- RE-ING Stand 2023 / 03
- EABT 80/100
- Vorliegende Entwurfsplanung (Stand 12/2023) einschließlich der getroffenen Festlegungen
- Sicherheitsbewertung für den Regelbetrieb im Richtungsverkehr und den kurzfristigen Gegenverkehr V1.0 [A]
- Sicherheitsbewertung für den Regelbetrieb im Gegenverkehr [B]
- Gutachten zur Tunnellüftung nach RABT – 2006 und EABT – 80 / 100 V1.3 [C]
- Entwurfsplanung der Lüftungstechnischen Ausstattung V1.1 [D]
- Kategorisierung zum Gefahrguttransport nach ADR 2007 V1.2 [E]
- Gesamtsicherheitskonzept gemäß EABT – 80 / 100 V1.2 [F]
- Planungsrandbedingungen für den Hochwasserschutz (Stand 27.09.2022) [G]
- Ex-Schutzdokument V1.0 [H]
- Erläuterungsbericht zu den Verkehrstechnischen Untersuchungen nach HBS 2015 [I]
-
- Hinweis: die Originaldateien der dargestellten Abbildungen werden dieser Sicherheitsdokumentation separat beigelegt und sind nicht Teil der Anlage.

0.3 Vorgehensweise

Die erste Phase der Sicherheitsdokumentation bezieht sich auf die aktuelle Planungsphase und als Grundlage für die Planfeststellungsunterlagen. Hier werden alle baulichen und ausrüstungstechnischen Sicherheitsmaßnahmen behandelt. Im angehängtem Gesamtsicherheitskonzept wird eine umfassende Betrachtung der Tunnelsicherheit dargestellt. Die Sicherheitsdokumentation wird in der Planungsphase durch ein Sicherheitsgutachten ergänzt.

Einleitung

Die Sicherheitsdokumentation ist in den weiteren Planungsphasen sowie der Inbetriebnahmephase fortzuschreiben.

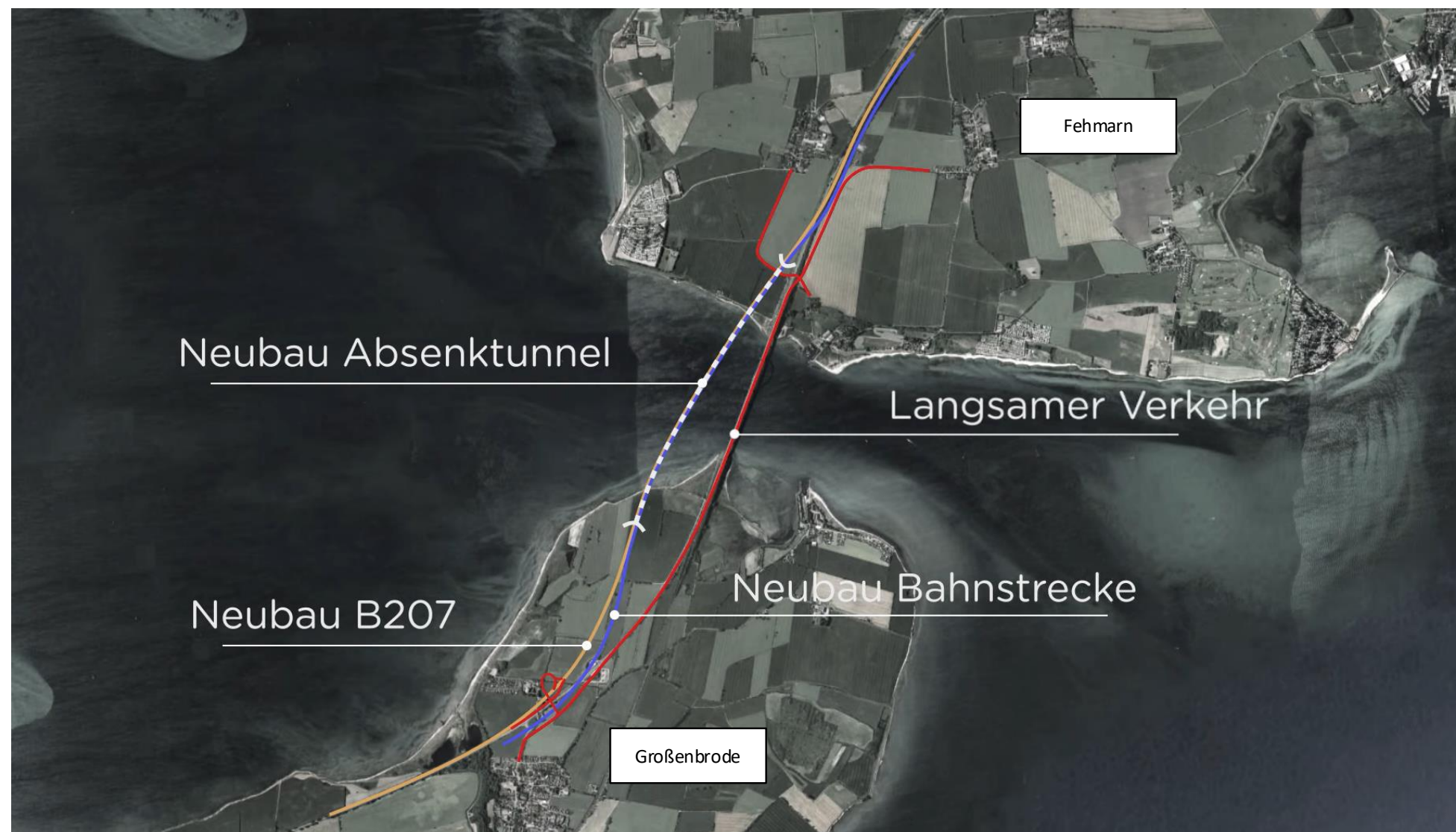
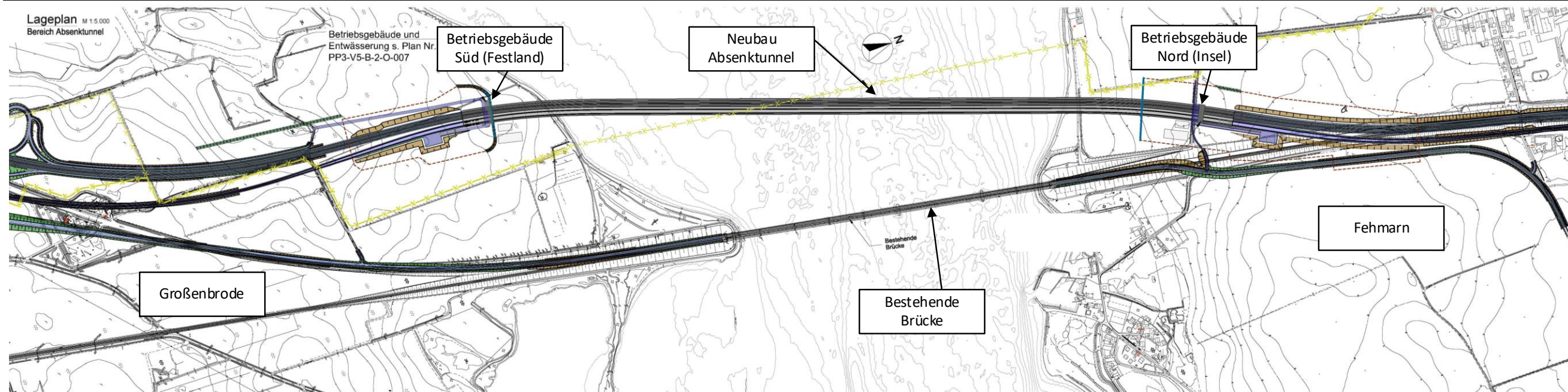
1 Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

1.1 Lage des Tunnels im Straßennetz

Die Fehmarnsundquerung ist Teil des Ausbaus der B207 und E47 hin zu einem vierspurigen Straßenquerschnitt und verbindet die Insel Fehmarn mit dem schleswig-holsteinischen Festland zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden. Der Tunnelquerschnitt besteht aus je zwei Röhren für den Straßen- bzw. Bahnverkehr. Sie stellt damit einen wesentlichen Teil der Straßenverbindung zwischen Deutschland und Dänemark dar.

Es ist ein möglicher Wechsel der zuständigen Verwaltungsbehörden hin zur Autobahn GmbH des Bundes geplant. Die Autobahn und das Fernstraßen-Bundesamt (FBA) sind in die Planungs- und Abstimmungsprozesse bereits eingebunden.

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten



Legende Materialien

- Konstruktionsbeton
- Schwerbeton
- Ballastbeton
- Sauberkeitsschicht
- Spundwände
- Bohrpfehlwände
- Kolkschutz / Ankerschutz
- Füllboden
- Sand

Verkehrsträger und Gelände

- Bahn
- B207
- Langsamverkehr
- Zufahrten / Plätze
- Dammböschungen
- Einschnittsböschungen
- Rückbau

Kommentare:

*Trogstrecke umfasst geschlossene Tröge und Stützbauwerke

Geologischer Schnitt:
Quelle: BBI, Stellungnahme St 13/18,
Ergänzende trassenbezogene Geologische
Schnitte (Absenktunnel), 16.08.2018

Abbildung 1 Übersichtsplan Verlauf der Fehmarnsundquerung

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

1.2 Geografische und Meteorologische Verhältnisse

Die Fehmarnsundquerung verbindet in Schleswig-Holstein, wie in den Lagedaten unter 1.1 gezeigt, die Insel Fehmarn mit dem Festland.

Die Insel Fehmarn ist im Süden durch den Fehmarnsund von der Halbinsel Wagrien getrennt. Der Fehmarnsund erstreckt sich bei 54°23' 59" N, 11°7'1"O über 8 km mit den Küstenorten Heiligenhafen, Fehmarn und Großenbrode. Die Fehmarnsundquerung verbindet Fehmarn (54 26' N, 11°12' O) und Großenbrode (54 22' N, 11 5' O).

Die meteorologischen Daten sind repräsentativ in Abbildung 2 für das Jahr 2020 (ungünstigster Fall im Betrachtungshorizont 2017 – 2021) dargestellt. Meteorologisch bedingte Druckdifferenzen können vom Wind auf ein Portal oder von einem Temperaturunterschied zwischen dem Tunnelfahrraum und der Umgebung herrühren. Diese Druckunterschiede müssen bei den Berechnungen berücksichtigt werden. Gemäß EABT-80/100 ist als Grundlage für die Bemessung das 95-Perzentil der senkrecht auf das Tunnelportal gerichteten Windkomponente zu berücksichtigen. Für die Dimensionierung wurden die Windmessdaten der zu den Portalen nächstgelegenen Windmessstation Fehmarn des Deutschen Wetterdienstes verwandt. Hierzu wurden jeweils jahresweise die Messdaten der Jahre 2017–2021 ausgewertet. Weitere Informationen zum Vorgehen und der Auswertung der meteorologischen Daten siehe unter Anlage B Kapitel 2.5.

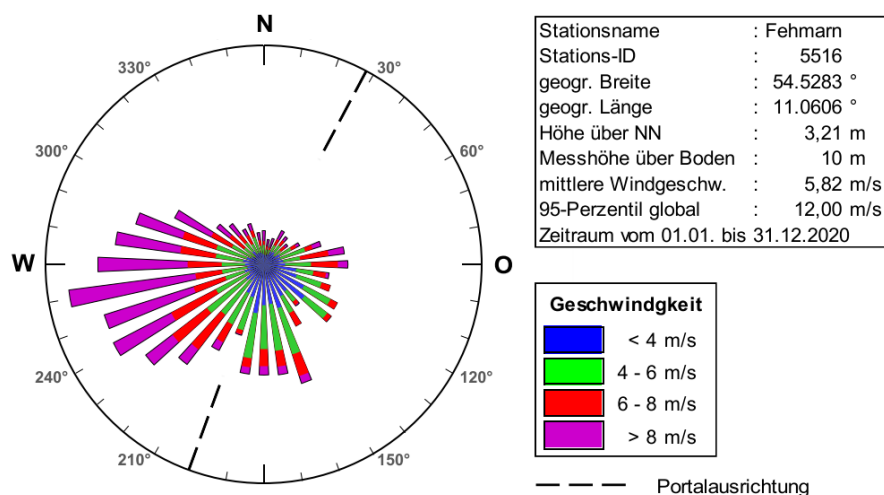


Abbildung 2 Meteorologischen Daten

Für die Dimensionierung der Tunnellüftung (siehe Anlage C) wurden die meteorologischen Daten der Messstation Fehmarn aus dem Jahr 2021 verwendet.

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

1.3 Beschreibung des Tunnelbauwerks

Grunddaten		
Anzahl Tunnelröhren	2	
TERN-Tunnel	Ja	
	RFB 1 (Lübeck / WR)	RFB 2 (Puttgarden / OR)
Tunnellänge	2262 m	2262 m
Tunnelgeometrie	Rechteckprofil	Rechteckprofil
Anzahl der Fahrstreifen	2	2
Standstreifen	2 m (einseitig)	2 m (einseitig)
RQ	RQ 31 T	RQ 31 T
Fahrbahnbreite	3,50 m	3,50 m
Höhe Lichtraumprofil	4,50 m + 0,30 m (Verkehrsraumprofil)	4,50 m + 0,30 m (Verkehrsraumprofil)
Lichte Höhe	≥ 4,50 m	≥ 4,50 m
Höhe Bordstein	3 cm (hindernisfrei für mobilitätseingeschränkte Personen)	3 cm (hindernisfrei für mobilitätseingeschränkte Personen)
Minimaler Kurvenradius	1.800 m	1.800 m
Unterirdische Zu- und Abfahrten	keine	keine
Notausgänge	Zwischen den Röhren liegen insgesamt 16 Fluchttüren mit einem Abstand untereinander von maximal 139,2 m vor. - 14 stellen klassische begehbare Notausgänge dar - 2 sind in den beiden Rettungsüberfahrten im Tunnel integriert (ca. 3,8x3,65 m BxH).	
Pannenbuchten	keine	keine
Tunnellängsneigung	- max: 1,25% - min: 0,0% (am Tunneltiefpunkt)	- max: 1,25% - min: 0,0% (am Tunneltiefpunkt)
Tunnelquerneigung	Im gesamten Tunnel: - 2,5%	Im gesamten Tunnel: 2,5%
Betriebsgebäude	BG Nord	BG Süd
Lüftung	Längslüftung mit Strahlventilatoren	Längslüftung mit Strahlventilatoren

Die Fehmarnsundquerung ist als mehrröhriger Absenktunnel geplant. Sie besteht insgesamt aus vier Tunnelröhren und einem Wartungsgang.

- Zwei Tunnelröhren für den Straßenverkehr

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

- Zwei Tunnelröhren für den Schienenverkehr
- Wartungsgang für die Eisenbahn zwischen den Eisenbahnröhren
- Keine Verbindung zwischen Straße / Schiene
- Ergänzend zu den aufgeführten Grunddaten sind folgend ein Gesamtschnitt des Tunnels am Betriebsgebäude mit Außenvermessung (Abbildung 3), ein Regelquerschnitts des Absenktunnels (Abbildung 4), ein Höhenplan (Abbildung 5), drei Regelquerschnitte mit Detailinformationen bzgl. der Dauerlichtzeichen im Tunnel (Abbildung 6 bis 8) sowie ein Schema zur Betriebstechnik (Abbildung 9 und 10) aufgeführt.

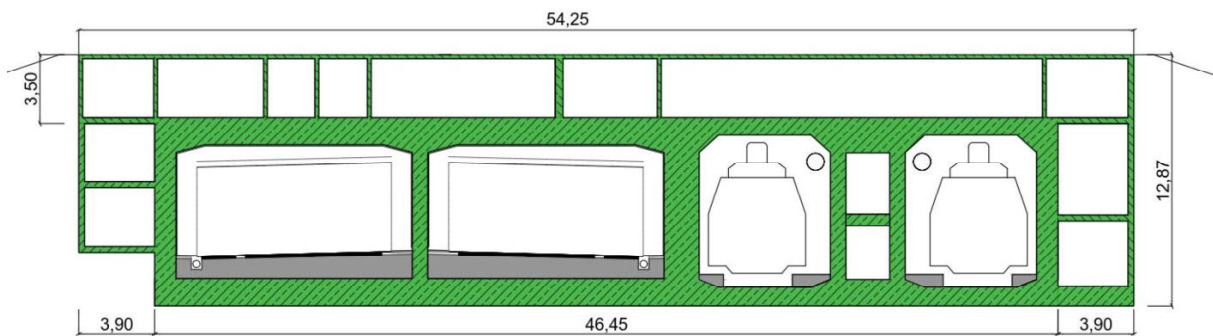


Abbildung 3 Gesamtschnitt am Betriebsgebäude

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

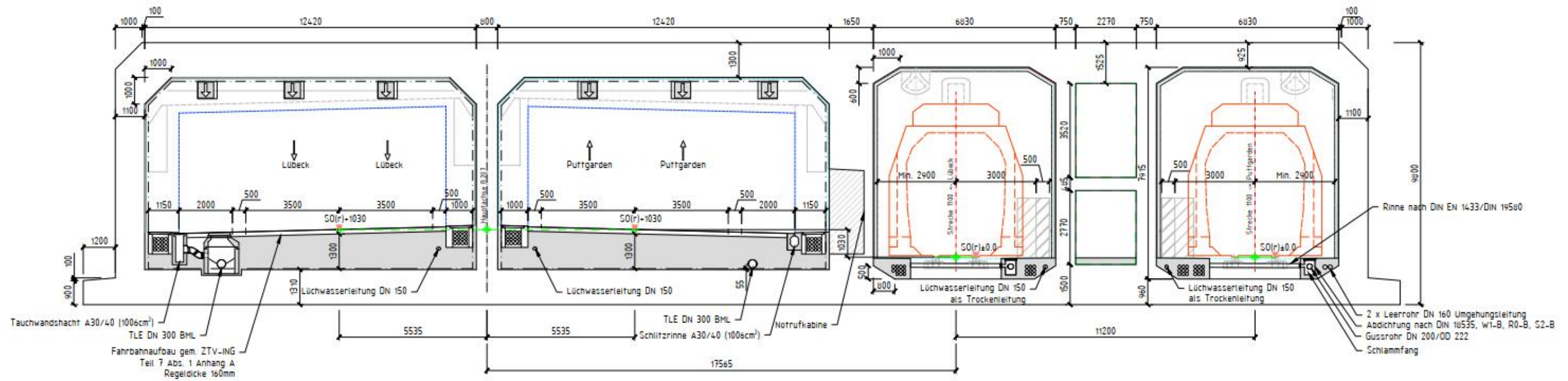


Abbildung 4 Regelquerschnitt Absenktunnel (FBQ_FSQ_0000_99999_IMT_2DF_3_P_Klärung RQS IMT_100160)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

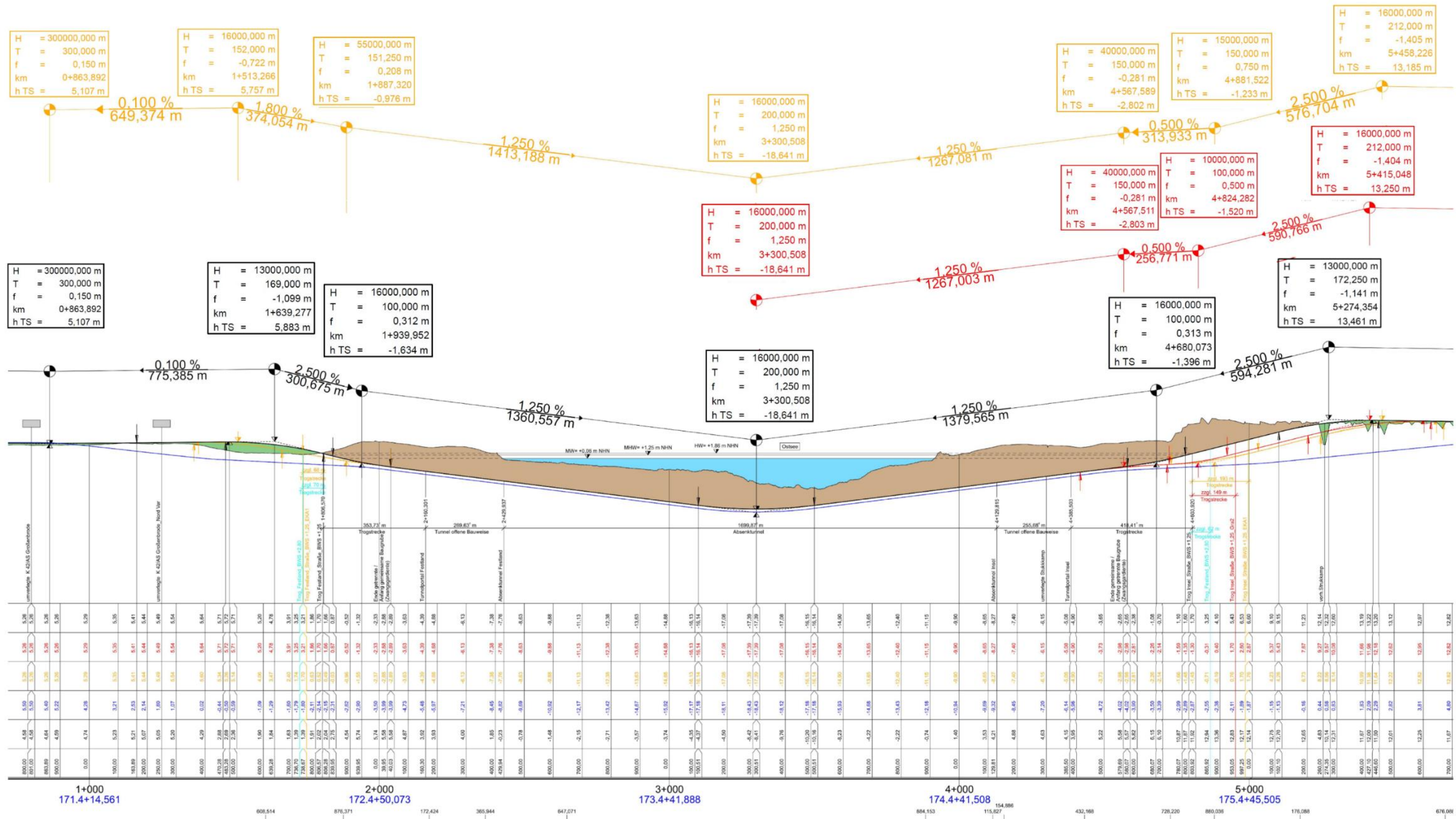


Abbildung 4 Höhenplan (FBQ_FSQ_0207_00000_VA_2DF_3_P_U04_025401.Übersichtshöhenplan_B207)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

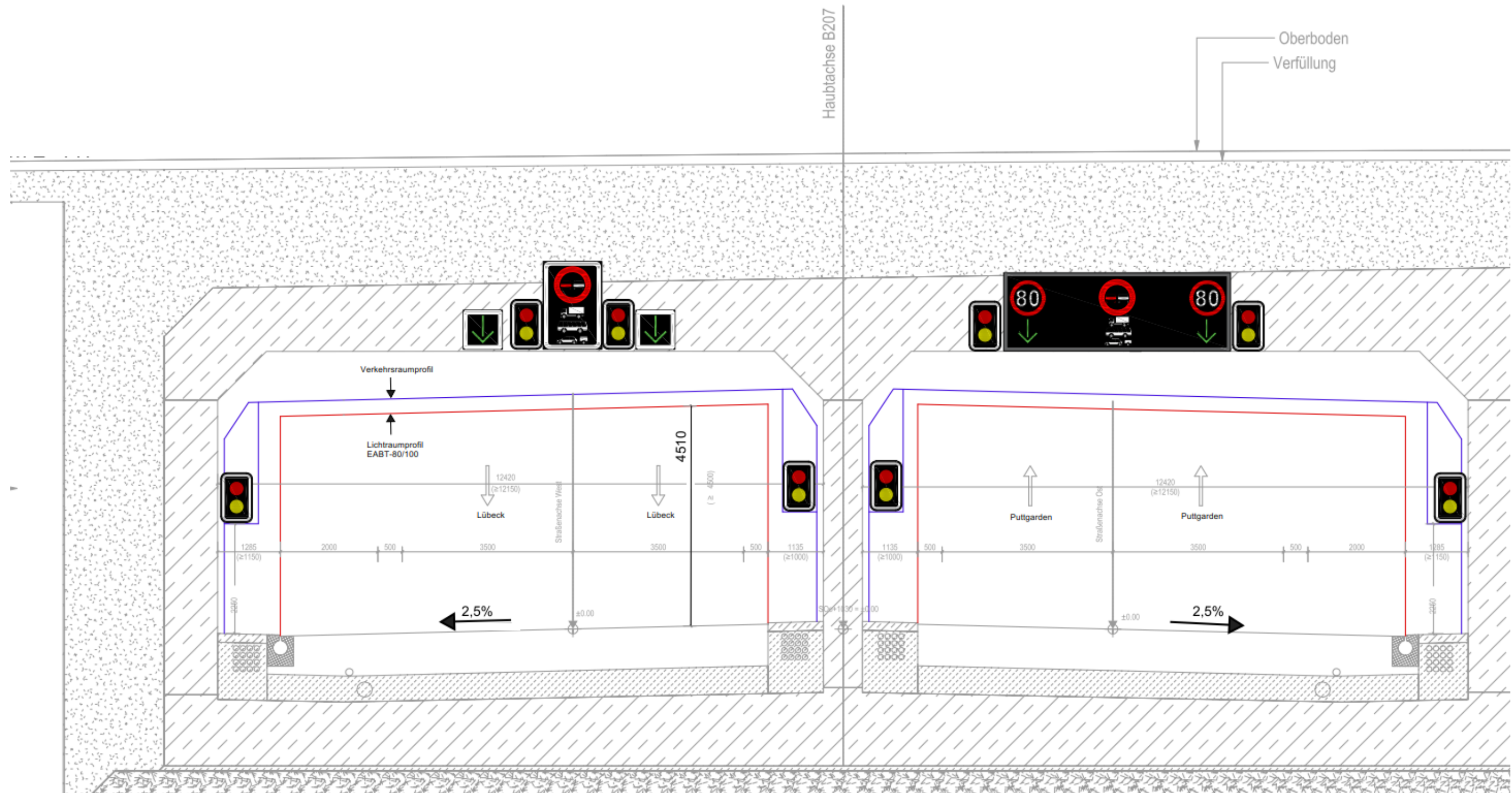


Abbildung 6 Regelquerschnitt Verkehrstechnik WVZ Portal (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2D_3_P_VTS-TL-R1-SN-XX_053002)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

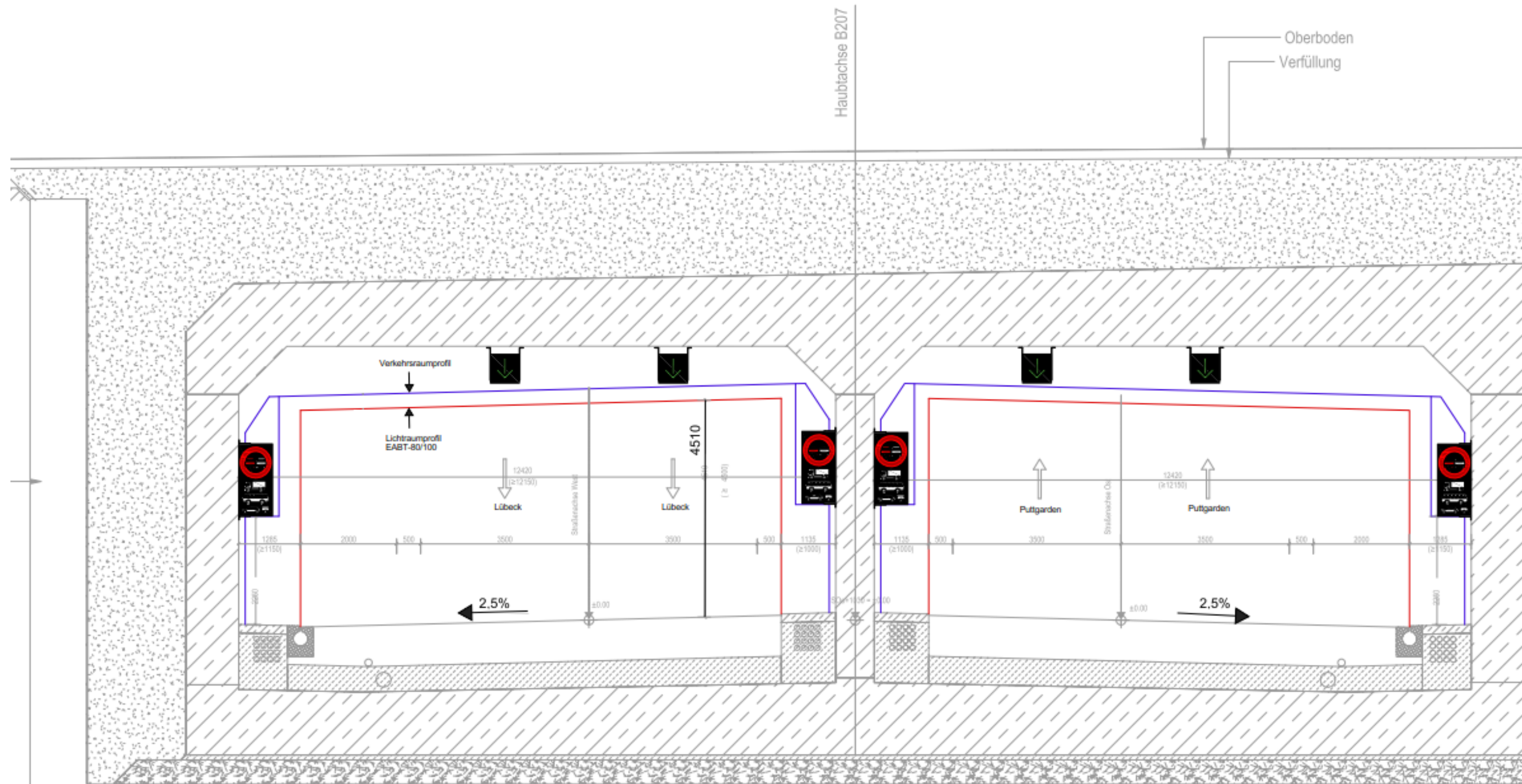


Abbildung 7 Regelquerschnitt Verkehrstechnik WVZ-DLZ (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2D_3_P_VTS-TL-R1-SN-XX_053003)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

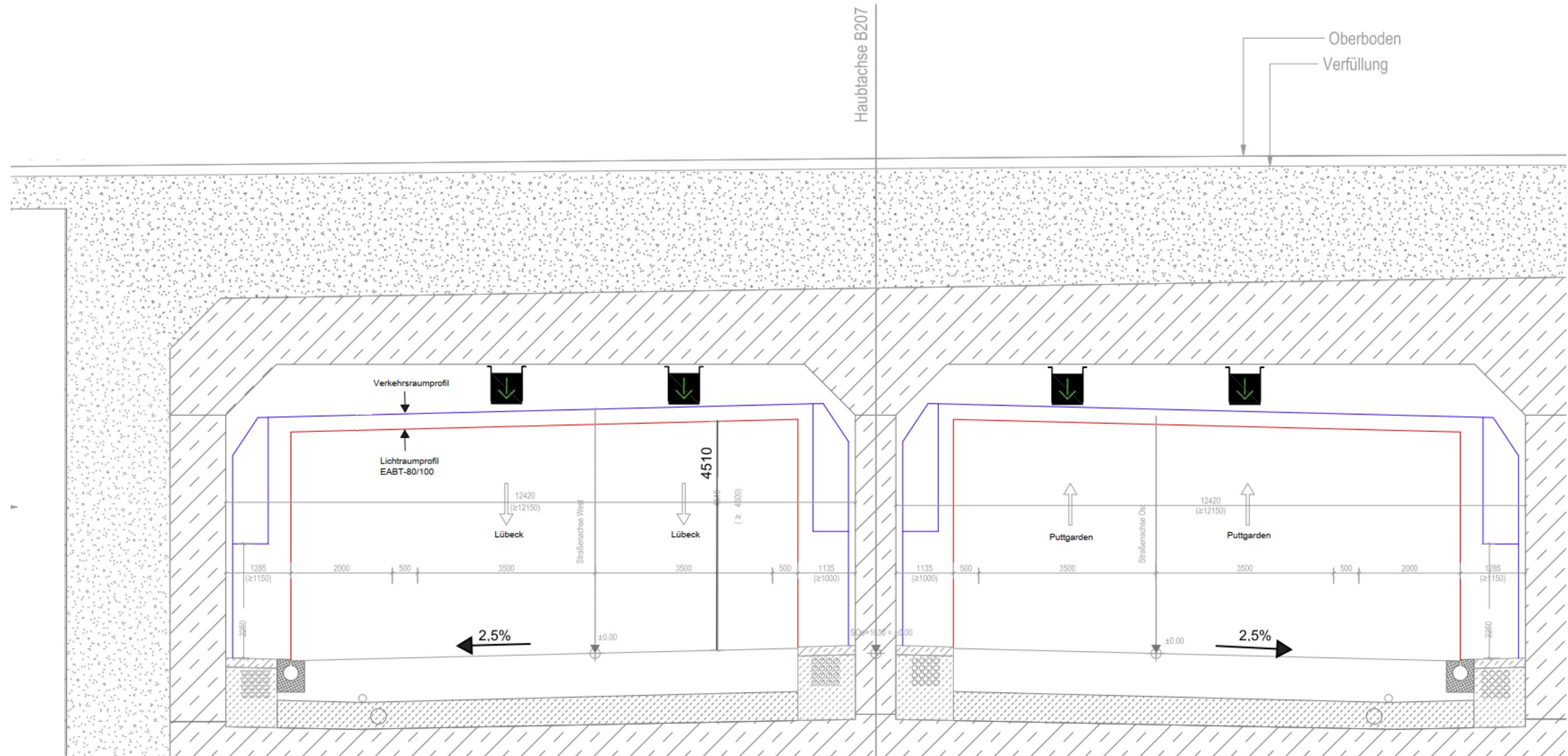


Abbildung 8 Regelquerschnitt Verkehrstechnik DLZ (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2D_3_P_VTS-TL-R1-SN-XX_053004)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

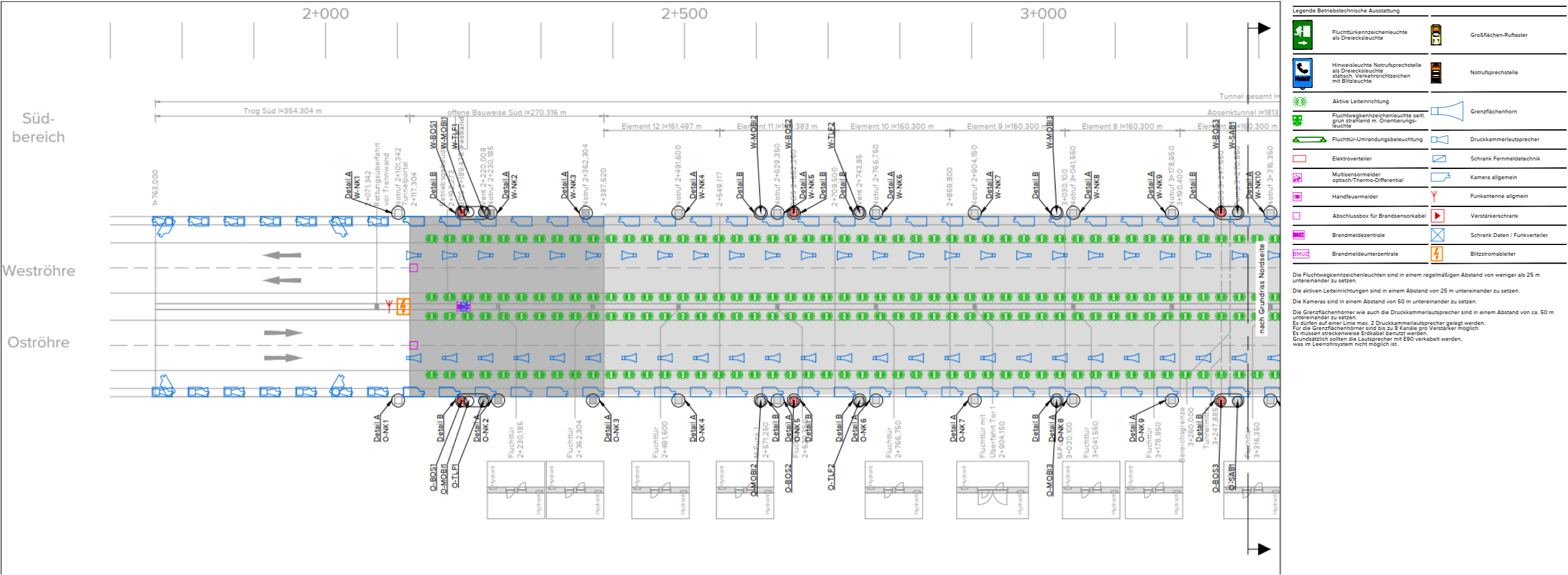
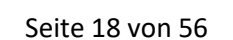


Abbildung 9 Schematischer Tunnelgrundriss inkl. Betriebstechnik Südseite (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_2_P_TNL-TL-00-SC_052002)

Abbildung 10 Schematischer Tunnelgrundriss inkl. Betriebstechnik Nordseite (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_2_P_TNL-TL-00-SC_052002)



Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

Betriebsform		
Normalbetrieb	Richtungsverkehr (Normalbetrieb)	Gegenverkehr (z.B. Wartung)
Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten	- Möglichkeit des temporären Gegenverkehrs	
Höchst zulässige Geschwindigkeit	80 km/h	60 km/h
Transport gefährlicher Güter	Zulässig (Kat A)	Zulässig (Kat A)
Tunnelkette	Keine, jedoch sind Abhängigkeiten mit dem Fehmarnbelt zu berücksichtigen	

Verkehrsprognose		
DTV (Prognose, 2035)	<ul style="list-style-type: none"> - Oströhre - - Weströhre - - Gesamt 	<ul style="list-style-type: none"> - 12.297 (Stand 2022) - 14.150 (Stand 2024) - - 10.931 (Stand 2022) - 12.100 (Stand 2024) - - 23.227 (Stand 2022) - 26.250 (Stand 2024)
SV-Anteil (Prognose, 2035)	<ul style="list-style-type: none"> - Oströhre - - Weströhre - - Gesamt 	<ul style="list-style-type: none"> - 1.859 (Stand 2022) - 1.800 (Stand 2024) - - 1.585 (Stand 2022) - 1.750 (Stand 2024) - - 3.444 (Stand 2022) - 3550 (Stand 2024)
Stauhäufigkeit	Verkehrsqualität „B oder besser“ Siehe Nachweis Verkehrsqualität nach HBS (Anlage H)	Verkehrsqualität „B oder besser“ Siehe Nachweis Verkehrsqualität nach HBS (Anlage H)

Weitere Untersuchungen zu den Verkehrsdaten sind im Gesamtsicherheitskonzept Anlage E sowie im Nachweis zur Verkehrsqualität Anlage H aufgeführt.

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

1.4 Betriebsgebäude, Lüfterbauwerke

Im Bereich der offenen Bauweise an den beiden Portalen des Tunnels ist jeweils ein Betriebsgebäude geplant. Jedes Betriebsgebäude unterteilt sich in ein oberirdisches Bauwerk (Erdgeschoss) mit einer 1,30 m hohen Installationsebene unterhalb der Erdgeschosssebene als Doppelbodensystem, Gitterrostsystem oder baulichen Installationskeller. Die beiden Betriebsgebäude sind auf dem Tunnelbauwerk platziert und über Steigschächte / Kabelkollektor für den Kabelzug mit Treppenausstattung an die beiden Tunnelröhren über Fluchtwegtüren angebunden (siehe Abbildung 3).

Die Betriebsgebäude sind mit einem Grundriss entsprechend Abbildung 11 und 12 vorgesehen.

Für alle Räume in den Betriebsgebäuden ist eine normgerechte Beleuchtung vorgesehen. Ein Teil dieser Beleuchtung wird als Notbeleuchtung von der USV versorgt. Um Fluchtwege zu kennzeichnen sind USV-versorgte Fluchtwegtransparente geplant.

Für den direkten Zugang zu den beiden Betriebsgebäuden ist am jeweiligen Zugangstor zum Betriebsgebäude in einer Edelstahlkonsole ein überwachtes Feuerwehrschrüsseldepot mit zugehörigem Freischaltelement und einer weißen Blitzleuchte für die Feuerwehr vorgesehen.

Vor jedem Betriebsgebäude sind Aufstellflächen für Rettungskräfte sowie Parkplätze für Betriebspersonal vorgesehen. Die Zufahrt zum Betriebsgebäude Süd und Nord ist über einen Betriebsweg möglich. Dieser Betriebsweg beginnt vor dem Trogbauwerk und ermöglicht eine Umfahrung des Betriebsgebäudes mit einer Breite von 3 m. Direkt vor den Betriebsgebäuden sind die Zufahrten mind. 5 m breit. In Abbildung 13 bis 16 sind Lagepläne und Betriebswege aufgezeigt und bieten einen Überblick. Außerdem sind je Betriebsgebäude drei Parkplätze mit Ladestation vorgesehen. Diese befinden sich unmittelbar vor dem jeweiligen Betriebsgebäuden in Richtung Trog. Die Betriebswege weisen keine definierte Lastbeschränkungen auf und können mit den normalen Lasten nach StVo genutzt werden. Sonderlasten wie Kranlasten auf dem Tunnel wurden in der aktuellen Planungsphase nicht berücksichtigt. Die Wartungswege weisen eine hohe Belastbarkeit mit 40 MN/m² und somit die Zulässigkeit für die LKW-Klasse über 18 t.

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten



Abbildung 11 Grundriss Betriebsgebäude Nord (Insel)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten



Abbildung 12 Grundriss Betriebsgebäude Süd (Festland)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

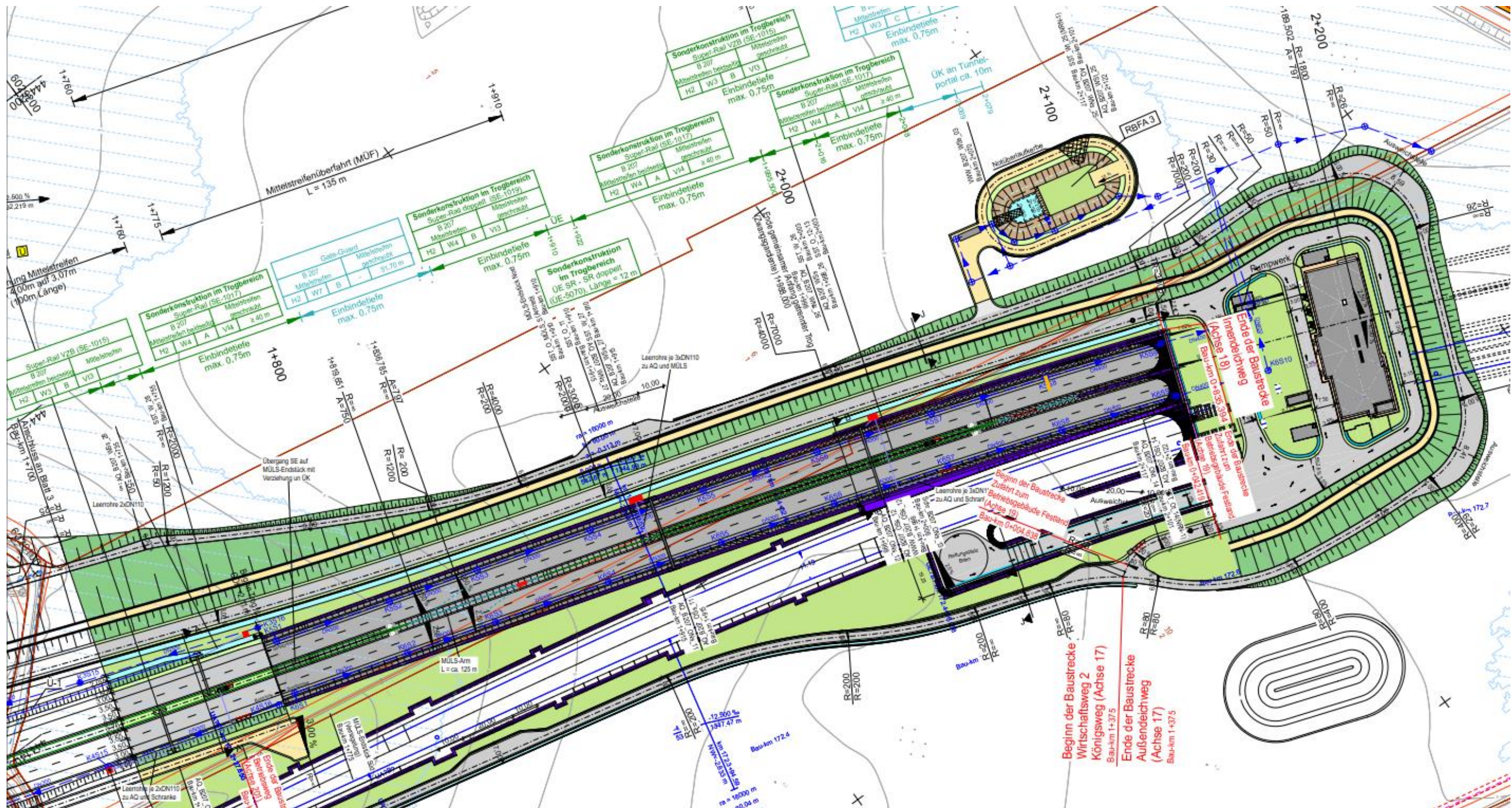


Abbildung 13 Ausschnitt Lageplan 4.1 Süd Streckenplanung, Stand 13.06.2023 (siehe FBQ_FSQ_0207_99999_VA_2DF_3_P_U05_025503)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

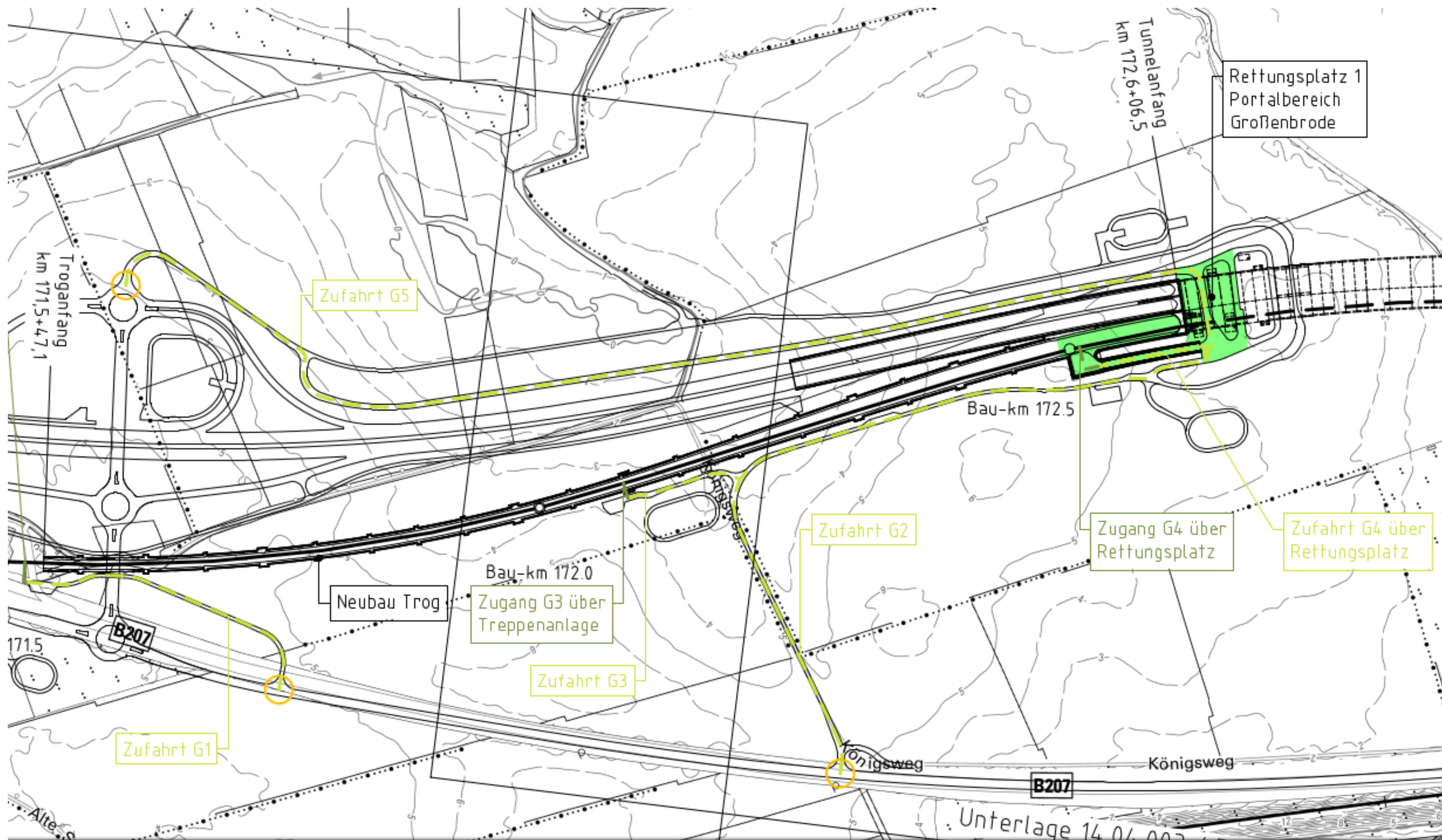


Abbildung 14 Ausschnitt Übersichtslegeplan Süd, Stand 01.03.2024 (siehe FBQ_FSQ_0000_99999_OUG_2DF_4_P_UELP BuK 1_100703)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

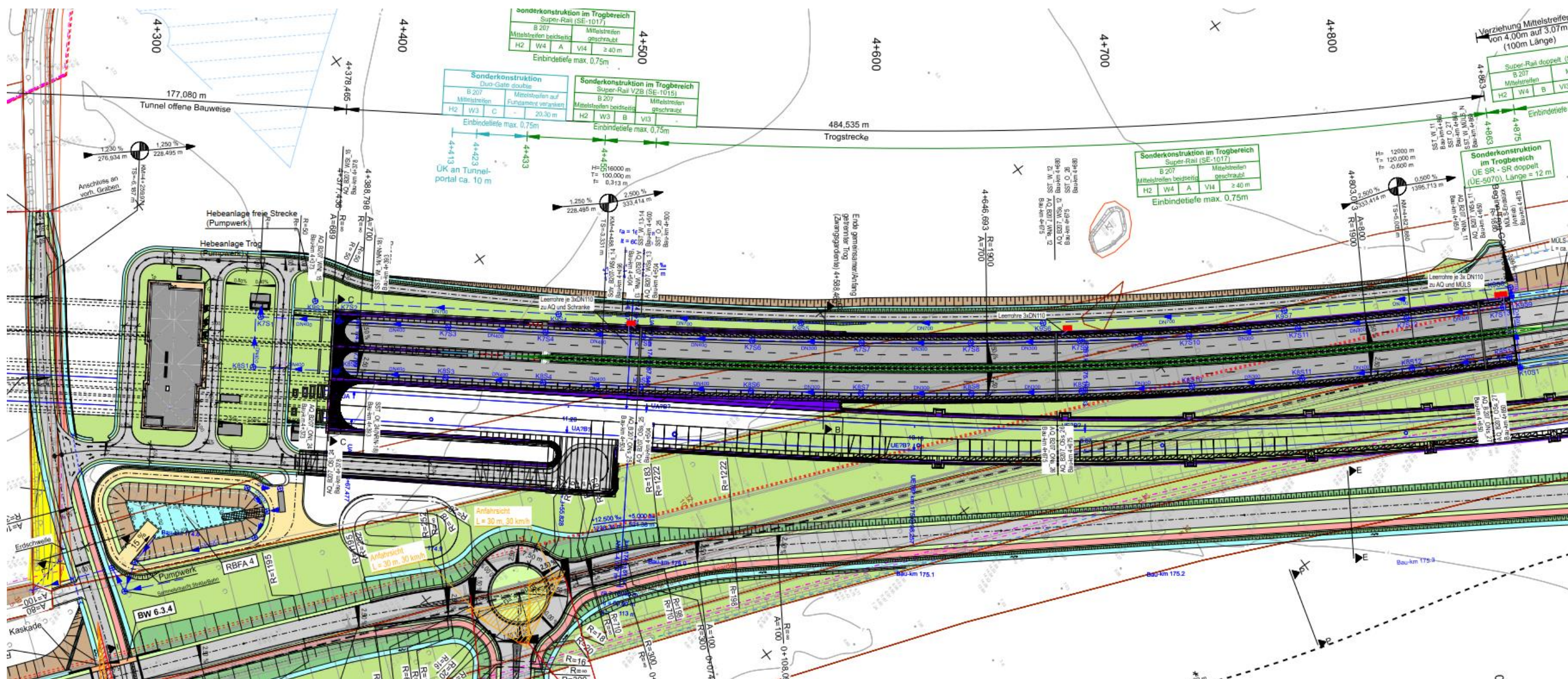


Abbildung 15 Ausschnitt Lageplan 6 Nord Streckenplanung, Stand 13.06.2023 (siehe FBQ_FSQ_0207_99999_VA_2DF_3_P_U05_025505)

Beschreibung des Bauwerks und seiner Zufahrten

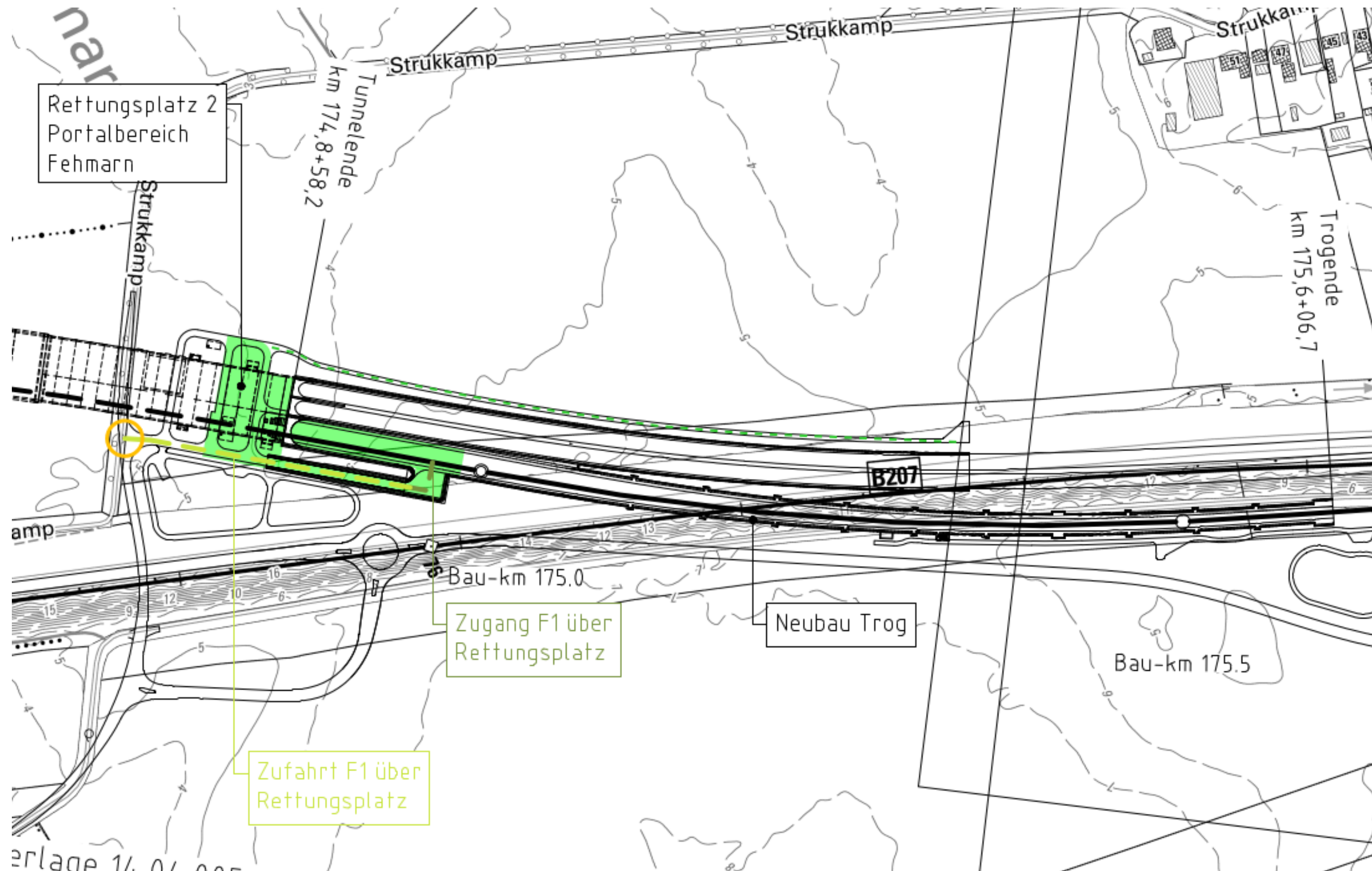


Abbildung 16 Angepasster Ausschnitt Übersichtslageplan Nord, Stand 01.03.2024 (siehe FBQ_FSQ_0000_99999_OUG_2DF_4_P_UELP BuK 1_100707)

Sicherheitsmaßnahmen

1.5 Geschichte des Tunnels

Die Fehmarnsundquerung ist ein Neubau.

1.6 Zufahrten zum Tunnel und zu den Portalen

1.6.1 Zufahrten zu Tunnel, Portalen

Die Zufahrten zum Tunnel erfolgen in beiden Fahrtrichtungen über die Bundesstraße B 207. Weitere Details sind den Abbildungen 13 bis 16 zu entnehmen.

1.6.2 Innerhalb des Tunnels

Die Zufahrt in den Tunnel erfolgt über die Hauptrichtungsfahrbahnen. Im Tunnel gibt es zwei Rettungsüberfahrten (Bau-km 3+728,550 und Bau-km 2+904,150) zwischen den Tunnelröhren. Vor den Portalen sind Rettungsüberfahrten bei Bau-km 2+071,342 (Süd) sowie bei Bau-km 4+423,968 (Nord) geplant.

2 Sicherheitsmaßnahmen

2.1 Vorbeugende und sichernde Maßnahmen

2.1.1 Bauliche Maßnahmen

Bauliche Maßnahmen	
Oberflächengestaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Asphaltbelag - Tunnelwand aus Beton (Absenktunnel, Tunnel offene Bauweise, Trog)
Ausbildung Wände	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Vor- und Rücksprünge
Entwässerung - Fahrbahn	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrbahnenentwässerung über Schlitzrinnen gemäß EABT (100 l/s) - Leckage- / Drainagewasser wird je Tunnelseite über eine Drainageleitung mit Hebeeinrichtungen in das Havariebecken am Tunneltiefpunkt geleitet. Die Auslegung erfolgt auf einen Maximalwert von 5 l/s. - Einleitung Fahrbahnwässer in die Havariebecken (ca. Tunnelmitte). Diese sind je Tunnelröhre mit ca. 55 m³ ausgebildet. Die Installationen innerhalb beider Havariebecken werden in Ex-Ausführung umgesetzt. Beide Havariebecken sind miteinander

Sicherheitsmaßnahmen

	<p>verbunden, so dass insgesamt ein Volumen von ca. 110 m³ zur Verfügung steht.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wird keine Kontamination festgestellt, wird der Inhalt des Havariebeckens in das Sammelbecken der Trogstreckenentwässerung Süd (Festland) gepumpt. Von dort werden die Wässer in weiterer Folge in das Retentionsbodenfilterbecken Süd weitergepumpt und versickert. Bei kontaminiertem Wasser wird ein automatisches Abpumpen unterbrochen und die Wässer im Havariebecken gepuffert. Die kontaminierten Wässer werden so- dann über Tankwagen abgepumpt und entsprechend entsorgt.
Entwässerung - Havariebecken	<ul style="list-style-type: none"> - Sensoren Detektion Füllstand, Gas und leichte Flüssigkeiten - Sind Leichtflüssigkeiten vorhanden, werden die Pumpen deaktiviert und die Becken sind durch Saugwagen abzupumpen
Betriebswege	<ul style="list-style-type: none"> - Anbindung nachgeordnetes Netz siehe Kapitel 1.4
Notgehwege	<ul style="list-style-type: none"> - Breite 1 m - lichte Durchgangshöhe > 2,25 m - Höhe Bordstein 3 cm
Seitenstreifen	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnel und Portal: ein schmaler Seitenstreifen mit 2 m Breite je Röhre
Nothalt- und Pannenbuchten	<ul style="list-style-type: none"> - Keine
Notausgänge, Flucht- und Rettungswege	<ul style="list-style-type: none"> - Fluchttüren in der Mittelwand zur benachbarten Tunnelröhre (Abstand max. 139,2 m): Je Standort zwei Flügeltüren mit einer lichten Durchgangsbreite von 1 m. - Beidseitige Notgehwege (Breite 1 m) im Tunnel und Trog
Portalgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Rechteckportal ohne Portalaufbauten - Himmelsanteil zwischen 24% (Nordportal) und 26% (Südportal) - Dunkle Oberflächen sind im Portalbereich erforderlich
Überfahrten – Vorportalbereich	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Rettungsüberfahrten</i> Im Anschluss an die Lüftungstrennwände sind festland- und inselseitig Rettungsüberfahrten vorgesehen. - <i>Überleitmöglichkeiten bei Baustellen / Unterhaltungsarbeiten</i> Im Bereich der Baustrecke B 207 Fehmarnsundquerung werden Mittelstreifenüberfahrten zwischen Bau-km 1+775 und Bau-km 1+910 (festlandseitig im Trogbereich) und zwischen Bau-km 4+875 und Bau-km 5+010 (inselseitig im Bereich der freien Strecke der B 207 nach dem Trogbereich) angeordnet. Die Länge der Mittelstreifenüberfahrten beträgt jeweils 135 m. Die beiden Mittelstreifenüberfahrten liegen in Bereichen, in denen die B 207 ein Dachprofil aufweist und kritische Knickdifferenzen vermieden werden können.
Vorportal Anprallschutz	<ul style="list-style-type: none"> - Anprallschutz ist beim Übergang freie Strecke / Trog auf der Süd- und Nordseite vorgesehen - Zur Sicherung von Hindernissen in den Seitenräumen, wie z. B. Notrufsäulen, Lärmschutzwänden, Trogbereichen,

Sicherheitsmaßnahmen

	Verkehrszeichenbrücken oder Beschilderung werden Fahrzeugrückhaltesysteme gemäß RPS 2009 angeordnet.“
Ergänzende Angaben	

2.1.2 Maßnahmen der Ausrüstung

Beleuchtung	
Adaptionsbeleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> - LED-Gegenstrahlleuchten - Einreihige Anordnung an der Tunneldecke über den beiden Fahrspuren - Adaptionsbeleuchtung ausgelegt für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 80 km/h - Steuerung/Regelung erfolgt durch stufenlose Dimmung auf Basis von Leuchtdichtemessungen (L20, Einsichtstrecke) - Gegenverkehrsbeleuchtung ausgelegt für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 60 km/h - Mindestleuchtdichte Adaptionsbeleuchtung (Wartungswert) <ul style="list-style-type: none"> o Weströhre: 216,9 cd/m² o Oströhre: 167,2 cd/m² - Mindestleuchtdichte Gegenadaptionsbeleuchtung (Wartungswert) <ul style="list-style-type: none"> o Weströhre: 94,3 cd/m² o Oströhre: 125,2 cd/m²
Durchfahrtsbeleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> - Symmetrische LED-Tunnelleuchten - Einreihige Anordnung an der Tunneldecke - USV-Versorgung für alle Durchfahrtsleuchten - Mindestleuchtdichte (Wartungswert Tagbeleuchtung) <ul style="list-style-type: none"> o Weströhre: 4 cd/m² o Oströhre: 5,2 cd/m² - Mindestleuchtdichte (Wartungswert Nacht-/Notbeleuchtung) <ul style="list-style-type: none"> o Weströhre: 0,5 cd/m² o Oströhre: 0,5 cd/m²
Notbeleuchtung	- Siehe Durchfahrtsbeleuchtung
Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> - Je Tunnelröhre eine Innenleuchtdichtekamera in der Innenstrecke - Je Adaptionsstrecke eine Außenleuchtdichtekamera vor dem Portal im Abstand der Haltesichtweite und eine Einsichtleuchtdichtekamera ca. 15 m nach dem Portal
Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung	<ul style="list-style-type: none"> - Höhe ca. 1m - Abstand kleiner 25 m - Dauerbeleuchtete Fluchtwegkennzeichnung - Ereignisgesteuerte (Brandfall) Orientierungsbeleuchtung
Leitbeleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> - aktive Leitbeleuchtung als LED-Markierungsleuchtelemente auf den Notgehwegen - Ort zwischen den Orientierungsleuchten - Abstand kleiner 25 m

Sicherheitsmaßnahmen

	- beidseitiger Lichtaustritt möglich
Portalbereichsbeleuchtung	- Im Bereich der Portale/Rettungsüberfahrten sind Mastleuchten zur Beleuchtung geplant
Ergänzende Angaben: Die Anordnung der Leuchten ist dem Regelquerschnitt FBQ_FSQ_0000_99999_TAT_2D_3_P_XXX-TL-00-SN-XX_054001 zu entnehmen.	

Lüftung – Tunnel	
Konzept	- röhrengetrennte Längslüftung Lüftungssystem - je Röhre 4 Gruppen mit jeweils drei Strahlventilatoren
Steuerung	- drehzahlregelte Einzelansteuerung der Strahlventilatoren durch die H-SPS - Regelbetrieb, Brandlüftungsbetrieb
Regelbetrieb	- Tunnellüftung wird zur Einhaltung der Luftkennwerte (CO, Sichttrübe) geregelt (Vorgabe Regeldetails erfolgen in einer späteren Leistungsphase)
Brandfall	- Tunnellüftung wird auf eine festgelegte Luftgeschwindigkeit zum Rauchabtrieb geregelt (Vorgabe Regeldetails in Abhängigkeit des Brandortes erfolgen in einer späteren Leistungsphase)
Messgeräte	- Elf Messstellen Sichttrübe pro Röhre (siehe Abbildung) - Drei Messstellen Kohlenmonoxid pro Röhre - Zwei Messstellen Längsströmungsgeschwindigkeiten mit jeweils drei Messgeräten (Abstand untereinander ca. 10 m) pro Röhre
Lüftungstrennwände	- Im Trogbereich ab Portal als Ortsbetonwand - ca. 30 m Länge
Ergänzende Angaben	

Nachfolgend werden in Abbildung 17 die Positionen der Strahlventilatoren im Regelquerschnitt in dargestellt. Ergänzt werden diese Informationen von den Standortangaben und dem zugehörigen

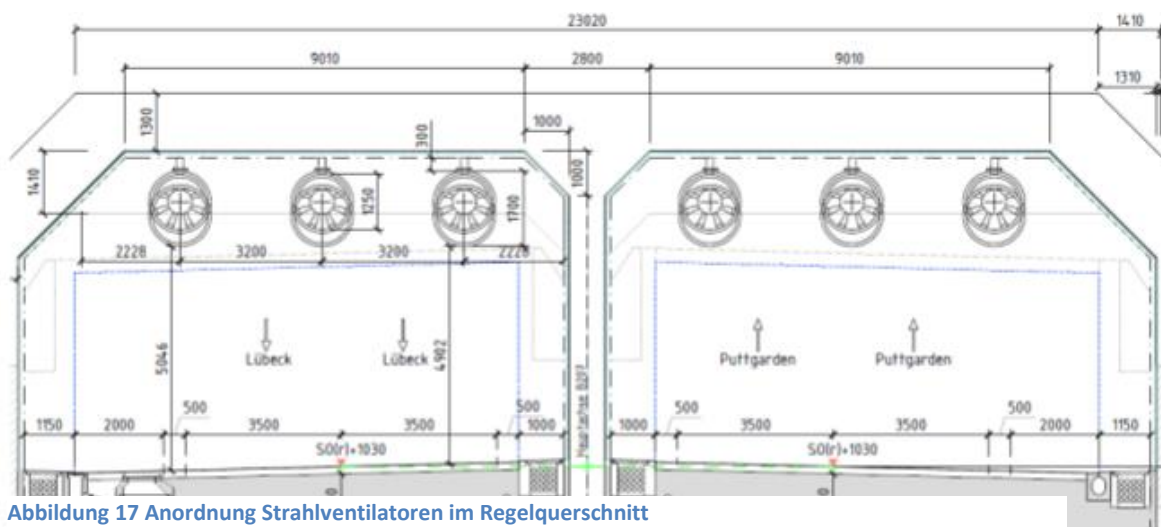


Abbildung 17 Anordnung Strahlventilatoren im Regelquerschnitt

Sicherheitsmaßnahmen

Schema der Entwurfsplanung zur Tunnellüftung (Abbildung 18 bis 21). Weitere Details sind Anlage C zu entnehmen.

Sicherheitsmaßnahmen

Strahl- ventilatoren	Anzahl SV	Kilome- trierung in km	Abstand SV in m	Distanz vom Südportal in m	Distanz vom Nordportal in m
Südportal		2+117,3		0,0	2 261,2
Gruppe 1	3	2+220,0	102,7	102,7	2 158,5
Gruppe 2	3	2+743,9	523,8	626,5	1 634,6
Gruppe 3	3	3+888,9	1145,1	1 771,6	489,5
Gruppe 4	3	4+287,1	398,2	2 169,8	91,3
Nordportal		4+378,5	91,3	2 261,2	0,0

Tunneldaten_F SQ_2023-08-17(SV-Pos) / KTI

Abbildung 18: Standorte der Strahlventilatorgruppen (siehe Anlage C)

Sicherheitsmaßnahmen

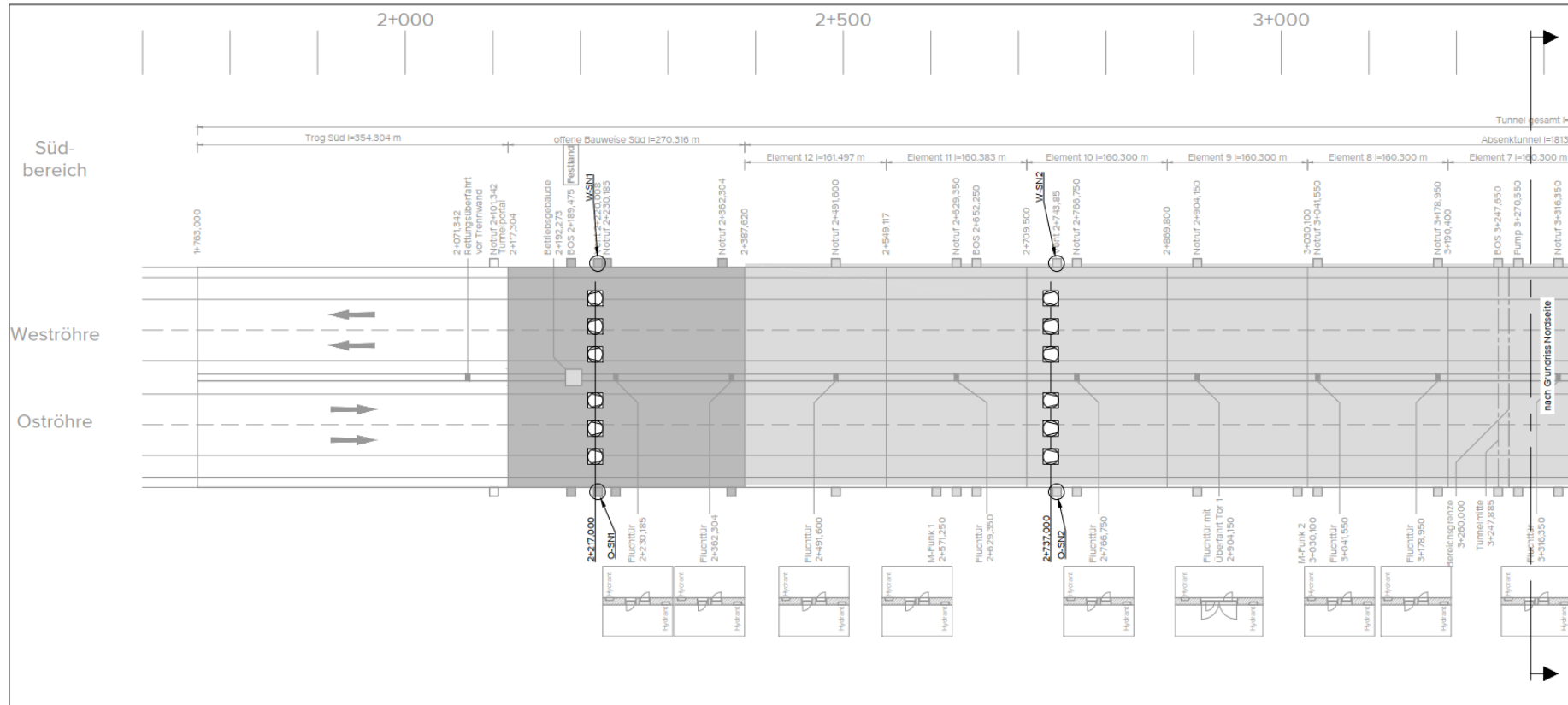


Abbildung 19 Schema Tunnellüftung Südseite (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_3_P_TLF-TL-00-SC_051001)

This detailed longitudinal section shows the internal structure of the tunnel. The West tube (Weströhre) and East tube (Oströhre) are clearly delineated. The ground level (Nord-bereich) is shown at the top. Key components include:

- Hydraulic Pumps (Hydramt):** Multiple pumps are shown along the length of the tubes, with specific elevation points (e.g., 3+316.350, 3+433.750, 3+591.150, 3+728.550, 3+865.971, 3+923.400, 4+004.144, 4+143.375, 4+267.008, 4+278.000).
- Valves (Ventile):** Various valves are indicated, including 'Ventil 3+865.971', 'Ventil 3+865.975', and 'Ventil 4+267.008'.
- Structural Elements:** The diagram shows the internal lining and structural supports of the tubes.
- Dimensions and Elevation:** Stationing is provided along the top (e.g., 3+500, 4+000, 4+500). Elevation points are marked throughout the structure.
- Labels:** 'nach Grundriss Südseite' indicates the plan view is on the right side. 'Tunnelportal' is marked at the right end.

Abbildung 20 Schema Tunnellüftung Nordseite (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_3_P_TLF-TL-00-SC_051001)

Sicherheitsmaßnahmen

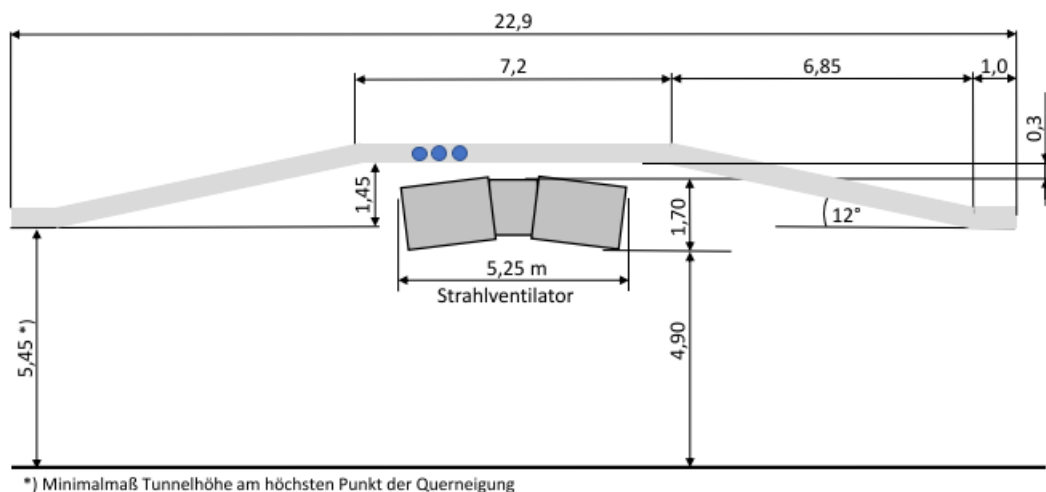


Abbildung 21 Nischenmaße für die Strahlventilatoren

Für die Früherkennung eines Brandereignisses mit geringer Wärmefreisetzung sollen neben dem Brandmeldekabel zusätzlich die Sichttrübemessstellen (siehe Abbildung 21) verwendet werden. Im Falle eines Brandes mit großer Rauchentwicklung zeigt die Sichttrübekonzentration einen ausgeprägten Anstieg unmittelbar nach Beginn des Brandes. Dieser Anstieg unterscheidet sich hinsichtlich Gradient und Höhe des erreichten Wertes signifikant von den üblicherweise im Normalbetrieb auftretenden Verläufen. Mit dieser Erfassung können auch Brände mit niedrigen Temperaturen, aber großer Rauchentwicklung erfasst werden. Erreicht der Rauch eine der Messstellen, so kann der Brandort einem Brandabschnitt zugeordnet werden. Um Fehlschaltungen aufgrund von Sichttrübe durch Nebel zu verhindern, sind in der Nähe der Portale Messgeräte zu installieren, deren Messwerte durch Nebelbildung nicht beeinflusst werden.

SI-Messstelle	Kilometrierung in km	CO-Messstelle	Kilometrierung in km
Si 101	2+320,0	CO 101	2+629,4
Si 102	2+481,9	CO 102	3+179,0
Si 103	2+643,9	CO 103	3+728,6
Si 104	2+832,9		
Si 105	3+021,9		
Si 106	3+210,9		
Si 107	3+399,9		
Si 108	3+588,9		
Si 109	3+788,9		
Si 110	3+988,9		
Si 111	4+187,1		

STR-Messstelle ^{*)}	Kilometrierung in km
STR 101	2+447,0
STR 102	4+074,5

*) je drei Messgeräte

Tunnelknoten_FSQ_2023-08-17(Messtechnik) / KTI

Abbildung 22 Messtechnikpositionen je Röhre

Sicherheitsmaßnahmen

Verkehrstechnische Einrichtungen	
Verkehrserfassung	<ul style="list-style-type: none"> - Induktionsschleifen in den Fahrbahnen - Fahrzeugklassen 8+1 - Induktionsschleifen an den Ausfahrtsportalen zur Detektion eines Rückstaus in den Tunnel
Beschilderung – Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> - Wechselverkehrszeichen (WVZ Typ A, B und C), Dauerlichtzeichen (DLZ), Wegweisung (statisch und mittels Prismenwender), Portalschild - Dynamische Verkehrsbeschilderung erfolgt in LED-Technik
Einrichtungen zur Sperrung des Tunnels	<ul style="list-style-type: none"> - Vorquerschnitte zur Realisierung von Geschwindigkeitstrichtern - Sperrquerschnitte mit Schranken vor den Portalen und zusätzlich vor den Trögen
Erkennung Pannenbuchtbelegung	<ul style="list-style-type: none"> - Entfällt, da keine Pannenbuchten vorgesehen
Überleitung RV und GV	<ul style="list-style-type: none"> - Die Überleitung bei Gegenverkehrsbetrieb erfolgt mittels MÜLS und Markierungsleuchtknopfen in den Fahrbahnen.
Höhenkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht erforderlich, da lichte Höhe $\geq 4,50\text{m}$
Ergänzende Angaben: Details siehe Schemaplan verkehrstechnische Ausstattung: FBQ_FSQ_0000_999999_VTK_2DF_2_P_VTA-XX-XX-SC_53000	

Kommunikationseinrichtungen	
Notruffeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Je Tunnelröhre 18 Notrufkabinen (16 St. Innerhalb des Tunnels und an jedem Portal 1 St.) - max. Abstand beträgt $<150\text{ m}$ (ca. 145 m Regelabstand) - Kabinen ausgestattet mit Sprechstelle, außen liegender Großflächenruftaster, Elektroverteiler - Notrufsystem IP-basiert - Anbindung im Tunnel mittels LWL-Ringstruktur je Röhre und Aufschaltung TLZ
Videoüberwachung – Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> - Abstand ca. 50 m im Tunnel - IP-Kameras zur Überwachung der Schranken und MÜLS - IP-Kameras dem Verkehr nachschauend - Funktionen (Stauerkennung, Falschfahrer, Langsamfahrer, Personen, Rauch und Pannenfahrzeug) - Im Gegenverkehr wird die Detektion von Falschfahrern deaktiviert - Aufzeichnung der Tunnelkameras im Ringspeicher für 72 h
Videoüberwachung – Vorportal	<ul style="list-style-type: none"> - Abstand ca. 50 m im Trog - An den Sperrschranken werden Schwenk-Neige-Zoomkameras (SNZ-Kameras) vorgesehen - Die Anbindung der Kameras außerhalb der Tunnelröhren erfolgt an die nächstgelegene Streckenstation der

Sicherheitsmaßnahmen

	<p>Verkehrstechnik und werden über LWL-Kabel ins Betriebsgebäude zur Videozentrale geleitet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung der EABT-80/100
BOS-Funk	<ul style="list-style-type: none"> - TETRA BOS Funk - Strahlerkabel in den Tunnelröhren - Antennen im Portalbereich zur Vorfeldausleuchtung für die Einsatzkräfte - Je ein Funkmast an den Betriebsgebäuden (Nord und Süd) - Feuerwehrbedienfelder in den FIZ
Betriebsfunk	<ul style="list-style-type: none"> - vorgesehen
Verkehrsfunk/Radio	<ul style="list-style-type: none"> - gemeinsame Antennentechnik im Tunnel mit dem BOS-Funk - automatische Durchsagen durch die ELA - manuelle Einsprechmöglichkeiten aus dem BG und der TLZ - DAB+ - Mindestens ein Sender mit Verkehrsfunk
Mobilfunk	<ul style="list-style-type: none"> - Wird seitens Mobilfunkbetreiber geplant - Im Tunnel sind für den Mobilfunk Kabinen zur Aufstellung von Technik vorgesehen
Lautsprecheranlage	<ul style="list-style-type: none"> - Anlagenkonzept nach dem SLASS-Prinzip - Im Tunnelbereich Grenzflächenhörner im Abstand von ca. 50 m - Im Portalbereich und Bereich der Sperrquerschnitte an den Schranken - Druckkammerlautsprecher an den Rampenwänden - STI-Wert > 0,45 - Einsprechmöglichkeiten (automatisch) mittels Textkonserven - Manuelle Einsprache aus dem BG und der TLZ - - Sprachen Textkonserven in Deutsch, Dänisch und Englisch
Ergänzende Angaben	

Brandmeldeeinrichtungen	
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> - Feuerwehrbedienfeld/ -anzeigetableau an beiden Betriebsgebäuden - Feuerwehrschränke an beiden Betriebsgebäuden - Freischaltelement an beiden Betriebsgebäuden
Manuell	<ul style="list-style-type: none"> - Handfeuermelder bei allen Notrufsprechstellen im Tunnel - Handfeuermelder am Ende der Fluchtwege im Betriebsgebäude
Automatisch	<ul style="list-style-type: none"> - Linienbrandmelder an der Tunneldecke in beiden Tunnelröhren - Detektionszeit der Linienbrandmelder kleiner 60 s bei einer Brandleistung von 5 MW - Brandlokalisierung gemäß EABT - Mehrkriterienmelder in allen Kabinen im Tunnel - Sichttrübungsmessungen und CO-Messungen zur Unterstützung einer Branddetektion

Sicherheitsmaßnahmen

Betriebsgebäude	- Mehrkriterienmelder in beiden Betriebsgebäuden
Ergänzende Angaben	

Brandbekämpfungseinrichtungen	
Handfeuerlöscher	<ul style="list-style-type: none"> - Zwei Feuerlöscher gemäß EABT bei jeder Notrufkabine je ca. 10°kg - Feuerlöscher (Pulver und CO) in beiden Betriebsgebäuden
Löschwasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> - Löschwasserleitung mit Entnahmestellen (Hydranten mit einem Abstand <150 m; durchschnittlich ca. 145 m) in beiden Tunnelröhren (Mittelwand neben den Fluchttüren) - Entnahmemenge 1.200 l/min für 60 min - Entnahmedruck zwischen 6 und 10 bar an jeder Entnahmestelle - Zweigeteilter Löschwasserbehälter (ca. 96,7°m³) mit Druckerhöhungsanlage im Betriebsgebäude Nord (Insel) / kein Löschwasserbehälter im Betriebsgebäude Süd - Nachspeisung des Löschwasserbehälters aus dem Trinkwassernetz im BG Nord - Am Vorplatz der Betriebsgebäude Nord und Süd wird jeweils ein Umfahrhydrant/ Portalhydrant mit 2 B-Kupplungen, bedienbar mittels Hydrantenschlüssel, platziert. Als Rückfallebene bei Wartung oder Reparatur ist eine Einspeisung über diese Hydranten am Vorplatz der Betriebsgebäude durch die Feuerwehr möglich. - Frostsichere Ausführung aller Löschwasser-Installationen im Tunnel
Automatische Brandbekämpfungsanlage	keine
<p>Ergänzende Angaben: Bei der Ausführung aller Installationen im Tunnel wird ein frostsicherer Betrieb der gesamten LöWa-Anlage sichergestellt. Zusätzlich wird in den kalten Wintermonaten bei Unterschreitung einer definierten Wassertemperaturmessung in der LöWa-Leitung im Tunnel ein Frostlaufprogramms über die DEA aktiviert. Bei aktiviertem Forstlaufprogramm wird Wasser vom Löschwasserbehälter über die gesamte Ringleitung im Tunnel gepumpt und schließlich wieder in das Löschwasserbecken geführt.</p>	

Stromversorgung und elektrische Leitungen	
Stromversorgung	<ul style="list-style-type: none"> - 11 kV Einspeisung am Betriebsgebäude Süd durch den örtlichen Energieversorger (zwei Beine) als Ringeinspeisung - Redundante Übertragung der 11 kV Energieversorgung durch den Tunnel bis zum Betriebsgebäude Nord - Je Betriebsgebäude zwei Transformatoren (2.000 kVA), die den Versorgungsbereich (Süd, Nord) jeweils einzeln versorgen können

Sicherheitsmaßnahmen

	<ul style="list-style-type: none"> - im Regelbetrieb versorgt jeder Transformator eine Tunnelröhre und Versorgungsbereich allein (z.B. Trafo 1 versorgt Abschnitt Süd Oströhre, Trafo 2 versorgt Abschnitt Süd Weströhre)
Unterbrechungsfreie Stromversorgung	<ul style="list-style-type: none"> - eine Online-USV (250 kVA) je Betriebsgebäude - Kapazität (mindestens 60 min) - versorgte Anlagenteile gemäß EABT
Notstromversorgung	<ul style="list-style-type: none"> - keine
Blitzschutz	<ul style="list-style-type: none"> - Klasse III
Überspannungsschutz	<ul style="list-style-type: none"> - Für alle leitenden Kabel, die von außen in die BG eingeführt werden - Gemäß Blitzschutzkonzept (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_3_P_POT-TL-00-SC_052004)
<p>Ergänzende Angaben: Ergänzend wird ein Gesamterdungskonzept erzeugt, sodass eine Harmonisierung der Erdungskonzepte der Straßen und Bahn gewährleistet wird. Dieses liegt zum Abschluss der LPH3 nicht abschließend vor und wird entsprechend in der kommenden Planung ergänzt und dem Anlage dieses Dokuments beigelegt.</p> <p>Zur Lastübernahme ist eine Kopplung der Trafos und Niederspannungsanlagen möglich</p>	

Zentrale Leittechnik	
Übergeordnete Leitstelle	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnelleitzentrale Hamburg
Tunnelleitstelle	<ul style="list-style-type: none"> - Redundante Server - Bedienmöglichkeit im Betriebsgebäude Nord und Süd - Identische Ausstattung beider Betriebsgebäude zur Bedienung
Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> - Je Tunnelröhre eine H-SPS (Profinet), deren zwei Kerne auf beide Betriebsgebäude aufgeteilt ist - In beiden Betriebsgebäuden und den Notrufräumen Dezentrale Peripherie Geräte (DPG) für den Empfang von Meldungen und Ausgabe von Befehlen - Die Kommunikation zw. Leittechnik, H-SPS'en und DPG ist redundant mit Doppelringen aufgebaut - Die Peripherie (z.B. Leuchten, Türkontakte, Sensoren, etc.) ist nicht redundant aufgebaut - Aus beiden Betriebsgebäuden und der TLZ kann die Betriebstechnik und die Verkehrstechnik über die Leittechnik bedient werden - In beiden Betriebsgebäuden ist eine Handbedienebene mittels Touchpanel (direkter SPS-Zugriff) geplant
Datensicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Die Datenübertragung zur TLZ muss den Vorgaben des BSI-Grundschutz entsprechen
Ergänzende Angaben: Betrachtung der TLZ-Vorgaben zur Aufschaltung externer Tunnel	

Sicherheitsmaßnahmen

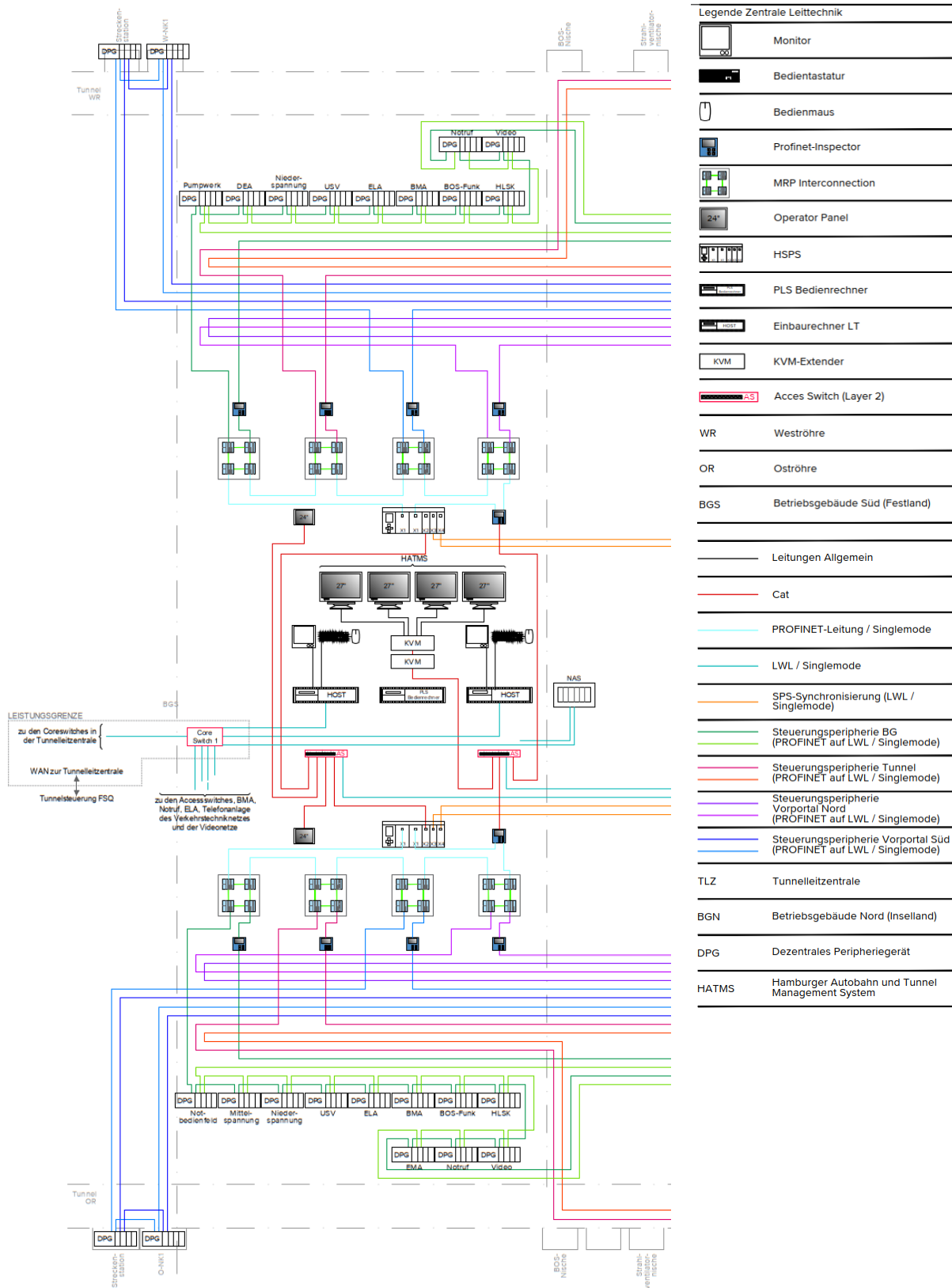


Abbildung 23 Ausschnitt Süd - Systemaufbau Tunnelsteuerung (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_2_P_ZLT-TL-00-SC_052015)

Sicherheitsmaßnahmen

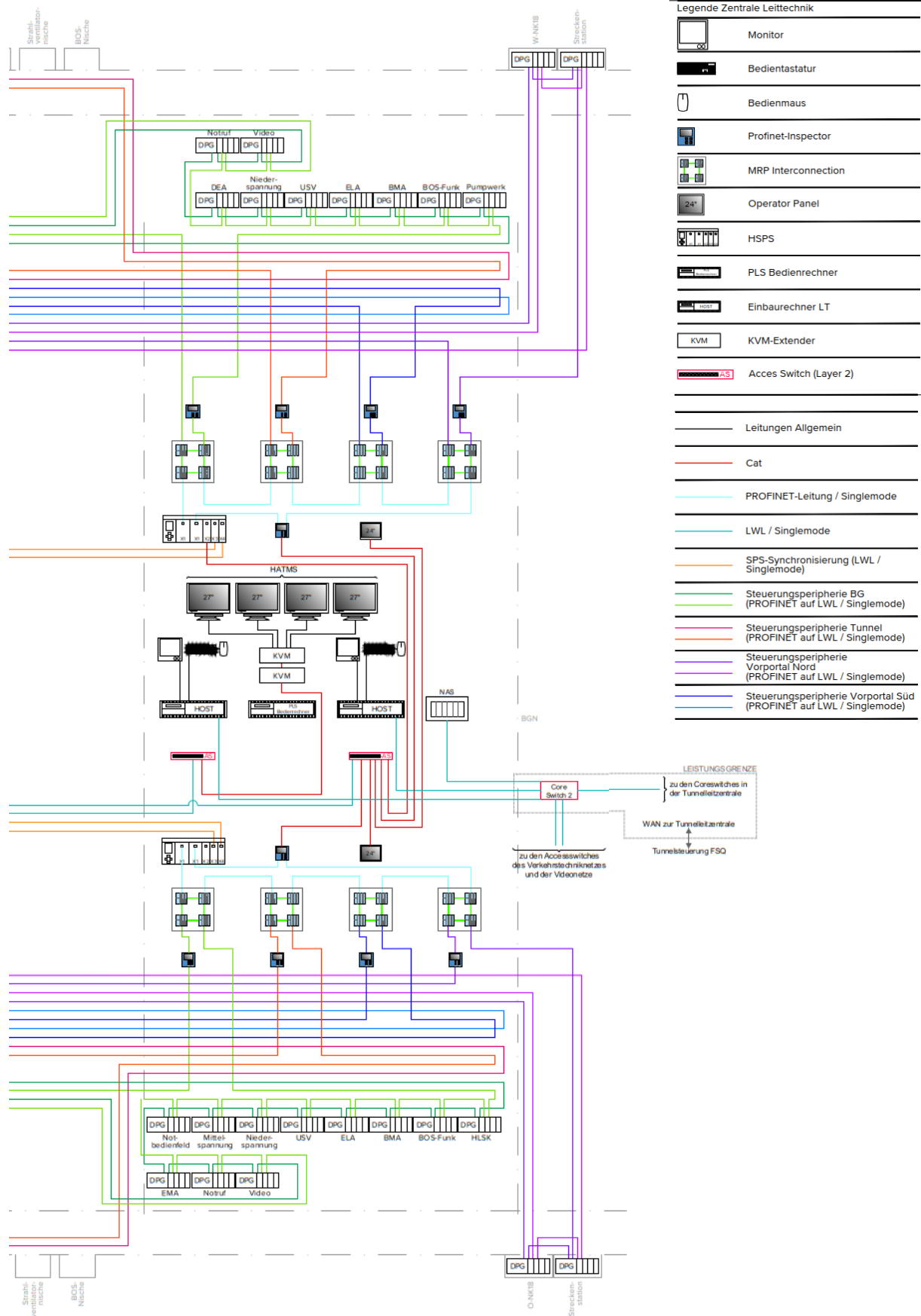


Abbildung 24 Ausschnitt Nord - Systemaufbau Tunnelsteuerung (siehe: FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_2_P_ZLT-TL-00-SC_052015)

Sicherheitsmaßnahmen

Feuerfestigkeit	
Kabel und Leitungen – Feuerfestigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Kabel und Leitungen werden in Längs- und Abschnittverkabelung unterschieden - Längsverkabelung erfolgt in den Leerrohren unter den Notwegen - Abschnittsverkabelung erfolgt im Tunnelfahrraum auf Kabeltrasse - Die Not-/Nachtbeleuchtung wird bei der Abschnittsverkabelung in Funktionserhalt 90 min vorgesehen - Die Kabelzugschächte in den Tunnelröhren werden mit Blähton verfüllt
Feuerfestigkeit von baulichen Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> - Notrufrückentüren und Fluchttüren zwischen beiden Röhren sind in Funktionserhalt 90 min vorgesehen - Strahlventilatoren sind mit einer Temperaturfestigkeit von 250°C für 90 min bei einer Bemessungsbrandleistung von 50 MW geplant - baulicher Brandschutz der Bauwerksstruktur - KZS werden mit Blähton ausgestattet

2.1.3 Besondere Betriebsführung

In der Sicherheitsbewertung [1] wurde ein temporärer Gegenverkehrsbetrieb (z.B. Störfälle, Wartungsarbeiten) betrachtet. Für einen reduzierten Notausgangsabstand von 200 m können bis zu sechs jährliche Wartungen mit einer Dauer von unter sieben Tagen akzeptiert werden. Sowohl hinsichtlich der besonderen Charakteristik als auch hinsichtlich der Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben ergibt sich keine Notwendigkeit von weiteren Abklärungen. Beide Risikokenngrößen liegen ausreichend im sicheren Bereich.

Nach Beendigung der quantitativen Risikoanalyse des Gegenverkehrs und mit der Fortschreibung dieses Sicherheitsdokuments werden sich ergebende besondere Betriebsführungen ergänzt.

2.1.4 Besondere bauliche und technische Maßnahmen

Für die Fehmarnsundquerung sind als besonderen baulichen Maßnahmen Hochwasserdämme um die beiden Betriebsgebäude herum vorgesehen (siehe Anlage F).

Gesamtsicherheitskonzept

3 Gesamtsicherheitskonzept

3.1 Spezifische Gefahrenanalyse

3.1.1 Besondere Charakteristik

In der Sicherheitsbewertung (siehe Anlage E) wurden die rechnerischen Kenngrößen ermittelt, um bewerten zu können, ob eine qualitative Sicherheitsbewertung für die Fehmarnsundquerung erforderlich ist. Der ermittelte Wert von 0,25 liegt deutlich unter dem Grenzwert von 0,7, so dass eine qualitative Sicherheitsbewertung nicht notwendig ist.

Hinweis: In Kapitel 1.3 sind die Verkehrszahlen aktualisiert auf die Verkehrsprognose 2035 aufgezeigt.

Die EABT-80/100 und die EG-Richtlinie nennen Parameter, die hinsichtlich einer besonderen Charakteristik zu beurteilen sind. Die Fehmarnsundquerung weist gemäß nachstehender Abbildung 25 und 26 folgende Charakteristika auf:

Prognosejahr 2030				Lineare Hochrechnung 2035		
DTV	Gesamtverkehr in Kfz/24 h	Schwerverkehr in SV/24 h	Anteil SV in %	Gesamtverkehr in Kfz/24 h	Schwerverkehr in SV/24 h	Anteil SV in %
Oströhre	11 700	1 700	14,5	12 297	1 859	15,1
Weströhre	10 400	1 450	13,9	10 931	1 585	14,5
Gesamt	22 100	3 150	14,3	23 227	3 444	14,8

Tunnelknoten_FSQ_2023-11-10(VK)/MWE

Abbildung 25 Prognostiziertes Verkehrsaufkommen für das Prognosejahr 2030 sowie die Hochrechnung 2035 (siehe Anlage E)-

Parameter	Wert	Besondere Charakteristik
Tunnellänge	ca. 2 260 m	Nein
Anzahl der Tunnelröhren (Straße)	2	Nein
Anzahl der Fahr- und Seitenstreifen	2 Fahr- und ein Seitenstreifen (inkl. Notgehweg)	Nein
Fahrstreifenbreite	3,50 m	Nein
Querschnittsgeometrie	Rechteck	Nein
Querneigung	2,5 %	Nein
Ein- und Ausfahrten im Tunnel	keine	Nein
Trassierung/Längsneigung	max. $\pm 1,25$ %	Nein
Trassierung/Kurvigkeit	$R_{min} = 1800$ m	Nein
Bauart	offene Bauweise und Absenktunnel	Nein
Richtungsverkehr oder Gegenverkehr	Richtungsverkehr temp. Gegenverkehr	Nein
Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre	Abbildung 25	Nein
Gefahr täglicher Staubildung	Verkehrsqualität „B oder besser“	Nein
Zugriffszeit der Einsatzdienste	Hilfsfrist 10 min	Nein
Anteil des LKW-Verkehrs	Abbildung 25	Ja
Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs	Standardverteilung	Nein
geschwindigkeitsbezogene Aspekte	Richtungsverkehr: 80 km/h Gegenverkehr: 60 km/h	Nein
geographische und meteorologische Verhältnisse	Unterwassertunnel, Ostsee	Ja

Abbildung 26 Zusammenstellung der sicherheitsbeeinflussenden Parameter bzw. der besonderen Charakteristika (siehe Anlage E)-

Gesamtsicherheitskonzept

Experteneinschätzung

Zur Beurteilung der Kriterien des Transports von Gefahrgut wurde eine Kategorisierung nach ADR (Anlage D) durchgeführt. Gemäß dieser Kategorisierung sind Gefahrguttransporte ohne Einschränkung möglich.

Für die Betrachtung der Explosionsgefährdung wurde ein Ex-Schutzdokument (Anlage G) erstellt.

Ergänzend zu dieser SiDo Straßentunnel wird es eine SiDo für den Bahntunnel geben. Die Abbildung 27 zeigt die Kerninformationen aus der Hochwasserschutzuntersuchung, welche sich vollständig in Anlage F befindet.

Planungsbereich	HW2100	HW2150	Seegang
Festland			H _{m0} = 1 m T _{m-1,0} = 5,8 s
Bemessungswasserstand	NHN + 3,30 m	NHN + 3,80 m	
Freibord / Deichneigung 1:6	1,9 m	1,9 m	
Schutzhöhe Deich	NHN + 5,20 m	NHN + 5,70 m	
Fehmarn			
Bemessungswasserstand	NHN + 3,10 m	NHN + 3,60 m	
Freibord / Deichneigung 1:6	1,7 m	1,7 m	
Schutzhöhe Deich	NHN + 4,80 m	NHN + 5,30 m	

Abbildung 27 Kerninformationen Hochwasserschutz (siehe Anlage F)

3.1.2 Abweichungen vom Regelwerk

Die Fehmarnsundquerung weist folgende Abweichung zur EABT 80/100 auf:

- Entgegen Kapitel 7.3.3.3 EABT-80/100, liegt bei der Fehmarnsundquerung keine Rauchabsaugung für den Fall des temporären Gegenverkehrs vor.
Als Kompensationsmaßnahmen, wird der Sicherheitsabstand der Notausgänge auf einen maximalen Abstand von 139,2 m festgelegt. Des Weiteren wurde über die Anforderungen der RABT/EABT hinausgehend eine zusätzliche Redundanz in Form jeweils einer weiteren Strahlventilatorgruppe pro Röhre vorgesehen, wodurch betriebliche Einschränkungen weitestgehend verhindert werden.
- Entgegen Anlage C 6 Tabelle 34 - EABT-80/100, ist zwischen der Strahlventilatorgruppe 3 und 4 gemäß Abbildung 18 in beiden Röhren der Abstand zu einem genau in der Mitte liegenden, punktuellen Brandort für den Einsatz von Strahlventilatoren mit einer Temperaturfestigkeit von 250 °C über 90 min um 0,89 m unterschritten. Aufgrund der zusätzlichen Redundanz ist jedoch die volle Funktionalität der Brandfalllüftung auch im Falle des Ausfalls dieser beiden

Gesamtsicherheitskonzept

Gruppen durch heiße Brandgase gewährleistet. Des Weiteren sieht die DIN EN12101-3 eine über die in der EABT hinausgehende Temperaturfestigkeit von 300 °C für 120 min vor.

3. Das in Kapitel 5.1.5 EABT-80/100 geforderte Fahrbahntwässerungs-System mit einem Stauvolumen von mind. 102 m³ wird beim vorliegendem Tunnel als ein Sammelbeckensystem bestehend aus einem Havariebecken a 55 m³ am Tunneltiefpunkt je Tunnelröhre geplant. Die Havariebecken sind über zwei Rohrleitung miteinander verbunden, um eine Redundanz der Becken und Pumpen herzustellen. Mit der hydraulischer Verbindung der Havariebecken Ost und West steht somit ein maximales Sammelvolumen von 110 m³ zur Verfügung. Die Trennung der Havariebecken basiert einerseits auf der grundsätzlichen Tunnelplanung mit getrenntem Entwässerungssystem für beide Straßentunnelröhren sowie auf vorliegende Platzengpässe. (siehe Sitzungsprotokoll 27.09.2022, Punkt 1.4.4, Arbeitsgruppengespräch TA Planer mit INGE). Das Entwässerungsschema ist unter FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_2DF_3_P_SAN-TL-XX-SC-XX_051003 zu finden.

3.2 Zusätzliche Maßnahmen

- Ist die Durchführung von Risikoanalysen erforderlich, so ist dadurch zu klären, ob und in welchem Umfang ergänzende Maßnahmen erforderlich sind, um das geforderte Sicherheitsniveau einzuhalten. Die ergänzenden Maßnahmen sind getrennt anzugeben und deren Grundlage bzw. die erforderliche risikomindernde Wirkung ist zu erläutern.
- Die folgende Maßnahmentabelle wird nach Beendigung der quantitativen Risikoanalyse des Gegenverkehrs und mit der Fortschreibung dieses Sicherheitsdokuments ergänzt.

Maßnahme	Begründung der Maßnahme	Erwartete Wirkung der Maßnahme
Videodetektion	Zusätzliche Sicherheitsanforderung durch die Autobahn GmbH	<p>Sicherheit: Durch die Überwachung können potenzielle Gefahren frühzeitig erkannt werden, wie beispielsweise Unfälle oder Pannen.</p> <p>Verkehrsfluss: Durch die Analyse von Videodaten können Verkehrstaus identifiziert und gezielt Maßnahmen ergriffen werden, um den Verkehrsfluss zu optimieren.</p> <p>Notfallmanagement: Im Falle eines Notfalls können Einsatzkräfte schnell informiert und die Lage besser bewertet werden.</p>

3.3 Typisches Schadensszenario

Anhand von typischen Schadensszenarien wird die Wirkung der vorgesehenen baulich-, technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen, insbesondere hinsichtlich der:

- Schadensverhütung
- Schadensmeldung
- Selbst- und Fremddrettung

Gesamtsicherheitskonzept

- Hilfeleistung
- Brandbekämpfung

dargelegt und erläutert. Eine wesentliche Zielsetzung ist es dabei, den nicht unmittelbar an der Planung beteiligten Einsatzdiensten möglichst frühzeitig eine konkrete Vorstellung der möglichen Abläufe zu geben umso eine Grundlage hinsichtlich der erforderlichen Abstimmungen, insbesondere im Bereich der organisatorischen Sicherheit, zu schaffen. Das Spektrum der möglichen Unfall- und Ereignisabläufe in Straßentunneln und die daraus resultierenden Personen- und Sachschäden ist von enormer Breite und reicht von Alltagsereignissen (Bagatellunfälle mit geringem Sach- und ohne Personenschaden) bis hin zu Großlagen (Unfall mit Brand im Tunnel mit einer großen Anzahl von Beteiligten und Verletzten).

Die typischen Schadensszenarien wurden im Gesamtsicherheitskonzept (Anlage E) untersucht und bewertet.

Tabelle 1: Mögliche Schadensszenarien

Nr.	Szenariotyp	Kurzbeschreibung
1	Technische Störung/Notfall	Ausfall von betriebstechnischen Komponenten (z. B. Beleuchtung, Messgeräte, Lüftung).
2	Technische Hilfeleistung	Pannenfahrzeuge (ohne Unfall / Kollision, ohne Brand) oder andere Hindernisse (z. B. verlorene Ladung) auf der Fahrbahn.
3	Verkehrsunfall	Verkehrsunfall (Zusammenstoß mit Tunnelwand, Streif-/ Auffahrunfall, Frontalzusammenstoß), ohne Brand.
4	Brand	Brand im Tunnel (Defekt am Fahrzeug, Verkehrsunfall), ohne Gefahrgut.
5	Ereignisse mit Gefahrgut	Beteiligung eines Gefahrguttransporters (Panne, technischer Defekt am Fahrzeug, Verkehrsunfall), ohne / mit Brand, ohne / mit Freisetzung von Gefahrgut.

3.3.1 Technische Störung/Notfall

Schadensszenario „Technische Störung/Notfall“ Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte) Ausfall der Mittelspannungsversorgung durch den EUV	
Allgemeine Angaben	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Für den FSQ steht keine Energieversorgung mehr zu Verfügung - Für 60 Minuten sind USV-berechtigte Verbraucher noch betriebsbereit
Typische Anzahl Beteiligter	<ul style="list-style-type: none"> - viele beteiligte Fahrzeuge - keine Verletzten
Mögliche Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> - elektrischer Störfall

Gesamtsicherheitskonzept

Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	- Gefährdungen der Verkehrsteilnehmer durch Ausfall der Tunnellüftung
Mögliche Folgeereignisse	- Nach 60 min fällt die Steuerung und Notbeleuchtung aus
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen + betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Einrichtungen zur Verhinderung von Ereignissen - Tunnelsperrung - Kontrollierter Shutdown aller Systeme vor Ablauf der 60 min
Ereignisbewältigung	
Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Notruffeinrichtungen) - Automatisch (Videodetektion) - Automatisch (Alarmer über die Leittechnik) - Notrufe (110 oder 112)
Selbstrettung	- Keine Selbstrettungswege erforderlich
Fremdrettung	- Keine Fremdrettungswege erforderlich
Hilfeleistung	- Technische Hilfeleistung durch Einsatzdienste
Brandbekämpfung	- Keine

Schadensszenario „Technische Störung/Notfall“

Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte)

Ausfall der Adaptationsbeleuchtung

Allgemeine Angaben

Beschreibung	- Die Adaptationsbeleuchtung einer Einfahrtsstrecke fällt aus
Typische Anzahl Beteiligter	<ul style="list-style-type: none"> - viele beteiligte Fahrzeuge - keine Verletzten
Mögliche Ursachen	- elektrischer Störfall
Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	- Gefährdungen der Verkehrsteilnehmer durch Ausfall der Adaptationsbeleuchtung
Mögliche Folgeereignisse	- Unfälle durch schlechte Sicht
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen + betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit - Einsatz eines Serviceteams zur Behebung der Schadensursache
Ereignisbewältigung	

Gesamtsicherheitskonzept

Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Notrufeinrichtungen) - Automatisch (Videodetektion) - Automatisch (Alarmer über die Leittechnik)
Selbstrettung	- Keine Selbstrettungswege erforderlich
Fremdrettung	- Keine Fremdrettungswege erforderlich
Hilfeleistung	- Technische Hilfeleistung durch Betriebspersonale
Brandbekämpfung	- Keine

3.3.2 Technische Hilfeleistung

Schadensszenario „Technische Hilfeleistung“ Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte) Pannenfahrzeug, 1 Fahrbahn blockiert, kein Personenschaden, ohne Gefahrgut, ohne Brand	
Allgemeine Angaben	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Eine blockierte Fahrspur - keine Verletzten - Folgen (Stau, Personen auf der Fahrbahn)
Typische Anzahl Beteiligten	<ul style="list-style-type: none"> - ein beteiligtes Fahrzeug - zwei unmittelbar beteiligte Personen - keine Verletzten
Mögliche Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> - Motor- oder Bremsendefekt - Kraftstoffmangel - Reifendruckverlust - unzureichende Ladungssicherung etc.
Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> - Gefährdungen der beteiligten Personen durch anderen Verkehrsteilnehmer, die am Pannenfahrzeug vorbeifahren - Auffahrunfall auf ein Pannenfahrzeug
Mögliche Folgeereignisse	<ul style="list-style-type: none"> - Auffahrunfälle in Folge des Staus
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen + betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Einrichtungen zur Verhinderung von Ereignissen - Videoeinrichtungen zur Erkennung des Ereignisses mit Detektionsausrüstung als Forderung der Autobahn GmbH - Ggf. Tunnelsperrung, Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit, Durchsagen mit der ELA/Radio, Fahrstreifensperrung, Erhöhung des Beleuchtungsniveaus
Ereignisbewältigung	
Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Notrufeinrichtungen) - Automatisch (Videodetektion) - Automatisch (Verkehrsdatenerfassung) - Notrufe (110 oder 112)
Selbstrettung	- Keine Selbstrettungswege erforderlich

Gesamtsicherheitskonzept

	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellung Warndreieck durch Verkehrsteilnehmer - Unterstützung durch Ansagen
Fremdrettung	<ul style="list-style-type: none"> - Zufahrtsmöglichkeiten Einsatzdienste über die Portale - Unterstützung des Fremdrettungseinsatzes durch Durchsagen mittels ELA
Hilfeleistung	<ul style="list-style-type: none"> - Technische Hilfeleistung durch Einsatzdienste
Brandbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> - Keine - Lagebeobachtung durch TLZ, ob Brandentwicklung

3.3.3 Verkehrsunfall

Schadensszenario „Verkehrsunfall“ Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte) Kollision Tunnelwand, 1 Fahrbahn blockiert, mit Personenschaden, ohne Gefahrgut, ohne Brand	
Allgemeine Angaben	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Eine blockierte Fahrspur - Verletzte - Folgen (Stau, Personen auf der Fahrbahn)
Typische Anzahl Beteiligten	<ul style="list-style-type: none"> - zwei beteiligte Fahrzeuge - vier unmittelbar beteiligte Personen - keine Verletzte
Mögliche Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> - Überhöhte Geschwindigkeit - Bremsversagen - Übermüdung - Unachtsamkeit - Alkoholmissbrauch - Falschfahrer etc.
Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> - Beschädigungen am Tunnelbauwerk (z.B. Wand) - Herumliegende Fahrzeugteile - Personen auf der Fahrbahn
Mögliche Folgeereignisse	<ul style="list-style-type: none"> - Auffahrunfälle in Folge des Staus
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Einrichtungen zur Verhinderung von Ereignissen - Videoeinrichtungen zur Erkennung des Ereignisses - Ggf. Tunnelsperrung, Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit, Durchsagen mit der ELA/Radio, Fahrstreifensperrung, Erhöhung des Beleuchtungsniveaus
Ereignisbewältigung	
Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Notruffeinrichtungen) - Automatisch (Videodetektion) - Notrufe (110 oder 112)
Selbstrettung	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Selbstrettungswege erforderlich

Gesamtsicherheitskonzept

Fremdrettung/ Hilfeleistung	<ul style="list-style-type: none"> - Zufahrtsmöglichkeiten Einsatzdienste über die Portale - Unterstützung des Fremdrettungseinsatzes durch Durchsagen mittels ELA
Brandbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> - Präventive Maßnahmen zur Sicherstellung des Brandschutzes ist eine verstärkte Beobachtung mit der Videoanlage

3.3.4 Brand

Schadensszenario „Brand“ Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte) Defekt am Fahrzeug, beide Fahrspuren blockiert, ohne Personenschaden, ohne Gefahrgut, mit Brand	
Allgemeine Angaben	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - zwei blockierte Fahrspuren - Keine Verletzte - Folgen (Brand, Stau, Personen auf der Fahrbahn, etc.)
Typische Anzahl Beteiligter	<ul style="list-style-type: none"> - Ein beteiligtes Fahrzeug - zwei unmittelbar beteiligte Personen - keine Verletzten
Mögliche Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> - Kollision (Entzündung auslaufender Treibstoff, Ladung, aufgrund hoher kinetischer Energieeinwirkung etc.) - Selbstzündung (technischer Defekt im Motorraum, überhitzte Bremsen, entzündete Ladung etc.)
Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> - Gefährdungen der unmittelbar beteiligten Personen sowie bei Rauchentwicklung Gefährdung aller in der Tunnelröhre Anwesenden - Staubildung vor dem Brandort - Mögliche Beschädigung des Tunnelbauwerkes
Mögliche Folgeereignisse	<ul style="list-style-type: none"> - Auffahrunfälle in Folge des Staus - Brandausbreitung auf umstehende Fahrzeuge - Behinderung der Rettungskräfte
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Einrichtungen zur Verhinderung von Ereignissen - Videoeinrichtungen zur Erkennung des Ereignisses (Rauchdetektion) - Automatische Branddetektion an der Tunneldecke - Manuelle Brandmelder (Handfeuermelder) - Notrufkabinen - Tunnellüftung
Schadensverhütende betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Vollständige Tunnelsperrung - Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit, Durchsagen mit ELA/Radio - Orientierungsbeleuchtung, schalten VFE, - Brandlüftung - alle Sicherheitseinrichtungen für Tunnelnutzer, die mit dem Brandprogramm verknüpft sind
Ereignisbewältigung	

Gesamtsicherheitskonzept

Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Handfeuermelder, Notrufeinrichtungen) - Automatisch (Brandmeldeanlage, Videodetektion) - Notrufe (110 oder 112)
Selbstrettung	<ul style="list-style-type: none"> - Benutzung der Fluchtwege (z.B. Tür zur benachbarten Röhre) - Optische und akustische Signalisierung des Ereignisses (z.B. Beleuchtung 100%, ELA/Radio, Blink- und Blitzleuchten)
Fremdrettung / Hilfeleistung	<ul style="list-style-type: none"> - Zufahrtsmöglichkeiten Einsatzdienste über Hauptfahrbahnen - Unterstützung des Fremdrettungseinsatzes durch Betriebstechnik (z.B. Tunnellüftung, Notbeleuchtung) sowie der Nutzung der Rettungsüberfahrten im und außerhalb des Tunnels - Technische Hilfeleistung durch Einsatzdienste
Brandbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> - Präventive Maßnahmen zur Sicherstellung des Brandschutzes (Tunnellüftung, baulicher Brandschutz) - Möglichkeiten Brandbekämpfung durch Handfeuerlöscher bei den Notrufsprechstellen und Löschwasserhydranten

3.3.5 Ereignis mit Gefahrgut

Schadensszenario „Ereignis mit Gefahrgut“ Kurzer Überblick über Sachverhalt (Stichpunkte) Defekt am Fahrzeug, beide Fahrspuren blockiert, mit Personenschaden, mit Gefahrgut, mit Brand	
Allgemeine Angaben	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Zwei blockierte Fahrspuren - Ein Verletzter - Folgen (Gefahrgut, Brand, Stau, etc.) - unterschiedliche Gefahrgüter (z.B. Diesel, Benzin, Acetylen) möglich
Typische Anzahl Beteiligter	<ul style="list-style-type: none"> - ein beteiligtes Fahrzeug - eine unmittelbar beteiligte Person
Mögliche Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> - technischer Defekt (Undichtigkeiten an Behälter, Ventile, Stutzen) - Kollision mit Versagen der Behälter aufgrund hoher kinetischer Energieeinwirkung durch überhöhte Geschwindigkeit, Versagen der Bremsen, Unachtsamkeit, Übermüdung, etc.
Mögliche Auswirkungen / Gefährdungen	<ul style="list-style-type: none"> - Brandgefahr - Gefahr einer Explosion - Vergiftungsgefahr von Personen
Mögliche Folgeereignisse	<ul style="list-style-type: none"> - Auffahrunfälle in Folge des Staus - Gefährdung von flüchtenden Personen - Behinderung der Rettungskräfte
Schadensverhütung	
Schadensverhütende Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Einrichtungen zur Verhinderung von Ereignissen - Videoeinrichtungen zur Erkennung des Ereignisses - Automatische Branddetektion an der Tunneldecke - Manuelle Brandmelder (Handfeuermelder)

Gesamtsicherheitskonzept

	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnellüftung - Schadstoffsammlung im Havariebecken (Tunneltiefpunkt)
Schadensverhütende betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnelsperrung - Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit - Durchsagen mit ELA
Ereignisbewältigung	
Schadensmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Manuell (Notruffeinrichtungen) - Automatisch (Videodetektion) - Notrufe (110 oder 112)
Selbstrettung	<ul style="list-style-type: none"> - Benutzung der Fluchtwege (z.B. Tür zur benachbarten Röhre) - Optische und akustische Signalisierung des Ereignisses (z.B. Beleuchtung 100%, ELA/Radio, Blink- und Blitzleuchten)
Fremdrettung / Hilfeleistung	<ul style="list-style-type: none"> - Zufahrtsmöglichkeiten Einsatzdienste über Hauptfahrbahnen und Rettungsüberfahrten - Unterstützung des Fremdrettungseinsatzes durch Betriebstechnik - Technische Hilfeleistung durch Einsatzdienste
Brandbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> - Präventive Maßnahmen zur Sicherstellung des Brandschutzes (Tunnellüftung, baulicher Brandschutz, Löschwasser) - Möglichkeiten Brandbekämpfung durch Handfeuerlöscher bei den Notrufsprechstellen
Schadstoffbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> - Anfallende Schadstoffe werden am Tunneltiefpunkt im Havariebecken gesammelt und mittels Sensoren detektiert - Die Abwasserpumpen werden automatisch abgeschaltet - Angefallene Schadstoffe sind mittels Saugwagen aus dem Havariebecken abzupumpen und zu entsorgen - Das Havariebecken und ggf. weitere kontaminierte Bereiche sind zu reinigen

3.4 Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und Behinderten

Besonderheiten im Umgang mit Behinderten sind die Anforderungen der betroffenen Personengruppen. Diese Anforderungen (z.B. barrierefreie Umwelt, taktile Flächen, etc.) sind im Bericht B69 der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) beschrieben.

In der Fehmarnsundquerung sind nachfolgende Maßnahmen geplant:

- Niedrige Bordsteinhöhe von 3 cm im gesamten Tunnel und damit für mobilitätseingeschränkte Menschen ohne zusätzliche Maßnahmen überwindbar (Zugang zu Fluchttüren sichergestellt)
- Ausstattung von Notrufanlagen mit barrierefreien Notrufknöpfen (taktile Großflächenruftaster)
- Durchgehende Notwegbreite von 1 m
- Akustische Alarmierung mittels Verkehrsfunks (DAB+) und Lautsprecheranlage
- Türöffnungskräfte < 80 N

4 Risikoanalyse

Folgend werden die Sicherheitsbewertung für den Richtungsverkehr und kurzfristigen Gegenverkehr sowie die Zulässigkeit von Gefahrgutstoffen aufgezeigt. Die Ergebnisse der ausstehenden quantitativen Risikoanalyse für den Gegenverkehr werden mit dem Fortschreiben dieser Sicherheitsdokumentation, diesem Kapitel biegefügt und überarbeitet.

4.1 Sicherheitsbewertung für Regelbetrieb und kurzfristigen Gegenverkehr

Für die Fehmarnsundquerung liegt eine Sicherheitsbewertung (Anlage A) für den Regelbetrieb im Richtungsverkehr und den kurzfristigen Gegenverkehrsbetrieb mit Stand Juni 2022 vor.

Gemäß den Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h (EABT-80/100) ist für Tunnel ab einer Länge von 400 m grundsätzlich eine Voranalyse entsprechend dem Leitfaden für Sicherheitsbewertungen von Straßentunneln durchzuführen, um zu überprüfen, inwieweit die sicherheitsbeeinflussenden Parameter im Rahmen der normalen Bandbreite liegen. Weiterhin wird gemäß Leitfaden der notwendige Analysetiefgang einer Sicherheitsbewertung für den Regelbetrieb geklärt.

Hinsichtlich beider Kriterien "Besondere Charakteristik" und "Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben" sind bei Betrachtung der rechnerischen Kenngrößen keine weiteren Abklärungen erforderlich.

Ferner wird der kurzzeitige Gegenverkehrsbetrieb bewertet, der ggf. z. B. für Wartungstätigkeiten oder ähnliches eingerichtet werden soll. Die Beurteilung erfolgt durch zeitanteilige Kumulation der Werte für den Regelfall mit Richtungsverkehr und dem Ausnahmefall mit Gegenverkehr.

Es wird empfohlen, die Abstände der Notausgänge auf unter 200 m zu verkürzen (geplant sind ca. 190 m), um im Gegenverkehrsfall die nicht vorhandene Rauchabsaugung zu kompensieren. Mit diesen reduzierten Notausgangsabständen können bis zu sechs jährlichen Wartungen mit einer jeweiligen Dauer von unter sieben Tagen akzeptiert werden.

Sowohl hinsichtlich der besonderen Charakteristik als auch hinsichtlich der Abweichungen zu baulich-technischen Vorgaben ergibt sich keine Notwendigkeit von weiteren Abklärungen. Beide Risikokenngrößen liegen ausreichend im sicheren Bereich.

Risikoanalyse

Die Sperrmöglichkeiten für die Verkehrsströme sollen sowohl für den Richtungsverkehr als auch für den Gegenverkehr geeignet sein. Für den temporären Gegenverkehrsbetrieb ist eine geeignete Fahrstreifentrennung notwendig.

Details können dem Schemaplan der verkehrstechnischen Ausstattung (FBQ_FSQ_0000_999999_VTK_2DF_2_P_VTA-XX-XX-SC_53000) entnommen werden.

4.2 Risikoanalyse – Zulässigkeit von Gefahrguttransporten

Für die Fehmarnsundquerung liegt eine Kategorisierung zum Gefahrguttransport nach ADR 2007 in Stufe 1B mit Stand September 2022 vor (Anlage D).

Der Grenzwert für die Summe aller Wirkungen aus den Szenarien 3 bis 13 wird sowohl beim Regelbetrieb mit ausschließlichem Richtungsverkehr als auch bei temporärem Gegenverkehrsbetrieb bis zu einer angenommenen Dauer von sechs Mal unter sieben Tagen eingehalten.

Nach dem Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln kann bei Unterschreitung aller Grenzwerte die Kategorie A vergeben werden.

Details können dem Dokument [4] entnommen werden. Die Fehmarnsundquerung kann daher verfahrensgemäß der Kategorie A zugeordnet werden. Die endgültige Festlegung der Kategorie erfolgt durch die zuständige Behörde in Ausübung ihres Ermessensspielraumes.

8 Sicherheitsgutachten

Die Sicherheitsdokumentation ist durch ein Sicherheitsgutachten eines auf diesem Gebiet spezialisierten Sachverständigen oder einer entsprechenden Organisation, beispielsweise der Untersuchungsstelle zu ergänzen. Nach Fertigstellung ist diese hier einzufügen.

Anlage

Anlage

- [A] Sicherheitsbewertung für den Regelbetrieb im Richtungsverkehr und den kurzfristigen Gegenverkehr V1.0 (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_2_P_Sicherheitsbewertung_RV_GV_050094)
- [B] Sicherheitsbewertung für den Regelbetrieb im Gegenverkehr
(FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_3_P_Sicherheitsbewertung_GV_050099)
- [C] Gutachten zur Tunnellüftung nach RABT – 2006 und EABT – 80 / 100 V1.3
(FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_GUT_3_P_TLF_TL_00_XX_XX_050090)
- [D] Entwurfsplanung der Lüftungstechnischen Ausstattung V1.1
(FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_3_P_TLF-TL-00-XX_054001)
- [E] Kategorisierung zum Gefahrguttransport nach ADR 2007 V1.2
(FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_3_P_ADR-1b_50092)
- [F] Gesamtsicherheitskonzept gemäß EABT – 80 / 100 V1.2
(FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_3_P_GSK_50091)
- [G] Planungsrandbedingungen für den Hochwasserschutz (Stand 27.09.2022)
(FBQ_FSQ_0000_999999_HWS_BRI_3_P_Hochwasser_100345)
- [H] Ex-Schutzdokument (FBQ_FSQ_0000_999999_TAT_BRI_3_P_XXX-TL-00-XX-XX_050006)
- [I] Erläuterungsbericht zu den Verkehrstechnischen Untersuchungen nach HBS 2015
(FBQ_FSQ_0207_999999_VA_2DF_3_P_U2202_028221.Verkehrsqualitaet_B207)