

Korridor B

Unterlagen nach § 21 NABEG
BBPIG Vorhaben 48

Abschnitt Elbe

Teil B – Bautechnischer Teil
B1 – Technische Vorhabenbeschreibung

Stand: 25.09.2025

Revision: 01

Vertraulichkeit: Public

DCC: CB -D00164 - Antragsunterlagen

TP Doc ID: KorB-GFN-000005-MA-DE

Revisionsindex

Rev.	Datum	Änderung	Ersteller	Prüfer	Freigeber
01	27.06.2025	Erstfassung	LaC	CHa	EgA
02					
03					
04					
05					

Antragsteller:

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

i. V. Arndt Feldmann

i. A. Dirk Hensen

Verfasser:

Planungsgemeinschaft ElbB
c/o Johannisbollwerk 6 - 8
20459 Hamburg

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	13
1.1	Vorhaben 48 „Korridor B“	13
2	Angaben zum Querungsbauwerk ElbB.....	14
2.1	Querungsbauwerk ElbB – Einführung.....	14
2.2	Baugruben	18
2.2.1	Abmessungen/Anforderungen	18
2.2.2	Bauverfahren Baugruben / technische Alternativen	19
2.2.3	Wahl der Baugrubenbauverfahren	23
2.2.4	Baugrubenkonstruktion SH	25
2.2.5	Baugrubenkonstruktion NI.....	26
2.3	Tunnel	28
2.3.1	Abmessungen/Anforderungen	28
2.3.2	Trassierung und Gradienten.....	32
2.3.3	Bauverfahren/ Technische Alternativen	35
2.3.4	Konstruktion	35
2.3.5	Ausstattung	36
2.4	Zugangsbauwerk	36
2.4.1	Abmessungen/ Lage Teilbauwerke.....	36
2.4.2	Funktion und Ausstattung unterirdischer Gebäudeteile.....	38
2.4.2.1	Allgemein	38
2.4.2.2	Schachtbauwerk	39
2.4.2.3	Muffenbauwerk	40
2.4.2.4	Tunnel in offener Bauweise.....	41
2.4.3	Kabelführung im Schacht- und Muffenbauwerk.....	41
2.4.4	Betriebsgebäude	44
2.4.5	Konstruktion der Zugangsbauwerke	46
2.4.6	Wärmeschutz.....	47
2.4.6.1	Betrachtete Regelwerke	47
2.4.6.2	Umsetzung.....	48
2.4.7	Statik	49
2.5	Technische Gebäudeausrüstung (einschl. Tunnelfahrzeug).....	51
2.5.1	Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – Bauwerke.....	51
2.5.1.1	Anforderungen	51
2.5.1.2	Allgemeine Grundlagen	51
2.5.1.3	Lüftungstechnik.....	52
2.5.1.3.1	Zu- und Abluftanlage Tunnellüftung	52
2.5.1.3.2	Zu- und Abluft der Innenräume	55
2.5.1.3.3	Stellungnahme zum Umwelteinfluss der Fortluftverteilung aus dem Tunnel	55
2.5.1.4	Elektroversorgung und -installationen.....	56
2.5.1.4.1	Hoch- und Mittelspannungsanlagen.....	56
2.5.1.4.2	Eigenstromversorgungsanlagen	56

2.5.1.4.3	Zentral-Batterieanlage	56
2.5.1.4.4	Niederspannungsschaltanlagen	57
2.5.1.4.5	Niederspannungsinstallationsanlagen	57
2.5.1.4.6	Brandschutzmaßnahmen:	58
2.5.1.4.7	Beleuchtungsanlagen:	58
2.5.1.5	Blitzschutz und Erdung	58
2.5.1.5.1	Äußerer Blitzschutz	58
2.5.1.5.2	Innerer Blitzschutz und Potentialausgleich	59
2.5.1.5.3	Überspannungsschutz je Zugangsgebäude	59
2.5.1.6	Wärmeerzeugung	59
2.5.1.6.1	System zur Wärmeerzeugung	59
2.5.1.6.2	Geräteaufstellung Außeneinheit	60
2.5.1.6.3	Wärmeverteilnetze	60
2.5.1.6.4	Raumkühlung	60
2.5.1.7	Kommunikations- und Sicherheitstechnik	61
2.5.1.7.1	Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	61
2.5.1.7.2	Telekommunikationsanlagen	61
2.5.1.7.3	Audiovisuelle Medien- und Antennenanlagen	62
2.5.1.7.4	Telefon- und Datennetz	63
2.5.1.8	Gebäudeautomation	63
2.5.1.9	Förderanlagen/Aufzug	63
2.5.1.10	Wasserversorgung und -entsorgung	64
2.5.1.10.1	Wasserversorgung	64
2.5.1.10.2	Trinkwasser	64
2.5.1.10.3	Löschwasserversorgung	65
2.5.1.10.4	Abwasserentsorgung	65
2.5.2	Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – Betriebsgelände	66
2.5.2.1	Raumbeobachtungsanlage (Videoüberwachungsanlage)	66
2.5.2.2	Zugangskontrollanlage/Einbruchmeldeanlage	67
2.5.3	Tunnelfahrzeuge	67
2.6	Kabelabstände, Einzugsradien	68
2.7	Kabelunterkonstruktion	69
2.8	Betriebsgelände	70
2.8.1	Größe/Anforderungen	70
2.8.2	Flächen/ Abmessungen Betriebsgelände SH	71
2.8.3	Flächen/ Abmessungen Betriebsgelände NI	72
2.8.4	Betriebszufahrt	73
2.8.4.1	Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz	74
2.8.4.2	Anschluss Betriebszufahrt NI an das öffentliche Straßennetz	75
2.8.5	Ausstattung	76
2.9	Hochwasserschutz Betriebsphase	77
2.10	Entwässerung Betriebsphase	81
2.10.1	Schmutzwasser	81
2.10.2	Oberflächenwasser Allgemein	81
2.10.3	Auslegung Regenrückhaltebecken Schleswig-Holstein	82
2.10.4	Auslegung Regenrückhaltebecken Niedersachsen	82

3	Baulegistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr	84
3.1	Allgemein	84
3.2	Baulegistikkonzept.....	84
3.2.1	Allgemeiner Baustellen- und Personenverkehr	84
3.2.2	Schwertransport – Tunnelbohrmaschine	84
3.2.3	Schwertransport – Kabelanlieferung	85
3.3	Antransporte über öffentliche Straßen	85
3.4	Zuwegungen	86
3.5	Baustraßen	88
3.5.1	Brücke über die ElbX-Kabeltrasse	89
3.6	Baustellenverkehr	90
3.7	Wassertransport	91
3.7.1	Allgemein	91
3.7.2	Alternativenprüfung	92
3.7.3	Zusammenfassung Entnahme und Einleitung	93
3.7.4	Druckleitungsverlauf Baufeld SH	93
3.7.5	Druckleitungsverlauf Baufeld NI	95
3.7.6	Entnahme- und Einleitbauwerk SH	96
3.7.7	Einleitbauwerk NI.....	99
3.7.8	Rückbau der technischen Anlagen zum Wassertransport	100
4	Arbeits- und Bauablauf.....	101
4.1	Bauvorbereitende Maßnahmen.....	101
4.1.1	Baugrunduntersuchung	101
4.1.1.1	Allgemein	101
4.1.1.2	Baugrundaufbau	101
4.1.1.3	Wasserverhältnisse	102
4.1.2	Kampfmittelräumung	104
4.1.2.1	Schleswig-Holstein	104
4.1.2.2	Niedersachsen.....	104
4.1.3	Baufeldvorbereitung	104
4.1.4	Archäologische Prospektion	105
4.1.5	Bodenschutz und Bodenmanagement.....	106
4.1.5.1	Allgemein	106
4.1.5.2	Erforderliche Maßnahmen.....	107
4.1.6	Weitere bauvorbereitende Maßnahmen	109
4.1.6.1	Brückenprüfung	109
4.1.6.2	Baustrom.....	109
4.2	Bauablauf Querungsbauwerk ElbB	110
4.2.1	Gesamtbauablauf	110
4.2.2	Baustelleneinrichtung SH	111
4.2.3	Baustelleneinrichtung NI	113
4.2.4	Baugrube SH	114
4.2.5	Baugrube NI.....	115
4.2.6	Tunnel.....	117

4.2.6.1	Bauablauf Tunnelvortrieb	117
4.2.6.2	Definition und Begründung Vortriebsrichtung von SH nach NI	119
4.2.6.3	Drucklufteinstiege	120
4.2.7	Zugangsbauwerk	121
4.2.8	Maschinen- und Gerätebedarf	121
4.2.9	Hochwasserschutz Bauphase	123
4.2.9.1	Zu berücksichtigende Wasserstände	124
4.2.9.2	Hochwasserschutz „Deichbruch bei Hochwasser“	125
4.2.9.3	Hochwasserschutz „Wassereintritt in den Tunnel während Vortrieb“	125
4.2.10	Kabellagerung und -einzug	126
4.2.11	Bauzeit/Arbeitszeit	128
4.2.12	Entwässerung Bau	130
4.2.12.1	Schmutzwasser	130
4.2.12.2	Oberflächenwasser	130
4.2.13	Wasserhaltung	131
4.2.13.1	Allgemein	131
4.2.13.2	Wasserhaltung Schleswig-Holstein	131
4.2.13.3	Wasserhaltung Niedersachsen	132
4.2.14	Rekultivierung	133
5	Parallelführungen und Kreuzungen	135
5.1	Kreuzungsverzeichnis	135
5.2	Kreuzungen und Parallelführungen mit anderen Leitungen	135
5.2.1	Kreuzungen mit anderen Leitungen SH	135
5.2.2	Kreuzungen mit anderen Leitungen NI	135
5.2.3	Parallelführungen von anderen Leitungen SH	136
5.2.4	Parallelführungen von anderen Leitungen NI	136
5.3	Kreuzungen mit Straßen und Wegen SH	136
5.4	Kreuzungen mit Straßen und Wegen NI	136
5.5	Kreuzungen mit Gewässern SH	136
5.6	Kreuzungen mit Gewässern NI	137
5.7	Kreuzungen mit Drainagen	137
5.8	Kreuzungen mit sonstigen Bauwerken SH	138
5.9	Kreuzungen mit sonstigen Bauwerken SH	138
6	Betrieb und Instandhaltung	139
6.1	Übersicht	139
6.2	Inbetriebnahme	139
6.3	Regelbetrieb	140
6.4	Wartungs-/ Inspektionsintervalle und Reparaturarbeiten	140
6.5	Kabelreparatur am Systemkabel	141
6.5.1	Kabelschaden im Tunnel	141
6.5.2	Kabel- oder Muffenschaden im Muffenbauwerk	142
6.5.3	Kabelschaden im Schachtbauwerk	142

6.6	Führungen für technische Besucher und behördliche Begehungen	142
6.7	Instandhaltungskonzept	143
6.8	Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage	143
7	Literatur und Quellenverzeichnis	145

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 2-1	Gebäudeabschnitte und Abmessungen SH.....	38
Tab. 2-2	Gebäudeabschnitte und Abmessungen NI	38
Tab. 4-1:	Geräte- und Maschinenkataster	123

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1:	Übersichtskarte (Auszug aus Teil F1.1.2.1 – „Übersichtskarte).....	14
Abb. 2-2:	Vereinfachte Prinzipdarstellung Querungsbauwerk ElbB.....	15
Abb. 2-3:	Lage des Querungsbauwerks (Betriebsgelände) in Schleswig-Holstein, Auszug aus KorB_ElbB_F1.1.2.2_UEP-SH	16
Abb. 2-4:	Lage des Querungsbauwerks (Betriebsgelände) in Niedersachsen, Auszug aus KorB_ElbB_F1.2.2.2_UE-LP-NI.....	17
Abb. 2-5:	Längsschnitt Baugrube SH.....	26
Abb. 2-6:	Grundriss Baugrube SH	26
Abb. 2-7:	Längsschnitt Baugrube NI	28
Abb. 2-8:	Grundriss Baugrube NI.....	28
Abb. 2-9:	Tunnelquerschnitt Bauphase Begegnungsverkehr.....	29
Abb. 2-10:	Tunnelquerschnitt Bauphase Bereich Fluchtkammer.....	30
Abb. 2-11:	Tunnelquerschnitt Betriebsphase.....	31
Abb. 2-12:	Tunnelquerschnitt Reparaturfall	32
Abb. 2-13:	Trassierung Tunnelbauwerk.....	33
Abb. 2-14:	Gradiente Tunnelbauwerk	34
Abb. 2-15:	Längsschnitt Zugangsbauwerk	37
Abb. 2-16:	Grundriss Schachtbauwerk SH; 3. Untergeschoss.....	39
Abb. 2-17:	Grundriss Schachtbauwerk SH und Tunnel offene Bauweise; 4. Untergeschoss.....	40
Abb. 2-18:	Grundriss Schachtbauwerk und Muffenbauwerk SH; 1. Untergeschoss.....	41
Abb. 2-19:	Kabelverlauf im Muffenbauwerk.....	43
Abb. 2-20:	Kabelgerüst.....	44
Abb. 2-21:	Schnitt Betriebsgebäude	46
Abb. 2-22:	Prinzipskizze Luftführung Muffenbauwerk	54
Abb. 2-23:	Detailplan Betriebsgelände SH (Auszug aus Teil F1.1.3.3)	72
Abb. 2-24:	Detailplan Betriebsgelände NI (Auszug aus Teil F1.2.3.3).....	73
Abb. 2-25:	Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 2 – Zufahrten an klassifizierten Straßen).....	75
Abb. 2-26:	Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 3 – Zufahrten an klassifizierten Straßen).....	76
Abb. 2-27:	Auszug Hochwassergefahrenkarten des Landes SH „Küstenhochwasser für ein Extremereignis HQ200 und Versagen der Hochwasserschutzeinrichtungen für die Binnenelbe“ (aktualisiert in 2019)“	78
Abb. 2-28:	Deichlinie und Deichvorland in Niedersachsen [Quelle LGLN, (März 2025) https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/HWRM-RL/Tideelbe/Tideelbe_Blatt04_HWGK_L.pdf]	80

Abb. 3-1:	Öffentliches Straßennetz im Bereich der Baustelle des Startschachts SH	85
Abb. 3-2:	Öffentliches Straßennetz im Bereich der Baustelle des Zielschachts NI	86
Abb. 3-3:	Baustellenzufahrt SH (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 1 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)	87
Abb. 3-4:	Baustellenzufahrt NI der ElbB und ElbX-Projekte nach zusätzlicher Aufweitung für den Kabeltransport des ElbB-Projekts (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 3 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)	88
Abb. 3-5:	Regelquerschnitt Baustraße SH und NI	89
Abb. 3-6:	Planausschnitt mit Verortung der Brückenkonstruktion (KorB_ElbB_F1.2.3.5_LP-BE-NI-Phasen)	90
Abb. 3-7:	Planausschnitt – Anschluss Druckrohrleitung ElbB an bestehende Druckrohrleitungstrasse ElbX (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser SH)	94
Abb. 3-8:	Planausschnitt – Anschluss Druckrohrleitung ElbB an bestehende Druckrohrleitungstrasse ElbX in NI (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser NI)	95
Abb. 3-9:	Planausschnitt – Übersichtslageplan Entnahme- und Einleitstelle mit Druckrohrleitungstrasse (blau) in SH (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser SH)	97
Abb. 3-10:	Schnitt des bestehenden Einleitbauwerks in SH (Tauchfloß) (vgl. Teil L06.5, Prozesswasserbericht – BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink)	98
Abb. 3-11:	Schnitt des bestehenden Einleitbauwerk in NI (Freispiegelleitung) (vgl. Teil L06.5, Prozesswasserbericht – BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink)	99
Abb. 4-1:	Regelquerschnitt Baufeldvorbereitung	105
Abb. 4-2:	Geologische Übersichtskarte (Anlage 1 – G2 Bodenschutzkonzept), Links: Baufeld SH, Rechts: Baufeld NI	107
Abb. 4-3:	Regelquerschnitt Baufeldvorbereitung	112
Abb. 4-4:	Aufstellung TBM in Startbaugrube (vor Anfahrt, Ausschnitt aus Teil F1.1.3.11)	118
Abb. 4-5:	Darstellung Phase Tunnelanfahrt in Startbaugrube (Ausschnitt aus Teil F1.1.3.11)	119
Abb. 4-6:	Übersicht „Tunnelschott“ (links: geschlossener Zustand, rechts: geöffneter Zustand)	126
Abb. 4-7:	Terminplan Querungsbauwerk ElbB	129

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abs.	Absatz
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BE-Fläche.....	Baustelleneinrichtungsfläche
BMA.....	Brandmeldeanlage
BNetzA	Bundesnetzagentur
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
ca.	circa
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
d.h.....	das heißt
EG.....	Erdgeschoss
ELA.....	elektrische Lautsprecheranlage
EltBauVO.....	Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen
EWKG.....	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
GEG.....	Gebäudeenergiegesetz
gem.....	gemäß
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GOK.....	Geländeoberkante
GWP	Global Warming Potential
h.....	Stunden
HDD	Horizontal Directional Drilling (Horizontal-Spülbohrverfahren)
HThw	Höchstes Tidehochwasser
IP-Kamera	Internet-Protokoll-Kamera
IP-Telefonanlage	Internet-Protokoll-Telefonanlage
LBO.....	Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein
max.....	maximal
MBW	Muffenbauwerk
MThw	mittleres Tidehochwasser
MTnw	mittleres Tideniedrigwasser
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NBauO.....	Niedersächsische Bauordnung
NKlimaG	Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels
NI	Niedersachsen
Nr.....	Nummer
NTnw	Niedrigstes Tideniedrigwasser
o.a.....	oben angegeben
OG	Obergeschoss
PFA Elbe	Planfeststellungsabschnitt Elbe

PG.....	Planungsgemeinschaft
RAS	Rauch-Ansaug-System
SH.....	Schleswig-Holstein
SiBel	Sicherheitsbeleuchtung
TBM	Tunnelbohrmaschine
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
UG	Untergeschoss
UK.....	Unterkante
UWBS.....	Unterwasserbetonsohle
vgl.	vergleiche
WU.....	wasserundurchlässig
z.B.....	zum Beispiel
z.T.....	zum Teil
ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau

1 Einleitung

1.1 Vorhaben 48 „Korridor B“

Das BBPIG-Vorhaben „Höchstspannungsleitung Heide West – Polsum“ (Vorhaben 48, „Korridor B“) ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes, welches sich in der Vorhaben-trägerschaft der Amprion GmbH befindet und als Erdkabelverbindung geplant wird. Es handelt sich dabei um eine Gleichstromverbindung. Das antragsgegenständliche Vorhaben ist in der Anlage zu § 1 Abs. 1 des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPIG) enthalten und wird folgendermaßen bezeichnet:

- BBPIG-Vorhaben 48 Höchstspannungsleitung Heide West – Polsum; Gleichstrom mit den Bestandteilen
- Heide West - B 431 südlich Roßkopp (Wewelsfleth)
- B 431 südlich Roßkopp (Wewelsfleth) - L 111 östlich Allwörden (Freiburg (Elbe)/Wischhafen) (entspricht dem gegenständlich beantragten Abschnitt „Elbe“)
- L 111 östlich Allwörden (Freiburg (Elbe)/Wischhafen) - Polsum

Mit dem Vorhaben 48 wird die Verlegung eines zusätzlichen Leerrohrsystems mit geplant und beantragt, da das Vorhaben im Bundesbedarfsplan eine sog. „H“-Kennzeichnung erhalten hat und somit die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf für Leerrohre feststeht. Die Leerrohre sind vom Gesetzgeber vorgesehen, um potenzielle weitere Systeme und deren Umsetzung berücksichtigen zu können.

Für den gegenständliche Abschnitt Elbe (B 431 südlich Roßkopp (Wewelsfleth) - L 111 östlich Allwörden (Freiburg (Elbe)/Wischhafen)) wird durch die zusätzliche Kennzeichnung mit „G“ nach Bundesbedarfsplan aufgrund der besonderen Eilbedürftigkeit auf eine Bundesfachplanung verzichtet.

2 Angaben zum Querungsbauwerk ElbB

2.1 Querungsbauwerk ElbB – Einführung

Der Korridor B kreuzt im Bereich der Gemeinden Wewelsfleth (SH) und Wischhafen (NI) die Elbe. Für die Kabelführung unterhalb der Elbe wird das Querungsbauwerk ElbB errichtet.

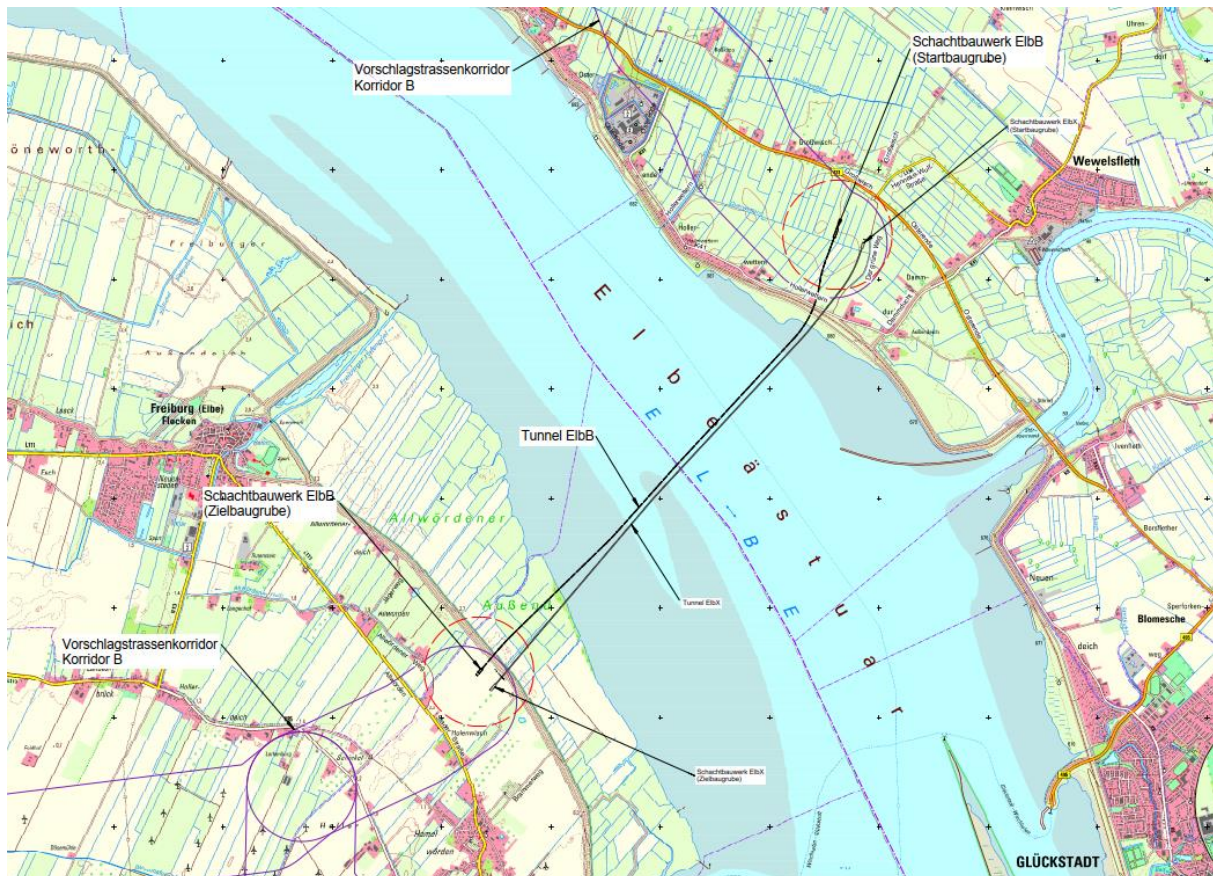


Abb. 2-1: Übersichtskarte (Auszug aus Teil B2.1 – „Übersichtskarte“)

Das Querungsbauwerk ElbB besteht aus einem Tunnelbauwerk unterhalb der Elbe, sowie beidseitig der Elbe aus ober- und unterirdischen Gebäudeteilen, die das Tunnelbauwerk erschließen, der Kabelführung dienen sowie die technische Infrastruktur zum Betrieb des Bauwerks beinhalten. Das Querungsbauwerk ElbB ist begehbar geplant und daher zusätzlich mit entsprechender Sicherheitstechnik ausgestattet. Für die Erschließung des Tunnelbauwerks für Wartungs- und Reparaturzwecke sind zwei Tunnelfahrzeuge vorgesehen.

Das Bauwerk dient der Verlegung des Kabelsystems V48 des Korridor B. Das System besteht nach jetzigem Stand aus zwei Einzelkabeln und einem Reservekabel. Darüber hinaus ist das Querungsbauwerk für ein zweites System, dem sogenannten Leerrohrsystem, auszulegen.

Dieses Kabelsystem besteht voraussichtlich aus zwei Einzelkabeln, einem Metallischen Rückleiter und einem Reservekabel.

Das Querungsbauwerk ElbB wird in folgende unter- und oberirdische Gebäudeteile gegliedert:

Unterirdisch:

- Tunnelbauwerk (ca. 5,2 km lang, Innendurchmesser 4,0 m, in einer Tiefe von ca. 13 m bis 35 m)
- Schachtbauwerk (SH: 5 Untergeschosse, ca. 23 m tief; NI: 4 Untergeschosse, ca. 20 m tief)
- Muffenbauwerk (1 Untergeschoss, ca. 5 m tief)
- Tunnel in offener Bauweise (im 4. bzw. 5. Untergeschoss, ca. 20 m bzw. 23 m tief)

Oberirdisch:

- Betriebsgebäude (2-geschossig, Grundfläche ca. 320 m²)
- Betriebsgelände (ca. 7.580 m² ohne Grünanlagen)

Für die Erstellung des Tunnelbauwerks, sowie der unterirdischen Gebäudeteile wird beidseitig der Elbe jeweils eine Baugrube benötigt.

- Baugrube SH (Fläche: ca. 85 m x 17 m; Tiefe: 10 m bzw. 25 m)
- Baugrube NI (Fläche: ca. 74 m x 17 m; Tiefe: 10 m bzw. 25 m)

Das Querungsbauwerk ElbB wird in Abbildung Abb. 2-2 vereinfacht dargestellt.

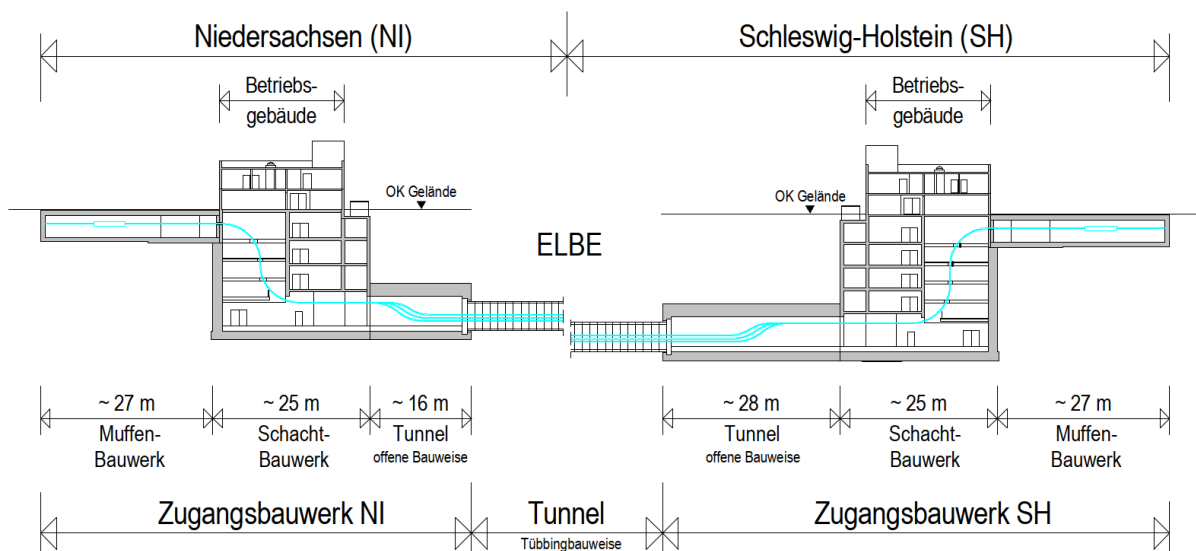


Abb. 2-2: Vereinfachte Prinzipdarstellung Querungsbauwerk ElbB

Die Kabelführung im Bereich des Querungsbauwerks ElbB erfolgt vom Regelquerschnitt des Kabelgrabens, über einen Übergangsbereich in das Muffenbauwerk. Hier erfolgt die Verbindung der Tunnelkabel mit den ankommenden Kabeln der Erdkabeltrasse. Vom Muffenbauwerk aus werden die Kabel im Schachtbauwerk vertikal in die Tiefe geführt, bis sie das Tunnelniveau

erreicht haben. Im Tunnel kreuzen die Kabel die Elbe und werden auf der anderen Elbeseite vertikal im Schachtbauwerk nach oben geführt und im Muffenbauwerk mit den abgehenden Kabeln für die Erdkabeltrasse verbunden.

Die Errichtung des Querungsbauwerks erfolgt in Massivbauweise mit einem Vortriebstunnel in Tübbingbauweise. Die Baugruben werden als wasserundurchlässige Trogbaugruben mit innen liegender Aussteifung hergestellt.

Das Querungsbauwerk ElbB beginnt auf schleswig-holsteinischer Seite ca. 700 m landeinwärts hinter der Deichlinie. Hier wird das oberirdische Betriebsgebäude durch ein Betriebsgelände umschlossen, die Zufahrt erfolgt durch eine Betriebszufahrt von der B431 aus. Die Lage des Bauwerks in SH wird in Abbildung Abb. 2-3 dargestellt.

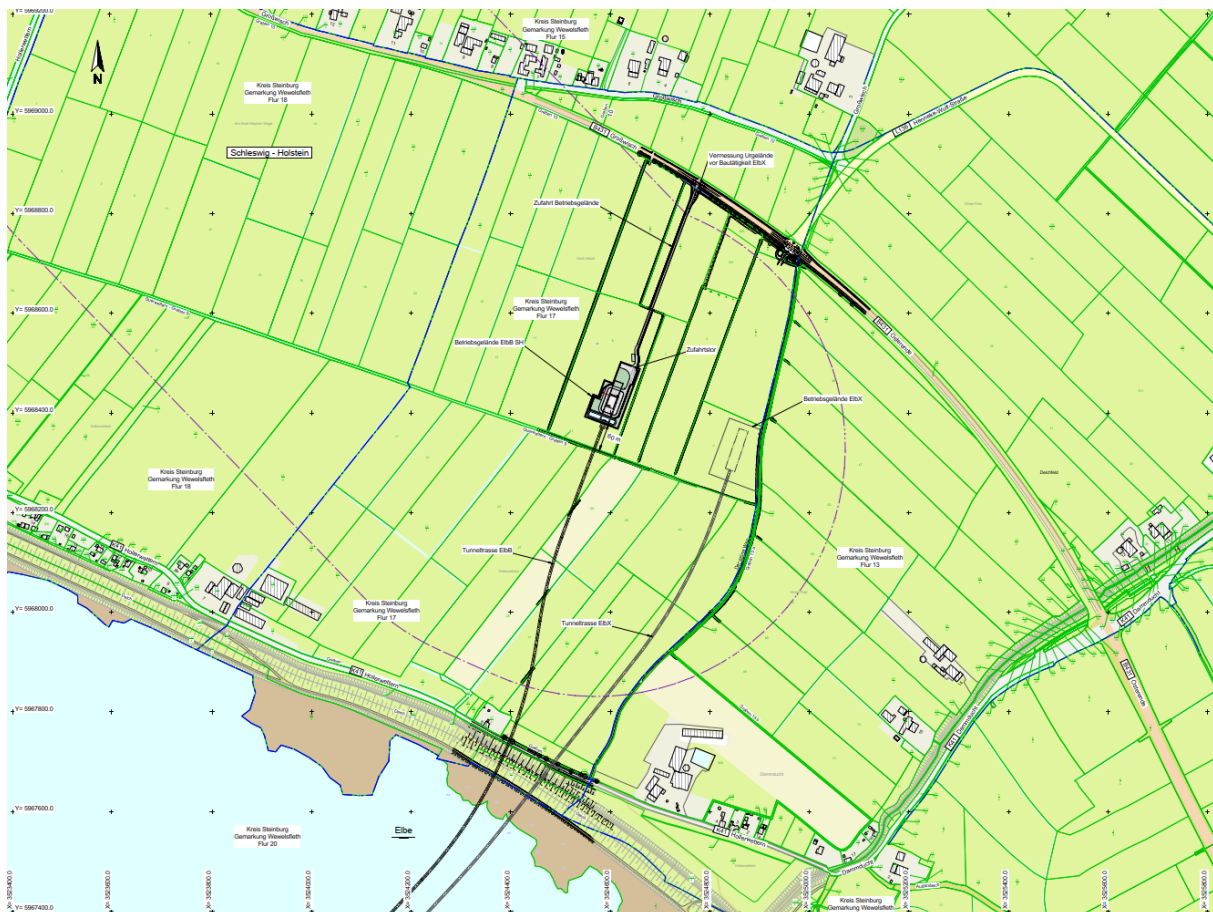


Abb. 2-3: Lage des Querungsbauwerks (Betriebsgelände) in Schleswig-Holstein, Auszug aus KorB_ElbB_F1.1.2.2_UEP-SH

Auf niedersächsischer Seite endet das Querungsbauwerk ElbB ca. 85 m landeinwärts hinter der Deichlinie. Auch hier wird das oberirdische Betriebsgebäude durch ein Betriebsgelände umschlossen, die Zufahrt erfolgt durch über die vorgesehene Betriebszufahrt des Projektes ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) von der L111 aus.

Die Lage des Bauwerks in NI wird in Abbildung Abb. 2-4 dargestellt.

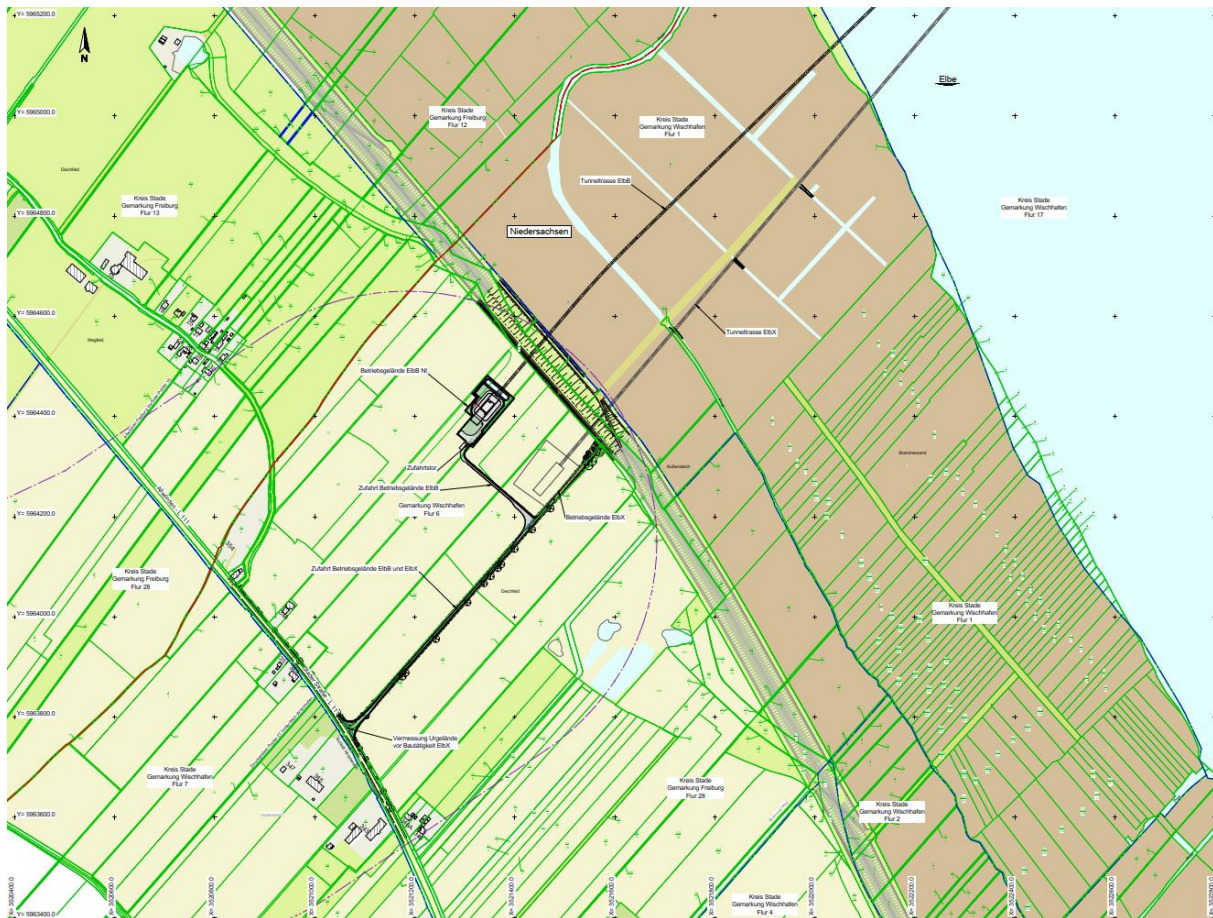


Abb. 2-4: Lage des Querungsbauwerks (Betriebsgelände) in Niedersachsen, Auszug aus KorB_Elbb_F1.2.2.2_UE-LP-NI

Die Baugruben, das Tunnelbauwerk, sowie die dazugehörigen ober- und unterirdischen Bauwerke, die technische Ausstattung des Querungsbauwerks ElbB, die Einbauten der Kabel inkl. Halterung, das Betriebsgelände, sowie weitere betriebliche Belange werden in den Folgekapiteln beschrieben.

Dabei sind genannte Abmessungen der Gebäude und baulichen Anlagen, sowohl in der textlichen Beschreibung als auch in der Darstellung der angehängten Planunterlagen immer als ca.-Angaben zu verstehen. Geringfügige Änderungen können sich im Rahmen der fortschreitenden Planung und/ oder auch durch Optimierung der bauausführenden Firma ergeben. Solche Änderungen wären allerdings für die mit diesen Antragsunterlagen dargestellten Auswirkungen des Vorhabens ohne Belang.

2.2 Baugruben

2.2.1 Abmessungen/Anforderungen

Für den Bau des Querungsbauwerks ElbB werden beidseitig der Elbe Baugruben benötigt. Die Baugruben müssen dabei den Anforderungen aus dem Bauablauf, dem Tunnelbau, sowie der unterirdischen Gebäudeteile genügen, die abschließend den Raum der Baugruben füllen werden.

Die Breite der Baugrube ergibt sich aus der Breite des Schacht- und Muffenbauwerks.

- Breite Baugrube SH: ca. 17 m (Innenmaß)
- Breite Baugrube NI: ca. 17 m (Innenmaß)

In der Länge ist die Baugrube in SH und NI in zwei Bereiche unterteilt, die aufgrund der Bauwerksgeometrie unterschiedliche Tiefen aufweisen.

Bereich 1: Schachtbauwerk und Tunnelvortrieb

Bereich 2: Muffenbauwerk

Die Länge der Baugrube im Bereich 1 ergibt sich aus dem erforderlichen Platzbedarf für den Bauablauf. Aufgrund des engen Terminplans ist es vorgesehen, das Schachtbauwerk parallel zum Tunnelvortrieb zu erstellen, so dass beide Bautätigkeiten in der Gesamtlänge der Baugrube berücksichtigt werden müssen.

Gemäß Kapitel 2.3 wird der Tunnelvortrieb von SH aus aufgefahren, so dass aus dieser Baugrube heraus der Tunnelvortrieb beschickt wird. Dafür ist eine Länge von ca. 23 m erforderlich. Das Schachtbauwerk benötigt eine Länge von ca. 25 m. Beide Bautätigkeiten innerhalb der Baugrube werden durch einen Sicherheitsstreifen von ca. 5 m getrennt.

In NI soll die Vortriebsmaschine des Tunnelbaus während des parallellaufenden Baus des Schachtbauwerks einfahren können. Das Schachtbauwerk nimmt eine Länge von ca. 25 m ein, für das Einfahren der Vortriebsmaschine, sowie dem Ausheben der Maschine aus der Baugrube, wird eine Länge von ca. 11 m benötigt. Beide Bautätigkeiten innerhalb der Baugrube werden durch einen Sicherheitsstreifen von ca. 5 m getrennt. Für die Baugruben in SH und NI ergeben sich folgende Gesamtlängen:

- Länge Baugrube Bereich 1 SH: ca. 53 m (Innenmaß)
- Länge Baugrube Bereich 1 NI: ca. 41 m (Innenmaß)

Hinzu kommt die Länge der Baugrube Bereich 2, die sich aus der Länge des Muffenbauwerk von ca. 23 m zzgl. einem Kabeleinzugsbereich von ca. 6 m ergibt.

- Länge Baugrube Bereich 2 SH: ca. 28 m (Innenmaß)
- Länge Baugrube Bereich 2 NI: ca. 28 m (Innenmaß)

- Gesamtlänge Baugrube SH: ca. 81 m (Innenmaß)
- Gesamtlänge Baugrube NI: ca. 69 m (Innenmaß)

Bei der Planung der Baugrubenlänge in SH ist berücksichtigt, dass die Baugrube (Bereich 1) zunächst vollständig für die Tunnelanfahrt zur Verfügung steht. Die Erstellung des Schachtbauwerks beginnt, wenn die Vortriebsmaschine vollständig in den Baugrund eingefahren ist und der erforderliche Platzbedarf für den Tunnelbau reduziert werden kann.

Die Tiefe der Baugruben richtet sich nach den geometrischen Anforderungen der Schacht- und Muffenbauwerke.

- Baugrubentiefe Bereich 1 SH: ca. 25 m
- Baugrubentiefe Bereich 1 NI: ca. 21 m
- Baugrubentiefe Bereich 2 SH: ca. 7 m
- Baugrubentiefe Bereich 2 NI: ca. 5 m

Weitergehende technische Anforderungen an die Baugruben sind:

- Wasserundurchlässiger Verbau
 - Sonderbewehrung der Schlitzwand im Bereich der Ein- und Ausfahrtfenster des Tunnels (z.B. aus Glasfaserverstärktem Kunststoff, GFK), die von der Vortriebsmaschine durchfahren werden kann.
 - Ein- bzw. Aushubfenster zwischen den Aussteifungslagen für Montage bzw. Demontage der Vortriebsmaschine.
 - Ausreichend freie lichte Höhe zwischen den Aussteifungslagen für die Ein- bzw. Ausfahrt der Vortriebsmaschine.
 - Dichtblock im Bereich des Tunneldurchstichs aus der Baugrube, bzw. in die Baugrube

Gemäß den vorliegenden Baugrunduntersuchungen, die im Kapitel 4.1.1 genauer beschrieben werden, befinden sich die Baugruben im tidebeeinflussten Bereich. Aufgrund der hydraulischen Verbindung von der Elbe und dem Grundwasserstockwerk schwanken die Grundwasserstände entsprechend den Elbwasserständen.

Die bindigen Schichten, wie Klei oder Lauenburger Ton sind gering wasserdurchlässig. Unterhalb der bindigen Schichten ist gespanntes Grundwasser zu erwarten. Die anzutreffenden Sande sind wasserleitfähig und enthalten demnach auch Grundwasser, welches relativ dicht unter Geländeoberkante ansteht.

Die Gründung der Bauwerke erfolgt daher weit unterhalb des Grundwasserspiegels.

2.2.2 Bauverfahren Baugruben / technische Alternativen

Aufgrund der vorgenannten Anforderungen an den Baugrubenverbau, als Ergebnis aus der Baugrundvor- und Baugrundhauptuntersuchung, kann eine trockene Baugrube technisch nur

durch eine wasserundurchlässige Trogbaugrube erreicht werden. Eine Grundwasserabsenkung zur Trockenlegung der Baugrube kann aufgrund der hydraulischen Verbindung zur Elbe, des hohen Wasserstandes, der Baugrubentiefe und der Länge der Bauzeit ausgeschlossen werden.

Für die Herstellung einer wasserundurchlässigen Trogbaugrube stehen folgende technische Alternativen zur Verfügung, die im Weiteren bewertet werden.

Baugrubenwände:

- Überschnittene Bohrpfahlwände
- Spundwände
- Schlitzwände

Bei der Herstellung einer überschnittenen Bohrpfahlwand werden im Wechsel unbewehrte Bohrpfähle und mit Betonstahl bewehrte Bohrpfähle in den Baugrund eingebracht. Durch die Überschneidung der Bohrpfähle wird die Wasserundurchlässigkeit erreicht. Bei der Herstellung solcher Bohrpfahlwände ist jedoch mit (zulässigen) Herstellungstoleranzen zu rechnen, die eine vertikale Lageabweichung der Bohrpfähle zur Folge haben. Insbesondere bei den hier geforderten Längen kann es passieren, dass die Bohrpfähle „auseinanderlaufen“ und so die Dichtigkeit des Baugrubenverbaus nicht mehr gewährleistet werden kann. Diese Bauverfahren wird daher aus technischen Gründen aufgrund des zu hohen Herstellungsrisikos ausgeschlossen.

Eine weitere Möglichkeit des wasserundurchlässigen Verbaus ist die Herstellung von Spundwänden. Dabei werden einzelne Stahlspundbohlen aneinandergereiht mithilfe von statischen oder dynamischen Kräften in den Boden eingebracht oder in zuvor hergestellte Schlitzte eingestellt. Die Verbindung zwischen den einzelnen Spundbohlen erfolgt durch Schlösser, die gleichzeitig annähernd auch eine Wasserdichtigkeit aufweisen. Das Einbringverfahren ist maßgeblich abhängig von den Bodenbeschaffenheiten und der erforderlichen Tiefe. Auch dieses Verfahren wird für die herzustellenden Baugruben aus folgenden Gründen ausgeschlossen. Zum einen ist die Einbringung mittels Vibrieren oder Rammen bei der hier erforderlichen Tiefe von 38 m bis 51 m nicht mehr möglich und das Einstellen in Schlitzte sehr unwirtschaftlich. Zum anderen ist bei den Spundwänden aufgrund der Tiefe der Baugruben mit großen Verformungen zu rechnen, die eine „Schlosssprengung“ und somit einen Wassereintritt zur Folge haben können.

Schlitzwände werden als wasserundurchlässige Baugrubenumschließung universell unter verschiedenen geologischen Verhältnissen eingesetzt und sind für unterschiedliche Baugrubengrößen und -tiefen geeignet. Die Schlitzwände werden in flüssigkeitsgestützten Schlitzten hergestellt. Dabei wird der Schlitz während des Aushubs durch eine Bentonitsuspension gestützt.

Nach Erreichen der Endtiefe des Aushubs wird in dem flüssigkeitsgestützten Schlitz der vorgefertigte Bewehrungskorb eingestellt und im Anschluss der Beton im Kontraktorverfahren eingebracht. Beim Kontraktorverfahren wird der Beton durch ein Betonierrohr oder einen

Schlauch kontinuierlich eingebracht. Dabei taucht das Betonierrohr oder der Schlauch dauerhaft in den frischen Beton ein, der so seitlich und aufwärts verdrängt wird. Einschlüsse und Entmischungen sollen so verhindert werden. Beim Einbau des Betons wird sukzessive mit dem Einbaufortschritt das Bentonit verdrängt. Die Suspension wird dabei größtenteils zurückgewonnen.

Die Herstellungstoleranzen von Schlitzwänden stellen bei den für das Querungsbauwerk ElbB zu erstellenden Baugruben kein Problem dar und gefährden nicht die Wasserundurchlässigkeit des Baugrubenverbaus. Im Gegensatz zu den Bohrpfahlwänden und Spundwänden eignet sich die Schlitzwand sehr gut für die Herstellung der erforderlichen Baugrubentiefen, auch unter Berücksichtigung des anstehenden Grundwassers. Die hier geplante Schlitzwand mit einer Gesamttiefe von ca. 38 m bis ca. 51 m stellt für dieses Bauverfahren keine Besonderheit dar und bringt daher kein erhöhtes Verfahrensrisiko mit sich. Auch eine mögliche Hindernisbeseitigung ist in diesen Tiefen zwar mit Aufwand verbunden aber technisch möglich. Weiterhin sind keine störenden Vibrationen oder Geräuscentwicklungen durch Rammen wie bei dem Einbringen von Spundwänden zu erwarten, so dass dieses Verfahren der Schlitzwandtechnik in Bezug auf den Einfluss Dritter ebenfalls vorteilhaft ist.

Baugrubensohle:

- Natürliche Dichtsohle aus bindigem Boden
- Hoch- oder tiefliegende Injektionssohle
- Rückverankerte Unterwasserbetonsohle (UWBS)

Eine Möglichkeit zur Herstellung einer dichtenden Baugrubensohle ist die Nutzung von bindigen Bodenschichten. Voraussetzung dafür ist, dass diese in ausreichender Mächtigkeit und in planerisch sowie technisch sinnvoller Tiefe anstehen. In diesem Fall können die Baugrubenwände so tief hergestellt werden, dass diese in die bindige Bodenschicht einbinden und so ein geschlossenes Trogssystem entsteht. Dies bedingt allerdings das Antreffen dieses Baugrunds in den vorherig sondierten Baugrundtiefen. Bei fehlender Mächtigkeit oder tieferem Anstehen der bindigen Schicht entsteht ein erhöhtes Verfahrensrisiko. Auf schleswig-holsteinischer Seite wurden entsprechende Böden bei der Baugrundhauptuntersuchung nicht angetroffen. In Niedersachsen beginnen dichtende Schichten bei ca. -41 m NHN.

Eine weitere Möglichkeit ist die Herstellung einer Injektionssohle aus Weichgel- oder Zement- bzw. Feinstzementsuspensionen. Zur Herstellung werden, von der anstehenden Geländeoberkante aus, Stahlrohre bis in die erforderliche Tiefe in den Baugrund eingerüttelt. In diese Stahlrohre werden Injektionslanzen eingebaut, mit denen Verpressmaterial in die Poren des Bodens eingepresst wird. Je nach Bodenverhältnissen und dem zu erwartenden Eindringgrad des Verpressmaterials ist der Rasterabstand der erforderlichen Injektionen zu wählen. Eine geschlossene Dichtsohle ergibt sich durch die Überschneidung der einzelnen Verpresskörper. Injektionssohlen sind erfahrungsgemäß häufiger von Undichtigkeiten betroffen und haben damit ein höheres Verfahrensrisiko als Unterwasserbetonsohlen. Injektionssohlen sind keine zuverlässige, wasserundurchlässige Sperre, sondern bilden eher eine Zone, die eine geringe

Wasserdurchlässigkeit aufweist. Eine Restwasserhaltung ist daher immer erforderlich. Sollte sich im Bauverlauf zeigen, dass die Restdurchlässigkeit zu groß ist, muss die Sohle nachgearbeitet werden, was zwangsläufig zu Bauzeitverlängerungen führen wird. Hochliegende Injektionssohlen bergen zusätzlich das Risiko unangekündigter Ausbrüche und damit einer Havarie der Baugrube. Aufgrund der erforderlichen Baugrubentiefen, den gem. geotechnischem Gutachten anstehenden Grundwasserständen und dem daraus resultierenden Wasserdruck auf die Baugrubensohle wird das Verfahren der Injektionssohle im Hinblick auf die Verfahrensrisiken ausgeschlossen.

Die Herstellung einer Unterwasserbetonsohle (UWBS) ist ebenfalls eine Möglichkeit der horizontalen Baugrubenabdichtung. Sie kann darüber hinaus zur Gründung des geplanten Gebäudes genutzt werden. Bis zum Erreichen der Grundwassergrenze erfolgt ein regulärer Aushub innerhalb der zuvor hergestellten, vertikalen Baugrubenumschließung. Anschließend erfolgt der Aushub von einem Schwimmponton oder vom Baugrubenrand aus innerhalb des Grundwassers als so genannter Nassaushub. Da beim Nassaushub immer ein Gemisch aus Grundwasser und Baugrund ausgehoben wird und ein starkes Nachströmen von Grundwasser durch die noch offene Sohle zu verhindern ist, muss sichergestellt werden, dass der Wasserspiegel durch Zuführen von Ballastierungswasser gehalten wird bzw. gemäß der geotechnischen Untersuchung in Schleswig-Holstein und Niedersachsen um 30 cm erhöht wird. Dies ist erforderlich, da es aufgrund der Wasserdruckdifferenzen zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Baugrube in Abhängigkeit des anstehenden Baugrundes zum Eintragen von Feinstmaterial oder sogar zum Aufbruch des Baugrundes kommen kann. Nach Aushub der Baugrube bis zur Gründungsebene der geplanten Unterwasserbetonsohle wird die Rückverankerung (z.B. mit Mikropfählen) erstellt. Anschließend werden die Baugrubenwände im Bereich der Unterwasserbetonsohle sowie die Köpfe der Rückverankerung durch spezialisierte Baudtaucher von Suspensionsresten und Schlamm gereinigt werden, um einen sicheren Verbund zu gewährleisten. Die Betonage der UWBS erfolgt anschließend im Kontraktor-Verfahren. Ordnungsgemäß ausgeführte Unterwasserbetonsohlen sind wasserdicht und weisen in der Regel geringe Restwasserraten auf, örtliche Undichtigkeiten können durch nachträgliches Verpressen ohne größeren Aufwand gedichtet werden. Unterwasserbetonsohlen weisen unter den Rahmenbedingungen für die Baugrube des Querungsbauwerks ElbB kein erhöhtes Verfahrensrisiko auf und sind für die Tiefenlagen der Baugrube gut geeignet.

Aussteifung/ Verankerung:

- Verankerung der Wände ins Erdreich
- Aussteifung im Inneren der Baugrube

Aufgrund der Tiefe der Baugruben von ca. 25 m ist eine Stützung der Baugrubenwände erforderlich. Möglichkeiten sind eine Verankerung der Wände ins Erdreich oder eine Aussteifung nach Innen. Im Rahmen der Vorplanung wurden beide Varianten untersucht.

Bei einer Verankerung der Wände ins Erdreich, werden von der Baugrube aus mittels eines Bohrverfahrens Lanzen durch die Baugrubenwand in das Erdreich gebohrt. Durch diese Lanzen werden Litzen eingebracht, an deren Endlänge Verpresskörper hergestellt werden, die den eigentlichen Anker im Erdreich bilden. Die Litzen werden im Bereich der Baugrubenwand fest verankert und es werden Zugkräfte eingebracht, die durch den Verpresskörper gehalten werden und so die Stützung der Baugrubenwand ermöglichen. Nach Abschluss der Bauarbeiten in der Baugrube und der Verfüllung würden die Ankerkräfte entlastet werden, die Litzen und Verpresskörper allerdings vollständig im Baugrund verbleiben. Bei der Baugrube für das Querungsbauwerk ElbB wären aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen und der Tiefe der Baugrube Verankerungen in mehreren Lagen sowie jeweils mit Doppelankern erforderlich. Die Litzenanker benötigen gem. der Berechnungen eine Länge von ca. 40 m und einer Verpresskörperlänge von ca. 10 – 12 m. Bei der Herstellung der Anker muss mit drückendem Grundwasser gerechnet werden. Es ist damit zu rechnen, dass sich Anker aufgrund der engen Abstände und der Herstellungstoleranzen bei den großen Längen überschneiden und ggf. auch die erforderliche Mantelreibung aufgrund der geringen Abstände nicht vollständig aktiviert werden kann. Weiterhin müssen (fast alle) Ankerbohrungen von einem Schwimmponton ausgeführt werden. Bei der Verankerung ins Erdreich ergibt sich daher aus verschiedenen Gründen ein erhöhtes Verfahrensrisiko, so dass dieses aus technischen Gründen verworfen wird.

Eine weitere Möglichkeit zur Stützung der Baugrubenwände ist die Herstellung einer inneren Aussteifung. Dabei werden Stahl- oder Stahlbetonprofile im inneren der Baugrube eingebracht, die zwischen den Baugrubenwänden eingespannt werden und diese von innen stützen. Im Vergleich zur Herstellung von den zuvor genannten Rückverankerungen, ergeben sich hier keine Nachteile aus Verfahrensrisiken. Jedoch wird durch die Aussteifungslagen der Freiraum innerhalb der Baugrube eingeschränkt und erschwert den Bauablauf. Alle erforderlichen Tätigkeiten in der Baugrube wurden jedoch erfasst und die Aussteifungslagen in der Planung dahingehend angepasst, z.B. durch ausreichend große Einhubfenster für die Montage der Tunnelbohrmaschine. Die Steifenlagen werden sukzessive mit Herstellung des Bauwerks in der Baugrube bzw. der Verfüllung wieder zurückgebaut. Aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen und der Tiefe der Baugrube wird eine Innenaussteifung aus Stahlprofilen in mehreren Lagen erforderlich. Es handelt sich um handelsübliche Rohrprofile für die Steifen und H-Profile für die umlaufenden Gurtungen in den unteren Lagen (nur in SH, da in NI eine Steifenlage ausreichend ist). Die oberste Aussteifungslage wird mit einem Ringbalken in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Verbindungen werden geschraubt oder geschweißt ausgeführt. Die unteren Steifenlagen müssen aufgrund des Nassaushubs von Pontons aus eingebaut werden.

2.2.3 Wahl der Baugrubenbauverfahren

Für die Herstellung der Baugrubenwände wird für die Baugrube in SH und NI das Verfahren der Schlitzwände gewählt. Diese eignen sich, wie zuvor beschrieben, für die Anforderungen aus dem anstehenden Baugrund und auch den erforderlichen Tiefenlagen sehr gut.

Die Stützung der Baugrubenwände erfolgt mittels innerer Aussteifung mit Stahlprofilen in mehreren Lagen. Die ebenfalls rechnerisch untersuchten Verankerungen ins Erdreich wurden aus technischen Gründen verworfen.

Der untere Abschluss der Trogbaugrube erfolgt in NI und SH mittels Unterwasserbetonsohle. Dichtende Bodenschichten als Alternative wurden in den Baugrunduntersuchungen in SH nicht angetroffen. In Niedersachsen wurde der Glimmerton erkundet, der sich als natürliche Dichtsohle eignet. Im Rahmen der Planung wurde die rückverankerte Unterwasserbetonsohle als Vorzugsvariante ausgewählt. Die technische Lösung über längere in den Glimmerton einbindende Schlitzwände ist möglich. Die Auswirkungen auf die Hydrogeologie wurden für beide Varianten untersucht. Somit werden in Niedersachsen für Bereich 1 sowohl eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle (in den Planunterlagen dargestellt) als auch eine Abdichtung mittels natürlicher Dichtsohle beantragt.

Eine Injektionssohle wurde aus technischen Gründen verworfen. Für den Baugrubenbereich 2 ist eine Unterwasserbetonsohle vorgesehen, da dichtenden Bodenschichten in der dort erforderlichen Höhenlage (Aushub ca. 5-7 m, Schlitzwand ca. 11-15 m) nicht anstehen.

2.2.4 Baugrubenkonstruktion SH

Für die Herstellung der Baugrube in SH sind folgende Konstruktionen, mit folgenden Hauptabmessungen vorgesehen:

Eine Darstellung erfolgt in Abbildung 3 (Längsschnitt) und Abbildung 4 (Grundriss).

Bereich 1:

- Schlitzwände: Dicke ca. 1,5 m; Tiefe ca. NHN -40 m
- Innere Aussteifung: 3 Gurtlagen
- Unterwasserbetonsohle: Dicke ca. 2,0 m; Tiefenlage(UK) ca. NHN -25 m
- Rückverankerung UWBS: Mikropfähle, Raster ca. 2,1x2,1 m, Länge ca. 33 m

Bereich 2:

- Schlitzwände: Dicke ca. 0,8 m; Tiefe ca. -16 m NHN
- Innere Aussteifung: 1 Gurtlage
- Unterwasserbetonsohle: Dicke ca. 1,3 m; Tiefenlage(UK) ca. NHN -6 m
- Rückverankerung UWBS: Mikropfähle, Raster ca. 2,3x2,3 m, Länge ca. 20 m

In die Schlitzwände werden die Hochwasserschutzwände eingestellt, die im Kapitel 4.2.9 genauer beschrieben werden. Die Konstruktion der Hochwasserschutzwände ist als Trägerbohlwand vorgesehen. Die Ausfachung zwischen den Stahlträgern erfolgt dabei mit Fertigteilen (z.B. aus Stahlbeton).

An der Geländeoberfläche wird des Weiteren eine erhöhte Arbeitsebene erstellt, die so genannte Warft, die aufgrund des anstehenden, gespannten Grundwassers zur Herstellung der Schlitzwände erforderlich ist. In SH wird die Warft mit einer Oberkantenhöhe von ca. NHN +2,2 m hergestellt. Die Größe der Warft wird so berücksichtigt, dass die Aufstellung des Schlitzwandgreifers, dessen Lastverteilung und auch die Zufahrt von LKW zur Aufnahme des Ausbaus möglich ist.

Die Schlitzwand erhält im Bereich der geplanten Tunnelanfahrt eine Sonderbewehrung (z.B. aus Glasfaserverstärktem Kunststoff, GFK), die durch die Tunnelbohrmaschine durchörtert werden kann. Weiterhin wird auf der Außenseite der Schlitzwand im Tunnelausfahrtsbereich ein unbewehrter Dichtblock vorgesehen, der ungefähr folgende Abmessungen aufweisen wird: L/B/H = ca. 14 m/ 10 m/ 10 m. Der Dichtblock wird mittels Schlitzwandlamellen erstellt, da das erforderliche Baugerät bereits auf dem Baufeld ist. Technisch bedingt wird dabei jede 2. Lamelle für den Dichtblock bis zur Geländeoberkante ausgeführt. Diese dienen gleichzeitig als Tiefgründung, so dass die Fläche oberhalb des Dichtblocks für die Aufstellung des Mobilkrans zum Einhub der TBM geeignet ist.

Im Bereich 1 werden oberhalb der Unterwasserbetonsohle Auflagertaschen in die Schlitzwand eingebracht, in diese Auflagertaschen greift später die Sohlkonstruktion des Schachtbauwerks und dient dabei dem Schutz vor Auftrieb.

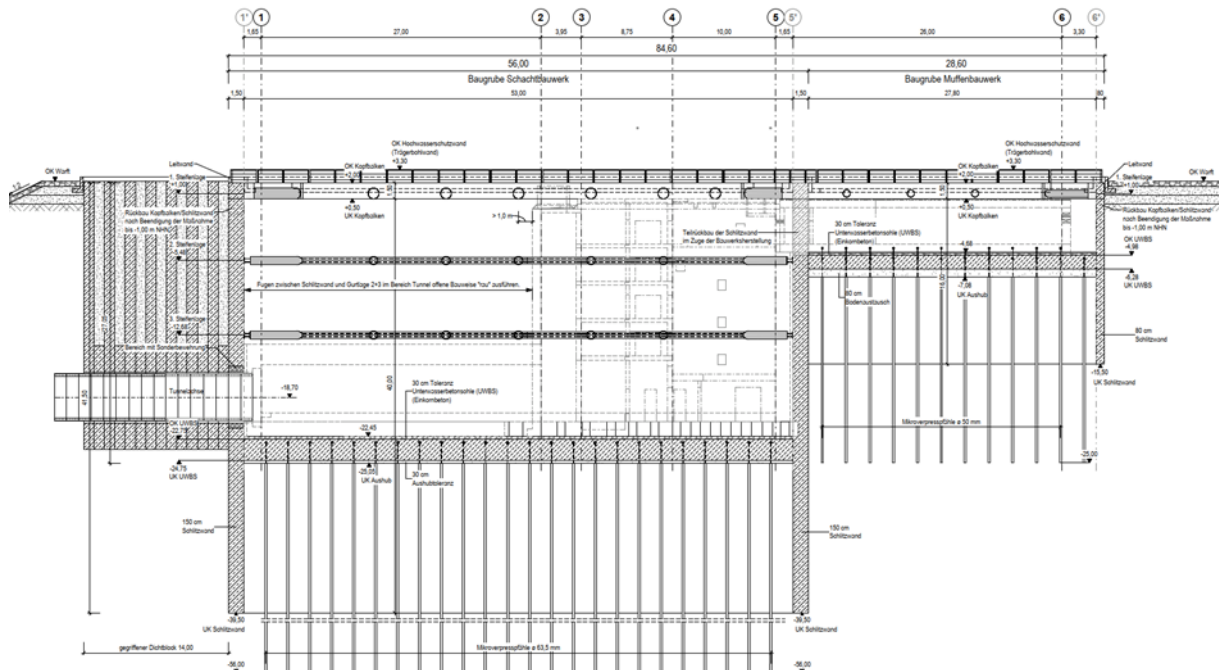


Abb. 2-5: Längsschnitt Baugrube SH

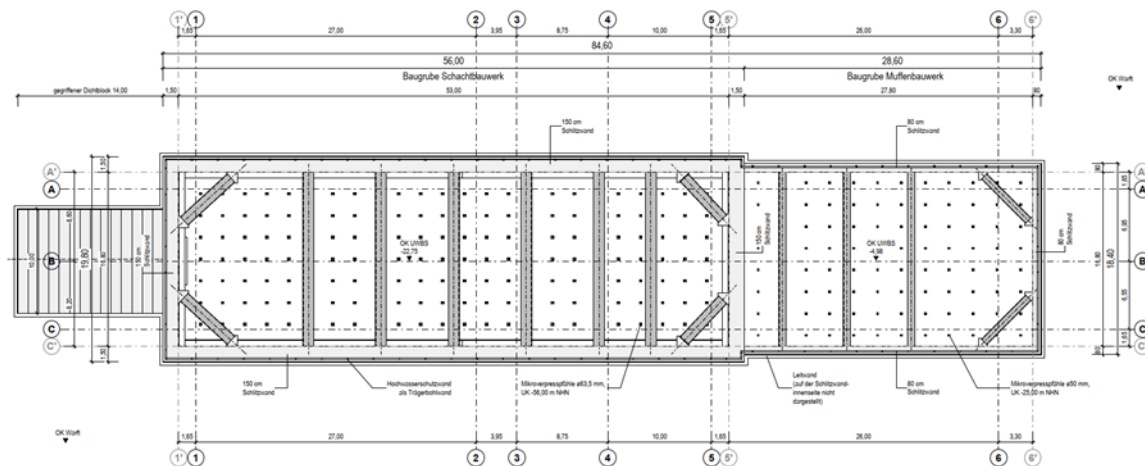


Abb. 2-6: Grundriss Baugrube SH

2.2.5 Baugrubenkonstruktion NI

Für die Herstellung der Baugrube in NI sind folgende Konstruktionen, mit folgenden Hauptabmessungen vorgesehen:

Eine Darstellung erfolgt in Abbildung 3 (Längsschnitt) und Abbildung 4 (Grundriss).

Bereich 1:

- Schlitzwände: Dicke ca. 1,5 m; Tiefe ca. NHN -28 m
- Innere Aussteifung: 1 Gurtlagen
- Unterwasserbetonsohle: Dicke ca. 2 m; Tiefenlage (UK) ca. NHN -21 m
- Rückverankerung UWBS: Mikropfähle, Raster ca. 2,2x2,2 m, Länge ca. 30 m

Bereich 2:

- Schlitzwände: Dicke ca. 0,8 m; Tiefe ca. NHN -11 m
- Innere Aussteifung: 1 Gurtlage
- Unterwasserbetonsohle: Dicke ca. 1,3 m; Tiefenlage (UK) ca. NHN -5 m
- Rückverankerung UWBS: Mikropfähle, Raster ca. 2,3x2,1 m, Länge ca. 15 m

In die Schlitzwände werden analog zu SH die Hochwasserschutzwände eingestellt und mit gleicher Konstruktion ausgeführt.

Auch in NI ist für die Herstellung der Schlitzwände eine erhöhte Arbeitsebene erforderlich. Die Warft in NI wird mit einer Oberkantenhöhe von ca. NHN +3,2 m hergestellt. Auch hier wird bei der Größe der Warft berücksichtigt, dass die Aufstellung des Schlitzwandgreifers, dessen Lastverteilung und auch die Zufahrt von LKW zur Aufnahme des Aushubs möglich ist.

Die Schlitzwand erhält im Bereich des geplanten Tunneldurchstichs eine Sonderbewehrung (z.B. aus Glasfaserverstärktem Kunststoff, GFK), die durch die Tunnel-bohrmaschine durchörtet werden kann. Wie in SH wird auch in NI an der Außenseite der Schlitzwand ein unbewehrter Dichtblock vorgesehen, der ungefähr folgende Abmessungen aufweisen wird: L/B/H = ca. 16 m/ 10 m/ 10 m. Auch dieser Dichtblock wird aus Schlitzwandlamellen erstellt, wobei jede 2. Lamelle aus technischen Gründen der Herstellung bis zur Geländeoberkante geführt wird.

Im Bereich 1 werden oberhalb der Unterwasserbetonsohle Auflagertaschen in die Schlitzwand eingebracht, in diese Auflagertaschen greift später die Sohlkonstruktion des Schachtbauwerks und dient dabei dem Schutz vor Auftrieb.

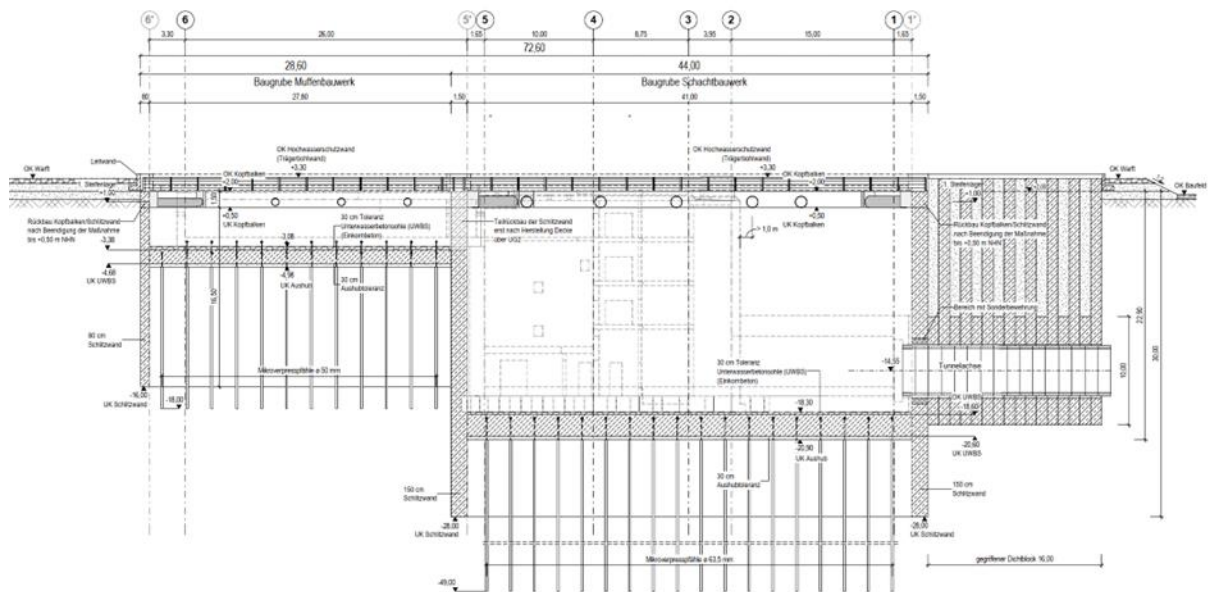


Abb. 2-7: Längsschnitt Baugrube NI

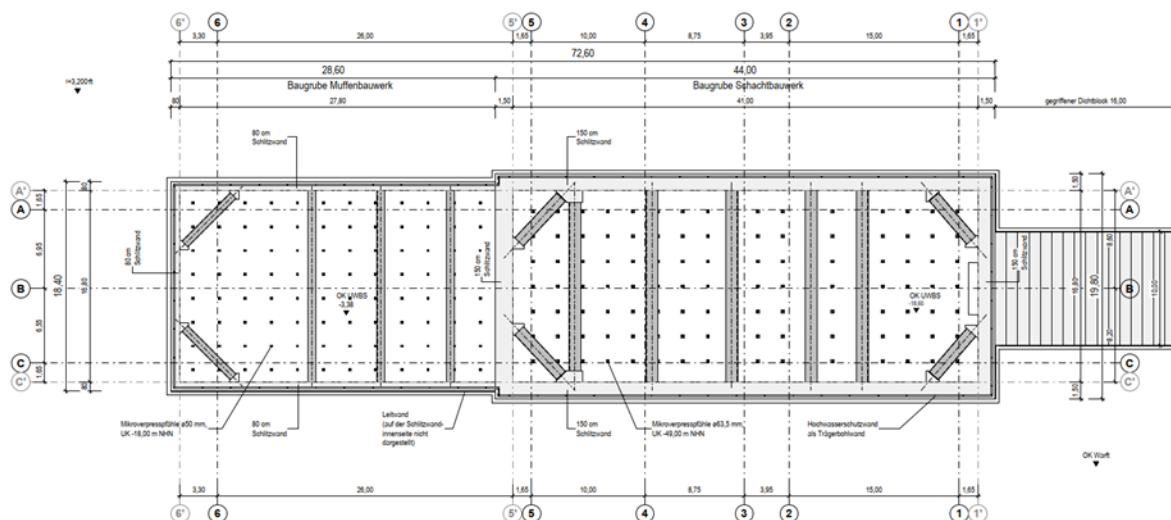


Abb. 2-8: Grundriss Baugrube NI

2.3 Tunnel

2.3.1 Abmessungen/Anforderungen

Das Tunnelbauwerk des Querungsbauwerks ElbB dient der Verlegung der Systemkabel des Korridor B unterhalb der Elbe. Der Innendurchmesser des Tunnels beträgt ca. 4 m und ergibt sich aus den Anforderungen des Betriebs, sowie aus den technischen Anforderungen des Tunnelvortriebs.

Für den Tunnelvortrieb wird ein Minstdurchmesser benötigt, um alle technischen Komponenten im Tunnelquerschnitt anzuordnen. Dabei sind Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit, zur Bauzeit, sowie die Sicherheitsanforderungen zu beachten.

Zur Reduzierung der Rettungszeiten wurde die bereits beim Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) seitens der BG Bau geforderte Maßnahme umgesetzt, eine California Weiche im Tunnel zu installieren. Aus dieser Vorgabe ergibt sich für die Logistik der Fall, dass sich zwei mit Tübbing beladene Züge im Tunnel begegnen müssen. Das wurde bei Wahl des Innendurchmessers entsprechend berücksichtigt.

Neben der California Weiche ist die im Tunnel untergebrachte Fluchtkammer bei ca. Tunnelmeter 2.500 maßgeblich für den Tunnelquerschnitt. Im Bereich der Fluchtkammer muss der mit Tübbing beladene Versorgungszug an der Fluchtkammer vorbeifahren können.

Zwei beispielhafte Tunnelquerschnitte aus der Bauphase werden in Abb. 2-9 und Abb. 2-10 dargestellt.

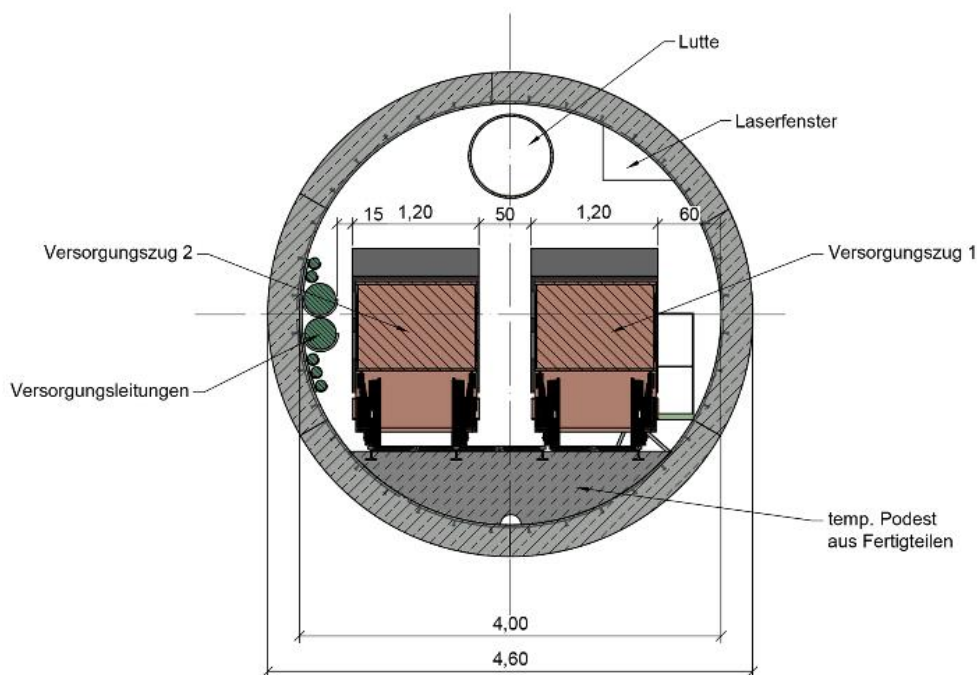


Abb. 2-9: Tunnelquerschnitt Bauphase Begegnungsverkehr

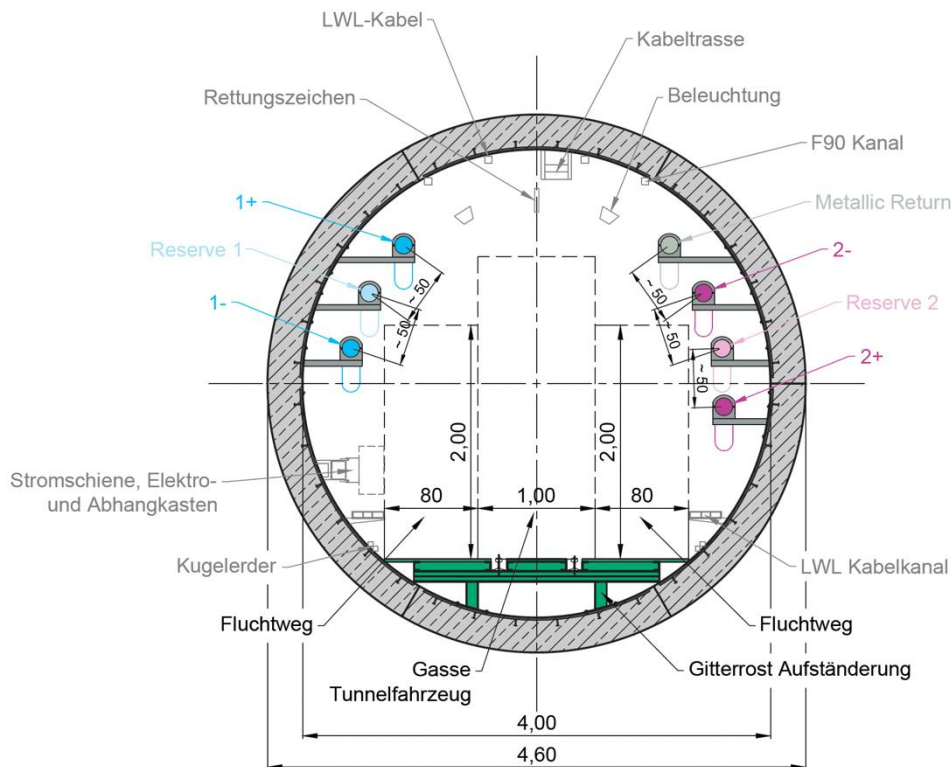


Abb. 2-11: Tunnelquerschnitt Betriebsphase

Weiterhin ermöglicht der geplante Tunnelquerschnitt eine Kabelreparatur mittels Muffe. Eine genauere Erläuterung zum Vorgehen bei der Reparatur ist dem Kapitel 6.5 zu entnehmen. Der Tunnelquerschnitt im Reparaturfall ist der Abb. 2-12 zu entnehmen. Neben dem erforderlichen Arbeitsraum für das Setzen einer Muffe ist der erforderliche Fluchtweg für diese Phase berücksichtigt.

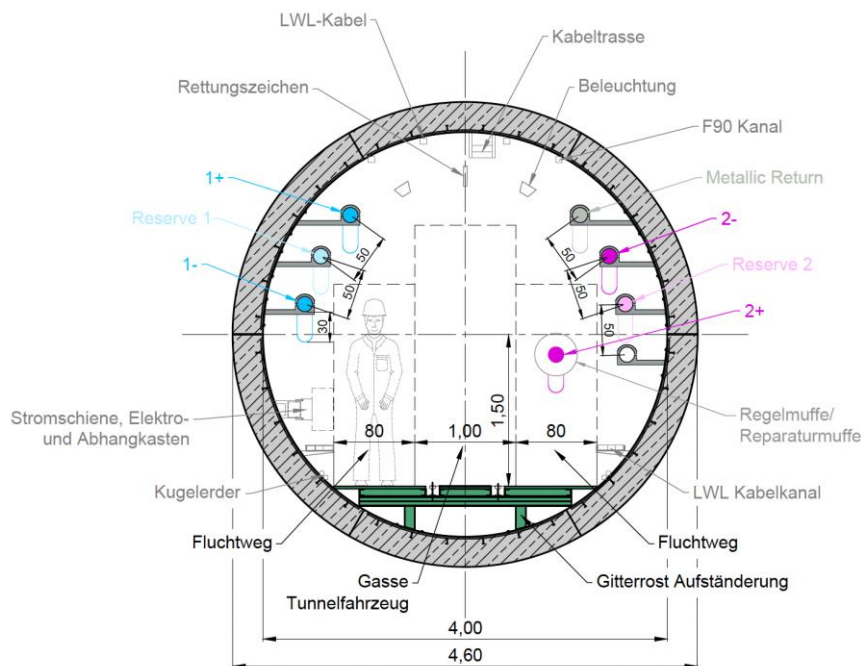


Abb. 2-12: Tunnelquerschnitt Reparaturfall

2.3.2 Trassierung und Gradiente

Die Gesamtlänge des Vortriebstunnels ergibt sich aus den gewählten Standorten für die Zugangsbauwerke und beträgt ca. 5.165 m. Es werden seitens des Vorhabensträgers Systemkabel mit einer maximalen Länge von ca. 1,8 km vorgesehen, so dass auch innerhalb des Tunnels die Kabel an zwei Stellen mittels Muffen verbunden werden müssen. Weiterhin wird somit auch das Setzen von Reparaturmuffen möglich sein.

Folgende Anforderungen wurden bei der Trassierung des Tunnels berücksichtigt:

- Bauwerke und Infrastrukturen werden auf möglichst kürzestem Wege (möglichst im 90°-Winkel) gekreuzt. Dies betrifft im Wesentlichen die Landesschutzdeiche und die Fahrrinne der Bundeswasserstraße Elbe.
- Unter der Elbe eine möglichst enge parallele Führung zum Querungsbauwerk des Vorhabens Nr. 03 und 04.
- Kurze Verbindung zwischen den Zugangsbauwerk in SH und NI.
- Abstand von privaten, bebauten Grundstücken.
- Einhaltung von Minimalradien für den Tunnelvortrieb und das Tunnelfahrzeug.

Aufgrund der genannten Anforderungen beginnt die Trassierung des Tunnels von der Startbaugrube bzw. dem Zugangsbauwerk in SH aus in einem geradlinigen Verlauf, geht dann über in einen Radius von ca. 900 m und unterquert den Landesschutzdeich in SH ca. bei Tunnelmeter 0+700 unter einem Winkel von ca. 86°. Nach Unterquerung der Deichlinie geht die Gradienten wieder in eine Gerade über, um im weiteren Verlauf die Fahrrinne der Elbe auf möglichst kurzem Wege zu unterqueren. Die Fahrrinne wird zwischen ca. Tunnelmeter 1+730 bis 2+230

in einem Winkel von ca. 77° parallel zum Querungsbauwerk des SuedLinks unterfahren. Die Gerade wird von zwei kurzen Abschnitten mit einem Radius von ca. 2.000 m zur Richtungsänderung unterbrochen. Anschließend folgt kurz vor der Zielbaugrube erneut ein Radius von 2.000 m und eine Gerade bis zur Zielbaugrube, bzw. dem Zugangsbauwerk in NI. Auf der Geraden wird der Landesschutzdeich in NI ca. bei Tunnelmeter 5+030 unter einem Winkel von ca. 82° unterquert. Der Tunnel endet bei ca. Tunnelmeter 5+165. Die Lage des Tunnels ist in der Abb. 2-13 dargestellt.

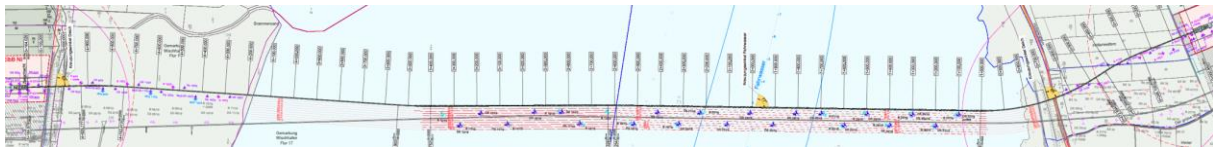


Abb. 2-13: Trassierung Tunnelbauwerk

Folgende Anforderungen wurden bei der Entwicklung der Gradienten des Tunnels berücksichtigt:

- Einhaltung der geometrisch bedingten Tiefenlage von Tunnelanfang und -ende an den Zugangsbauwerken.
- Erforderliche Überdeckung unter der Fahrrinne 11 m (3 m Mindestüberdeckung für Auftrieb inkl. Ankerwurfeindringtiefe, 7 m zusätzlicher Kolk, 1 m Sicherheitszuschlag)
- Auftriebssicherheit sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase. Dabei werden die Elbvertiefung sowie Ankerwurfszenarien berücksichtigt.
- Reparatur- und Wartungsmaßnahmen können während der Bauphase an der Tunnelbohrmaschine für ein Hochwasser von +3,5 m NHN durchgeführt werden, ohne in einen Überdruckbereich von größer als 5 bar zu gelangen.
- Unter der Elbe muss eine Vollabsenkung der Suspension möglich sein, da hier keine zusätzlichen Maßnahmen wie Ballastierungen etc. ergriffen werden können.
- Maximale Steigung des Tunnels ist $<4\%$ zu wählen, dass das geplante Tunnelfahrzeug und die elektrisch betriebenen Versorgungszüge für die TBM in der vorgesehenen Geschwindigkeit bewältigen können.
- Erforderliche Überdeckung unter der Fahrrinne 11 m (3 m Mindestüberdeckung für Auftrieb inkl. Ankerwurfeindringtiefe, 7 m zusätzlicher Kolk, 1 m Sicherheitszuschlag)
- Möglichst weitgehende Vermeidung eines Tunnelvortriebs in bindigen Bodenschichten, um Verklebungen vorzubeugen.
- Möglichst weitgehende Vermeidung von der Durchfahrung Basis der wechsellagernden Ablagerungen, da hier Stein- und Blocklagen vermutet werden.
- Einhaltung der geometrisch bedingten Tiefenlage von Tunnelanfang und -ende an den Zugangsbauwerken.

Der Tunnelvortrieb beginnt in der Startbaugrube in der durch das Zugangsbauwerk vorgegebenen Tiefenlage. Hier beträgt die Überdeckung (Abstand Tunnelfirste zu Geländeoberkante) ca. 16,3 m. Mit einem Gefälle von ca. $0,5\%$ bis $3,5\%$ verläuft der Tunnel bis zu seinem Tiefpunkt. Der Tiefpunkt liegt östlich der Fahrrinne der Elbe. Am Deichfuß in SH hat der Tunnel eine Überdeckung von ca. 24,5 m erreicht. Unterhalb der Fahrrinne verbleibt eine

Überdeckung bis zur Elbsohle von ca. 12 m bis 14 m. Die geringste Überdeckung unter der Elbe beträgt ca. 12 m (bei Tunnelmeter 1+670).

Im Rahmen der Planung des Projektes ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) wurde mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg (WSA HH) abgestimmt, dass eine erforderliche Überdeckung von 11 m unterhalb des Fahrwassers einzuhalten ist. Die geplante Tiefenlage des Tunnels weist in allen Bereichen des Fahrwassers eine Überdeckung von mindestens 12 m auf. Hier ist für die Tiefenlage des Tunnels die Forderung nach einer Vollabsenkung maßgebend.

Vom Tiefpunkt unterhalb des Fahrwassers aus folgt der Tunnel mit einer Steigung von ca. 0,5 % bis 1,0 % bis zum Erreichen der Tiefenlage des Zugangsbauwerks in NI mit einer Überdeckung von ca. 13,5 m. Am Deichfuß in NI weist der Tunnel eine Überdeckung von ca. 13,5 m auf.

In Abb. 2-14 ist die Gradiente des Tunnels dargestellt.

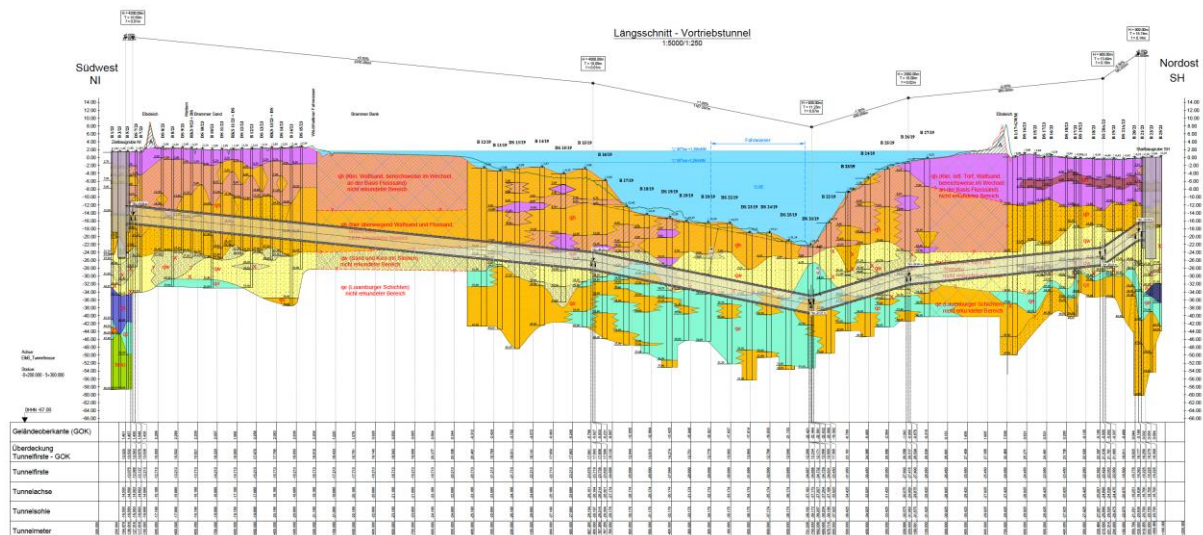


Abb. 2-14: Gradiente Tunnelbauwerk

Der Anforderung zur Vermeidung der Durchfahrung von bindigen Bodenschichten kann aufgrund der Zwangspunkte für die Tiefenlage des Tunnels nicht vollständig nachgekommen werden. Ebenfalls ist die Durchfahrung der Basis der weichselzeitlichen Sande, die oberhalb der bindigen Schichten liegt, nicht auszuschließen. In der Planung wurde abgewogen, ob die TBM eher durch die bindigen Schichten durchquert, dies mit der Gefahr von Verklebungen bei gleichzeitigen höheren Stützdrücken oder ob die TBM diese Schichten meidet und eher durch die Stein- und Blocklagen bei etwas geringeren Drücken fährt. Da die eingesetzte TBM über einen Steinbrecher verfügt, wurde entschieden, die Gradiente so zu wählen, dass eher die bindigen Schichten und die daraus resultierenden Verklebungserscheinungen gemieden werden.

Von der Startbaugrube aus beginnt der Tunnelvortrieb in den weichselzeitlichen Ablagerungen, welche aus Sand und Kiesen bestehen und mit Steinen durchsetzt sind. In der Firste stehen gemäß dem geologischen Längsschnitt Wattsande, bereichsweise mit Klei- und Torflagen und Flusssanden, an.

Bei der Unterquerung der Elbe stehen elsterzeitlichen Beckenablagerungen, hauptsächlich bestehend aus Beckenschluff und Lauenburger Ton an, durchsetzt mit Sanden und Feinsanden. Fortlaufend Richtung Zielbaugrube werden wieder die weichselzeitlichen Ablagerungen durchfahren, bevor im Bereich der Zielbaugrube holozäne Ablagerungen - bestehend aus Fluss- und Wattsanden mit örtlichen Kleieinlagerungen - angetroffen werden.

2.3.3 Bauverfahren/ Technische Alternativen

Aufgrund der hohen Frequenz des Schiffverkehrs mit Anforderungen an Fahrrinnenbreite und -tiefe, Logistik und sicherheitstechnische Gesichtspunkte kann die Querung der Elbe nur in geschlossener Bauweise erfolgen. Das Einschwimmen von Schutzrohren oder auch von Betonelementen für den Bau eines Absenktunnels analog zum Neuen Elbtunnel im Zuge des Baus der A7 (1968 bis 1975) scheidet aufgrund des Schiffsverkehrs auf der Elbe aus.

Aufgrund des feststehenden Korridors für die Elbquerung und der daraus resultierenden Vortriebslänge von ca. 5 km scheidet ebenso das Rohrvortriebsverfahren aus technischen Gründen für die weitere Planung aus, da bei dieser Gesamtlänge ein bis zwei Zwischenschächte erforderlich würden, die im Bereich der Elbe nicht realisierbar sind.

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurde entsprechend der „Empfehlung zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen, Stand 03/2021“ des DAUB-Ausschusses eine Bewertung der prognostizierten Geologie durchgeführt, um eine Vorzugsvariante für das geschlossene Vortriebsverfahren mit Tübbingausbau auszuweisen. Mögliche Varianten in diesem Durchmesserbereich sind Vortriebe mit einem Flüssigkeitsschild (Slurry Shield, SLS) oder mit einem Erddruckschild (Earth Pressure Balance Shield, EPB).

Die Auswertung führte zu dem Ergebnis, dass potenziell beide Verfahren möglich sind, jedoch unter Berücksichtigung der hohen Stützdrücke im gesamten Trassenbereich und gemischtkörnigen Böden und Steinlagen in einigen Vortriebsabschnitten der SLS-Vortrieb geeigneter als der EPB-Vortrieb ist und somit als Vorzugsvariante gewählt wurde.

2.3.4 Konstruktion

Entsprechend der vorgenannten Erläuterungen zum Bauverfahren wird der Tunnel mit einer Tübbingauskleidung geplant. Die statischen Berechnungen ergeben eine erforderliche Tübbingstärke von ca. 0,3 m, so dass sich bei einem Innendurchmesser von ca. 4,0 m ein Außendurchmesser von ca. 4,6 m, zzgl. Ringspaltverpressung ergibt. Die Länge der Tübbinge

(Länge eines Rings in Tunnellängsrichtung) wurde aus logistischen Gründen auf ca. 1,2 m festgelegt, damit sich während der Bauphase in dem geplanten Tunnelquerschnitt zwei Versorgungszüge begegnen können. Die Dichtigkeit gegen den äußeren Wasserdruck wird durch umlaufende Dichtungsbänder an den Tübbingfugen erreicht, die beim Einbau zusammenge-drückt werden. Die Tübbinge selbst werden als WU-Beton-Konstruktion als Fertigsteile erstellt.

Zusammenfassung Tunnelabmessungen:

- Tunnellänge: ca. 5.165 m
- Innendurchmesser: ca. 4,0 m
- Außendurchmesser: ca. 4,6 m
- Wandstärke/ Tübbingstärke: ca. 0,3 m
- Ringlänge: ca. 1,2 m

2.3.5 Ausstattung

In allen Tübbingungen werden umlaufend Ankerschienen vormontiert, so dass keine Bohrungen bei der Montage der Systemkabel und späteren Tunnelausstattung notwendig werden. Die Konsolen für die technische Gebäudeausrüstung, sowie für die Kabelhalterungen der Systemkabel werden in den Ankerschienen verschraubt.

Weiterhin erhält der Tunnel eine Laufebene mit einer Breite von ca. 2,6 m. Um eine Luftzirkulation der Lüftung über den gesamten Tunnelquerschnitt zu ermöglichen, ist die Laufebene als Gitterrostfläche geplant, die auf einer Stahlunterkonstruktion lagert. In die Laufebene wird ein Tragschienensystem für das Tunnelfahrzeug oberflächengleich eingelassen. Zusätzlich werden in der Tunnelfirste Komponenten der Technischen Gebäudeausstattung (TGA) angeordnet. Weitergehende Erläuterungen zur Ausstattung im Tunnel und dem Tunnelfahrzeug erfolgen in den Kapiteln 2.5.1 und 2.5.3.

2.4 Zugangsbauwerk

2.4.1 Abmessungen/ Lage Teilbauwerke

Wie im Kapitel 2.1 beschrieben, besteht das Querungsbauwerk ElbB neben dem eigentlichen Tunnelbauwerk aus einem Zugangsbauwerk je Elbseite, welches sich in folgende Gebäudeteile gliedert:

- Betriebsgebäude
- Schachtbauwerk
- Tunnel in offener Bauweise
- Muffenbauwerk

Diese Bauwerke werden im Folgenden beschrieben. Sie sind auf beiden Elbseiten annähernd baugleich, Unterschiede werden explizit ausformuliert. Daher ist die folgende Beschreibung für beide Elbseiten gültig.

Die benannten Gebäudeteile werden im Längsschnitt in Abb. 2-15 dargestellt.

Das Betriebsgebäude (oberirdisch Achse 2 – 5) gründet auf der obersten Decke des Schachtbauwerks und ist zweigeschossig mit einer Gesamthöhe von ca. 11 m geplant.

Der obere Gebäudeabschluss des Schachtbauwerks liegt ca. 0,6 m über dem derzeitigen Geländeniveau und wird mit der Oberfläche des Betriebsgeländes abschließen. Das Schachtbauwerk (unterirdisch Achse 2 – 5) erstreckt sich von hier aus bis in eine Tiefe von ca. 23 m (SH) bzw. ca. 20 m (NI) unter Gelände und beinhaltet 5 (SH) bzw. 4(NI) Untergeschosse.

Im 1. Untergeschoss schließt das eingeschossige Muffenbauwerk an (Achse 5 – 6), dessen Oberkante unterhalb des Geländes liegt. Das Muffenbauwerk hat eine Gesamthöhe von ca. 5,1 m. Es bildet den äußeren Abschluss des Querungsbauwerks ElbB und somit die Schnittstelle zu den Erdkabeln.

Im 5. bzw. 4. Untergeschoss schließt der eingeschossige Tunnel in offener Bauweise an (Achse 1 – 2), der den Lückenschluss zum Vortriebstunnel innerhalb der Baugrube bildet. Der Tunnel in offener Bauweise ist mit einer Gesamthöhe von ca. 9 m geplant, so dass dessen Oberkante ca. 14 m (SH) bzw. ca. 12 m (NI) unter dem Gelände liegt. Die Erforderlichkeit des Tunnels in offener Bauweise begründet sich im Bauablauf, dieser wird in Kapitel 4.2.1 genauer beschrieben.

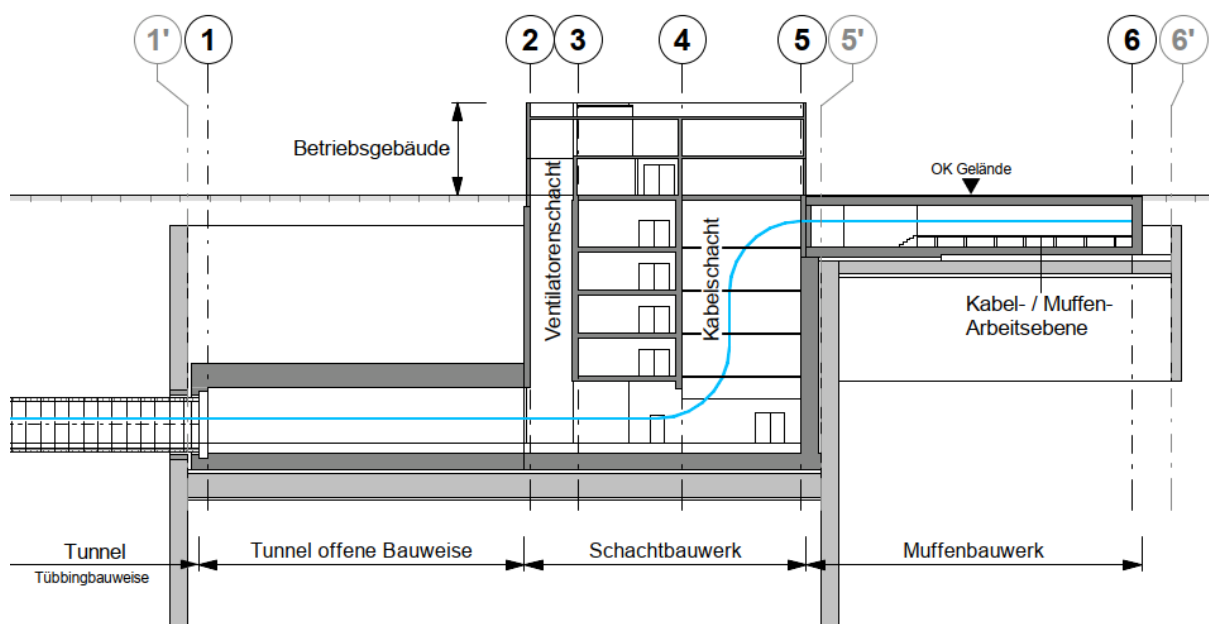


Abb. 2-15: Längsschnitt Zugangsbauwerk

In Tab. 2-1 und Tab. 2-2 können die hier unterschiedenen Gebäudeabschnitte und ihre wesentlichen Abmessungen, sowie die Tiefenlagen entnommen werden. Die Darstellung der Grundrisse, Schnitte und Ansichten erfolgt in den Planunterlagen im Teil F1.1.3.6 sowie F1.2.3.6.

Tab. 2-1 Gebäudeabschnitte und Abmessungen SH

Gebäudeteil	Außenmaße	Tiefenlage/ Gebäudehöhe
Betriebsgebäude	ca. 24 m x 14,9 m	Zweigeschossig Höhe: ca. 11 m über Gelände
Schachtbauwerk	ca. 25,2 m x 16,8 m	5 Untergeschosse Tiefe: ca. 23 m unter Gelände
Muffenbauwerk	ca. 28,1 m x 16,8 m	1 Untergeschoss Tiefe: ca. 5 m unter Gelände
Tunnel offene Bauweise	ca. 27,9 m x 16,8 m	1 Untergeschoss Tiefe: ca. 23 m unter Gelände

Tab. 2-2 Gebäudeabschnitte und Abmessungen NI

Gebäudeteil	Außenmaße	Tiefenlage/ Gebäudehöhe
Betriebsgebäude	ca. 24 m x 14,9 m	Zweigeschossig Höhe: ca. 11 m über Gelände
Schachtbauwerk	ca. 25,2 m x 16,8 m	4 Untergeschosse Tiefe: ca. 20 m unter Gelände
ca. 25,2 m x 16,8 m	ca. 25,2 m x 16,8 m	1 Untergeschoss Tiefe: ca. 5 m unter Gelände
Tunnel offene Bauweise	ca. 27,9 m x 16,8 m	1 Untergeschoss Tiefe: ca. 20 m unter Gelände

2.4.2 Funktion und Ausstattung unterirdischer Gebäudeteile

2.4.2.1 Allgemein

Der Betrieb des Korridor B erfordert, dass das Querungsbauwerk ElbB zu jeder Zeit durch Wartungs- und Reparaturpersonal begangen werden kann. Die betrieblichen Belange werden genauer in Kapitel 6 beschrieben. Das Querungsbauwerk ElbB ist daher als begehbare Bauwerk konzipiert und entsprechend mit versorgungstechnischen und sicherheitstechnischen Ausstattungen geplant. Diese werden im Kapitel 2.5.1 weiter ausgeführt. Weitere

Anforderungen für die Konstruktion und den Platzbedarf im Gebäude sind durch die einzuhaltenen Kabelabstände und Einzugsradien gegeben, die im Kapitel 2.6 beschrieben werden. Diese bestimmen neben dem Platzbedarf im Muffenbauwerk und dem Kabelschacht insbesondere auch die Tiefe des Schachtbauwerks.

Im Folgenden werden die Grundrisse, sowie die baulichen Besonderheiten, sowie Funktionen des Gebäudes erläutert. Es wird dabei zunächst auf den unterirdischen Teil eingegangen.

2.4.2.2 Schachtbauwerk

Das Schachtbauwerk weist einen rechteckigen Grundriss auf und ist in fünf (SH) bzw. vier (NI) Untergeschosse eingeteilt. Die Grundrisse der Untergeschosse 01-04 (SH) bzw. 01-03 (NI) sind nahezu baugleich. Beispielhaft ist in Abb. 2-16 das 3. Untergeschoss dargestellt. Einen wesentlichen Teil nimmt der Kabelschacht ein, in dem die Systemkabel des Korridor B bis in das 5. bzw. 4. Untergeschoss geführt werden. Der Kabelschacht kann auch dem Längsschnitt in Abb. 2-15 entnommen werden, er erstreckt sich über die gesamte Höhe des Schachtbauwerks. Angrenzend an den Kabelschacht befindet sich das Treppenhaus, welches die unterirdischen Gebäudeteile erschließt. Die Erschließung erfolgt zusätzlich über einen Lastenaufzug, der vom Erdgeschoss bis in das 5. bzw. 4. Untergeschoss verfährt. Zwischen dem Lastenaufzug und dem Treppenhaus befindet sich in allen Geschossen ein Vorraum. Von diesem Vorraum aus erfolgt der Zugang zu Technik- und Nebenräumen, an die sich die Ventilatorschächte anschließen.

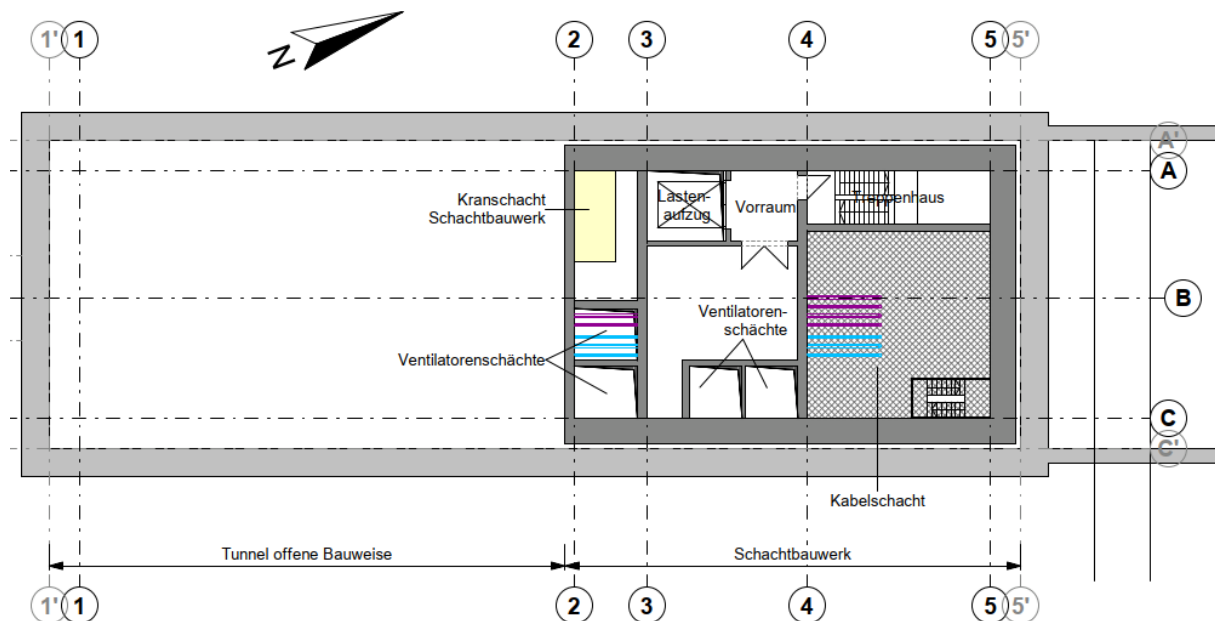


Abb. 2-16: Grundriss Schachtbauwerk SH; 3. Untergeschoss

Das 5. bzw. 4. Untergeschoss ist in Abb. 2-17 dargestellt. Hier gelangt man vom Vorraum des Lastenaufzugs zunächst in eine Schleuse, die dem Druckausgleich bei laufender Tunnellüftung dient. Eine genauere Erläuterung dazu erfolgt in Kapitel 2.5.1.3. Das Tunnelniveau kann somit über das Treppenhaus, sowie ebenerdig über einen Lastenaufzug erreicht werden. Für größere Transporte (z.B. Ersatzkabel) ist ein „Kranschacht Schachtbauwerk“ neben dem Betriebsgebäude angeordnet. Die Andienung erfolgt mittels Mobilkran, eine entsprechende Aufstellfläche wird vor dem Betriebsgebäude auf der späteren Betriebsfläche des Querungsbauwerkes berücksichtigt.

Das 5. bzw. 4. Untergeschoss ist nach der Schleuse bis zum Tunnel baulich nicht weiter unterteilt. Hier befindet sich im rückwärtigen Schachtbereich die Parkposition sowie die Verfahrmöglichkeit für die Tunnelfahrzeuge. Diese stellt sicher, dass beide Tunnelfahrzeuge zeitgleich in einem Schachtbauwerk (beide auf einer Elbseite) parken können. Die Tunnelfahrzeuge werden im Kapitel 2.5.3 weiter beschrieben.

Weiterhin erfolgt aus dem rückwärtigen Schachtbereich der Wartungs- und Installationszugang auf das so genannte Kabelgerüst, welches der Kabelführung/ Kabelhalterung im Kabelschacht dient. Eine Darstellung erfolgt in Abb. 2-20.

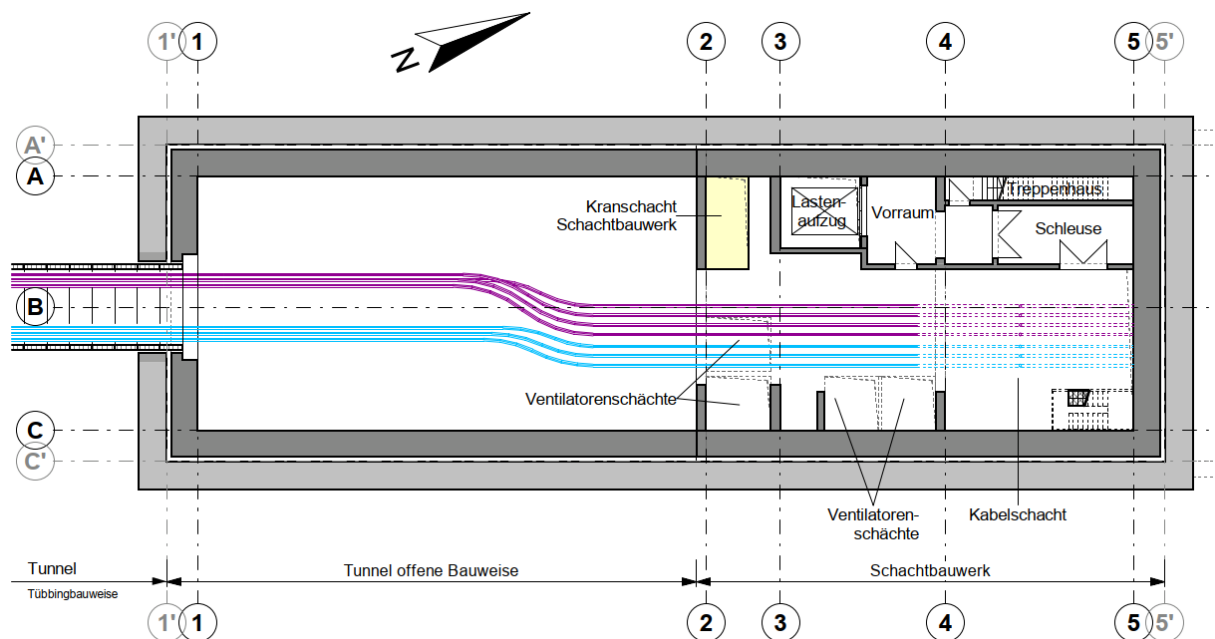


Abb. 2-17: Grundriss Schachtbauwerk SH und Tunnel offene Bauweise; 4. Untergeschoss

2.4.2.3 Muffenbauwerk

Der Zugang zum Muffenbauwerk erfolgt über das Treppenhaus des Schachtbauwerks im 1. Untergeschoss. Der Grundriss des Muffenbauwerks ist in Verbindung mit dem Grundriss des 1. Untergeschosses des Schachtbauwerks in Abb. 2-18 dargestellt.

Im Muffenbauwerk erfolgt die Verbindung der Systemkabel aus dem Querungsbauwerk mit den Systemkabeln aus den anschließenden Erdkabeln. Der Grundriss des Muffenbauwerks ist in drei „Kammern“ mit massiven Trennwänden untergliedert, um die beiden Kabelsysteme und das Muffenlager voneinander zu trennen.

Das Muffenbauwerk kann ebenerdig über den Lastenaufzug bzw. über das Treppenhaus erreicht werden. Um größere Lasten einzuheben, z.B. im Falle einer Muffenreparatur o.ä., befindet sich im Muffenbauwerk ein Kranschacht. Dieser ist oberseitig mit einem aufnehmbaren Stahlbetondeckel verschlossen, der mittels Mobilkran aufgenommen werden kann.

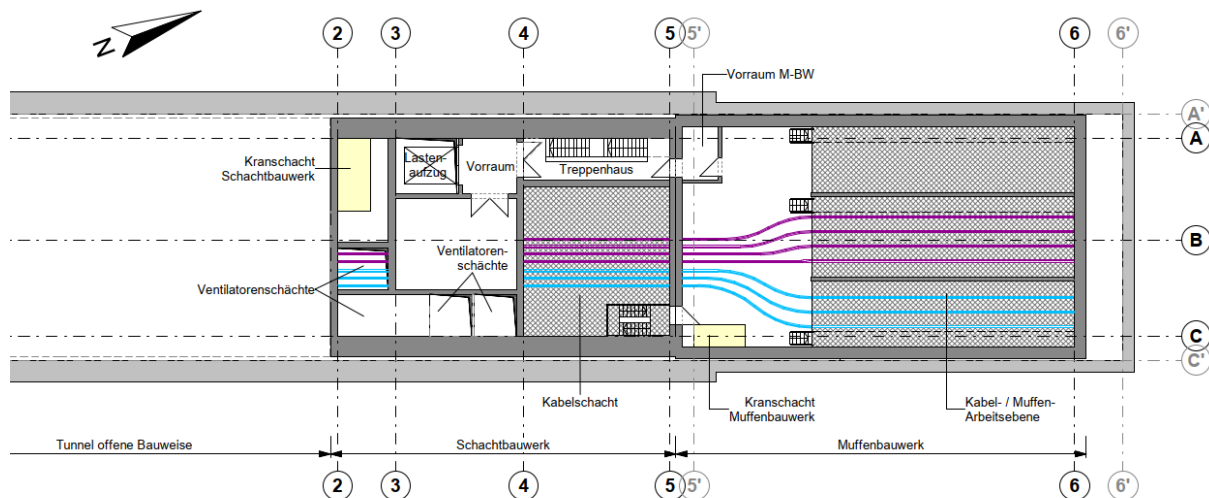


Abb. 2-18: Grundriss Schachtbauwerk und Muffenbauwerk SH; 1. Untergeschoss

2.4.2.4 Tunnel in offener Bauweise

Der Tunnel in offener Bauweise bildet im Bereich des 5. bzw. 4. Untergeschosses den Lückenschluss zwischen Schachtbauwerk und Vortriebstunnel. Dieser Gebäudeteil wird aufgrund des Bauablaufs gem. Kapitel 4.2.1 erforderlich. Im Tunnel offener Bauweise erfolgt der weitere Kabelverlauf der Systemkabel vom Schachtbauwerk bis in den Vortriebstunnel, weitere besondere Ausstattungen sind hier nicht vorgesehen.

2.4.3 Kabelführung im Schacht- und Muffenbauwerk

Die Schacht- und Muffenbauwerke, sowie die Tunnel in offener Bauweise dienen im Wesentlichen der Führung der Systemkabel auf das Tunnelniveau.

Das Kabelsystem 1 besteht nach aktuellem Stand aus zwei Einzelkabeln und einem Reservekabel. Das Kabelsystem 2 wird voraussichtlich aus zwei Einzelkabeln, einem Metallischen Rückleiter und einem Reservekabel bestehen.

Eine Beschreibung der Kabelanforderungen an deren Führung durch das Bauwerk (Abstände, Mindeststrahlen, etc.) wird im Kapitel 2.6 aufgeführt. Die Systemkabel im Querungsbauwerk beginnen und enden jeweils in den Muffenbauwerken. Von hier aus folgen die Kabel einem Bogen und werden in das Schachtbauwerk und den vertikalen Leitungsschacht gezogen (vgl. Abb. 2-15). Hier erreichen sie in der Tiefenlage das Tunnelniveau und werden horizontal bis zum Regelquerschnitt des Vortriebstunnels verlegt. Auf der gegenüberliegenden Elbseite erfolgt die Verlegung analog durch das Schachtbauwerk bis in das Muffenbauwerk.

In der folgenden Abbildung ist das Muffenbauwerk dargestellt. Hier beginnen/ enden die Systemkabel des Querungsbauwerks und es werden von außen die Erdkabel eingeführt. Die Kabel werden mittels Muffen miteinander verbunden. Neben den stromführenden Kabeln ist noch ein weiteres nicht in Betrieb befindliches Kabel vorgesehen, das sogenannte Reservekabel. Dieses Kabel ermöglicht im Falle eines Ausfalls eines der HGÜ-Kabel eine kurzfristige Wiederinbetriebnahme des Systems nach dem Kabelausfall. Das defekte Kabel wird im Muffenbauwerk an der Muffenverbindung zum Erdkabel getrennt und das Reservekabel über eine neue Muffenverbindung in Betrieb genommen. Damit entfällt eine länger andauernde Reparatur im Tunnel, das Netz kann deutlich schneller wieder betrieben werden. Die Reparatur des defekten Kabels im Tunnel kann dann in einem vorher geplanten Zeitraum erfolgen.

Die Kabelsysteme sind in der Abb. 2-19 in blau (Kabelsystem 1 V48) und violett (Kabelsystem 2 – derzeit Leerrohrmitnahme) dargestellt.

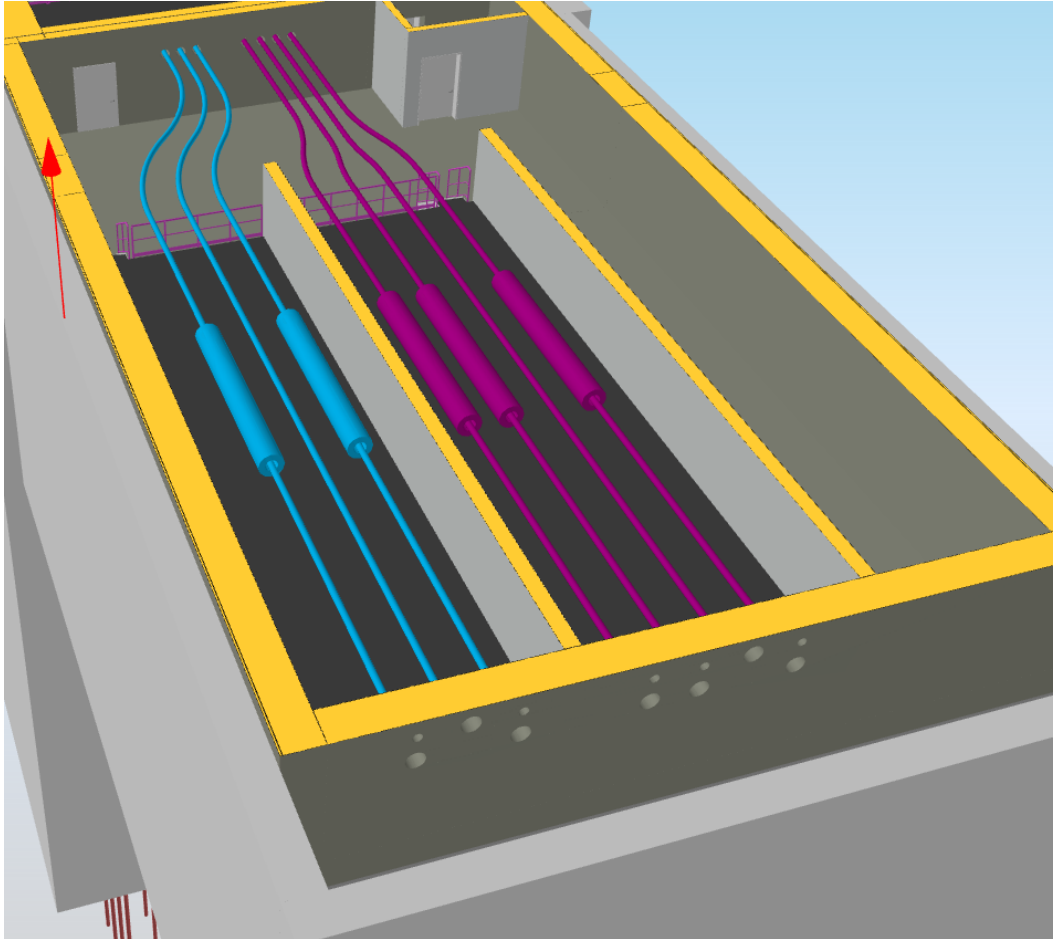


Abb. 2-19: Kabelverlauf im Muffenbauwerk

Die Halterung der Kabelsysteme erfolgt über Stahlkonstruktionen und spezielle Halterungen, die an die Anforderungen der Systemkabel angepasst sind. In dem vertikalen Kabelschächten werden dafür Stahlgerüste erstellt, die zusätzlich mit Wartungsebenen und einem Treppenturm ausgestattet sind. Über die Wartungsebenen können die Kabelbefestigungen erreicht und nötige Sichtprüfungen an den Kabeln vorgenommen werden. Ein mögliches Konzept zur Umsetzung des Kabelgerüsts kann der Abb. 2-20 entnommen werden.

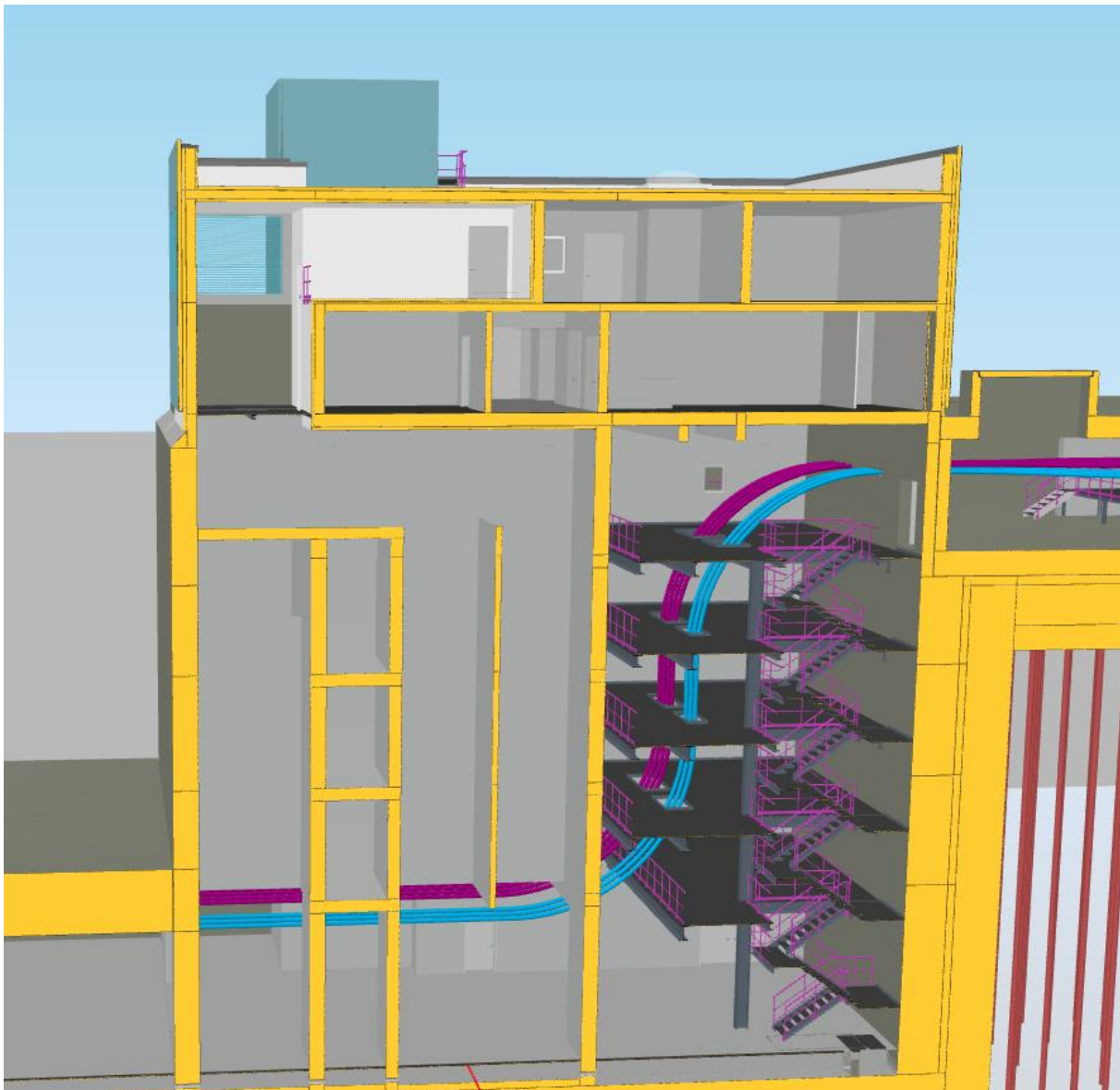


Abb. 2-20: Kabelgerüst

2.4.4 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude ist zweigeschossig mit einer Grundfläche von ca. 325 m² geplant.

Folgende Räumlichkeiten sind im Wesentlichen im Erdgeschoss geplant:

- Zentraler Zugangsraum
- Treppenhaus (zum Obergeschoss)
- Lastenaufzug, Vorraum, Treppenhaus (zu den Untergeschossen)
- Pausenraum (Pantry integriert)
- Umkleiden/WCs für Damen und Herren
- Nebenräume (Lager, Putzmittelraum)

- Raum zur besonderen Verwendung
- Technikzentrale
- Entrauchungsschacht (aus den Untergeschossen kommend, räumlich im EG getrennt)
- Ventilatorschacht (aus den Untergeschossen kommend)
- Hausanschlussräume Elektro und Sanitär (jeweils von außen zugänglich)
- Kranschacht Muffenbauwerk (seitlich neben Betriebsgebäude, aus MBW kommend)
- Kranschacht Schachtbauwerk (seitlich neben Betriebsgebäude, aus 5. bzw. 4. Untergeschoss kommend)

Folgende Räumlichkeiten sind im Obergeschoss geplant:

- Zentraler Flur
- Treppenhaus (zum Erdgeschoss)
- Lastenaufzug (zum Erdgeschoss und den Untergeschossen)
- Leitwarte
- IT-Raum
- Batterieraum
- Sicherheitsbeleuchtung
- Brandmeldeanlage
- Entrauchungsschacht (aus den Untergeschossen kommend, räumlich im OG getrennt)
- Ventilatorschacht (aus den Untergeschossen kommend) inkl. Zugang

Folgende Räumlichkeiten sind auf dem Dach geplant:

- Maschinenraum Lastenaufzug

Das Betriebsgebäude dient zum einen der Erschließung des unterirdischen Querungsbauwerks und enthält zum anderen alle wichtigen technischen und sicherheitstechnischen Anlagen, die für den Betrieb des Querungsbauwerks erforderlich sind. Zum Schutz des Querungsbauwerks wird das Erdgeschoss hochwassersicher ausgeführt (siehe auch Kapitel 2.9).

Das Betriebsgebäude ist üblicherweise nicht durch Personal besetzt, es ist dafür ausgelegt, dass sich im Wartungs- oder Reparaturfall Personal im Bauwerk aufhalten kann. Die entsprechenden Betriebszustände werden im Kapitel 6 genauer erläutert.

Eine zentrale Bedeutung hat die Leitwarte im Obergeschoss des Betriebsgebäudes, deren Funktion im Sicherheitskonzept Betrieb (Teil F1.4) genauer erläutert wird.

Die aus den Untergeschossen kommenden Ventilatorschächte enden im Obergeschoss und werden dort räumlich aufgeweitet, um die erforderlichen Querschnitte für die Wetterschutzgitter der Lüftung zu realisieren. Für Wartungszwecke (z.B. Reinigung der Wetterschutzgitter) kann der Lüftungsschacht aus dem Obergeschoss hinaus begangen werden, der begehbare Bereich endet auf Fußbodenniveau des Erdgeschosses auf einem Gitterrost.

Das Flachdach kann über einen Flachdachaufstieg mit einer ausziehbaren Treppe erreicht werden, auch um die hier aufgestellten Anlagen der TGA warten zu können. Auf dem Dach ist über dem Lastenaufzug der Aufzugsmaschinenraum angeordnet. Dieser ist über eine Stahltreppe vom Flachdach aus erreichbar. Weiterhin befinden sich auf dem Dach die Dachöffnungen für die Entrauchungsschächte, die zum einen an den Kabelschacht im 1. Untergeschoss und zum anderen an das Treppenhaus (UG) im Erdgeschoss anschließt. Zur Sicherung bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten auf dem Dach, erfolgt die Installation von Sekuranten.

Ein Schnitt des Betriebsgebäudes ist in Abb. 2-21 dargestellt.

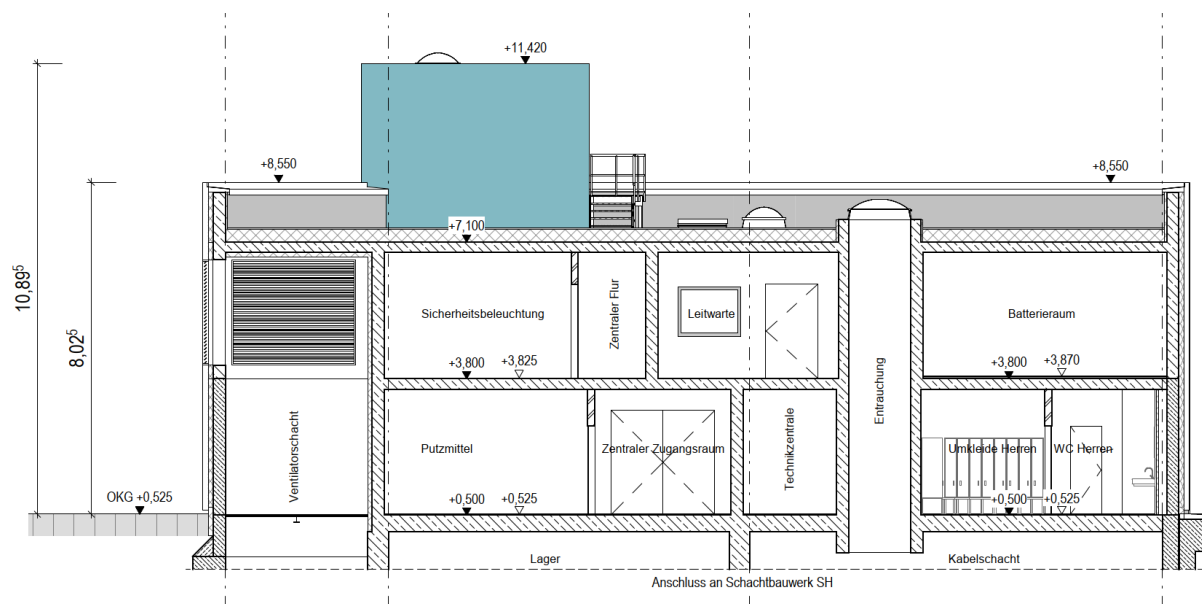


Abb. 2-21: Schnitt Betriebsgebäude

2.4.5 Konstruktion der Zugangsbauwerke

Die Konstruktion der unterirdischen Schachtbauwerke erfolgt innerhalb der Baugrube in Stahlbetonbauweise. Aufgrund des anstehenden Grundwassers und der Lage des Schachtbauwerks im unterirdischen Bereich, werden alle Außenbauteile als WU-Beton-Konstruktion erstellt. Innere Trennwände (nicht tragend) werden als Mauerwerkswände erstellt. Das Treppenhaus erhält Fertigteilläufe mit Stahlgeländer. Alle Innen- und Außentüren sind Stahltüren, größtenteils mit entsprechender Brandschutzanforderung.

Die statisch tragenden Bauteile des Betriebsgebäudes werden ebenfalls in Stahlbetonbauweise erstellt. Zusätzlich erfüllen die Außenwände des Erdgeschosses die Anforderungen an den Hochwasserschutz, indem sie als WU-Beton-Konstruktion erstellt werden (siehe auch Kapitel 2.9). Über die gewählte Konstruktion kann auch der Brandschutz sichergestellt werden.

2.4.6 Wärmeschutz

2.4.6.1 Betrachtete Regelwerke

Grundlagen der bauphysikalischen Betrachtung sind die folgenden Regelwerke:

- Gebäudeenergiegesetz (GEG) von 08.2020, zuletzt geändert am 19.10.2023.
- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz nach DIN 4108-2: Stand 2013-02
- Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein - EWKG) vom 07.03.2017
- Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG), von 12.2020, zuletzt geändert am 12.12.2023

Gebäudeenergiegesetz - GEG

Das GEG soll einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele leisten. Die öffentlich-rechtlichen Anforderungen im Gebäudeenergiegesetz gelten gem. §2 Anwendungsbereich für beheizte oder gekühlte Gebäude, allerdings -mit Ausnahme der **§§74 bis 78-** sind u.a. folgende Gebäude ausgenommen:

„[...] Betriebsgebäude, soweit sie nach ihrem Verwendungszweck großflächig und langanhaltend offen gehalten werden müssen [...] unterirdische Bauten [...] sonstige, gewerbliche, industrielle Betriebsgebäude, die nach ihrer Zweckbestimmung auf eine Raum-Solltemperatur von weniger als 12 Grad Celsius beheizt werden oder jährlich weniger als vier Monate beheizt sowie jährlich weniger als zusammenhängend zwei Monate gekühlt werden.“

- Die unterirdischen **Schacht- und Tunnelgebäude** sind von den **Anforderungen des GEG ausgenommen**.
- Die **Betriebsgebäude** werden für maximal 6 Mitarbeiter ausgelegt, die das jeweilige Gebäude maximal z.B. im Reparaturfall für höchstens 4-6 Wochen nutzen. Die Beheizung findet demnach jährlich weniger als vier Monate statt. Die Wärmeschutz **Anforderungen des GEG finden somit keine Anwendung** (auch: sommerlicher Wärmeschutz).

DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

In **DIN 4108-2: 2013-02** werden Mindestanforderungen an die Wärmedämmung von Bauteilen und im Bereich von Wärmebrücken in der Gebäudehülle festgelegt und wärmeschutztechnische Hinweise für die Planung und Ausführung von *Aufenthaltsräumen* in Hochbauten, die ihrer Bestimmung nach *auf übliche Innentemperaturen $\geq 19^{\circ}\text{C}$ beheizt* werden, aufgeführt.

- Sowohl die unterirdischen **Schacht- und Tunnelgebäude** als auch die **Betriebsgebäude** (< als 4 Monate im Jahr beheizt) sind von den Nachweisen zu den **Anforderungen der DIN 4108-2: 2013-02 ausgenommen**.

Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein - EWKG

Das Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein bildet den rechtlichen Rahmen für Energiewende-, Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen in Schleswig-Holstein. Auch dient dieses Gesetz durch die Festlegung von Klimaschutzziele (die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein soll schrittweise weiter verringert werden) als Umsetzungsinstrument, auf Basis der nationalen und europäischen Klimaschutzziele. Anforderungen gelten gem. §4 an Gebäude von Landesliegenschaften (Neubau im Passivhausstandard; Erneuerung oder Erweiterung gem. GEG mit 30% Unterschreitung). Gem. §9 Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien in der Wärme- und Kälteversorgung für beheizte Wohn- und Nichtwohngebäude im Gebäudebestand, werden grundsätzlich auch Gebäudeeigentümer im allgemeinen Gebäudebestand, im Falle einer Heizungserneuerung in die Pflicht genommen.

Gem. §11 Installationsvorgabe für Photovoltaikanlagen bei Neubau und Renovierung von Nichtwohngebäuden muss hierbei auf der für die Solarnutzung geeigneten Dachfläche eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung installiert werden, wenn der Antrag der Baugenehmigung nach dem 1.1.2023 liegt.

- Photovoltaik wird als grundsätzliche Anforderung aus dem EWKG identifiziert.
- Mindestanforderungen an „geeignete Dachfläche“, zu Größe, Form und Neigung: sind aktuell in keiner Verordnungsermächtigung zu den Photovoltaikflächen abzulesen.

→ Die geeignete Dachfläche (unverschattet sowie unbelegt durch Laufwege und TGA) beider Betriebsgebäude (in Niedersachsen und in Schleswig-Holstein) kann jeweils für die Installation einer Photovoltaik-Anlage genutzt werden.

Niedersächsisches Klimagesetz - NKlimaG

Das niedersächsische Klimagesetz NKlimaG zielt auf den Beitrag Niedersachsens zur Erreichung der Klimaschutzziele ab. Grundsätzliche Anforderungen werden benannt für die Landesverwaltung d.h. die Landesregierung und die ihr unmittelbar nachgeordneten Landesbehörden, die gem. §3 eine Vorbildfunktion einnehmen. Die Strategie für eine treibhausgasneutrale Landesverwaltung enthält Zwischenziele und im Gesetz dargestellte Maßnahmen. Unter anderem beinhaltet das Monitoring nach §7 einen Energiebericht für die von der Landesverwaltung genutzten Gebäude.

- Das Betriebsgebäude in Niedersachsen ist nicht von der Landesverwaltung genutzt, gemietet oder errichtet; das NKlimaG kommt nicht zur Anwendung.

2.4.6.2 Umsetzung

Wie in Abschnitt 2.4.6.1 erläutert unterliegt das ElbB-Bauwerk weder dem GEG, der DIN 4108-2 oder dem NKlimaG. Ferner ergeben sich aus dem EWKG lediglich Anforderungen bezüglich der Errichtung einer Photovoltaikanlage. Es werden folgende Maßnahmen abgeleitet:

Unterirdischer Teil inkl. Tunnel

Der unterirdische Teil des Querungsbauwerks wird weder beheizt noch gekühlt. Es werden keine Maßnahmen zum Wärmeschutz vorgesehen.

Der Tunnel, der Tunnel in offener Bauweise, das Muffenbauwerk und auch der Großteil des Schachtbauwerks liegen weit unterhalb der Frostgrenze im Erdreich. Weiterhin werden diese Gebäudeteile belüftet, so dass hier auch keine dämmenden Maßnahmen zur Verhinderung von Kondensat erforderlich werden.

Oberirdischer Teil (Betriebsgebäude)

Das Querungsbauwerk und somit auch das Betriebsgebäude ist in der Regel nicht durch Personal besetzt. Daher wird das Betriebsgebäude in dieser Zeit nur frostfrei gehalten (d.h. Sicherstellung einer Raumtemperatur von 5°C- 10°C). Ausschließlich für den Aufenthalt von Personen zu Wartungs- oder Reparaturzwecken wird das Gebäude beheizt, diese Zeitdauer wird im Jahr weniger als 4 Monate betragen. Dennoch werden folgende bauphysikalische Maßnahmen umgesetzt:

Das Gebäude wird so ausgeführt, dass ein Mindestluftwechsel zum Feuchteschutz sichergestellt ist. Es werden beim Betriebsgebäude grundsätzlich 12 cm Wärmedämmung umlaufend der wärmeübertragenden Umfassungsfläche vorgesehen (inkl. Luftdichtigkeit), zum unbeheizten Schacht hin werden 10 cm Wärmedämmung vorgesehen. Die Dachdämmung ist mit 14 cm Dämmung im Mittel angesetzt, um ein Gefälle zu ermöglichen.

2.4.7 Statik

Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude wird als zweigeschossiges Bauwerk errichtet. Flachdach, Zwischendecke, Außenwände, tragende Innenwände, Unterzüge und Stützen sind in Stahlbetonbauweise mit Ortbeton geplant. Der Grundriss des Betriebsgebäudes befindet sich oberhalb des Schachtbauwerks und wird auf dessen Decke flachgegründet. Alle Stahlbetonbauteile sind monolithisch miteinander verbunden. Die Stahlbetonkonstruktion der Außenwände im Erdgeschoss wird als WU-Beton ausgeführt.

Die Aussteifung des Gebäudes ist über die massive Ausführung mit Wandscheiben gegeben.

Der Auftriebsnachweise für den Bereich des Schachtbauwerks wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Schachtbauwerk

Das Schachtbauwerk befindet sich unterirdisch und wird innerhalb der Baugrube mit 5 bzw. 4 Untergeschossen errichtet. Das Schachtbauwerk ist in Stahlbetonbauweise mit Ortbeton geplant, alle Außenbauteile werden als WU-Betonkonstruktionen ausgeführt. Alle

Stahlbetonbauteile sind monolithisch miteinander verbunden. Das Schachtbauwerk wird auf der Baugrubensohle flach gegründet.

Die Aussteifung des Gebäudes ist über die massive Ausführung mit Wandscheiben gegeben.

Der Auftriebsnachweise für das Schachtbauwerk und das darüberstehende Betriebsgebäude erfolgt durch Auflagertaschen im Bereich der Schachtbauwerkssohle, die das Eigengewicht des darauf liegenden Schlitzwandbetons aktivieren, sowie durch das Eigengewicht der Konstruktion.

Muffenbauwerk

Das Muffenbauwerk befindet sich unterirdisch und wird innerhalb der Baugrube eingeschossig errichtet. Der obere Abschluss der Muffenbauwerksdecke erfolgt auf Höhe des Betriebsgeländes mit einem befahrbaren Aufbau aus Gussasphalt. Das Muffenbauwerk ist in Stahlbetonbauweise mit Ortbeton geplant. Alle Außenbauteile werden als WU-Betonkonstruktionen ausgeführt. Alle Stahlbetonbauteile des Muffenbauwerks sind monolithisch miteinander verbunden. Das Muffenbauwerk wird sowohl in SH als auch in NI auf Mikroverpresspfählen tiefergegründet.

Die Aussteifung des Gebäudes ist über die massive Ausführung mit Wandscheiben gegeben.

Der Auftriebsnachweise für das Muffenbauwerk erfolgt über das Eigengewicht und Auftriebspfähle. Die Pfähle unterhalb des Muffenbauwerks werden entsprechend als Zug- und Druckpfähle ausgebildet.

Tunnel in offener Bauweise

Der Tunnel in offener Bauweise befindet sich unterirdisch und wird innerhalb der Baugrube eingeschossig als Lückenschluss zwischen Schachtbauwerk und Vortriebstunnel errichtet. Der Baugrubenbereich oberhalb des Tunnels in offener Bauweise wird anschließend verfüllt. Der Tunnel in offener Bauweise ist in Stahlbetonbauweise mit Ortbeton geplant, alle Außenbauteile werden als WU-Betonkonstruktion ausgeführt. Alle Stahlbetonbauteile sind monolithisch miteinander verbunden. Der Tunnel in offener Bauweise wird auf der Baugrubensohle flachgegründet.

Die Aussteifung des Gebäudes ist über die massive Ausführung mit Wandscheiben gegeben.

Der Auftriebsnachweise für den Tunnel in offener Bauweise kann über das Eigengewicht und eine Mindesterdauflast nachgewiesen werden.

2.5 Technische Gebäudeausrüstung (einschl. Tunnelfahrzeug)

2.5.1 Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – Bauwerke

2.5.1.1 Anforderungen

Das Querungsbauwerk ElbB dient der Verlegung der Systemkabel des Korridor B unterhalb der Elbe. Der Betrieb der Kabel in dem Bauwerk und die Konzeptionierung als begehbare Bauwerk stellen Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung.

Während sich die Anforderungen zur Begehrbarkeit des Bauwerks und der Sicherheit dabei im Wesentlichen aus dem Brandschutznachweis für die bauliche Anlage (Teil F1.3) und dem Sicherheitskonzept für die Betriebsphase (Teil F1.4) ergeben, leitet sich der Bedarf der Lüftung im Querungsbauwerk ElbB aus dem Dokument Wärme (Teil D4) ab. Um den Wärmeabtransport aus dem Tunnel zu gewährleisten, wird die Lüftung so dimensioniert, dass folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Max. Lufttemperatur im Tunnel: 35°C
- Max. Leitertemperatur am Systemkabel: 70°C

Der Bedarf der Stromversorgung für den Betrieb des Querungsbauwerks ElbB ergibt sich aus der Anzahl und gleichzeitigen Nutzung technischer Einrichtungen, die für den sicheren Betrieb und unter Berücksichtigung der Lüftungsauslegung, betrieben werden.

2.5.1.2 Allgemeine Grundlagen

Das Querungsbauwerk ElbB wird daher von Seiten der technischen Gebäudeausrüstung mit einem System ausgestattet, das einen Aufenthalt zu Wartungs- und Reparaturarbeiten im Tunnel und den Zugangsbauwerken ermöglicht. Neben der Beleuchtung und Belüftung des Tunnels gehört dazu vor allem auch die sicherheitstechnische Installation, die eine Sicherheitsbeleuchtung, eine Brandmeldeanlage und ein Funk- sowie Festnetztelefonsystem umfasst. Zusätzlich sind aus Gründen des Objektschutzes eine Videoüberwachung zur Außenhautabsicherung und eine Zugangskontrollanlage vorgesehen.

Die technischen Einbauten im Querungsbauwerk werden im Folgenden genauer beschrieben und wie folgt gegliedert:

- Lüftungstechnik
- Elektroversorgung und -installationen
- Blitzschutz und Erdung
- Wärmeerzeugung
- Kommunikations- und Sicherheitstechnik

- Gebäudeautomation
- Förderanlagen/ Aufzug
- Wasserversorgung und -entsorgung

Die in den folgenden Kapiteln beschriebene technische Ausrüstung entspricht dem derzeitigen Planungsstand und erfüllt die gesetzten Anforderungen zum Betrieb des Querungsbauwerks ElbB, sowie auch die Anforderungen aus dem Sicherheitskonzept und Brandschutznachweis. Im Rahmen der detaillierten Ausführungsplanung kann es z.B. durch Optimierung der bauausführenden Firma, Nutzung von Amprion-internen Standardsystemen oder durch Verfügbarkeit neuerer Technik möglich sein, dass Einzelkomponenten anders ausgeführt werden. Diese Änderungen werden im gleichen Maße die Anforderungen aus dem Betrieb, sowie dem Sicherheitskonzept und Brandschutznachweise erfüllen und für die mit diesen Antragsunterlagen dargestellten Auswirkungen ohne Belang sein.

2.5.1.3 Lüftungstechnik

2.5.1.3.1 Zu- und Abluftanlage Tunnellüftung

Festlegung Soll-Luftmenge

Für die Ausstattung des Tunnels mit 2 Gleichstromübertragungssystemen auf der Spannungsebene von 525kV wird zum Abführen der Abwärme gem. Dokument Wärme (Teil D4) eine Luftmenge von 63.000 m³/h benötigt. Bei extremen Wettersituationen im Hochsommer wird die Lüftung zeitweise abgeschaltet, um eine Aufheizung des Tunnels mit wärmerer Außenluft zu vermeiden. Um in den Nachtstunden mit niedrigeren Außentemperaturen, diesen "Wärmestau" wirksam abzubauen, ist eine Reserve vorgesehen. Ebenso wurden in

von Außentemperaturen von unter 1°C und bei sehr hoher Feuchtebelastung der Luft, Abschaltungen einkalkuliert. Hierfür wurde eine Luftmenge von 91.200 m³/h festgelegt.

Es sind dabei auf beiden Elbseiten sowohl Zu- als auch Abluftventilatoren vorgesehen. Es besteht damit die Möglichkeit, die Strömungsrichtung der Luft in beide Richtungen einzustellen.

Luftführung

Die Frischluft wird über ein Ansauggitter angesaugt und mittels Axialventilatoren in die Tunnelröhre gedrückt. Die Außenluftansaug- und Fortluftausblasöffnungen liegen im Bereich des Obergeschosses im Betriebsgebäude und verhindern so einen Wassereintritt ins Gebäude im unwahrscheinlichen Fall eines Deichbruchs (siehe Kapitel 2.9). Der Weiterbetrieb der Lüftung wäre in diesem Fall möglich. Die Außenluft wird mit einem Grobfilter gefiltert, um den Eintrag von Staub und Schmutz in den Tunnel zu reduzieren. Durch den Tunnelinnendurchmesser

von 4 m und der genannten Luftmenge von 91.200 m³/h ergibt sich eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 2 m/s im Tunnel.

Ventilatorauslegung

Die Ventilatoren wurden mit 100 %-iger Redundanz geplant, um den Ausfall eines Lüfters ohne Zeitverzug zu kompensieren. Die Redundanz wird durch eine parallele Anordnung von zwei Ventilatoreinheiten, sowohl für die Frischluft- als auch für die Fortluftseite, erfüllt.

Um einen Luftströmungskurzschluss durch die nicht betriebene Ventilatoreinheit zu vermeiden, werden an allen Tunnellüftern je eine Jalousieklappe installiert.

Um die Möglichkeit einer variablen Luftmengensteuerung zu realisieren, wird an allen Ventilatoren eine Volumenstrommesseinrichtung angebaut und die Ventilatoren werden über Frequenzumrichter drehzahl geregelt.

Für Service- und/oder Reparaturarbeiten im Tunnel müssen die Luftmengen mittels Frequenzumrichter auf ca. 37.000 m³/h, bzw. auf eine zulässige Geschwindigkeit gemäß ASR von max. 1,0 m/s heruntergefahren werden.

Lüftungsregime

Die Drehzahl der Ventilatoren wird außentemperaturgesteuert geregelt. Der Sollwert ist eine Maximaltemperatur im Tunnel von 35°C. Sollte die Außentemperatur über der Tunnelinnentemperatur liegen, so werden die Ventilatoren deaktiviert. Um einen Volumenstrom über die gesamte Tunnellänge aufzubauen, ist auf beiden Elbseiten jeweils ein Ventilator aktiv. Dabei arbeitet ein Ventilator drückend und der zweite Ventilator saugend. Um während Wartungsarbeiten eventuell entstehende Emmissionen z.B. durch Schweiß- oder Klebearbeiten im aus dem Arbeitsbereich fernzuhalten, kann im Tunnel frische Außenluft auf der Arbeitsseite eingebracht werden. Hierzu kann die Luftrichtung im Tunnel umgeschaltet werden (Luftrichtung von Nord nach Süd und umgekehrt).

Abluftanlage Muffenbauwerk

Die Muffenbauwerke erhalten jeweils zwei redundante Abluft- und zwei redundante Zuluftventilatoren, die für einen 4-fachen stündlichen Luftaustausch im Muffenbauwerk sorgen, um die dort anfallende Kabelabwärme in den Hauptluftstrom des Tunnels abzuleiten.

Die Ansaugung erfolgt am höchsten Punkt des vertikalen Schachtbauwerkes. Die Abluft strömt über einen Lüftungskanal aus dem Schachtbauwerk bis unter die Decke des untersten Untergeschosses.

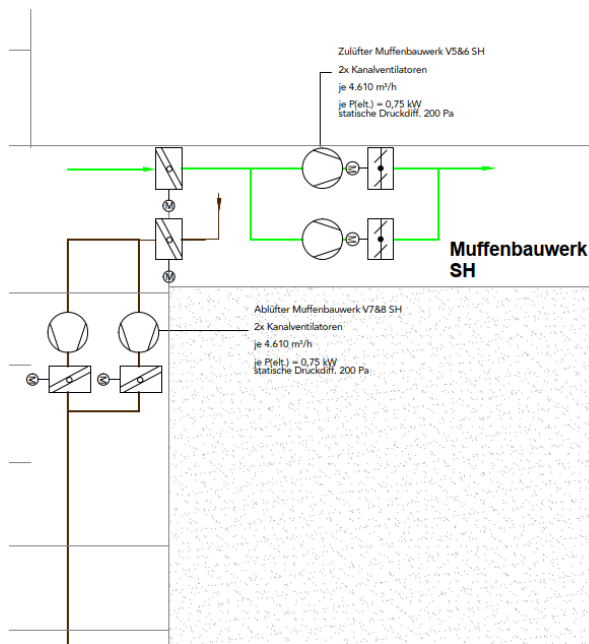


Abb. 2-22 **Prinzipskizze Luftführung Muffenbauwerk**

Druckverhältnisse im Tunnel

Um die Wärme aus dem Tunnel und den Schachtbauwerken abzuführen, wird ein Luftstrom durch den Tunnel gedrückt (bis zur Hälfte) bzw. gesaugt. Durch die Druckerhöhung (bzw. -absenkung) im Tunnel entsteht eine Druckdifferenz zwischen dem nicht belüfteten Treppenhaus/ Schleuse und dem belüfteten Bereich. Nach aktueller Auslegung beträgt die an den Türen anliegende statische Druckdifferenz bei reduzierter Luftmenge (Wartungsfall) zwischen 200 und 300 Pa. Die dadurch entstehenden Kräfte an den Türen verhindern das Öffnen.

Um den Zugang zum Tunnelbereich auch bei in Betrieb befindlicher Lüftung zu ermöglichen, wird die Schleuse als Druckschleuse ausgeführt. Um den Tunnel zu betreten ist folgender Prozess notwendig:

- Öffnen der Druckausgleichsklappe zwischen Treppenhaus und Schleuse, danach ist der Eintritt in die Schleuse möglich
- Schließen der Druckausgleichsklappe zwischen Treppenhaus und Schleuse, dadurch wird die Druckausgleichsklappe zwischen Tunnel und Schleuse freigegeben und die Tür zwischen Treppenhaus und Schleuse verriegelt.
- Öffnen der Druckausgleichsklappe zwischen Schleuse und Tunnel, dann ist der Eintritt in den Tunnel möglich.

Zum Verlassen des Tunnels sind die oben aufgeführten Schritte in umgekehrter Reihenfolge durchzuführen. Da die Tür zwischen Schleuse und Tunnel eine T90-Tür ist, befindet man sich im Brandfall nach dem Schließen dieser Tür im sicheren Bereich.

Für den Fall eines Brandereignisses im Tunnel wird die Lüftung automatisch ausgeschaltet. Der im Tunnel anstehende Über-/ bzw. Unterdruck fällt sofort ab, so dass im Fluchtfall der Schleusungsvorgang nicht erforderlich ist.

2.5.1.3.2 Zu- und Abluft der Innenräume

Es ist ein kombiniertes Zu- und Abluftgerät für die Außenaufstellung vorgesehen, dass die folgenden Luftbehandlungsfunktionen hat:

Zuluftfilter (ePM1 60%), Abluftfilter (ePM10 60%), Erhitzer, Kühler, Zuluft/Abluft Schalldämpfer, Außenluft/Fortluft-Schalldämpfer, Ventilatoren als freilaufendes Rad inkl. Steuerung über Frequenzumrichter

Die Luftverteilung Zu- und Abluft erfolgt über ein Kanalsystem mit nachgeschalteten Konstantvolumenstromreglern und anschließender Lufteinbringung in die Räume.

Die Anlage wird nutzungszeitabhängig durch die Gebäudeleittechnik in Betrieb gesetzt.

Brandschutz

Der Brandschutz wird mittels Brandschutzklappen in den Kanälen gewährleistet. Ein in der Zuluft installierter Rauchmelder sorgt bei Detektion für die Anlagenabschaltung.

Revisionsöffnungen in Lüftungsleitungen

Anzahl und Anordnung von Lüftungsrevisionsöffnungen erfolgt gem. VDI 6022 (in geraden Strecken ca. alle 4,00 m und bei Umlenkungen/Abzweigen).

Zu- und Abluft Batterieraum / Abluft Sicherheitsbeleuchtung

Der Batterieraum sowie der Aufstellraum für die Sicherheitsbeleuchtung erhalten separate Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Die Anforderungen der EltBauVO werden eingehalten.

2.5.1.3.3 Stellungnahme zum Umwelteinfluss der Fortluftverteilung aus dem Tunnel

Darstellung der Situation

In der aktuellen Planung ist die Tunnellüftung auf einen Volumenstrom von 92.000 m³/h ausgelegt. Die Fortluft wird auf einer Höhe von ca. 5 Metern über dem Boden ungefähr waagrecht aus den Wetterschutzgittern mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,65 m/s (2,34 km/h)

ausgeblasen. Gemäß des Dokumentes Wärme (Teil D4) erreicht die Fortluft eine maximale Temperatur von 35°C im Dauerbetrieb.

Im ungünstigsten Fall von absoluter Windstille und bei -12°C im Winter würde die warme Fortluft unmittelbar nach Durchquerung der Fortluftgitter senkrecht nach oben aufsteigen und sich mit den darüber gelegenen Luftschichten vermischen.

Für den Fall, dass Wind auf die Fortluft einwirkt, vermischt sich diese mit der Außenluft und verteilt sich unvermittelt in der Umgebung. Dabei beschränkt sich die merkbare Wirkung auf die Umgebungsluft auf einen sehr kleinen Bereich unmittelbar am Gebäude.

Die Luft nimmt in ihrem Verlauf durch den Tunnel keine chemischen Belastungen oder Dämpfe auf.

Beurteilung der Auswirkungen auf die Umwelt

Aus Sicht der TGA-Planung hat die ausströmende Fortluft keine besonderen Auswirkungen auf die Umgebung. Insbesondere unter Berücksichtigung der Umweltauswirkungen des Gebäudes an sich, sind die Auswirkungen der Fortluft für die Umwelt zu vernachlässigen.

2.5.1.4 Elektroversorgung und -installationen

2.5.1.4.1 Hoch- und Mittelspannungsanlagen

Nach Abstimmung mit den örtlichen Versorgern soll der Anschluss des Querungsbauwerks ElbB an den beiden Zugangsbauwerken auf Niederspannungsniveau erfolgen. Die notwendigen Transformatoren und Schaltanlagen verbleiben im Besitz der Versorgungsunternehmen.

2.5.1.4.2 Eigenstromversorgungsanlagen

Bei einem Ausfall der gesamten Stromversorgung über einen Zeitraum von mehr als 72 Stunden wird die Stromversorgung des Querungsbauwerks ElbB an den Zugangsbauwerken durch eine mobile Netzversorgungsanlage bereitgestellt. Die Einspeisung erfolgt mit sogenannten „fliegenden“ Leitungen an den in der Planung vorgesehenen Einspeisepunkten am Betriebsgebäude.

2.5.1.4.3 Zentral-Batterieanlage

Die Notstromversorgung je einer Tunnelhälfte wird durch eine Zentralbatterieanlage im jeweiligen Zugangsbauwerk realisiert. Im ersten Obergeschoss sind die Zentralbatterieanlage und die SiBel-Zentrale in einem eigenen Raum untergebracht. Die Brandschutzmaßnahmen

entsprechen F90 Standard. Vom SiBel-Raum verlaufen nach DIN 4102 geprüfte E90 Kabel zur Unterstation in jedem Brandabschnitt. Die Sicherheitsleuchten sind abwechselnd auf mindestens zwei getrennte Stromkreise aufgeschaltet. Die Rettungszeichen-Scheibenleuchten sind auf Dauerbetrieb und die Sicherheitsbeleuchtung auf Bereitschaftsbetrieb geschaltet.

2.5.1.4.4 Niederspannungsschaltanlagen

Von dem Niederspannungshauptverteiler im zweiten Untergeschoss jedes Zugangsbauwerks ausgehend werden das komplette Gebäude und die anliegende Hälfte des Tunnels versorgt. Jedes Gebäude erhält drei Unterverteilungen im 1. OG, im EG und im 2.UG. Die Allgemeinversorgung und Sicherheitsversorgung werden in zwei separaten Trassen/Steigetrassen geführt.

Die Anbindung des Tunnels erfolgt mittels einer Stromschiene. Auf dieser wird alle 200 m ein Abgangskasten aufgesteckt. Von dort wird jeweils ein 200 m langer Tunnelabschnitt (100 m in beide Richtungen) versorgt. Eine Erweiterung oder Lageveränderung der Abgangskästen ist dabei im Bedarfsfall möglich.

2.5.1.4.5 Niederspannungsinstallationsanlagen

Tunnel

Für den Tunnel sind halogenfreie Kabel N2XH-J erforderlich und vorgesehen. Für die Energieversorgung der im Tunnel installierten Steckdosen, Beleuchtungen und die Schwachstromgeräten (BMA, ELA, Telefon, DECT, Datennetze) wird alle 200 m ein Abgangskasten auf der Stromschiene platziert. Über mobile Abgangskästen, die nach Bedarf auf die Stromschiene aufgesteckt werden können, können zusätzlich CEE-Steckdosen (16 A) und Schuko-Steckdosen für die Wartungsarbeiten platziert werden.

Installation allgemein

Für die Zugangsbauwerke werden grundsätzlich Mantelleitungen NYM eingesetzt. Die Installation in Technikräumen, Lagern und in Technikfluren erfolgt in offener Trassenverlegung oder auf Putz. Als Installationsmaterial werden Aufputz-Geräte in Feuchtraumausführung vorgesehen. Die gesamten Leitungen für die Arbeitsplätze in der Leitwarte sind entlang der Wand im rundumführenden Brüstungskanal verlegt.

Für die Tunnelfahrzeuge ist eine Ladestation mit E-Anschluss im 5. UG in Schleswig-Holstein bzw. 4. UG in Niedersachsen geplant.

2.5.1.4.6 Brandschutzmaßnahmen:

Die notwendigen Brandschutzmaßnahme werden gemäß Brandschutznachweis vorgesehen.

2.5.1.4.7 Beleuchtungsanlagen:

Die Beleuchtung wird sowohl im Tunnel als auch in den Zugangsbauwerken nach DIN 124641 geplant und installiert.

Im Tunnel werden pro 100 m-Streckenabschnitt 9-LED Feuchtraumwannenleuchten eingebaut.

Die mittlere Beleuchtungsstärke beträgt ca. 50 Lux im Tunnel. Die Beleuchtungsstromkreise werden aus den Abgangskästen eingespeist. Von jedem Abgangskasten verlaufen in beide Richtungen Leitungen zu den bis zu 100 m entfernten Leuchten. Für die erhöhte Sicherheit werden die LED Feuchtraumwannenleuchten regelmäßig auf drei Phasen aufgeteilt.

Zur Steuerung der Entfluchtungsrichtung werden im Tunnel in regelmäßigen Abständen schaltbare Rettungszeichenleuchten montiert. Diese werden mittels Koppler als der Brandmeldeanlage 2.5.1.7) so gesteuert, dass die Fluchtrichtung beidseitig im Tunnel vom gemeldeten Brandort weg angezeigt wird.

2.5.1.5 Blitzschutz und Erdung

2.5.1.5.1 Äußerer Blitzschutz

Die Zugangsbauwerke erhalten eine äußere Blitzschutzanlage, die gemäß der DIN EN 62305 DIN VDE 0100-534 ausgeführt wird. Die Bewertung des Risikos und Einstufung der Gebäude erfolgt nach VdS-Richtlinie. Die Zugangsgebäude werden in die Blitzschutzklasse I eingestuft.

Als grundlegendes Element der äußeren Blitzschutzanlage dient ein Fundamenterder in Bandstahl und angekoppelte Ringerder in rostfreierem Stahl. Die gesamte Installation wird gemäß DIN 18014 durchgeführt.

Die Maschenweiten für die Fundament- und Ringerder werden wie folgt ausgeführt:

- Fundamenterder ca. 5 x 5 m
- Ringerder ca. 5 x 5 m

Die Ringerder werden in SH unterhalb der Unterwasserbetonsohle verlegt. In NI erfolgt die Verlegung auf der Baugrubensohle, hier wird nach Bedarf der Ringerder mit einem Tiefenerder ergänzt.

Von dem Fundament der Erde wird eine Auffangleitung durch das gesamte Gebäude von unten nach oben geführt. Es erfolgt eine Anbindung der Blitzableitung über Anschlussfahnen an die Fundament der Erde.

2.5.1.5.2 Innerer Blitzschutz und Potentialausgleich

Für den Potentialausgleich gemäß DIN VDE 0100 Teil 410, 510 und 540 wird in der Niederspannungshauptverteilung des Zugangsbauwerks in SH und NI ein Erdungspunkt vorgesehen. An diesen Potentialausgleichspunkt werden alle wichtige Elektroanlagen (SiBel, BMA, IT, Batteriezentrale) sternförmig angeschlossen.

Weiterhin werden Erdungspunkte verteilt im Gebäude vorgesehen, an die die Stahleinbauten (z.B. Zwischenebenen im Kabelschacht, Kabelunterkonstruktion und Treppen) und die Aufzugsanlage angeschlossen werden.

Entlang des Tunnels verlaufen Erdungsbänder, an die die Abgangskästen und die Bewehrung der Tunnelwand angeschlossen werden. Die Erdungsbänder aus dem Tunnel werden bei den Tunnelportalen auf den Potentialausgleich des Betriebsgebäudes aufgelegt

2.5.1.5.3 Überspannungsschutz je Zugangsgebäude

Die Niederspannungshauptverteilungen werden durch Überspannungsableiter der Anforderungsklasse SPD-Typ 1 geschützt. In den Unterverteilungen sind Überspannungsableiter als Mittelschutz der Anforderungsklasse SPD Typ 2 für die Verbraucheranlage installiert. Für den Schutz von Geräten und Beleuchtung auf dem Dach wird SPD Typ 1 vorgesehen.

2.5.1.6 Wärmeerzeugung

An den geplanten Schachtstandorten sind keine öffentlichen Gas- oder Fernwärmenetze vorhanden, sodass eine dezentrale Lösung zur Gebäudeheizung vorgesehen wird. Durch die kurzen Nutzungszeiten ist der dadurch entstehende Mehraufwand überschaubar.

2.5.1.6.1 System zur Wärmeerzeugung

Zur Beheizung der Aufenthalts- und Sanitärräume wird eine stromgespeiste Luft-Wasser-Wärmepumpe eingesetzt. Diese Wärmepumpe verwendet das natürliche Kältemittel R290 (Propan), welches ein sehr niedriges Global Warming Potential (GWP) besitzt. Die Wärmepumpe ist mit einem Pufferspeicher ausgestattet und wird auf dem Dach des jeweiligen Schachtbauwerks aufgestellt. Die Wärmepumpe wird mit einem Glykol-Wassergemisch betrieben und ist durch einen Wärmetauscher im Technikraum vom Rest des Heizungssystems entkoppelt. Anschließend erfolgt die Verteilung zu den Heizkörpern über ein konventionelles Wassersystem.

Die Lüftungsanlage besitzt eine eigene Luft-Wasser-Wärmepumpe, die ebenfalls Kälte erzeugen kann. Diese Wärme und Kälte wird über einen Direktverdampfer bzw. Kondensator in den Luftstrom eingebracht.

2.5.1.6.2 Geräteaufstellung Außeneinheit

Die Aufstellung des Außengerätes erfolgt jeweils auf dem Dach des Betriebsgebäudes. Das Außengerät wird witterungsbeständig ausgeführt.

2.5.1.6.3 Wärmeverteilnetze

Pufferspeicher, Pumpe, Wärmetauscher etc. sind im Technikraum im Erdgeschoss untergebracht. Die Versorgungsleitungen verfügen über einen Schachtkopf, von dem die Heizungsleitungen von der Wärmepumpe ins Erdgeschoss geführt werden und dort durch den Wärmetauscher entkoppelt werden. Anschließend erfolgt die Anbindung der Heizkörper des 1. OGs über denselben zentralen Schacht. Die Verteilung in den Geschossen erfolgt an der Decke als umlaufende Strangleitungen und Anbindungen in die einzelnen Räume zu den Heizkörpern.

Die Anbindung der Innengeräte an das Außengerät erfolgt mit gepresstem Edelstahlrohr. Die Rohrleitungen werden mit einer Dämmung in Anlehnung an das GEG ausgeführt. Die Rohrleitungen auf dem Dach werden darüber hinaus mit einem Mantel aus wetterfestem Aluminiumblech versehen.

Raumheizflächen

Die Technik-, Aufenthalts- und WC-Räume werden mit Heizkörpern ausgestattet. Die Anforderungen an die Technikräume erfordern dauerhaft dieselbe Raumtemperatur, was zu einer höheren Heizlast führt. Um diese abzudecken, sind die Heizkörper aufgrund des höheren Transmissionsanteils im Standby-Betrieb größer dimensioniert. Darüber hinaus sind die Lager- und TGA-Räume in den Untergeschossen aufgrund der seltenen Nutzung elektrisch beheizt.

Die Heizlastergebnisse in Niedersachsen (NI) und Schleswig-Holstein (SH) sind ähnlich. Zur einfachen Ausführung werden beide Heizungssysteme identisch ausgeführt.

2.5.1.6.4 Raumkühlung

Im Sommerbetrieb werden die Technikräume zentral über Splitgeräte gekühlt. Für den IT-Raum stehen zusätzlich zwei dezentrale Splitgeräte für den redundanten Betrieb zur Verfügung. Die Aufstellung der drei Außengeräte erfolgt auf dem Dach. Sie werden mit dem Kältemittel R32 betrieben.

Besondere Sicherheitsmaßnahmen (Propan)

Aufgrund der Verwendung von Propan als Kältemittel ist der Bereich von 1,5 m um die Wärmepumpe als beschränkter Zugangsbereich ausgewiesen.

Die Ausblasleitung des Sicherheitsventils am Glykol-Kreislauf muss aus Sicherheitsgründen nach draußen geführt werden. Aufgrund der großen Distanz ist das Sicherheitsventil eine Nenngroße größer ausgewählt, um den erhöhten Druckverlust im Ausblase-Rohr zu kompensieren. Die Leitung ist über den Schachtkopf ins Dach zu verlegen.

2.5.1.7 Kommunikations- und Sicherheitstechnik

2.5.1.7.1 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen

Die Gesamtlänge des Tunnels wird für die Technik in zwei Hälften aufgeteilt und verkabelungstechnisch jeweils dem angrenzenden Betriebsgebäude zugeordnet.

Alle Zentraleinheiten wie Telefonanlage, Brandmeldeanlage, Videoanlage, etc. sind je Teillänge in dem zugehörigen Betriebsgebäude vorhanden. Die Zentralen sind jeweils miteinander vernetzt, sodass sie jeweils funktional eine Gesamtanlage bilden.

Die zwei Betriebsgebäude sind identisch ausgestattet.

2.5.1.7.2 Telekommunikationsanlagen

DECT- und Festnetztelefonanlage

Im Querungsbauwerk ElbB soll dem Wartungspersonal ermöglicht werden, telefonisch in Kontakt mit der Leitwarte zu bleiben. Hierfür wird im Tunnel inklusive Zugangsbauwerk eine IP-basierende DECT- sowie eine Festnetztelefonanlage installiert. Alle 200 m befinden sich DECT-Basisstationen im Tunnel, die an einem RJ45-Port eines Industrieswitches angeschlossen sind. Diese Switches werden mittels Glasfaser ringförmig an die zentralen Switches in den IT-Räumen der Betriebsgebäude angebunden.

Die IP-Telefonanlage sowie der DECT-Server werden in dem IT-Raum des Betriebsgebäudes angeordnet. Die Telefonanlage wird an das öffentliche Telefonnetz angeschlossen.

Mobilfunkversorgung innerhalb des Tunnels

Eine Versorgung mit Mobilfunk ist nicht vorgesehen.

2.5.1.7.3 Audiovisuelle Medien- und Antennenanlagen

BOS-Anlage

Für die Sicherstellung der notwendigen Funkkommunikation der Einsatzkräfte im Gebäude wird eine BOS-Anlage vorgesehen, die nur das Zugangsbauwerk versorgt. Hierfür werden Schlitzbandkabel installiert. Die Zentraleinheit befindet sich im 1.OG im Brandmeldeanlagenraum. Am Feuerwehranlaufpunkt im EG wird ein BOS-Feuerwehrbedienfeld vorgesehen.

Brandmeldeanlage

Der Tunnel inkl. Betriebsgebäude wird mit einer flächendeckenden Brandmeldeanlage gem. DIN VDE 0833-2, DIN 14675 Kategorie 1 Vollschutz ausgestattet. Hierbei werden die Ausnahmen der DIN VDE 0833-2 entsprechend Brandschutznachweis für die bauliche Anlage (Teil F1.3) nicht in Anspruch genommen. Eine Alarmierung erfolgt über akustische Signalgeber. Die Anlage wird auf das Einsatzlenkungssystem der Amprion aufgeschaltet. Brandalarme werden von dort aus an die Feuerwehr gemeldet. Für die Orientierung bei einem Brand im Gebäude sind im Eingangsflur EG ein Feuerwehrbedienfeld, ein Feuerwehranzeigetableau sowie Feuerwehrlaufkarten vorgesehen. Für den gewaltfreien Zugang zum Gebäude wird für die Feuerwehr vor dem Zufahrtstor eine Säule mit Feuerweherschlüsseltableau, Freischaltelement sowie Blitzleuchte angeordnet.

Das Betriebsgebäude wird hauptsächlich mittels Multisensor-Rauchmelder überwacht. Besondere Bereiche, wie z.B. die Lüftungsschächte und der Aufzugsschacht werden mittels Rauch-Ansaug-Systemen (kurz RAS) überwacht. An den Notausgängen/ Ausgängen aus dem Gebäude, allen Zugängen der Vorräume zum Treppenhaus, der Leitwarte sowie den Treppenhäusern sind Druckknopfmelder vorgesehen.

Der Tunnel wird wie folgt überwacht:

Es erfolgt eine Branddetektion über die Kenngröße Wärme. Hierzu werden linien-förmige Wärmemeldesystem eingesetzt. Es werden zwei Wärmemelderkabel parallel über die gesamte Länge des Tunnels verlegt. In den Leitwarten der Zugangsgebäude werden jeweils eine Auswerteeinheit montiert, die jeweils eines der Wärmemelderkabel auswerten. Es ist damit eine Detektion von Bränden im Meterbereich im Tunnel möglich.

Um eine Entfluchtung weg vom Brandherd zu gewährleisten, wird eine dynamische Fluchtwegkennzeichnung verwendet. Hierfür erfolgt eine Verknüpfung der Brandmeldeanlage mit der dynamischen Fluchtwegsteuerung mittels Koppler der Brandmeldeanlage. Über diese wird der vom Brand betroffene Tunnelabschnitt gemeldet.

Raumbeobachtungsanlage (Videoüberwachungsanlage)

Um das Objekt gegen unbefugten Zugang zu überwachen ist eine Videoüberwachungsanlage geplant.

Zum Einsatz kommen moderne IP-Kameras als schwenk-neigbare DOM-Kameras mit Tag-/Nachtumschaltung. Im Innenbereich werden Kameras im EG im Eingangsbereich (Flur) sowie der Außentür des Treppenhauses vorgesehen. Für die Überwachung des Tunnelzuganges werden im 5.UG in den beiden Schleusen sowie am Tunnelportal ebenfalls Kameras angeordnet. Es erfolgt eine Bewegungsmelder-gesteuerte Aufzeichnung der Videobilder mittels eines digitalen Festplattenrecorders. Über eine Videomanagementsoftware auf einem PC in der Leitwarte lässt sich die Anlage administrieren, die Videobilder wiedergeben und die Kameras steuern. Ein Fernzugriff ist ebenfalls möglich.

Zugangskontrollanlage/Einbruchmeldeanlage

Nach derzeitigem Planungsstand wird das Zugangskontrollsystem entsprechend dem Standard für kritische Infrastruktur ausgelegt und der Zugang nur autorisiertem Personal, nach Identifizierung und betrieblicher Notwendigkeit gewährt.

Weiterhin erhält das Zugangsgebäude eine Einbruchmeldeanlage.

2.5.1.7.4 Telefon- und Datennetz

Das Querungsbauwerk ElbB wird mit einem dienstneutralen, strukturierten Datennetz mit Kat 7 Kabeln und Kat 6A-Anschlusskomponenten ausgerüstet. An dieses Datennetz können die Videotürsprechtableaus, die DECT-Basisstationen, die IP-Telefone, die WLAN-Accesspoints und weitere Teilnehmer angeschlossen werden.

2.5.1.8 Gebäudeautomation

Die beiden Zugangsbauwerke und der Tunnel erhalten eine Leit- und Automatisierungstechnik nach Stand der Technik für die Steuerung/Regelung und Überwachung der betriebs- und versorgungstechnischen Anlagen.

2.5.1.9 Förderanlagen/Aufzug

Das Sonderbauwerk wird mit zwei Personen - / Lastenaufzügen erschlossen. In den Zugangsbauwarteilen am nördlichen und südlichen Elbufer ist je ein Aufzug positioniert.

Beide Aufzüge dienen dem Transport von Personen ausgestattet mit Werkzeug und Einrichtungen zur Wartung / Inspektion und Überwachung der Tunnelanlage.

Der Personen- / Lastenaufzug am Standort Niedersachsen erschließt die Geschosse 4.UG – 1UG; EG und 1.OG. Hat somit sechs Haltestellen.

Der Personen- / Lastenaufzug am Standort Schleswig-Holstein erschließt die Geschosse 5.UG – 1UG; EG und 1.OG. Hat somit sieben Haltestellen.

Eine Ausführung als Feuerwehraufzug ist nicht geplant. Die Aufzüge sind so dimensioniert, dass die größten Einzelgeräte während der Installationsphase im Tunnel und während des Betriebes transportiert werden können.

Beide Aufzüge werden als Seilaufzüge mit Triebwerksraum über den Aufzugsschächten ausgeführt. Der Antrieb erfolgt mit einem Gearlessantrieb.

2.5.1.10 Wasserversorgung und -entsorgung

2.5.1.10.1 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung des Gebäudes erfolgt über einen Trinkwasseranschluss.

Gemäß der Leitungsauskünfte der örtlichen Versorger sind öffentliche Trinkwasserleitungen auf beiden Elbseiten im Bereich der L111 (NI) und B431 (SH) vorhanden. Ab dem Hausanschluss sind dann 0,63 l/s Spitzenvolumenstrom und mind. 3,5 bar Versorgungsdruck vorgesehen.

In SH erfolgt der Trinkwasseranschluss aus Richtung Süden von der Straße Hollerwettern. Von dem durch den zuständigen Wasserverband Unteres Störgebiet (WV UST) bereitgestellten Anschlusspunkt wird eine Hausanschlussleitung im HDD-Verfahren über die angrenzende landwirtschaftliche Fläche bis zum Betriebsgelände ElbB hergestellt.

Die Planung und Ausführung der Trinkwasseranlage erfolgt gemäß aktueller Normen und Richtlinien, wie u.a. DIN 1988, DIN EN 806-1 bis -5, der gültigen Trinkwasserverordnung sowie den DVGW- Richtlinien.

2.5.1.10.2 Trinkwasser

Die Planung der Trinkwasseranlagen erfolgt gemäß der aktuellen Trinkwasserverordnung mit den dazugehörigen Normen und Vorschriften (u. a. DIN EN 806, DIN 1988 und EN 1717) sowie den örtlichen Vorschriften.

Der Gebäudehausanschluss erhält Hauptabsperrarmaturen, Rückschlagarmaturen, Zähleranlage und einen Rückspülfilter.

Zusätzlich wird am Ende der durchgeschliffenen Leitung eine Spülstation vorgesehen. Durch die Spülstation wird alle 72 h das Rohrnetz durchspült, um eine Stagnation des Trinkwassers auszuschließen und somit den bestimmungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten.

Die Warmwasserbereitung für die Waschtische sowie die Spüle und das Ausgussbecken erfolgt dezentral über Durchlauferhitzer.

Zur Absicherung von Trinkwasser gegen Nichttrinkwasser und um das Zurückfließen von Heizungswasser in das Trinkwassernetz zu verhindern, soll an der Trinkwassernachspeisung der Heizungsanlage ein Systemtrenner vorgesehen werden.

2.5.1.10.3 Löschwasserversorgung

In den Zugangsbauwerken, sowie auf den Tunnelfahrzeugen werden Handfeuerlöscher gem. Brandschutznachweis für die bauliche Anlage (Teil F1.3) vorgesehen. In dem Treppenraum vom EG in das unterste Geschoss wird eine trockene Steigleitung mit dazugehöriger Schlauchanschlusseinrichtung angeordnet. Die Steigleitungen erhalten eine Löschwassereinspeisestelle für die Feuerwehr in der Fassade.

Zusätzlich befindet sich auf dem Tunnelfahrzeug eine festinstallierte Löschanlage (siehe Kapitel 2.5.3).

Im Bereich der Zugangsbauwerke des Querungsbauwerks ElbB ist keine ausreichende Löschwasserversorgung (z.B. durch Hydranten) vorhanden. Es werden daher auf den Betriebsgeländen beider Elbseiten jeweils zwei Löschwasserbrunnen erstellt. Eine genauere Erläuterung dazu kann dem Kapitel 2.8.5 entnommen werden.

2.5.1.10.4 Abwasserentsorgung

Das oberhalb der Rückstauenebene anfallende Schmutzwasser wird über Fall- und Sammelleitungen mit natürlichem Gefälle an die Anschlussleitungen geführt. Die Fallleitungen werden über das Dach entlüftet.

Das unterhalb der Rückstauenebene anfallende Abwasser wird über Hebeanlagen in die Sammelanschlussleitungen geführt.

Als Hochwasserstand ist eine Höhe von +2,80 m mNHN definiert.

Das in den sanitären Objekten anfallende Schmutzwasser wird über Objektanschlussleitungen und Fallleitungen aus PP-Rohr und über Sammelleitungen aus SML-Rohr abgeführt. Das gesammelte Schmutzwasser soll außerhalb des Gebäudes in einer Schmutzwasserauffangbehälteranlage gesammelt werden. Die Behälter werden mit einer auf die GLT geschaltete Füllstandanzeige ausgerüstet, sodass sie rechtzeitig vor Vollenfüllung entleert werden können.

Die Verkabelung der Füllstandanzeige wird von dem Sammelbehälter in der Erde parallel zur Abwasserleitung verlegt und über eine Einführung ins Gebäude bis zu einem Steuerungskasten im HAR geführt.

Der Schmutzwasserauffangbehälter ist als druckwassersicherer Abwassertank auszuführen, um die Überflutung der Sanitärobjekte unter dem Hochwasserstand von +2,80 m mNHN zu vermeiden. Weiter sind Rückschlagklappen in den Sammelanschlussleitungen im 1.UG und EG vorzusehen.

In der Bodenplatte des Schachtbauwerkes wird ein Pumpensumpf angeordnet, über den die Entwässerung des 5.UG des Betriebsgebäude in Schleswig-Holstein bzw. des 4.Untergeschosses des Betriebsgebäudes in Niedersachsen, mit eventuell anfallendem Kondensat und die Entleerung der Feuerlöschleitungen, realisiert werden soll. Bei Bedarf wird anfallendes Sickerwasser aus dem Tunnel in den Pumpensumpf im 5. UG des Betriebsgebäudes SH gepumpt. Das in den Pumpensumpf anfallende Abwasser wird in die Regenwasseranlage eingeleitet.

Die Entleerung des Pumpensumpfes im 5.UG erfolgt über eine Doppel-Pumpenanlage, dessen Druckleitung an der Sammelleitung über eine Rückstauschleife im EG angeschlossen wird.

Die Berechnungsgrundlagen bzw. Auslegungsparameter der Abwasseranlage entsprechen der DIN EN 12056 sowie der DIN 1986, Teil 100.

2.5.2 Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – Betriebsgelände

Die Betriebsgelände des Querungsbauwerks ElbB werden seitens der Technischen Gebäudeausrüstung mit folgenden Anlagen ausgestattet.

2.5.2.1 Raumbewachungsanlage (Videoüberwachungsanlage)

Um das Objekt gegen unbefugten Zugang zu überwachen, ist eine Videoüberwachungsanlage vorgesehen. Hierbei wird eine flächendeckende, ereignisgesteuerte, lückenlose Videoüberwachung realisiert. Die Videoüberwachung zur Perimeter-Überwachung arbeitet hierbei mit anderen Systemen des Objektschutzes wie Einbruchmeldeanlage, Zutrittskontrolle, Alarmzaunsystem zusammen, um im Gesamtverbund eine zuverlässige Detektion eines Eindringlings zu gewährleisten.

Zum Einsatz kommen moderne IP-Kameras als schwenk-neigbare DOM-Kameras mit Tag-/Nachtumschaltung und software-technischen Verdrehschutz.

2.5.2.2 Zugangskontrollanlage/Einbruchmeldeanlage

Nach derzeitigem Planungsstand wird das Zugangskontrollsystem entsprechend dem Standard für kritische Infrastruktur ausgelegt und der Zugang nur autorisiertem Personal, nach Identifizierung und betrieblicher Notwendigkeit gewährt.

Weiterhin erhält das Zugangsgebäude eine Einbruchmeldeanlage.

2.5.3 Tunnelfahrzeuge

Im Querungsbauwerk ElbB sind für die Betriebsphase zwei batteriegespeiste Tunnelfahrzeuge vorgesehen. Je ein Fahrzeug wird in den Schachtbauwerken vorgehalten. Die Park- und Ladebereiche der Fahrzeuge befinden sich jeweils im tiefsten Untergeschoss der Schachtbauwerke, wobei es auch möglich sein soll, beide Fahrzeuge in einem Schachtbauwerk zu parken und zu laden, unter Verwendung eines entsprechenden Weichensystems.

Die Tunnelfahrzeuge sind im gesamten Bauwerk durch ein entsprechendes Fahrsystem zwangsgeführt und entgleisungssicher. Die finale Detailplanung des Fahrsystems erfolgt unter den zuvor genannten Randbedingungen durch den späteren Auftragnehmer Tunnelfahrzeug.

Ein Tunnelfahrzeug besteht aus einem Hauptfahrzeug und einem Transportanhänger die sicher miteinander verbunden sind. Beide Hauptfahrzeuge sind elektrisch angetrieben und arbeiten als Adhäsionsantrieb mit dem Eigengewicht des jeweiligen Fahrzeugs.

Die stufenlos regelbare max. Fahrgeschwindigkeit für den Flucht- bzw. Rettungsfall wurde mit 7 m/s (ca. 25 km/h) ausgelegt. Normale Erkundungs- oder Überwachungsfahrten sollen mit ca. 1,5-2 m/s (ca. 5-7 km/h) durchgeführt werden.

Die Energieversorgung der Batterien wird so ausgeführt, dass bei einer Teilabschaltung von Batteriezellen eine sichere Rückfahrt gewährleistet ist.

Die Aufgaben der Fahrzeuge sind:

Bemannte und unbemannte Fahrten durch den Tunnel zum Zwecke der visuellen und messtechnischen Überwachung des Tunnelbauwerkes in Bezug auf die Umgebungsverhältnisse, sowie bemannte Fahrten für Wartungs- und Reparaturaufgaben. Die Fahrzeuge sind ebenso Bestandteil des Flucht- und Rettungskonzepts im Hinblick auf die Eigenrettung und für den Verletztentransport. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einen ferngesteuerten Erstangriff kleinerer Brände über eine mitgeführte Löschanlage durchzuführen.

Bei unbemannten Fahrten können die Fahrzeuge aus einem sicheren Bereich in der Warte der jeweiligen Schachtbauwerke und der Systemleitwarte der Amprion in Brauweiler durch jeweils eine Person ferngesteuert werden. Alle Messdaten und Videosignale der Fahrzeuge werden unmittelbar zum Bedienplatz übertragen und visualisiert.

Bei bemannten Fahrten können max. 6 Personen im geschlossenen Abteil Platz nehmen. Ein Sitzplatz ist dann dem Fahrer zugeordnet, der das Fahrzeug über entsprechende Betätigungseinrichtungen bedient.

Bei gleichzeitigem Betrieb zweier Fahrzeuge sind Sicherungseinrichtungen installiert, die Kollisionen verhindern.

2.6 Kabelabstände, Einzugsradien

Bzgl. der Kabelbelange kann das Querungsbauwerk ElbB in vier Bereiche eingeteilt werden, die unterschiedliche Randbedingungen für die Kabeltrassierung haben:

- Tunnelbauwerk
- Tunnel offene Bauweise
- Schachtbauwerk und
- Muffenbauwerk

Die Kabelabstände im Querungsbauwerk werden von verschiedenen Parametern bestimmt. Dazu gehören u.a. die Einzugsmethode, der berechnete Kabeldurchhang, gegenseitige Beeinflussung durch Wärme oder statische Belange.

Auf Basis der aktuellen Planungsunterlagen der Kabelhersteller ist ein minimaler Abstand von ca. 0,5 m zwischen benachbarten Kabeln eines Systems vorzusehen. Der minimale Abstand zwischen Kabeln verschiedener Systeme wird mit 0,65 m angesetzt.

Weitere Parameter für die Führung der Kabel sind im Tunnel der durch den Kabeldurchhang bestimmte Abstand zu den Muffen, zu den Einbauten der TGA (Kabelpritschen, Niederspannungsstromschiene) und zur Tunnelwand. Der lichte Abstand zwischen Tunnelwand und Kabel beträgt ca. 0,15 m.

Der o.a. Minimalabstand betrifft aufgrund der beengten Platzverhältnisse das gesamte Querungsbauwerk. Im Muffenbauwerk wird die Anordnung der Kabel auf die Lage der Erdkabeltrasse ausgerichtet. Die Abstände werden im Muffenbauwerk durch die Belange der Muffeninstallation zwischen Tunnel- und Erdkabel bestimmt.

Auch der Abstand zu der Arbeitsebene im Muffenbauwerk wird durch die Wartungs- und Instandhaltungs- sowie Reparaturmaßnahmen bestimmt. Der Abstand von ca. 1,2 m zur Arbeitsebene ermöglicht dem Wartungs- und Reparaturpersonal ein ergonomisches und sicheres Arbeiten.

Die Kabelführung beim Übergang zwischen horizontalem und vertikalem Verlauf wird durch die Mindestradien beim Einzug und in endgültiger Lage definiert. Dabei ist der Biegeradius für den Einzug bzgl. der auf die Kabel übertragenen Kräfte bestimmend. In der Planung wurde ein Radius von 6 m vorgesehen, der mit dem Kabellieferanten abgestimmt ist. Aufgrund von

Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten ist dieser Radius auch für das Leerrohrsystem ausreichend, bei dem die entsprechenden Vorgaben noch fehlen.

2.7 Kabelunterkonstruktion

Die Kabelunterkonstruktion ist abhängig vom Kabelverlauf in den in Kap. 2.6 aufgeführten Einbaubereichen.

Innerhalb des Tunnels werden die Kabel in regelmäßigen Abständen an der Tunnelwand befestigt. Dabei wurden die Kabel und der Kabeldurchhang so bemessen, dass sie dem Raster der Tübbingringlänge folgen. Die Befestigung der Kabelunterkonstruktion und damit der Kabel kann somit an den in die Tübbingen eingebauten Ankerschienen erfolgen und wird ca. 7 m – 10 m betragen. An jeder Kabelunterkonstruktion wird das Kabel befestigt.

Im Tunnel offene Bauweise erfolgt der Wechsel von einer vertikalen in eine horizontale Anordnung der Kabel so wie die Verziehung der Kabeltrassierung für den weiteren vertikalen Verlauf im Schacht unter Berücksichtigung der Freihaltung des Tunnelfahrzeugs sowie der Flucht- und Transportwege.

Die Kabelunterkonstruktion wird je nach Höhenlage aufgeständert oder von der Decke abgehängt. Der Abstand der Unterkonstruktionen (Befestigungspunkte) beträgt ca. 1 m bis 1,5 m und ist abhängig davon, ob der Kabelverlauf geradlinig oder gebogen ist.

Der Höhenunterschied zwischen Tunnel offener Bauweise und Muffenbauwerk wird mit einer Steigetrasse, die mit zwei Radien den Übergang zwischen horizontalem und vertikalem Verlauf ermöglicht. Als Mindestradien sind ca. 6 m vorgesehen, die die Einzugskräfte auf das Kabel möglichst geringhalten. Die Kabel werden an einem Gerüst, das den Kabelverlauf nachbildet, befestigt. Für Montage-, Wartungs- und Reparaturzwecke ist das Gerüst über Gitterrostebenen begehbar.

Im Muffenbauwerk überqueren die Kabel den Flucht- und Transportweg und werden anschließend auf die o.a. Höhe von ca. 1,2 m über der Arbeitsebene abgesenkt. Analog zum Tunnel offener Bauweise erfolgt die Kabelhalterung als Deckenabhängung bzw. Aufständering. Der Abstand der Unterkonstruktion beträgt ebenfalls ca. 1 m bis 1,5 m. Die Muffen zwischen Tunnel- und Erdkabel werden separat abgestützt.

Die Kabelunterkonstruktion besteht aus Stahlaulagern, die mit einem Kabelsattel aus Edelstahl ausgestattet sind, der das eigentliche Kabelauflager darstellt. Die gesamte Stahlunterkonstruktion wird in das Erdungssystem der Elbquerung eingebunden.

Die Befestigung innerhalb der Einbaubereiche erfolgt jeweils über die in die Bauwerkswände und Tübbinge eingebauten Ankerschienen, so dass Bohrarbeiten vermieden werden und die Arbeitszeit in den unterirdischen Anlagen reduziert wird.

Die LWL-Kabel werden in Kabelkanälen verlegt. Die dafür erforderliche Stahlunterkonstruktion wird ebenfalls an den Ankerschienen befestigt, je nach Höhenverlauf an den Wänden oder abgehängt bzw. aufgeständert. Auch die LWL-Unterkonstruktion wird in das Erdungssystem eingebunden.

Die Unterkonstruktionen werden so bemessen, dass die beim Einzug der Kabel wirkenden Kräfte, Kräfte im Endzustand sowie Kurzschlusskräfte berücksichtigt sind. Darüber hinaus werden an den Unterkonstruktionen für den Einzug erforderliche Geräte befestigt.

Die vorliegende Beschreibung beruht auf einem Standardeinzugssystem, bei dem die Kabel über u.a. Winden, Kabelschubgeräte und Kabelrollen eingezogen und mit Durchhang befestigt werden.

2.8 Betriebsgelände

2.8.1 Größe/Anforderungen

Die Betriebsgebäude des Querungsbauwerks ElbB werden auf beiden Elbseiten in Betriebsgelände eingebunden. Die Betriebsgelände erfüllen die Raumanforderungen für den späteren Betrieb des Querungsbauwerks. Die Anforderungen an die Betriebsgelände sind auf beiden Elbseiten gleich und somit auch der wesentliche Aufbau sowie die Ausstattung. Folgende Beschreibungen sind daher für beide Elbseiten gültig.

Der Flächenbedarf setzt sich aus der Fläche für das befestigte Betriebsgelände inkl. Regenrückhaltebecken zusammen.

Aufgrund der Anforderungen für den späteren Betrieb des Querungsbauwerks ElbB werden auf dem Betriebsgelände Aufstellflächen für die Feuerwehr sowie für Mobilkrane zur Andienung der Kranschächte vorgesehen. Darüber hinaus gibt es eine LKW-Stellfläche sowie ausreichend PKW-Parkplätze. Zusätzlich werden befestigte Lagerflächen für Wartungs- und Reparaturkampagnen vorgehalten. Mit rd. 30 m Abstand hinter dem Muffenbauwerk nach Vorgabe des Strom-Kabelherstellers ist eine Fläche zur temporären Aufstellung eines Kabeltransportfahrzeugs angeordnet, welche bei Erfordernis eines nachträglichen Kabeleinzugs genutzt werden könnte. Die Erschließung auf dem Betriebsgelände erfolgt durch eine einspurige Ringstraße, die um das Betriebsgebäude verläuft.

Die Gesamtlänge des Betriebsgeländes ergibt sich zum einen aus dem o.g. Flächenbedarf für den Betrieb und zum anderen aus der Gesamtlänge der unterirdischen Baugruben, um einen

langfristigen Zugang dieser Bereiche auf Amprion-Eigentum abdecken zu können. Für den Betrieb und die Sicherstellung von evtl. Reparatur- bzw. Ersatzmaßnahmen ist es wichtig, das Muffenbauwerk nachträglich von außen erreichen zu können. Es wird daher auf dem Betriebsgelände hinter dem Muffenbauwerk auf tiefwurzelnde Bepflanzung verzichtet.

Die Gesamtbreite des Betriebsgeländes erschließt sich dem erforderlichen Flächenbedarf für den Betrieb.

Die Hauptabmessungen und Flächen werden im Folgenden zusammengefasst.

2.8.2 Flächen/ Abmessungen Betriebsgelände SH

- Betriebsgelände ohne Grünanlagen ca. 7.580 m²
- davon versiegelt ca. 3.300 m²
- davon Grünfläche ca. 4.280 m²
- davon RRB + Mulden ca. 850 m²
- Länge Betriebsgelände ca. 128 m
- Breite Betriebsgelände ca. 40 m bis 70 m
- Länge Zufahrt ca. 380 m
- Breite Zufahrt 3,5 m + beidseitig 0,5 m befahrbares Bankett
(auf geradliniger Strecke)

Der folgenden Abbildung kann ein Auszug aus dem Teil F1.1.3.3 – „Detailpläne Betriebsgelände SH“ entnommen werden.

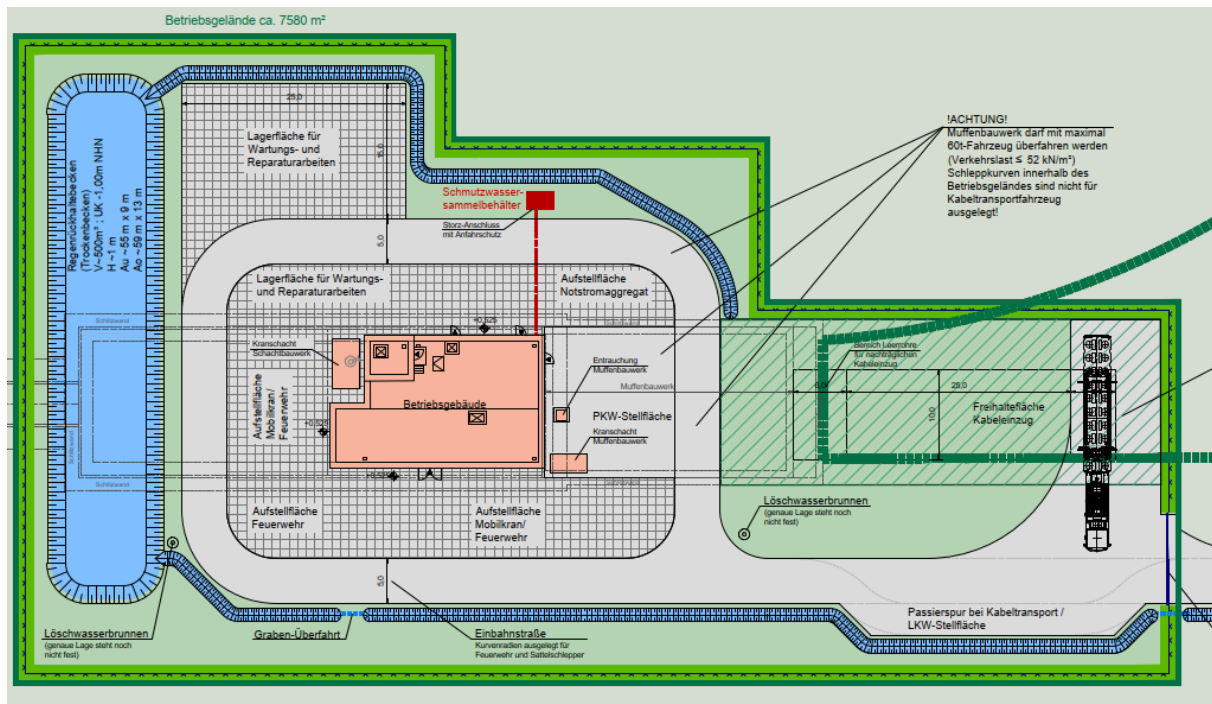


Abb. 2-23: Detailplan Betriebsgelände SH (Auszug aus Teil F1.1.3.3)

2.8.3 Flächen/ Abmessungen Betriebsgelände NI

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ▪ Betriebsgelände ohne Grünanlage | ca. 7.580 m ² |
| ▪ davon versiegelt | ca. 3.300 m ² |
| ▪ davon Grünfläche | ca. 4.280 m ² |
| ▪ davon RRB + Mulden | ca. 850 m ² |
| ▪ Länge Betriebsgelände | ca. 142 m |
| ▪ Breite Betriebsgelände | ca. 40 m bis 70 m |
| ▪ Länge Zufahrt | ca. 800 m |
| ▪ Breite Zufahrt | 3,5 m + beidseitig 0,5 m befahrbares Bankett |
| (auf geradliniger Strecke) | |

Der folgenden Abbildung kann ein Auszug aus dem Detaillageplan NI entnommen werden.

Generell wird zur Gewährleistung eines tragfähigen Untergrunds im gesamten, befahrbaren Bereich unterhalb der Asphalt- bzw. Pflasterdecke eine mind. 0,5 m dicke Schottertragschicht angeordnet. Die Zufahrten sowie die weiteren Verkehrsflächen auf den Betriebsgeländen werden für das Lastmodell LM1 gem. DIN EN 1991-2 ausgelegt. Dies entspricht einer maximalen Flächenlast infolge von Verkehr von 52 kN/qm.

2.8.4.1 Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz

Für die Betriebszufahrt in SH wird nach Abstimmungen mit dem LBV-SH eine neue Zufahrt an der B 431 errichtet. Die Betriebszufahrt in SH ist ca. 380 m lang. Die Zufahrt ist für die Anfahrt mittels Sattelschlepper bemessen. Ferner wird der vorhandene Straßengraben der B 431 soweit verrohrt, dass nachträglich auch ein Kabeltransportfahrzeug über eine provisorisch angeschotterte Zufahrt temporär aus Nord-Westlicher Richtung zum Betriebsgelände fahren könnte. Der Ausbau der Betriebszufahrt erfolgt in einer späten Bauphase des ElbB-Bauwerks, sodass die Zufahrt bereits für den Antransport des ersten Tunnelkabeleinzugs genutzt werden kann. Weitere Baustellentransporte erfolgen über die Baustellenzufahrt, wie in Kapitel 3.5 aufgeführt.

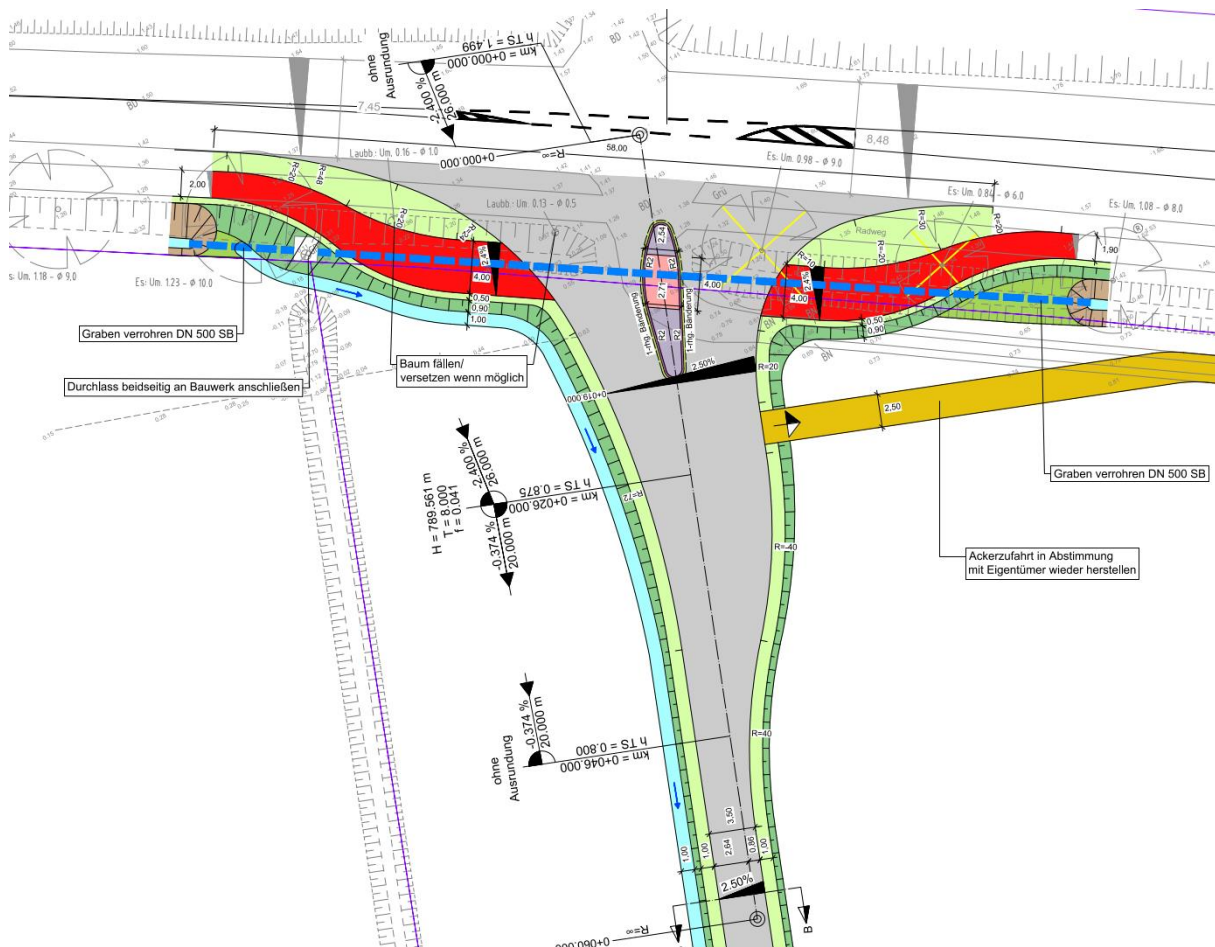


Abb. 2-25: Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 2 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)

2.8.4.2 Anschluss Betriebszufahrt NI an das öffentliche Straßennetz

Die Betriebszufahrt in NI schließt auf Höhe des Wohnheims „Schloß Holenwisch“ an die L111 (Stader Straße) an. Diese Straßenanbindung ist bereits für das benachbarte Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) hergestellt worden. Diese Anlagen werden durch den Vorhabenträger des ElbB von ElbX übernommen und gehen in das Eigentum von Amprion über.

Der durch das Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) planfestgestellte Rückbau der Baustraße im Anschlussbereich an die L 111 in Niedersachsen soll nicht vorgenommen werden. Grund hierfür ist, dass für das Projekt ElbB des Korridor B eine zusätzliche, endgültige Aufweitung des Anschlussbereiches an die L 111 erforderlich ist, um den Transport von Tunnelkabeln im Bau- und Betriebszustand zu gewährleisten. Beim Projekt ElbX erfolgt der Transport der Tunnelkabel ausschließlich von der schleswig-holsteinischen Seite. Die zusätzliche und langfristige Aufweitung der Zufahrt an die L 111 ist Gegenstand der vorliegenden Planfeststellungsunterlage.

Die Betriebszufahrt in NI ist ca. 800 m lang.

Niedersachsen

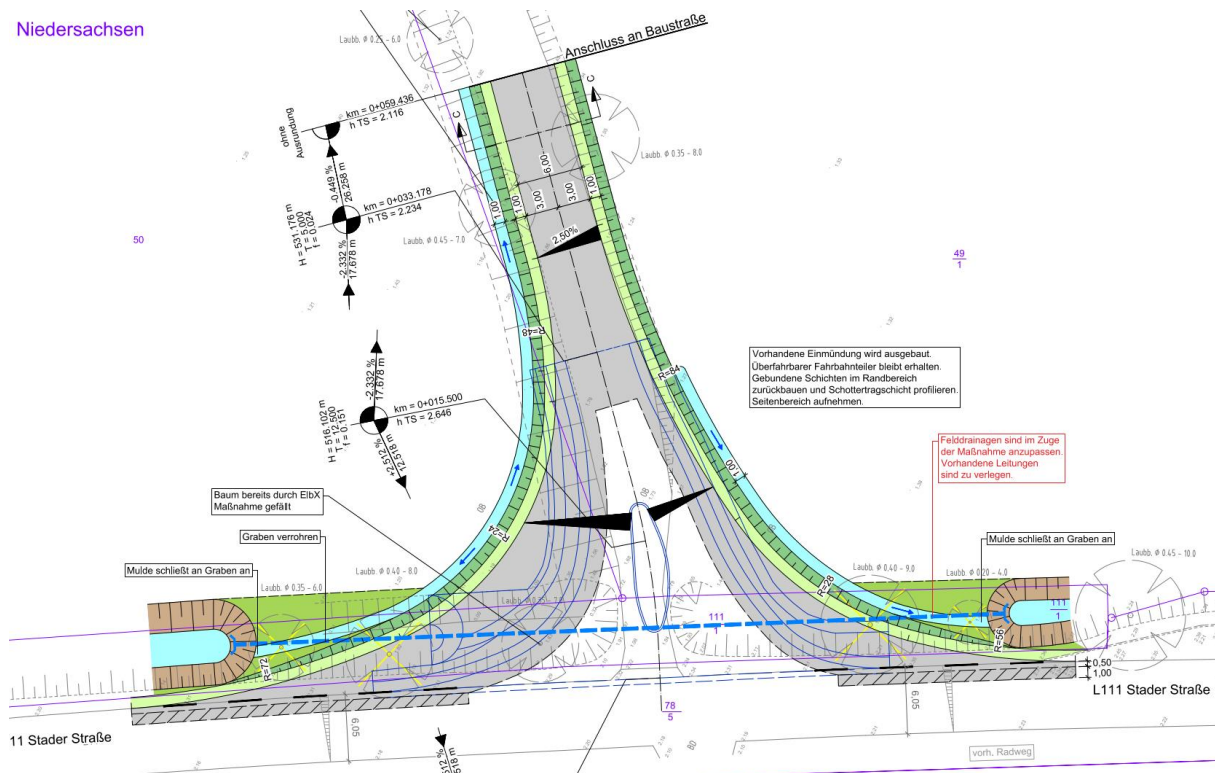


Abb. 2-26: Anschluss Betriebszufahrt SH an das öffentliche Straßennetz (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 3 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)

2.8.5 Ausstattung

Die Betriebsgelände auf beiden Elbseiten werden durch eine ca. 2,5 m hohe Zaunanlage umschlossen, die Zufahrt ist durch ein Tor gesichert. Das Tor kann über eine Schließanlage oder per Fernauslösung aus der Leitwarte der Amprion geöffnet werden. Zur Sicherung des Betriebsgeländes sind im Außenbereich weiterhin Kameras vorgesehen. Eine genauere technische Beschreibung zu den technischen Sicherungsmaßnahmen erfolgt im Kapitel 2.5.2.

Es werden eine Schranke an den jeweiligen Zufahrtsstraßen vorgesehen, sodass Wildparken auf der Zufahrtsstraße verhindert wird.

Zur Sammlung des Oberflächenwassers werden auf beiden Betriebsgeländen Regenrückhaltebecken erstellt. Weitergehende Erläuterungen zur Entwässerung sind dem Kapitel 2.10 zu entnehmen.

Für die Bereitstellung der erforderlichen Löschwassermenge gem. Brandschutzkonzept (Teil F1.3 – „Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen - Brandschutznachweis für die bauliche Anlage“) werden auf beiden Betriebsgeländen jeweils zwei Löschwasserbrunnen

erstellt. Die genaue Positionierung der Löschwasserbrunnen auf den Betriebsgeländen erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

2.9 Hochwasserschutz Betriebsphase

Das Querungsbauwerk ElbB verläuft unterhalb der Elbe und verbindet im fertigen Zustand die Bundesländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen mit einer Tunnelröhre. Der Start- bzw. Endpunkt des Tunnels liegt hinter den Deichlinien im Deichhinterland. Es kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass durch ungünstige Szenarien das Elbhinterland überflutet wird. Da das Querungsbauwerk die Hochwasserschutzlinien unterquert und so eine kommunizierende Röhre zwischen den Deichhinterländern beider Elbseiten bildet, gilt es zu verhindern, dass Wasser in das Querungsbauwerk eindringen kann.

Im Rahmen der Vorplanung und Entwurfsplanung für das Querungsbauwerk ElbB wurden Gespräche mit den zuständigen Deichbehörden geführt und festgelegt, dass für den Betriebszustand des Querungsbauwerks das Szenario „Deichbruch bei Hochwasser“ berücksichtigt wird.

Der für die Planung des Hochwasserschutzes im Betriebszustand anzusetzende Wasserstand wurde mit dem LKN-SH für die schleswig-holsteinische Seite und mit dem Landkreis Stade: Umweltamt / Abt. Wasserwirtschaft, dem NLWKN sowie dem Deichverband Kehdingen-Oste für die niedersächsische Seite abgestimmt.

Zur Herleitung des Bemessungswasserstands wurde die Hochwassergefahrenkarten des Landes SH „Küstenhochwasser für ein Extremereignis HQ200 und Versagen der Hochwasserschutzanlagen für die Binnenelbe (aktualisiert in 2019)“ (siehe **Abb. 2-27**) herangezogen. Diese zeigen den ausgespiegelten Wasserstand nach einem Deichbruch inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,5 m an.

Im Bereich des Startschachts wird ein maximaler Wasserstand nach einem Deichbruch von ca. +2,0 m bis +2,4m über GOK ausgewiesen. Hieraus wurde auf der sicheren Seite ein Wasserstand von +2,5m über GOK gewählt und dieser mit der maximalen Urgeländehöhe im Bereich des Startschachts (rd. + 0,3 mNHN) überlagert. Es ergibt sich ein:

➔ Bemessungswasserstand (Lastfall Deichbruch): **+ 2,8 mNHN** (Bau- und Betriebsphase).

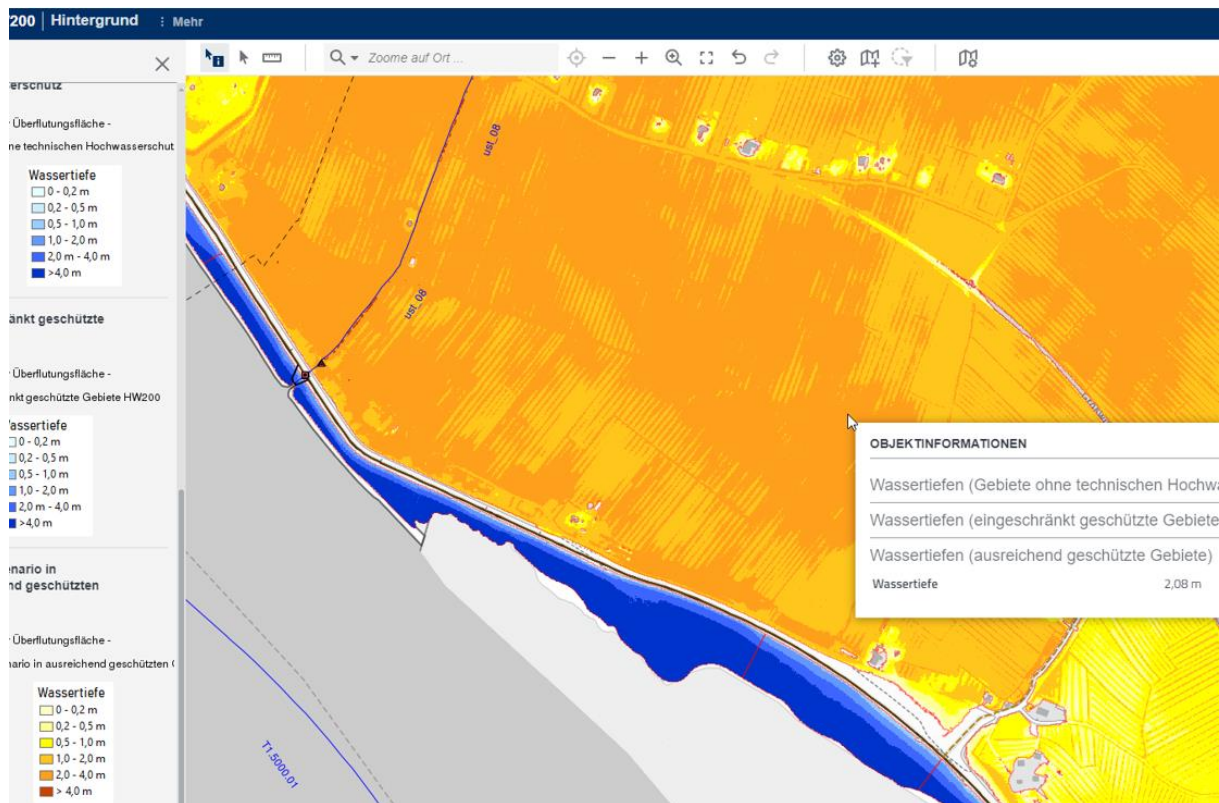


Abb. 2-27: Auszug Hochwassergefahrenkarten des Landes SH „Küstenhochwasser für ein Extremereignis HQ200 und Versagen der Hochwasserschutzeinrichtungen für die Binnenelbe“ (aktualisiert in 2019)“

Für die niedersächsische Elbseite wurde derselbe **Bemessungswasserstand für das Szenario „Deichbruch“ von +2,8 mNHN** mit den Deichbehörden festgelegt.

Für den Endzustand wird daher das Erdgeschoss der Betriebsgebäude in SH und NI hochwassersicher ausgeführt. Alle Gebäudeöffnungen bis +2,8 mNHN werden mit hochwassersicheren Türen bzw. Fenstern geplant. Große Fassadenöffnungen z.B. für die Lüftung oder Druckentlastung beginnen frühestens ab den oben genannten NHN-Höhen. Weiterhin werden alle Außenwände des Gebäudes bis einschließlich Erdgeschoss als WU-Beton-Konstruktion erstellt.

Weiterhin wurde das Thema einer möglichen Entstehung einer Wehle (tiefe Auskolkung) im unwahrscheinlichen Fall eines Deichbruchs mit den Deichbehörden besprochen. Nach Abstimmung mit dem LKN-SH ist auf Grund folgender Randbedingungen die Entstehung einer Wehle bei dem vorliegendem Landesschutzdeich in SH sehr unwahrscheinlich:

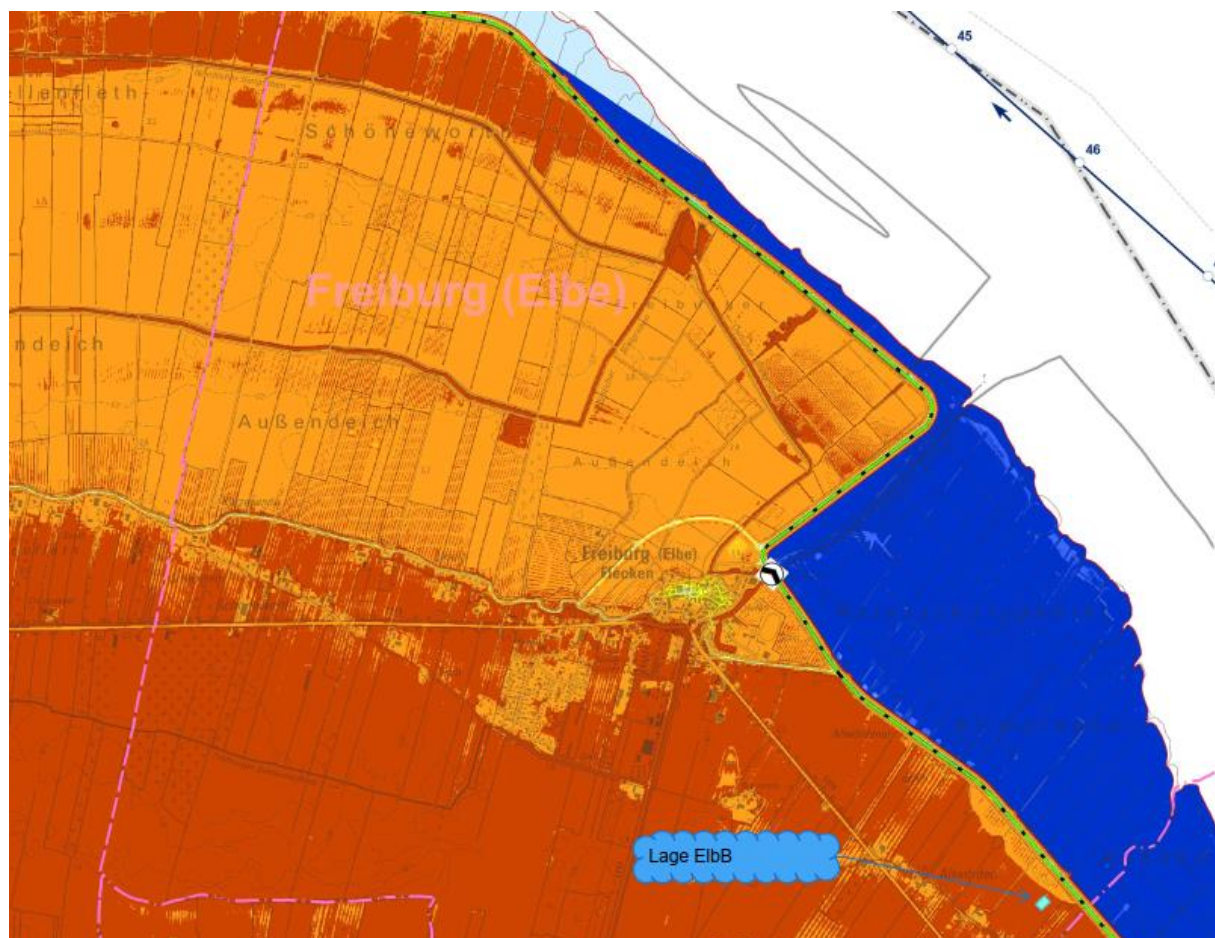
- Das ElbB-Bauwerk liegt nicht in Hauptstromrichtung der Elbe.
- Es liegt ein Sandkerndeich und kein Kleikerndeich vor. Sobald der Deichbruch bis zum Sandkern fortgeschritten ist, wird der Sand großflächig ausgespült. Der Spülstrom trifft nicht mehr auf die „Deichschwelle“. Die Energie des Spülstroms wirkt ohne Schwelle nicht mehr vertikal, sondern breitet sich horizontal großflächig aus.

- Das Bodenprofil weist im oberflächennahen Bereich bindige Böden auf. Auf Grund der vorhandenen Kohäsion wird der Spülstrom nicht so tief in die Vertikale des Bodens dringen, sondern sich vorrangig horizontal ausbreiten.

Zur Betrachtung der Auswirkungen einer Wehle auf das ElbB-Tunnelbauwerk wurden seitens PG in SH Auftriebsnachweise durchgeführt. Es ergibt sich rechnerisch, dass sich eine Wehle von bis zu rd. 24 m Tiefe im Nahbereich hinter dem Deich (Abstand Binnenlands von bis zu 100 m zum Deich) sowie eine Wehle von bis zu rd. 21 m Tiefe im entfernteren Bereich (Abstand bis 350 m hinter dem Deich) ausbilden könnte, welches für das Tunnelbauwerk keine Beeinträchtigung der Tragfähigkeit hätte.

Nach Abstimmung mit den Deichbehörden in NI ist die Entstehung in NI noch unwahrscheinlicher, infolge des breiten Deichvorlands sowie der Lage des ElbB-Bauwerks – dem Versprung im Verlauf der Außendeichlinie (siehe **Abb. 2-28**).

Nach Abstimmung mit den Deichbehörden werden keine Maßnahmen diesbezüglich gefordert. Aufgrund dieser Betrachtungen werden nach Entscheidung der Vorhabenträgerin keine weiteren Maßnahmen vorgesehen.



Legende:

Wassertiefe

0 - 0,5 m
> 0,5 - 1 m
> 1 - 2 m
> 2 - 4 m
> 4 m

Wassertiefe - geschützt

0 - 0,5 m
> 0,5 - 1 m
> 1 - 2 m
> 2 - 4 m
> 4 m

Abb. 2-28: Deichlinie und Deichvorland in Niedersachsen [Quelle LGLN, (März 2025)
https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/HWRM-RL/Tideelbe/Tideelbe_Blatt04_HWGK_L.pdf]

2.10 Entwässerung Betriebsphase

2.10.1 Schmutzwasser

Im Bereich der geplanten Betriebsgelände gibt es auf beiden Elbseiten keine öffentlichen Abwasserkanäle. Es ist daher die Ableitung des Schmutzwassers in eine Schmutzwasserauffangbehälteranlage geplant. Diese befinden sich im Bereich der Betriebsgelände, Aufstellflächen für das Fahrzeug zur Absaugung werden vorgesehen. Mehr Informationen hierzu können aus dem Kapitel 2.5.1.10.4 entnommen werden.

2.10.2 Oberflächenwasser Allgemein

Beide Betriebsgelände liegen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Elbniederung, so dass die Anforderungen an eine Rückhaltung der einzuleitenden Oberflächenentwässerung in die Vorflut entsprechend hoch sind.

Im Bereich der geplanten Betriebsgelände gibt es auf beiden Elbseiten keine öffentlichen Regenwasserkanäle. Es erfolgt daher, in Schleswig-Holstein, die Einleitung in die vorhandenen offenen Gräben. In Niedersachsen erfolgt die Einleitung über vorhandene Flächendrainage Sammelleitungen (DN250).

Das Regenwasser von den neuen Dachflächen und bereichsweise auch von den Verkehrsflächen wird über Fallrohre und Abläufe neu herzustellender Freigefällekanälen zugeleitet. Die um die Gebäude laufenden Betriebsstraßen entwässern größtenteils über die Querneigung in parallel verlaufende flache Mulden. Sammelleitungen und Mulden leiten in Regenrückhaltebecken ein. Von den Regenrückhaltebecken erfolgen verrohrte Ableitungen, die in offene Gräben einleiten in Schleswig-Holstein. In Niedersachsen wird die Entwässerung an landwirtschaftliche Bestandskanäle angeschlossen.

Die Regenrückhaltebecken werden als Trockenbecken in Erdbauweise mit Böschungsneigungen 1:2 vorgesehen. Die Becken werden gegen einen hydraulischen Grundbruch infolge des hoch anstehenden Grundwassers mit einer ausreichend mächtigen Schicht aus örtlich vorhandenem Geschiebemergel abgedichtet.

Der jeweils zulässige Abfluss zu den Einleitstellen wird durch ein Drosselventil im Ablauf geregelt. Die Ablaufleitungen sind mit Freigefälle und mit einem Querschnitt von DN 300 (SH) bzw. DN250 (NI) vorgesehen.

Die Höhe der Notüberläufe, die vorhandene Regenspeichermulden und das Niveau der umgebenden landwirtschaftlichen Flächen vermeiden aber eine Überflutung der Betriebsgelände – auch für den Fall, dass die Vorflutssysteme überlastet sind und in die Regenrückhaltebecken

zurückstauen. Der Notüberlauf wird durch die Attika geführt und wurde berechnet um erst bei > 100-jährlichen Ereignissen anzuspringen.

2.10.3 Auslegung Regenrückhaltebecken Schleswig-Holstein

Das Regenrückhaltebecken ist im südlichen Bereich des Betriebsgeländes vorgesehen. Die Ablaufleitung führt zum offenen Querwettern südwestlich des Betriebsgeländes (Siehe Teil F1.1.3.4 – „Leitungspläne Entwässerung Betriebsgelände SH“).

Das Betriebsgelände liegt mit Höhen zwischen ca. -0,05 m NHN bis ca. +0,525 m NHN etwas höher als die umgebenden Flächen. Das vorhandene Gelände fällt zur Einleitstelle in den Querwettern.

Das Regenrückhaltebecken und der Drosselabfluss werden in Abstimmung mit dem DHSV (Deich- und Hauptsiederverband Wilstermarsch) für einen Niederschlag aufs Feld in die Flächen-dränagen mit einer landwirtschaftliche Dränabflussspende von 0,6 l/(s*ha) und ein 10-jährliches Regenereignis bemessen.

Die Sohle des Regenrückhaltebeckens liegt ca. bei -1,00 m NHN, so dass es ca. 1,0 m tief ist. Das Rückhaltevolumen bordvoll beträgt ca. 500 m³, so dass hier sehr große Starkregenereignisse zurückgehalten werden.

Beim 10-jährlichen Bemessungsereignis ist ein Rückhaltevolumen von ca. 372 m³ erforderlich, was im Regenrückhaltebecken zu einer Staulamelle von ca. 0,75 m führt.

Beim 30-jährlichen Überflutungsereignis ist ein Rückhaltevolumen von ca. 527 m³ erforderlich, was im Regenrückhaltebecken zu einer Staulamelle von ca. 1,0 m führt mit 27m² verteilt über die Entwässerungsmulden die eine maximale Kapazität von 70m² zusätzlich aufnehmen können.

Der zulässige Abfluss zur Einleitstelle in den Querwettern beträgt nur ca. 0,5 l/s.

2.10.4 Auslegung Regenrückhaltebecken Niedersachsen

Das Regenrückhaltebecken ist im nördlichen Bereich des Betriebsgeländes vorgesehen. Vom Regenrückhaltebecken erfolgt eine verrohrte Ableitung zu Bestandssammelleitungen (Siehe Teil F1.2.3.4 – „Leitungspläne Entwässerung Betriebsgelände NI“).

Das Betriebsgelände liegt mit Höhen zwischen ca. +2,125 m NHN bis ca. +1,55 m NHN etwas höher als die umgebenden Flächen.

Das Regenrückhaltebecken wird für ein 10-jährliches Regenereignis bemessen.

Die Sohle des Regenrückhaltebeckens liegt ca. bei +0,20 m NHN, so dass es ca. 1,0 m tief ist. Das Rückhaltevolumen bordvoll beträgt ca. 500 m³, so dass auch hier sehr große Starkregenereignisse zurückgehalten werden.

Beim 10-jährlichen Bemessungsereignis ist ein Rückhaltevolumen von ca. 372 m³ erforderlich, was im Regenrückhaltebecken zu einer Staulamelle von ca. 0,75 m führt.

Beim 30-jährlichen Überflutungsereignis ist ein Rückhaltevolumen von ca. 527 m³ erforderlich, was im Regenrückhaltebecken zu einer Staulamelle von ca. 1,00 m verteilt über die Entwässerungsmulden die eine maximale Kapazität von 70m² zusätzlich aufnehmen können.

3 Baulogistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr

3.1 Allgemein

Die beiden Baufelder des Querungsbauwerks ElbB liegen in SH und NI in ländlichen Gebieten, die ausschließlich über das öffentliche Straßennetz erreicht werden können. Alle Transporte, die für die Baumaßnahme des Querungsbauwerks bis zur Inbetriebnahme erforderlich sind, wurden anhand des geplanten Bauablaufs (siehe Kapitel 4.2) ermittelt und in den folgenden Gutachten bewertet:

- Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Teil F1.6)
- Untersuchung und Prognose der Erschütterungen aus Baustellenbetrieb und Tunnelvortrieb (Teil D3)
- Logistik- und Verkehrskonzept (Teil G3)

Die Ermittlung der Transportzahlen und die Transportmittel haben einen modellhaften Charakter. Durch Optimierung der bauausführenden Firma und weitergehenden Planung des Bauablaufs können sich z.B. Änderungen in den Transportzahlen, der zeitlichen Verteilung der Transporte und auch der Transportmittel ergeben, da die Festlegung erst in der Detailplanung erfolgt, bzw. unmittelbar vom laufenden Bauprozess beeinflusst wird. Die Änderungen werden aber die in dieser Antragsunterlage dargestellten Auswirkungen nicht negativ beeinflussen.

3.2 Baulogistikkonzept

3.2.1 Allgemeiner Baustellen- und Personenverkehr

Alle erforderlichen Transporte von Baumaschinen- und Baustelleneinrichtungen sowie Baumaterialien erfolgen per LKW zu den Baufeldern in SH und NI. Auch Bodentransporte zur An- und Abfahrt sowie Zwischenfahrten auf den Baufeldern zur Bodenzwischenlagerung erfolgen per LKW. Personentransporte per PKW bilden in der Anzahl der Gesamttransporte eine eher untergeordnete Rolle.

3.2.2 Schwertransport – Tunnelbohrmaschine

Angaben zum Schwertransport für die Tunnelbohrmaschine sind dem Teil G3 – Verkehrs- und Logistikkonzept zu entnehmen.

3.2.3 Schwertransport – Kabelanlieferung

Angaben zum Schwertransport für die Kabelanlieferung sind dem Teil G3 – Verkehrs- und Logistikkonzept zu entnehmen.

3.3 Antransporte über öffentliche Straßen

Schleswig-Holstein

Der An-/ Abtransport zum/vom Baufeld in SH erfolgt über die B431 (Glückstadt – Brokdorf). Die B431 ist im Norden über die B5 an die A23 und im Süden (über Glücksstadt und Elmshorn) an die A23 angebunden. Beide Fahrtrouten wurden in der Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Siehe Teil F1.6 – „Verkehrsuntersuchung Baustellenverkehr“) untersucht und als geeignet bewertet. Auch die Untersuchung und Prognose der Erschütterungen aus Baustellenbetrieb und Tunnelvortrieb (Siehe Teil D3 – „Erschütterungsgutachten“) sehen keine negativen Einflüsse im Bereich der geplanten Fahrtrouten.



Abb. 3-1: Öffentliches Straßennetz im Bereich der Baustelle des Startschachts SH

Niedersachsen

Der An-/ Abtransport zum/vom Baufeld in NI erfolgt von der L111 (Wischhafen – Freiburg (Elbe)) aus. Die L111 ist im Süden (Richtung Wischhafen) an die B495 angebunden. In westlicher Richtung verläuft sie durch mehrere Gemeinden zur B73 im Bereich Neuhaus (Oste). Beide Fahrtrouten wurden in der Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Siehe Teil F1.6 – „Verkehrsuntersuchung Baustellenverkehr“) untersucht und grundsätzlich als geeignet bewertet, mit der Empfehlung, aufgrund der Nähe der B495, den

Schwerpunkt des Baustellenverkehrs in/aus Richtung Wischhafen abzuwickeln. Die Untersuchung und Prognose der Erschütterungen aus Baustellenbetrieb und Tunnelvortrieb (Siehe Teil D3 – „Erschütterungsgutachten“) kommt zu dem Ergebnis, dass der Baustellenverkehr an besonders verkehrsreichen Tagen auf beiden Fahrtrouten aufgeteilt werden sollte, um einen störenden Einfluss des Baustellenverkehrs auf den zur Straße nächstgelegenen Gebäude (insbesondere Ortsdurchfahrt Hamelwörden) zu verhindern. Es wird daher ggf. an verkehrsreichen Tagen vorgehen, den Verkehr nach Möglichkeit auf beide Fahrtrouten zu verteilen.



Abb. 3-2: Öffentliches Straßennetz im Bereich der Baustelle des Zielschachts NI

3.4 Zuwegungen

Schleswig-Holstein

Die Zuwegung zum Baufeld erfolgt von der B431 aus und ist gegenüber der Einmündung L136 vorgesehen. An dieser Stelle ist auf der B431 bereits ein Linksabbieger vorhanden. Ferner befindet sich hier bereits die Baustellenzufahrt des Projekts ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink). Im Rahmen des ElbX-Projekts wurde der Knotenpunkt zweispurig aufgeweitet sowie ein überfahrbarer Fahrbahnteiler angeordnet. Des Weiteren wurde bauzeitlich der Fahrradweg verschwenkt.

Im Bereich der durch Amprion gekauften Flächen wird sich die Zufahrt des ElbB-Projekts in westlicher Richtung seitlich an die Baustraße des ElbX-Projekts anschließen (siehe Abb. 3-3). Der Anschlussbereich an die B 431 wird dabei nicht baulich geändert.

Der gesamte Zufahrtsbereich an die B 431 wird in das Eigentum von Amprion übergehen und bauzeitlich genutzt. Im Rahmen des Planfeststellungsbeschlusses für ElbB sollen sämtliche

aus dem Planfeststellungsbeschluss ElbX resultierenden Auflagen, z.B. die Rückbauverpflichtung auf das Vorhaben ElbB übertragen werden.

Dieser Knotenpunkt wurde in der Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Siehe Teil F1.6 – „Verkehrsuntersuchung Baustellenverkehr“) untersucht und als gutleistungsfähig für den erwarteten Baustellenverkehr bewertet. Ferner ergibt sich während der Bauphase mindestens eine „gute“ Verkehrsqualität in der L 136 sowie eine „ausgezeichnete“ Verkehrsqualität in den beiden Ästen der B 431.

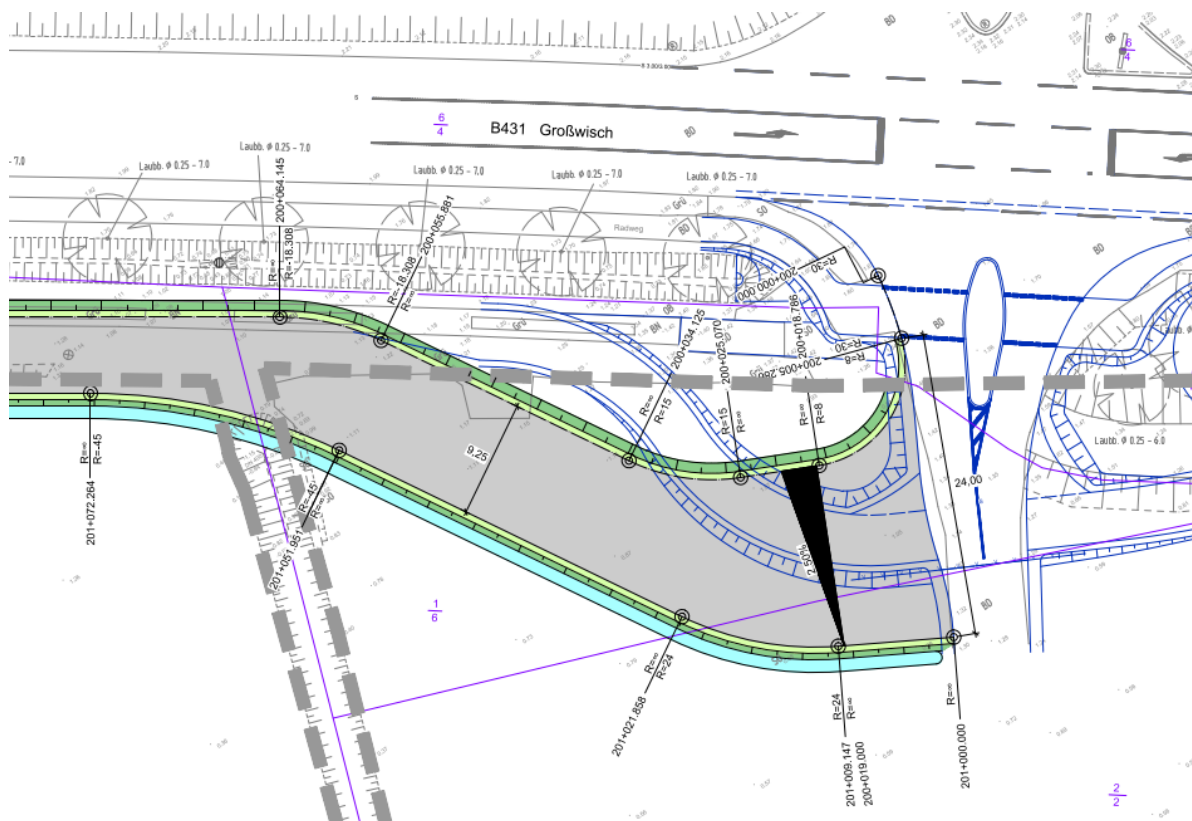


Abb. 3-3: Baustellenzufahrt SH (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 1 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)

Niedersachsen

Die Bauzufahrt in NI schließt auf Höhe des Wohnheims „Schloß Holenwisch“ an die L111 (Stader Straße) an. Zunächst wird für die Bauzufahrt die Zufahrt mitgenutzt, welche bereits für das benachbarte Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) hergestellt worden ist.

Der Knotenpunkt wurde seitens Projekt ElbX zweispurig aufgeweitet, asphaltiert sowie ein überfahrbarer Fahrbahnteiler angeordnet. An diesen ausgebauten Knotenpunkt schließt dann eine zweispurige Baustraße an. Diese Anlagen werden durch den Vorhabenträger des ElbB von ElbX übernommen und gehen in das Eigentum von Amprion über.

Zu Ende der Bauzeit wird für das Projekt ElbB des Korridor B eine zusätzliche, endgültige Aufweitung des Anschlussbereiches an die L 111 erforderlich, um den Transport von

Tunnelkabeln im Bau- und Betriebszustand zu gewährleisten (Siehe **Abb. 3-4**). Beim Projektes ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) erfolgt der Transport der Tunnelkabel ausschließlich von der schleswig-holsteinischen Seite. Die zusätzliche und langfristige Aufweitung der Zufahrt an die L 111 ist Gegenstand der vorliegenden Planfeststellungsunterlage.

Dieser Knotenpunkt wurde in der Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Siehe Teil F1.6 – „Verkehrsuntersuchung Baustellenverkehr“) untersucht und mit einer „guten“ Verkehrsqualität für den erwarteten Baustellenverkehr bewertet. Ferner ergibt sich während der Bauphase eine „ausgezeichnete“ Verkehrsqualität in der L 111.

Niedersachsen

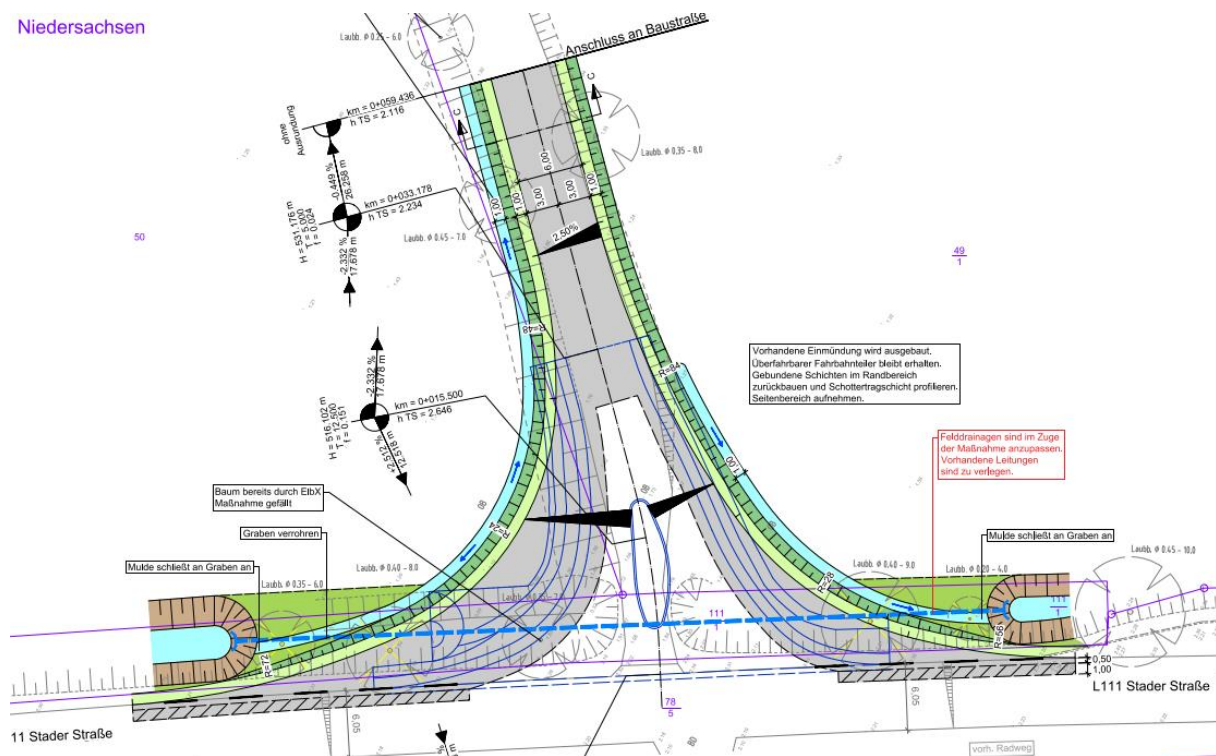


Abb. 3-4: Baustellenzufahrt NI der ElbB und ElbX-Projekte nach zusätzlicher Aufweitung für den Kabeltransport des ElbB-Projekts (Auszug aus Teil F4.2, Blatt 3 – Zufahrten an klassifizierten Straßen)

3.5 Baustraßen

Die Baustraßen beider Baufelder werden für einen Schwerlastverkehr (SLW60) ausgelegt. Aufgrund des sehr weichen, unterliegenden Baugrundes ist davon auszugehen, dass im Laufe der Zeit die Konsolidierung des Untergrundes zu Setzungen führt, die mit geeigneten Unterhaltsmaßnahmen kompensiert werden. Die Baustraßenführung auf den Baufeldern wird aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen der Bauphasen an den Bedarf angepasst.

Die Baustraßen sind im Regelquerschnitt mit einer Breite von 7 m zzgl. beidseitigem Bankett von 0,5 m vorgesehen.

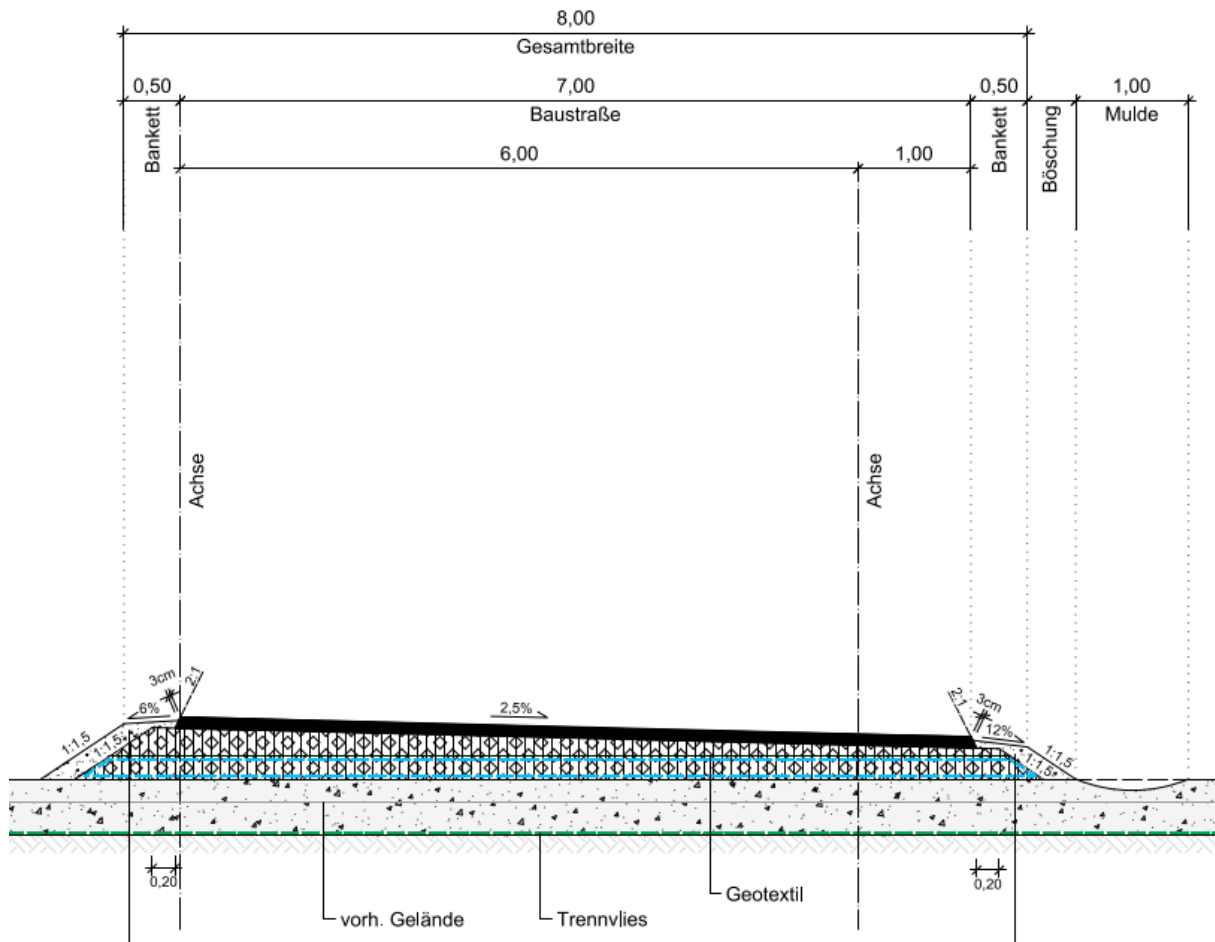


Abb. 3-5: Regelquerschnitt Baustraße SH und NI

Der Baustraßenaufbau wird wie folgt von unten nach oben oder in vergleichbarer Weise vorgesehen:

- Geokunststoffbewehrung mit biaxialer Langzeitzugfestigkeit $R_{B,d} > 200 \text{ kN/m}$
- Mind. 50 cm Kies-Schottertragschicht nach Abschn. 2.3 ZTV SoB-StB
- 20 cm Naturschotter 0/45 vollständig in Geokunststoffbewehrung eingeschlagen
- 10 cm Naturschotter 0/32
- Oberflächenbefestigung (z.B. Asphalt)

Zur Reduzierung von Staubbildung werden die Oberflächen befestigt ausgeführt.

3.5.1 Brücke über die ElbX-Kabeltrasse

Die Zuwegung zum Baufeld in Niedersachsen verursacht eine Kreuzung der Erdkabeltrasse des Projekt SuedLink. Die Kreuzungsstelle befindet sich in etwa zwischen den Muffenbauwerk vom Projekte ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) und der ersten HDD zur Kreuzung der L111. Zum Schutz der Erdkabel vor den Baustellenverkehr und Setzungen sowie zur

Vermeidung von Schnittstellen- und Gewährleistungsproblemen im Bereich des Kabel- und Erdbaus zwischen den benachbarten Vorhaben wird ein Überbrückungsbauwerk vorgesehen.

Das Überbrückungsbauwerk überspannt jeweils die Schutzstreifen der Erdkabel. Die Schutzstreifen des Vorhaben 3 und Vorhaben 4 von SuedLink sind durch Dienstbarkeiten auf den betroffenen Flurstücken gesichert. Die Tiefgründungen und Kopfbalken des Überbrückungsbauwerks werden jeweils außerhalb der Schutzstreifen und außerhalb der Böschungsschulter des Kabelgrabens platziert. Das Bauwerk besteht aus zwei Feldern, die wahlweise als Durchlauf- oder Einfeldsystem ausgebildet werden kann. Entwurfsseitig sollte je Richtung 1 Fahrstreifen mit 3,50 m lichter Breite realisiert werden. Seitlich ist ein Rückhaltesystem und ein Geländer vorzusehen.

Der Überbau ist so auszubilden, dass er einfach ausgehoben, seitlich gelagert und wieder eingehoben werden kann. Vor und hinter der Brücke sind Schleppplatten zum Setzungsausgleich anzuordnen. Aufstell- und Lagerflächen für den Aus- und Einbau sind vorzusehen.

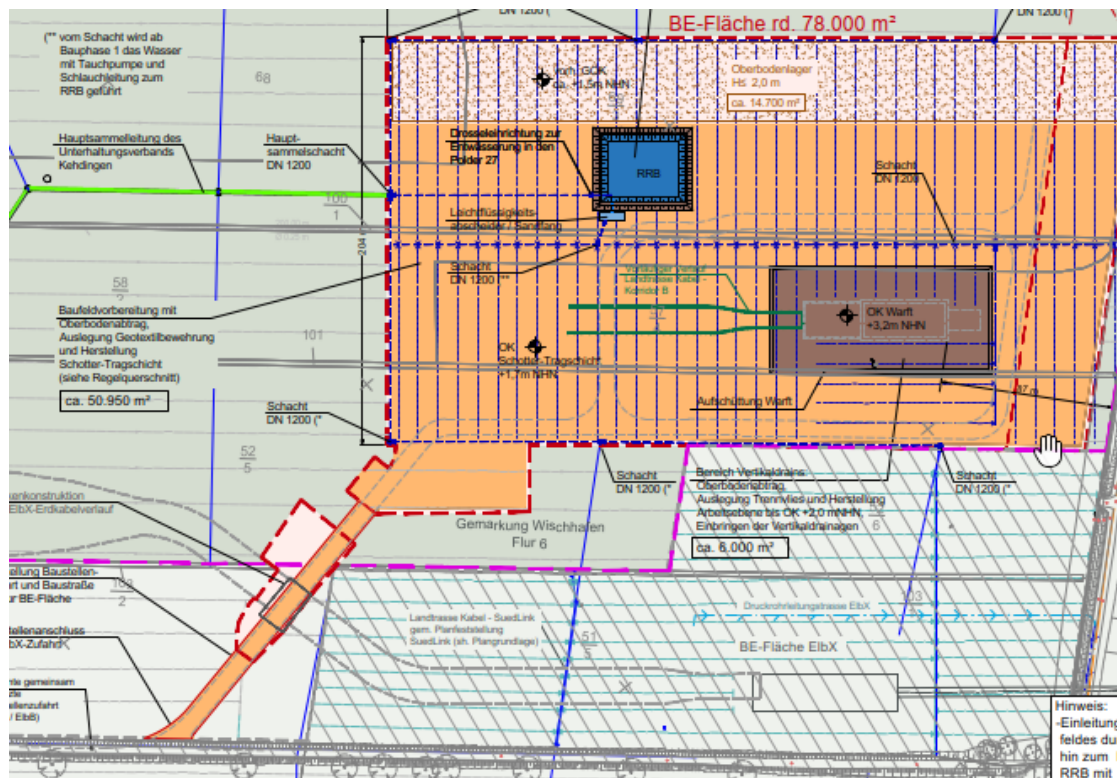


Abb. 3-6: Planausschnitt mit Verortung der Brückenkonstruktion (KorB_ElB_F1.2.3.5_LP-BE-NI-Phasen)

3.6 Baustellenverkehr

Der Baustellenverkehr wurde in Teil G3 „Logistik- und Verkehrskonzept“ anhand des geplanten Bauablaufs ermittelt. Die anfallenden Transportströme variieren sehr stark über die

Bauphasen. Die besonders transportintensiven Bauphasen sind die Baufeldvorbereitung, der Spezialtiefbau, sowie der Tunnelvortrieb (dieser betrifft nur das Baufeld Startschacht ElbB in Schleswig-Holstein), in welchen große Mengen an Boden bewegt werden. Bei den Bodentransporten wurde darauf geachtet, dass wiederzuverwendender Boden nach Möglichkeit auf dem Baufeld verbleibt, um unnötige Ab- und An-transporte zu vermeiden. Hinzukommen aber auch Bodentransporte zur Zwischenlagerung auf dem Baufeld, die aus technischen Gründen nicht unmittelbar abgefahren werden können. Genauere Erläuterungen zu den Bodentransporten erfolgen im Teil G2 „Bodenschutzkonzept“.

Die im Teil G3 ermittelten Verkehrsströme wurden für die Hauptbauphasen dargestellt und dienen dem Teil F1.6 - „Verkehrsuntersuchung Baustellenverkehr“ als Grundlage. Die angesetzten Leistungsansätze einzelner Tätigkeiten basieren auf aktuellen Bauvorhaben mit ähnlichen Voraussetzungen. Die im Teil G3 benannten Transportzahlen entsprechen dem derzeitigen Planungsstand und sind als ungefähre Größenordnung zu verstehen.

Für weitere Angaben wird auf den Teil G3 verwiesen.

3.7 Wassertransport

3.7.1 Allgemein

Gemäß dem Kapitel 4.2.13 werden während des Bauprozesses große Mengen an Prozesswasser benötigt. Dieses muss dem Baufeld zugeführt und nach Nutzung wieder abgeführt werden.

Wie in Kapitel 3.7.2 beschrieben, muss das erforderliche Wasser dem Baufeld in SH von außerhalb zugeführt werden, da die verfügbaren Mengen aus der lokalen Wasserversorgung nicht ausreichen. Im Rahmen der Planung des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) wurde untersucht, ob der Wasserantransport und Prozesswasserabtransport über LKW-Verkehr realisiert werden kann. Diese Variante wurde auf Grund der hohen Verkehrsbelastung, insbesondere während der Baugrubenherstellung, verworfen. Statt dessen wird vom Baufeld in SH bis zur Elbe eine Übernahme der bereits hergestellten Druckleitungstrasse (zwei Leitungen) vom ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) vorgesehen. Mit dieser erfolgt eine Wasserentnahme aus der Elbe und eine Einleitung in die Elbe. Alternativ kann für den Unterwasseraushub der Baugrube Grundwasser verwendet werden.

Der Wasserbedarf auf dem Baufeld in NI wird über die lokale Wasserversorgung realisiert. Alternativ kann für den Unterwasseraushub der Baugrube Grundwasser verwendet werden. Vom Baufeld in NI wird eine Übernahme der Druckwasserleitung bis zur Wischhafener Südelbe vom ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) vorgesehen, über die eine Einleitung erfolgt.

Der Verlauf der Druckleitungstrassen sowie die Entnahme- und Einleitbauwerke im Bereich der Elbe, wurden bereits im Rahmen des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) mit den zuständigen Deichverbänden, sowie mit dem WSA HH abgestimmt und können im Detail dem Prozesswasserbericht (Teil G7) entnommen werden. Eine genauere Darstellung der Planung erfolgt im Teil F5.9, Strom und schifffahrtspolizeiliche Genehmigungen – Prozesswasserpläne.

3.7.2 Alternativenprüfung

Im Rahmen des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) wurden bereits unterschiedliche Möglichkeiten, die Entnahme und Einleitung des Prozesswassers technisch zu realisieren, untersucht. Die folgenden Alternativen wurden in der Unterlage A2_K_01_Baurechtl_Genehm_AnH03_Sonder_BW_Untl04_Baubeschr_SH_R01, Kapitel 3.7 (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) betrachtet.

Einleitung NI:

- Einleitung in das Grabensystem (ausgeschieden)
- Flächenverrieselung (ausgeschieden)
- **Einleitung in die Wischhafener Süderelbe (Vorzugsvariante)**

Entnahme SH:

- Entnahme von Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz (ausgeschieden)
- Entnahme von Wasser aus dem Grabensystem (Vorfluter) (ausgeschieden)
- Entnahme von Grundwasser (ausgeschieden)
- **Entnahme von Elbwasser (Vorzugsvariante)**

Einleitung SH:

- Entnahme von Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz (ausgeschieden)
- Entnahme von Wasser aus dem Grabensystem (Vorfluter) (ausgeschieden)
- Entnahme von Grundwasser (ausgeschieden)
- **Entnahme von Elbwasser (Vorzugsvariante)**

Die jeweiligen Vorzugsvarianten wurden im BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink behördlich akzeptiert, planfestgestellt und in der Ausführung bereits umgesetzt.

Für das Querungsbauwerk ElbB werden die bereits existierenden technischen Anlagen übernommen, so dass im Rahmen des Vorhabens 48 keine weitere Alternativenprüfung durchgeführt wurde.

3.7.3 Zusammenfassung Entnahme und Einleitung

Die einzige technisch mögliche Alternative zur kontinuierlichen Versorgung des Tunnelvortriebs mit unverbrauchtem Wasser ist die Entnahme von Flusswasser aus der Elbe. Hierzu ist die Übernahme der Druckrohrleitung und des Entnahmebauwerks vom ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) erforderlich. Die Einleitung von Prozesswasser erfolgt analog zum ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) ebenfalls über die Druckleitung in die Elbe. Der bauliche Aufwand zur Verlegung der Druckrohrleitung für die Entnahme und Einleitung, sowie für die Errichtung des Entnahmebauwerks, entfällt durch die Übernahme zum Großteil. Lediglich eine Herstellung der Anschlüsse an das Baufeld ElbB ist vorzusehen.

Somit verursacht die Einleitung in die Elbe den geringsten baulichen und umwelttechnischen Eingriff unter den genannten Möglichkeiten. Zudem kann aufgrund der guten Datengrundlage über die Elbe eine Bewertung der Qualitätsveränderung des Wassers infolge der Einleitung vorgenommen werden. Die umwelttechnische Bewertung der Einleitung unter Einhaltung der abgestimmten Einleitgrenzwerten findet im Fachbeitrag zur WRRL statt.

Zur Sicherstellung des ordnungsgemäßen Weiterbetriebs der vorhandenen Anlagen werden diese vor Nutzungsbeginn auf Funktionsfähigkeit überprüft. Zu der Überprüfung gehören u.a. die Wartung des Entnahmebauwerks (Tauchfloß), die Erneuerung der Anstriche der Schiffsfahrtszeichen oder die Prüfung der elektrischen Anlagen für die Druckleitungen. Vor Wiederinbetriebnahme erfolgt mit dem WSA eine Abnahme der Anlagen.

3.7.4 Druckleitungsverlauf Baufeld SH

Die Druckrohrleitungstrasse zum Entnahme- und Einleitbauwerk in SH wurde im Rahmen des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) bereits hergestellt und muss lediglich an das Baufeld ElbB angeschlossen werden. Die herzustellende Anschlussstrasse hat eine Länge von ca. 47 m und verläuft vom südlichen Baufeldrand entlang der Querwettern zum Anschlusspunkt an der bestehenden Druckrohrleitung (Abb. 3-7).



Abb. 3-7: Planausschnitt – Anschluss Druckrohrleitung ElbB an bestehende Druckrohrleitungstrasse ElbX (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser SH)

Im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen ist eine oberirdische Verlegung sowie frostsichere Einschüttung vorzusehen. Diese Überschüttung dient gleichzeitig als Anprallschutz vor landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Die oberirdische Verlegung verhindert die Beeinflussung der landwirtschaftlichen Drainagen. Die Lage der Druckleitung ist möglichst so zu wählen, dass jeweils von einer Seite der Felder die Bewirtschaftung des Grabens erfolgen kann, ohne dass ein Wechsel des Feldes, bzw. eine Überführung der Leitung erforderlich ist.

Die Logistik für die Herstellung der Anschlussstrasse (Erdtransporte und Anlieferung von Baggern, Lastverteilungsplatten etc.) erfolgt über das Baufeld. Im Bereich des Bodenlagers sind Maßnahmen zum Bodenschutz zu treffen. Das Material zur frostsicheren Überschüttung der Leitung wird über das Baufeld des Querungsbauwerks ElbB per Sattelkipper angeliefert und stellt den Großteil der erforderlichen Transporte dar.

Der Verlauf der bestehenden Druckrohrleitungstrasse in SH wird im Nachfolgenden kurz zusammengefasst.

Die bestehende Druckrohrleitung wurde ausgehend vom Baufeld Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) im offenen Graben über die landwirtschaftlichen Flächen bis zur Kreisstraße 41 Hollerwettern und entlang des Deichs nach Norden bis zum Schöpfwerk Hollerwettern verlegt. Dabei wurden zwischen Baufeld und Elbe die Querwettern, die Kreisstraße 41 Hollerwettern, die Zufahrt zum Deichübergang und der Deich unter der Deichtreppe gequert. Im Bereich der Fußsicherung am Schöpfwerk tritt die Leitung wieder aus dem Deich

aus. Die verklammerte Fußsicherung bestehend aus Wasserbausteinen wurde bereichsweise temporär aufgenommen und wird bei Rückbau wieder in den Ursprungszustand zurückversetzt. Die Leitung mündet im Bereich des Entnahme- und Einleitbauwerks.

Im Bereich der Deichquerung müssen für den Rückbau der Druckleitung auf der Außendeichseite Bauarbeiten durchgeführt werden. Die Zuwegung erfolgt über die südöstlich gelegene Deichüberfahrt und Außendeichs entlang des Treibselwegs. Die Dauer der Bauarbeiten auf der Außendeichseite beschränken sich auf eine Größenordnung von zwei bis drei Wochen mit kleinen Arbeitsgeräten. Die außendeichs befindliche Baustelle ist, im Falle von angekündigten Hochwasserständen unverzüglich zu sichern und von allen Gerätschaften zu räumen.

3.7.5 Druckleitungsverlauf Baufeld NI

Die Druckrohrleitungstrasse zum Einleitbauwerk in NI wurde im Rahmen des Projektes ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) bereits hergestellt und muss lediglich an das Baufeld ElbB angeschlossen werden. Die herzustellende Anschlussstrasse hat eine Länge von ca. 290 m und verläuft von der nördlichen Baufeldbegrenzung oberirdisch über den Graben zwischen Baufeld und Deichverteidigung sowie anschließend binnendeichs parallel zur Deichverteidigungsstraße in Erdverlegung (Abb. 3-8).

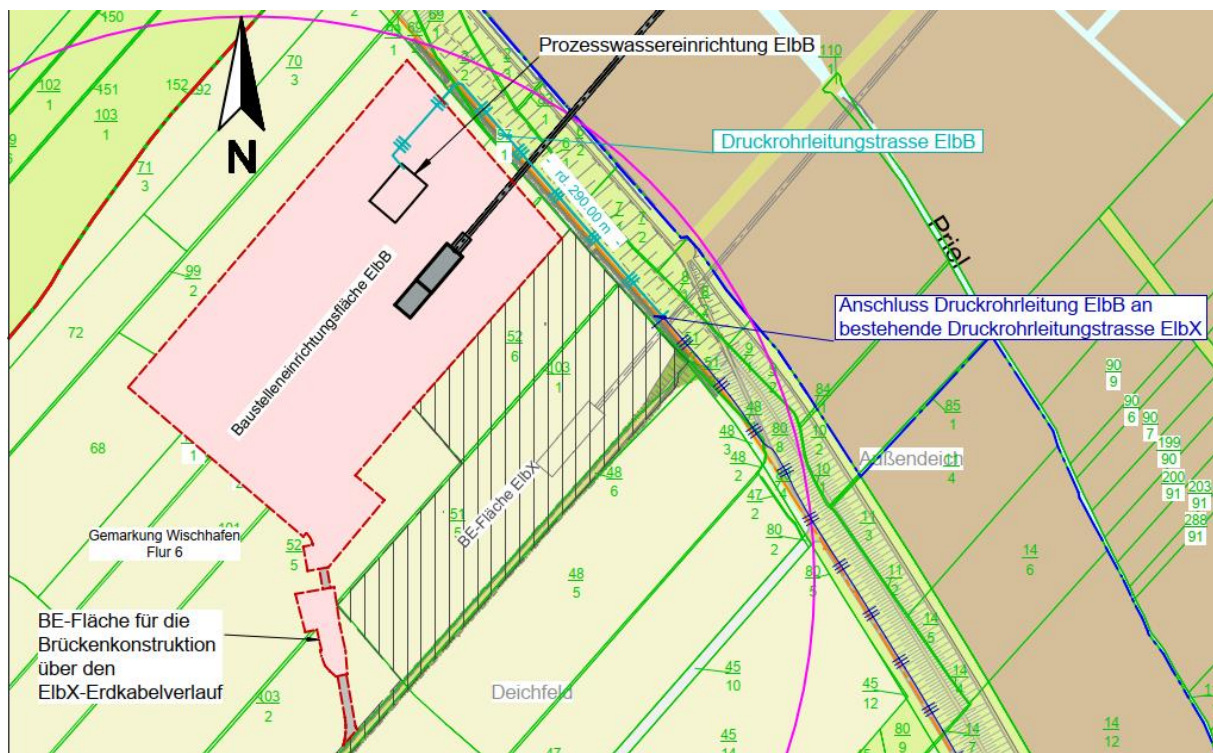


Abb. 3-8: Planausschnitt – Anschluss Druckrohrleitung ElbB an bestehende Druckrohrleitungstrasse ElbX in NI (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser NI)

Im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen ist eine oberirdische Verlegung sowie frostsichere Einschüttung vorzusehen, diese Überschüttung dient gleichzeitig als Anprallschutz.

Der Verlauf der bestehenden Druckrohrleitungstrasse in NI wird im Nachfolgenden zusammengefasst.

Die bestehende Druckrohrleitung wurde ausgehend vom Baufeld Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) im Rohrpflugverfahren oder im offenen Graben hergestellt. Ab dem Anschlusspunkt verläuft die bestehende Druckrohrleitung weiter binnendeichs parallel zur Deichverteidigungsstraße. Entlang des Deiches werden mehrere Gatter und befestigte Auffahrten zu landwirtschaftlichen Flächen gequert. Nach der Deichquerung im HDD-Verfahren verläuft die Leitung parallel zum Treibselweg und quert zunächst den befestigten Auffahrbereich zum Treibselweg sowie anschließend die Glückstädter Straße (B495) sowie der Wohnmobilstellplatz der Elbfähren.

Die Einleitstelle befindet sich zwischen dem Fähranleger Wischhafen und dem Sperrwerk Wischhafen im Bereich des Wohnmobilstellplatzes. Im Nahfeld der Böschung sind Festmachepoller, Beleuchtungsmaste und ein Zugangssteg zum Anlegedalben vorhanden.

Nach Abschluss der Baumaßnahme und Außerbetriebnahme wird die Druckrohrleitung im Deich mit quelfähigem Beton vollständig verdämmt. Der Ansatzpunkt der Deichquerung wurde bei der Herstellung so gewählt, dass er sich im Bereich einer vorhandenen befestigten Feldzufahrt befindet und so größere Aufstandsflächen vorhanden sind. Der geringe Durchmesser und geringe Distanz der Querung machen den Einsatz von kleineren Geräten möglich.

3.7.6 Entnahme- und Einleitbauwerk SH

In SH ist entsprechend der anfallenden Wassermengen bei der „Bewässerung“ und der „Entwässerung“, wie in Kapitel 4.2.13 beschrieben, eine maximale Entnahmemenge von Elbwasser von 8,1 l/s (700 m³/d) und eine maximale Einleitmenge von 19,7 l/s (1.700 m³/d) vorgesehen. Der Unterschied zwischen Entnahme- und Einleitmenge entsteht durch den unterschiedlichen Bedarf zur „Bewässerung“ und „Entwässerung“, durch Zwischenpufferung von Wasser auf der Baustelle und die diskontinuierliche Ausnutzung der Volumenströme.

Das temporäre Entnahme- und Einleitbauwerk unterteilt sich in Entnahmevorrichtung und Einleitvorrichtung und befindet sich in ausreichendem Abstand zum Fahrwasser (ca. 440 m) auf Höhe des Schöpfwerks Hollerwettern in der Elbe (Abb. 3-9). Die Druckrohrleitungen zum und vom Bauwerk in der Elbe wurden nach Abstimmung mit den zuständigen Behörden in ausreichender Tiefe und ausreichendem Abstand (ca. 80 m bei Entnahme und ca. 100 m bei Einleitung) zum Deich verlegt.



Abb. 3-9: Planausschnitt – Übersichtslageplan Entnahme- und Einleitstelle mit Druckrohrleitungstrasse (blau) in SH (vgl. Anhang Teil F5.9, Lageplan Prozesswasser SH)

Um eine Vorzugslösung für das Entnahmebauwerk herauszustellen, wurde im Rahmen des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) eine Alternativenprüfung wie nachfolgend zusammengefasst durchgeführt. Im Ergebnis wurde die Entnahme aus der Elbe mittels Tauchfloß als Vorzugsvariante herausgestellt und im Rahmen der Ausführung des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) hergestellt. Das Tauchfloß und das Einleitbauwerk werden vom ElbB zusammen mit der Druckrohrleitung übernommen und nach Abschluss der Baumaßnahme zurückgebaut.

Bei der Alternativenprüfung wurden die im Nachfolgenden aufgeführten Alternativen betrachtet, wobei das Tauchfloß bereits im Verlauf der behördlichen Vorabstimmungen als eine favorisierte Lösung herausgestellt wurde.

- Alternative 1 Schwimmponton (ausgeschieden)
- Alternative 2 Geschlitzter Rohrpfahl mit Pumpe (ausgeschieden)
- Alternative 3 Tauchfloß

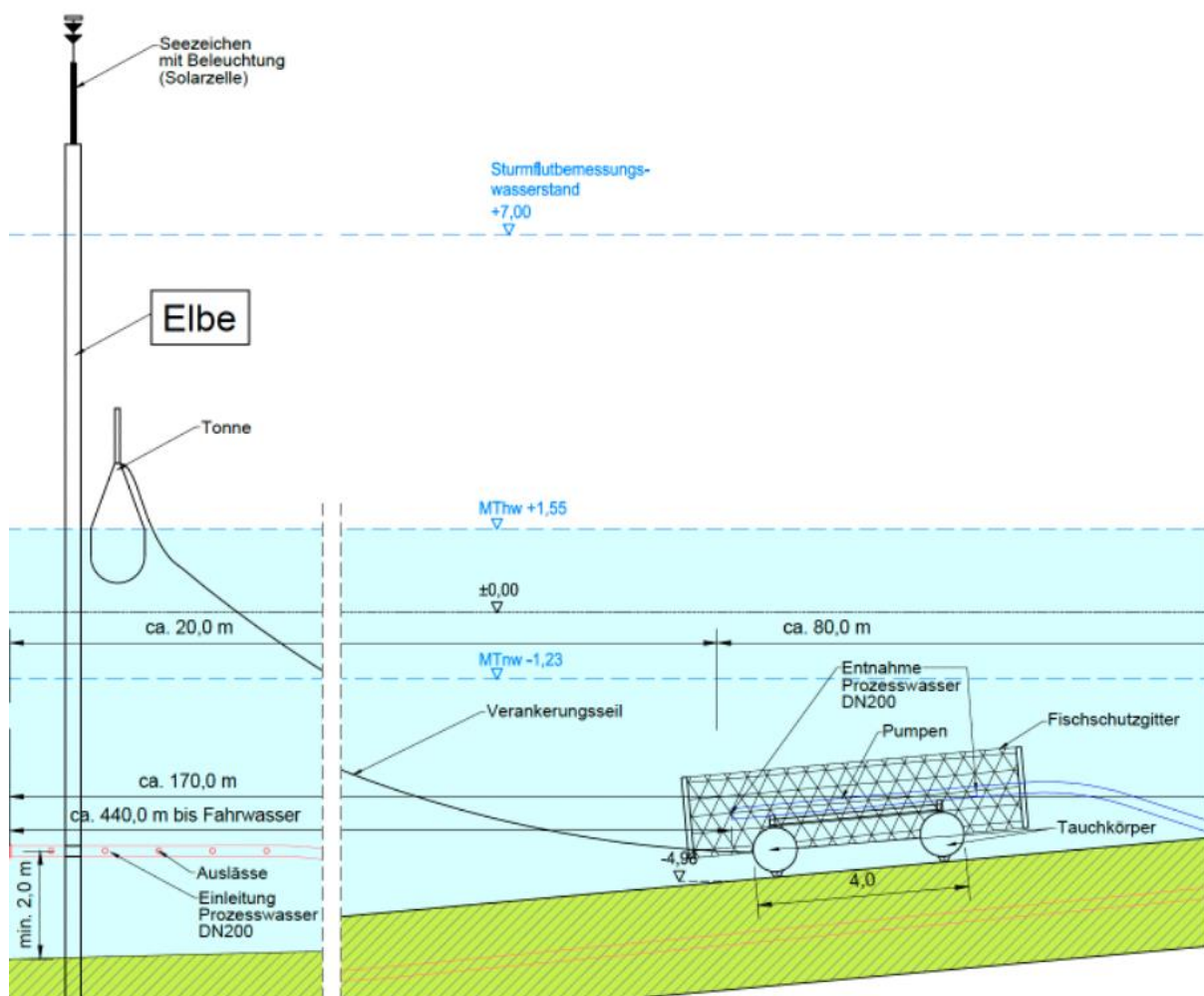


Abb. 3-10: Schnitt des bestehenden Einleitbauwerks in SH (Tauchfloß) (vgl. Teil L06.5, Prozesswasserbericht – BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink)

Das Tauchfloß, repräsentiert eine versenkte Pontonlösung mit Saugleitungen (Abb. 3-10). Es wurde an Land hergestellt und im Rahmen des ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) mittels Installationsgerät auf Position gebracht, abgesenkt, sowie am Elbgrund verankert. Es ist entsprechend der Anforderungen des WSA Hamburg gesichert bzw. gekennzeichnet. Der Ab- und Auftauchvorgang des Tauchfloßes wird über Tauchzellen gesteuert. Die Rohrpumpe wurde zusammen mit einer dünneren Rohrleitung (ca. DN75) von Land aus in das vorab eingespülten Rohr (ca. DN200) eingeschoben, angeschlossen und kann nach Bedarf an Land gewartet werden. Die Saugrohre sind mit einem Fischschutzgitter gesichert.

Die Einleitung und die Leitungslegung in der Elbe entspricht einer Druckrohrleitung mit mehreren Auslässen, die zur Reduzierung von Aufwirbelungen ca. 2 m über den Elbgrund an einem gesicherten / gekennzeichneten Dalben befestigt wurde. Durch diese wird das gereinigte Prozesswasser nach dem Transport in die Elbe eingeleitet. Zur Sicherung der Wasserqualität bei der Entnahme und zum zusätzlichen Schutz von ufernah lebenden Jungfischen erfolgt die Einleitung tiefer im Querschnitt der Elbe als die Entnahme.

Bis auf den Leitungsteil im Bereich der Entnahme- und Einleitöffnungen liegt die Druckleitung in der Elbe in den Elbgrund eingespült (0,5 m Überdeckung), sowie bei Bedarf mit Ketten beschwert. Die Leitungen haben am Übergang zwischen eingespülten und freien bzw. im Deich verlegten Leitungsteilen eine Sollbruchstelle. Die Sicherung der Leitungen gegen beispielsweise Eisgang erfolgt durch einen mechanischen Schutz.

Der Rückbau wird durch den ElbB erfolgen und verläuft analog der Installation innerhalb weniger Tage.

Weitere Erläuterungen zum Entnahme- und Einleitbauwerk sind dem Prozesswasserbericht (Teil G7, Prozesswasserbericht, Kapitel 4) zu entnehmen.

3.7.7 Einleitbauwerk NI

Das bestehende Einleitbauwerk an der Wischhafener Süderelbe in NI befindet sich im Bereich des Wohnmobilstellplatzes Wischhafen an der Fähre. Es handelt sich um ein in der Steinschüttung der Uferbefestigung eingebautes HDPE-Rohr (Abb. 3-11).

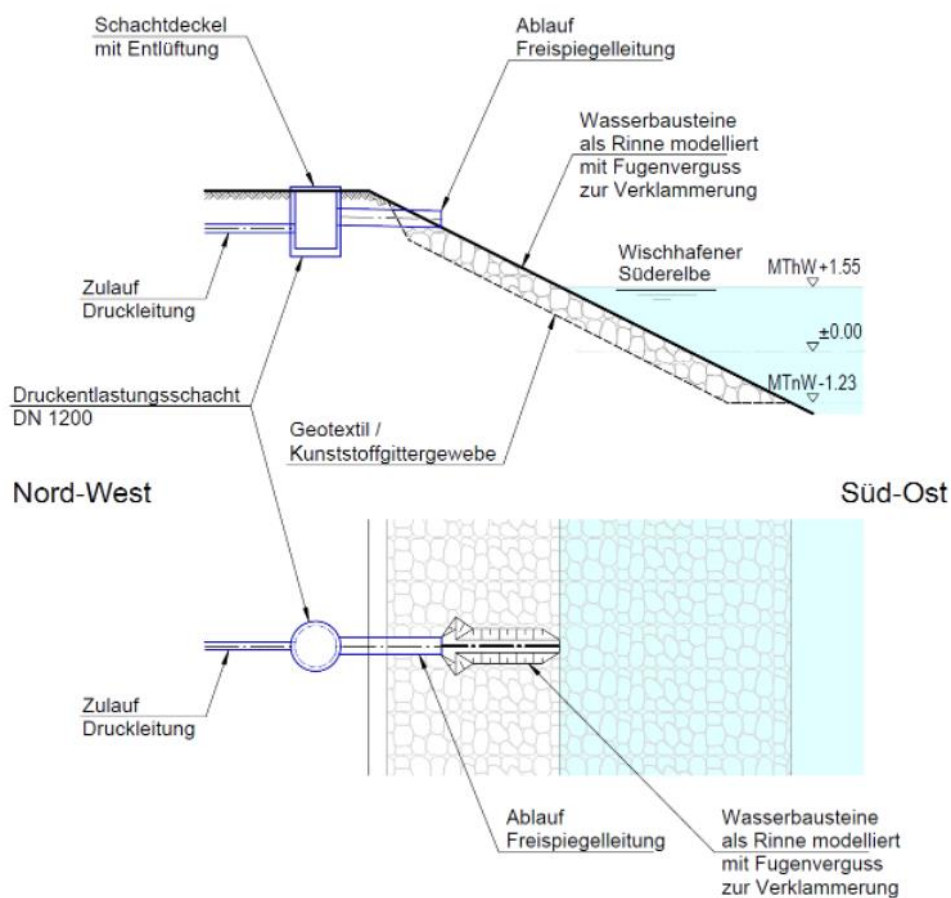


Abb. 3-11: Schnitt des bestehenden Einleitbauwerk in NI (Freispiegelleitung) (vgl. Teil L06.5, Prozesswasserbericht – BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink)

3.7.8 Rückbau der technischen Anlagen zum Wassertransport

Im Rahmen des Planfeststellungsbeschlusses für ElbB sollen sämtliche Auflagen, z.B. die Rückbauverpflichtung auf das Vorhaben ElbB übertragen werden. Der Rückbau der Anlagen ist seitens des ElbB-Projekts umzusetzen. Der Rückbauplan für die einzelnen Teilbauwerke sieht wie folgt aus und wird mit den zuständigen Behörden vorabgestimmt:

SH:

- Im Bereich der Agrarflächen erfolgt ein Rückbau, da die Leitungen oberflächennah liegen und überschüttet sind. (In Abstimmung mit dem Deich- und Hauptsielverband Wilstermarsch)
- Straßenquerung: Hohlraumfrei Verdämmern (In Abstimmung mit den Straßenbaulastträger Kries Steinburg – K41)
- Deichverteidigungsweg, Deich Außendeichs bis Pumpschacht: Ausbauen (In Abstimmung mit dem Deich- und Hauptsielverband Wilstermarsch sowie dem LKN-SH)
- Deichquerung: Ausbauen (In Abstimmung mit dem Deich- und Hauptsielverband Wilstermarsch sowie dem LKN-SH)
- Pumpschacht bis Elbe: Ausbauen (In Abstimmung mit dem WSV)

NI:

- Im Bereich der Agrarflächen erfolgt ein Rückbau, da die Leitung oberflächennah liegt und überschüttet ist. (auf privaten Flächen von Amprion)
- Deichverteidigungsweg, Deichquerung HDD und Außendeich: Hohlraumfrei Verdämmern am Binnendeich und Ausbauen am Außendeich und bei Wegquerungen am Binnendeich (In Abstimmung mit dem NLWKN, dem Deichverband Kehdingen-Oste sowie dem Landkreis Stade: Umweltamt / Abteilung Wasserwirtschaft)
- Querung B 495: Hohlraumfrei Verdämmern - die Druckleitung liegt in einem Hüllrohr unterhalb der B 495 (In Abstimmung mit dem NLSTBV)
- Bis Auslass: Hohlraumfrei Verdämmern, Auslass zurückbauen inkl. Deichwerkerneuerung (In Abstimmung mit dem WSV)

Eine detailliertere Darstellung der einzelnen Maßnahmen und Abschnitte ist den Teilen F.5.9 - „Prozesswasser“ und F6 – „Deichrechtliche Genehmigungen, Zulassungen und Befreiungen“ zu entnehmen

4 Arbeits- und Bauablauf

4.1 Bauvorbereitende Maßnahmen

4.1.1 Baugrunduntersuchung

4.1.1.1 Allgemein

Während der Grundlagen- und der Entwurfsplanung wurde der Baugrund im Bereich der geplanten Trasse des Querungsbauwerks ElbB untersucht, um anhand der Baugrundaufschlüsse und genauerer Kenntnis der Grundwasserverhältnisse die Auswahl der möglichen Bauverfahren und die Bemessung der Bauteile zu ermöglichen. Das geotechnische Gutachten ist als Teil G1 der Planfeststellungsunterlage beigelegt.

Im Bereich der Elbe wurden die Aufschlüsse aus der Kampagne für das Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) herangezogen, da der Tunnel für das Vorhaben 48 hier in einem engen Abstand zum Tunnel ElbX liegt.

Im ca. 900 m breiten schlickigen Wattbereich der Elbe – östlich angrenzend an das Naturschutzgebiet des Allwördener Außendeichs, bzw. des Brammer Sandes – war es aus technischen Gründen nicht möglich, ausreichend tiefe Baugrundaufschlüsse abzuteufen. Der Bereich lag zwar bei Ebbe trocken, der Boden war aber aufgrund seiner überwiegend breiigen Konsistenz nicht befahrbar. Bei Flut war das Watt nur kurzzeitig bis ca. 1 m hoch mit Wasser bedeckt. Diese Wasserüberdeckung war für den Einsatz einer Bohrplattform oder eines Wasserfahrzeugs nicht ausreichend. Auch im ca. 350 m breiten Außendeich- und Wattbereich in Wewelsfleth war aus diesen Gründen das Abteufen ausreichend tiefer Baugrundaufschlüsse nicht möglich.

4.1.1.2 Baugrundaufbau

Auszug aus dem geotechnischen Gutachten, Teil G1 der Planfeststellungsunterlage:

Der geplante Elbquerungsbereich liegt vollständig in der Elbmarsch. Diese ist oberflächennah vor allem durch die Ablagerungen der Nacheiszeit (Holozän) und den Einfluss der Menschen (u. a. Deichbau, Landgewinnung, Entwässerungsmaßnahmen, Elbfahrwasservertiefung) geprägt.

Darunter lagern Sedimente aus unterschiedlich alten Phasen der Eiszeit (Pleistozän). Unmittelbar unterhalb der holozänen Sedimente stehen die weichselzeitlichen Ablagerungen des Elbeurstromtales an.

Darunter lagern örtlich saalezeitliche Ablagerungen in Erosionsresten sowie elsterzeitliche Ablagerungen in flächenhafter Verbreitung.

Unterhalb der eiszeitlichen Ablagerungen stehen marine Ablagerungen des Tertiärs aus dem Miozän an.

Die geplante Elbquerung liegt oberhalb der Salzstruktur Hemmoor-Hamelwörden-Krempe, die in Hemmoor (Niedersachsen) und in Itzehoe-Lägerdorf (Schleswig-Holstein) bis nahe an die Geländeoberfläche hinaufreicht. Unterirdische Auslaugungserscheinungen mit Erdfällen sind im Bereich des Untersuchungsgebietes nicht bekannt.

Aus den Ergebnissen der ausgeführten Baugrundaufschlüsse und den Angaben der geologischen Fachliteratur ergibt sich folgender genereller Baugrundaufbau im Bereich der Elbquerung südlich von Freiburg (Elbe):

- Künstliche Auffüllungen im Bereich der Elbdeiche, der Straßen und Wege (Schicht Nr. 1)
- Holozäne Ablagerungen der Elbmarsch bestehend aus organischen Weichschichten (Klei und örtlich Torf, im Wattbereich der Elbe Schlick (junger Klei)), Wattsand, Wechsellagerung aus Klei und Wattsand sowie Flusssand, flächendeckend, in der Fahrwasserrinne teilweise ausgebaggert. (Schicht Nr. 2 (Klei), Schicht Nr. 3 (Torf), Schicht Nr. 4 (Klei und Wattsand), (Schicht Nr. 5 (Wattsand, locker gelagert), Schicht Nr. 6 (Flusssand und Sande, mitteldicht gelagert))
- Weichselzeitliche Ablagerungen des Elbe-Urstromtales bestehend aus Fluss- und Schmelzwassersanden mit Kieseinlagerungen sowie basalem Kies mit Steineinlagerungen und Steinsohle, flächendeckend vorkommend. (Schicht Nr. 7)
- Saalezeitliche Grundmoräne (Geschiebemergel) und Schmelzwassersande, örtlich in Erosionsresten vorhanden. (Schicht Nr. 8)
- Elsterzeitliche Beckenablagerungen (Lauenburger Schichten) aus Beckenschluff und Beckenton mit Feinsandlagen und schluffigen Feinsanden in Wechsellagerung, flächendeckend vorkommend, sowie ältere elsterzeitliche Grundmoräne (Geschiebemergel), Fluss- und Schmelzwassersande mit Kieseinlagerungen, örtlich auf der schleswig-holsteinischen sowie auf der niedersächsischen Seite unterhalb der Lauenburger Schichten aufgeschlossen. (Schicht Nr. 9 (Beckenschluff und Beckenton), Schicht Nr. 10 (Feinsand))
- Miozäne Meeresablagerungen (Glimmerton) wurden nur beim Zielschacht auf der niedersächsischen Seite aufgeschlossen. (Schicht Nr. 11)

4.1.1.3 Wasserverhältnisse

Auszug aus dem geotechnischen Gutachten, Teil G1 der Planfeststellungsunterlage:

Oberflächen- und Elbwasser

Der Klei ist gering wasserdurchlässig. An der Geländeoberfläche kann sich daher auf dem Klei nach langanhaltenden Niederschlägen Stauwasser bilden.

In den binnendeichs landwirtschaftlich genutzten Flächen wird das Oberflächenwasser/ Stauwasser durch die vorhandenen Entwässerungssysteme aus kleinen und großen Gräben (Wettern, Fleete) gesammelt und den Pumpstationen/Schöpfwerken in Hollerwettern (Schleswig-Holstein) bzw. Freiburg (Niedersachsen) zugeführt. Diese leiten das Wasser direkt bzw. über den Freiburger Hafenriel in die Elbe.

Oberflächenwasser des Außendeichgeländes Brammer Sand fließt über Gräben und Priele zur Elbe.

Der Wasserstand in der Elbe ist tideabhängig. Nach den Aufzeichnungen der dem Untersuchungsgebiet (bei Elbkilometer 680) nächstgelegenen Pegelstationen Glückstadt (rd. Elbkilometer 674) und Brokdorf (rd. Elbkilometer 684) sind nachfolgend genannte mittlere Tidehoch- und Tideniedrigwasserstände (MThw, MTnw) der 10-Jahresreihe vom 01.11.2010 bis 31.10.2020 und höchste bzw. niedrigste Tidewaterstände (HThw, NTnw) ermittelt worden.

Glückstadt:

- HThw NHN +5,28 m
- MThw NHN +1,59 m
- MTnw NHN -1,28 m
- NTnw NHN -3,26 m

Brokdorf:

- HThw NHN +5,07 m
- MThw NHN +1,52 m
- MTnw NHN -1,28 m
- NTnw NHN -3,26 m

Bei Sturmfluten mit extremem Hochwasser sind alle Landflächen zwischen den Elbehauptdeichen überflutet. In der Elbe kann sich dann eine bis ca. 27 m hohe Wassersäule über der Elbsohle ausbilden.

Grundwasserverhältnisse

Die holozänen Watt- und Flusssande, die weichselzeitlichen Sande und Kiese, die saalezeitlichen Sande sowie die elsterzeitlichen Becken- und Schmelzwassersande sind wasserleitfähig. Sie enthalten Grundwasser.

Klei, Torf, Geschiebemergel, Beckenschluff und Beckenton (Lauenburger Ton) sowie der Glimmerton sind gering wasserdurchlässig.

Weil in den Baugrundaufschlüssen im Fahrrinnenbereich kein Schlick angetroffen wurde, steht die Elbe über den Bereich der ausgebaggerten Fahrrinne in hydraulischer Verbindung mit den

holozänen Sanden. Von diesen bestehen hydraulische Verbindungen zu den weichsel-, saale- und elsterzeitlichen Wasserleitern.

Um Aufschluss über die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurden die Grundwassermessstellen errichtet und mit Pegelmessern ausgestattet, zudem wurden die Pegelmessungen vom benachbarten Projekt SuedLink ausgewertet. Die Grundwasserstände geben phasenverzögert und mit stark gedämpfter Amplitude die Schwankungen der Elbtide wieder, da sie sich in einer Entfernung von ungefähr 200 m bis 600 m in Schleswig-Holstein und von ungefähr 800 m bis 1000 m in Niedersachsen vom Elbufer befinden.

4.1.2 Kampfmittelräumung

4.1.2.1 Schleswig-Holstein

Der Bereich der BE-Fläche einschließlich der Baugrube ist kampfmittelfrei. Eine entsprechende Freigabe der Kampfmittelfreiheit wurde durch einen öffentlich bestellten Sachverständigen erteilt.

4.1.2.2 Niedersachsen

Der Bereich der BE-Fläche einschließlich der Baugrube ist kampfmittelfrei. Eine entsprechende Freigabe der Kampfmittelfreiheit wurde durch einen öffentlich bestellten Sachverständigen erteilt.

4.1.3 Baufeldvorbereitung

Die Baustelleneinrichtungsflächen befinden sich auf schleswig-holsteinischer als auch niedersächsischer Seite im Bereich der Elbmarsch. Dieses Gebiet zeichnet sich Oberflächen- nah durch weiche, bindige Böden mit geringer Tragfähigkeit sowie einer hohen Wassersättigung aus. Die Baugrunduntersuchungen bestätigten dies und ergaben auf beiden Elbseiten einen Bodenaufbau bestehend aus organischen Weichschichten wie Klei und Torf, welche gering wasserdurchlässig sind. Infolge länger anhaltenden Niederschlags staut sich Wasser auf der Geländeoberfläche. In Kombination mit dynamischen Belastungen, beispielsweise ausgelöst durch Befahren der Flächen mit schweren Geräten, können die Böden in einen breiigen Zustand übergehen.

Zur Errichtung einer witterungsbeständigen Baustelleneinrichtungsfläche sind vorbereitende Maßnahmen mit einer ausreichenden Flächenbefestigung erforderlich.

Die Baustelleneinrichtungsflächen werden mittels Baustraßen erschlossen, welche an die bereits hergestellten Baustellenzufahrten des Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) anschließen. Ferner werden die Baufelder sachgerecht vom Bewuchs befreit. Die

Mutterböden werden abgetragen und gem. den Vorgaben der Bodenbaubegleitung für die Bauzeit auf die dafür vorgesehenen Flächen zwischengelagert:

Zur Befahrbarkeit der unbefestigten Flächen werden Lastverteilungsplatten ausgelegt. Des Weiteren erfolgt der Oberbodenabtrag mit Baggern oder Raupen mit Moorkettenlaufwerk. Diese Arbeiten werden ausschließlich bei trockenen Bodenverhältnissen durchgeführt.

Anschließend wird als Trennlage eine Geokunststoffbewehrung ausgelegt und hierauf eine rd. 50 cm Kies-Schotter-Tragschicht profiliert und verdichtet eingebaut. Die benannten Arbeiten erfolgen abschnittsweise auf den Baufeldern, sodass der Unterboden möglichst kurzzeitig frei liegt. Ein Regelquerschnitt kann der folgenden Abbildung entnommen werden, wobei die Herstellung der Baustraße erst in Bauphase 2 erfolgt (Siehe 4.2.2 und 4.2.3).

Ferner wird der Bereich der künftigen Baugrube mittels Einbringen von Vertikaldrains und einer Bodenaufschüttung (benannt als „Warft“) vorbereitet.

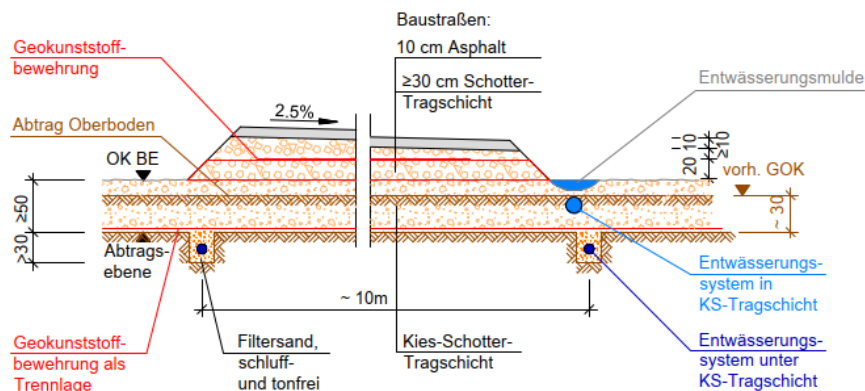


Abb. 4-1: Regelquerschnitt Baufeldvorbereitung

Auf dem gesamten, aktiven Baufeld wird, unter Berücksichtigung hinnehmbarer Setzungen, mit Hilfe dieser Flächenbefestigung eine Tragfähigkeit von $q \leq 40 \text{ kN/m}^2$ erreicht. In Bereichen höherer Lastkonzentrationen (z.B. Unterbodenlager) werden höhere Setzungen in Kauf genommen oder im Bereich von Setzungssensitiven Flächen (z.B. im Aufstellbereich der Mörtelmischanlage oder der Turmdrehkräne nahe der Baugrube) werden Fundamentplatten aus Stahlbeton hergestellt, die z.T. durch Tiefgründungen (z.B. aus Bohrpfähle) ergänzt werden. Die Ausführung der zusätzlichen Gründungsmaßnahmen ist abhängig von den gewählten Geräten und den damit einhergehenden Lasten und werden im Rahmen der späteren Ausführungsplanung durch den Bauauftragnehmer näher spezifiziert. Setzungen infolge der Unterbodenlager können nach Fertigstellung der Baumaßnahme, jedoch vor dem Auftragen des Oberbodens, ausgeglichen werden.

4.1.4 Archäologische Prospektion

Die im Rahmen der Planung durchgeführte Begutachtung der Bodendenkmalpflege und der möglichen Baudenkmäler wurde im Teil G8 erstellt. Die Begutachtung ergab, dass in den

Bereichen der Baustelleneinrichtungsflächen keine Verdachtsflächen bestehen und somit keine Funde erwartet werden.

4.1.5 Bodenschutz und Bodenmanagement

4.1.5.1 Allgemein

Für den Bau des Querungsbauwerks ElbB sind die Bauflächen in SH und NI entsprechend den Ausführungen in dem zugehörigen Teil G2 vorzubereiten, um einen ausreichend tragfähigen Untergrund für die geplanten Bautätigkeiten zu erhalten. Im Rahmen dieser Baufeldvorbereitung, aber auch während des weiteren Bauablaufs werden Tiefbauarbeiten notwendig, die bodenschonend umgesetzt werden sollen. Es wurde daher eine bodenkundliche Beweissicherung sowie die Erarbeitung eines Bodenschutzkonzeptes in Auftrag gegeben, mit dem Ziel, die Belange des Bodenschutzes im Rahmen der Baumaßnahme vorab zu bewerten und durch eine Optimierung der Abläufe negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu minimieren.

Im Folgenden wird auf den Umfang, die maßgeblichen Ergebnisse, sowie die sich daraus ableitenden erforderlichen Maßnahmen eingegangen. Das vollständige Bodenschutzkonzept kann dem zugehörigen Teil G2 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

Im Rahmen der Voruntersuchung zur Erstellung des Bodenschutzkonzeptes wurden eine Bodenkartierung sowie eine bodenkundliche Beweissicherung durchgeführt. Die vorhandenen Bodendaten wurden analysiert sowie Vorerkundungen ausgewertet. Weiterhin wurden in den Bereichen, in denen tiefbauliche Maßnahmen geplant sind, die bodenkundlichen Erkundungen und Sondierungen in Form von Bodenschürfen und Handbohrungen ergänzt, um im Ergebnis Empfehlungen zur Bodentrennung, Verdichtungsempfindlichkeit und Befahrbarkeit auszusprechen. Auch erfolgte eine Auswertung der Datenlage der Baugrundhauptuntersuchung. Die dabei berücksichtigten Baufeldbereiche (rot schraffiert) können der Abb. 4-2 entnommen werden.

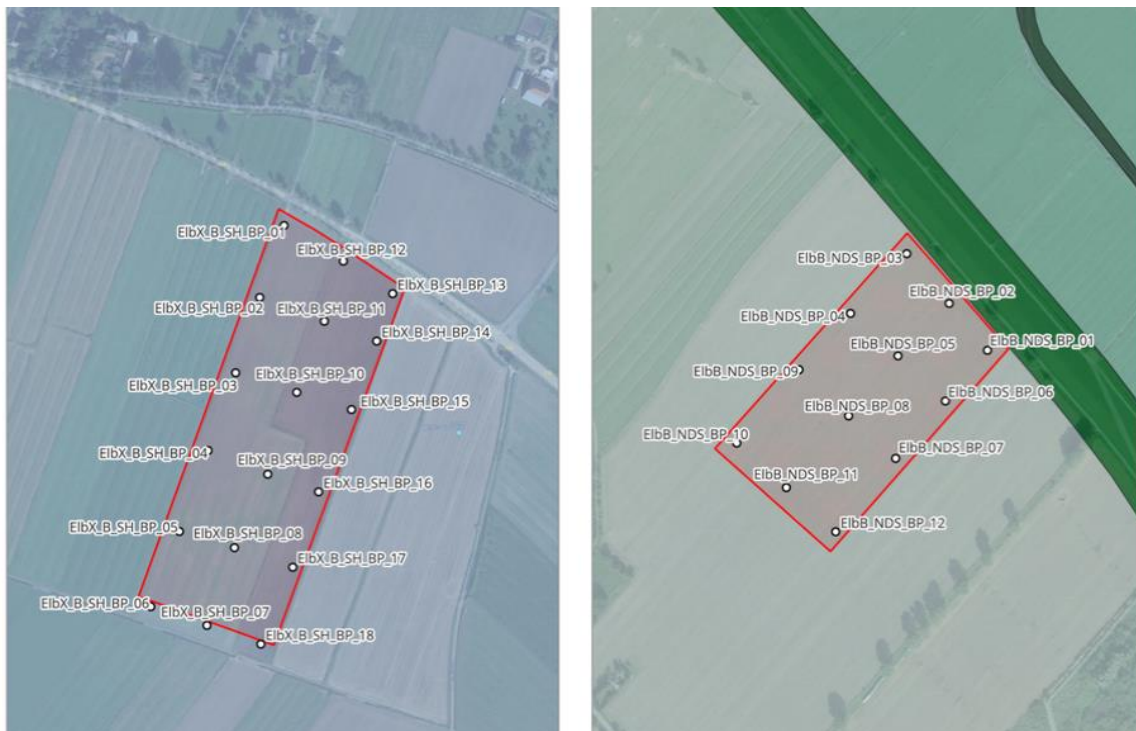


Abb. 4-2: Geologische Übersichtskarte (Anlage 1 – G2 Bodenschutzkonzept),
Links: Baufeld SH, Rechts: Baufeld NI

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden im Teil G2 getrennt für die beiden Elbseiten aufgeführt. Grundsätzliche Angaben bzgl. der Geologie und Hydrogeologie können dem Kapitel 4.1.1 entnommen werden.

4.1.5.2 Erforderliche Maßnahmen

Grundsätzlich weisen die in beiden Baufeldern (SH und NI) vorliegenden, locker gelagerten Marschböden eine sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Insbesondere der wenig aggregierte und durch hohe Wassergehalte gekennzeichnete, grundwassernahe Unterboden (Gro- und Gor-Horizonte) besitzt besonders geringe Eigenstabilitäten. Dahingegen variiert die Eigenstabilität in dem aufliegenden Go-Horizont im Jahresverlauf erheblich und kann zwischen sehr gering und hoch liegen. Hohe externe Spannungseinträge in diese Böden müssen somit unbedingt auf den Oberboden und oberen Unterboden (Go-Horizont) beschränkt bleiben.

Auf Grundlage der oben aufgeführten Erkenntnisse wurden die folgenden Hauptmaßnahmen des Bodenschutzkonzeptes für die Bauphasen inklusive der Abschlussarbeiten des Baus abgeleitet. Diese dienen der Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens sowie seiner natürlichen Funktionen:

- Durchführung eines umfassenden Boden- und mineralischen Abfallmanagements
- Das konsequente Umsetzen des Boden- und Abfallmanagements stellt sicher, dass vorhandene Aushubböden bodenschonend entnommen und zwischengelagert werden sowie Beschränkungen von Überlagerungsdrücken eingehalten werden. Ferner regelt das

Bodenmanagement die fachgerechte Wiederverwertung von unbelasteten Böden sowie die Entsorgung belasteter Böden.

- Befestigung der Arbeitsflächen / Begrenzung des Bodendrucks
- Vor Durchführung der Hauptbaumaßnahmen erfolgt die Errichtung einer großflächigen, befestigten Arbeitsfläche (siehe Kapitel 4.1.3). Zum Schutz vor schadhafte Bodenverdichtungen erfolgen daher jegliche Bauarbeiten grundsätzlich von befestigten Bauflächen aus oder unter Einsatz von Stahl- bzw. Baggermatratzen. Zur Errichtung der befestigten Flächen werden ausschließlich Kettenbagger /Seilzugbagger mit begrenztem Bodendruck (Moorkettenlaufwerke, < 55 kPa) eingesetzt.
- Erstellung eines Maschinenkataster
- Zur Gewährleistung bodenschonender Befahrungen abseits der befestigten Wege wird in Zusammenarbeit mit der bodenkundlichen Baubegleitung ein Maschinenkataster erstellt. Hierbei werden die eingesetzten Fahrzeuge in Bezug auf ihre Verdichtungsgefährdung eingestuft, Einsatzgrenzen bei verschiedenen Witterungsszenarien definiert und erforderliche Maßnahmen abgeleitet. Je Baufeld erfolgt ein Monitoring bzgl. der Bodenfeuchte und die Erfassung der aktuellen Niederschlagshöhe. Dies dient als Entscheidungsgrundlage, ob ein Fahrzeug bei den aktuell vorliegenden Witterungs- bzw. Bodenfeuchteverhältnissen eingesetzt werden kann bzw. Böden umlagerungsfähig sind.
- Vermeidung von Erosion
- Zur Vermeidung von Erosion werden die bauzeitlichen Bodenlager als auch die nach Abschluss der Baumaßnahme rekultivierten Böden mittels schnell wachsender Ansaat begrünt.
- Besonderer Umgang belasteter Böden:
Sowohl schadstoffbelastete als auch sulfatsaure Böden werden nach fachgerechten Anforderungen behandelt. Während des Aushubs werden potenziell belastete Böden mittels insitu HCl-Schnelltests oder Oxidationsversuchen und der Bestimmung der Säureneutralisationskapazität gem. der Geofakten 25 untersucht. Belastete Böden werden separat gelagert sowie vom anstehenden Boden mittels Lagerung auf versiegelten Flächen getrennt. Generell erfolgt die Vorgehensweise mit belasteten Böden in Zusammenarbeit und enger Abstimmung mit der jeweils zuständigen Unteren Bodenschutz- und Abfallbehörde.
- Überwachung von mineralischem Fremdmaterial
- Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Drainagen
- Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen
Die Lagerung von boden- und wassergefährdenden Stoffen (z.B. Treibstoffe) erfolgt ausschließlich in dichten, fachgerechten Behältern mit überdachter Auffangwanne. Es werden gesonderte Betankungs-, Wartungs- und Reparaturplätze hergerichtet, an denen Bindemittel vorzuhalten sind.
- Beweissicherung
- Wiederherstellung

- Rekultivierung, ggf. Melioration und Folgebewirtschaftung
Nach Wiederherstellung der Flächen erfolgt zeitnah eine Rekultivierung mit einer für den beeinträchtigten Boden bestmöglich fördernden Saadmischung. Siehe dazu auch Kapitel 4.2.14.

Die gesamte Baumaßnahme wird durch eine bodenkundlichen Baubegleitung begleitet und überwacht. Diese stellt die konsequente Umsetzung des Bodenschutzkonzeptes sicher. Dabei werden die oben aufgeführten Maßnahmen streng kontrolliert. Ferner begleitet und berät die bodenkundliche Baubegleitung den Bauprozess in jeder Phase. In Zusammenarbeit mit der bodenkundlichen Baubegleitung werden die Boden- und Gewässerschutzpläne erstellt und mit den zuständigen Behörden abgestimmt. Der sachgerechte Maschineneinsatz wird kontrolliert sowie vorab das Maschinenkataster erarbeitet. Zum Abschluss der Baumaßnahme werden seitens der bodenkundlichen Baubegleitung Empfehlungen zur sachgerechten Rekultivierung sowie zur Folgebewirtschaftung ausgesprochen. Ferner erfolgt die Dokumentation aller, den Bodenschutz betreffenden Themen seitens der bodenkundlichen Baubegleitung.

4.1.6 Weitere bauvorbereitende Maßnahmen

4.1.6.1 Brückenprüfung

Für das Projekt ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) wurden zwei Brücken zwischen der Peterswerft und dem Baugelände vorab statisch nachgewiesen. Aufgrund der langen Kabel (ca. 5.600 m) überschritten die Transporte das zulässige Gesamtgewicht für die Brückenüberfahrten.

Für das Vorhaben ElbB werden wegen der im Tunnel einzubauenden Muffen Sonderkabelängen von ca. 1.800 m eingebaut, die mit straßenzugelassenen Schwertransportern (Kesselbrücken- oder Plateaufahrzeuge) transportiert werden.

Die Baugelände in SH und NI für ElbB sind durch das Straßennetz sehr gut erreichbar, eine Brückenprüfung wird daher voraussichtlich nicht erforderlich. Eine abschließende Überprüfung dazu erfolgt im Rahmen der VEMAX-Anträge für die Schwertransporte (Kabel, TBM).

4.1.6.2 Baustrom

Der erforderliche Baustromanschluss für das Baufeld in Niedersachsen (0,4 kV; 1.600 kW) wird von EWE AG zur Verfügung gestellt.

Der erforderliche Baustromanschluss für das Baufeld in Schleswig-Holstein unterteilt sich in den Bedarf für die Tunnelbohrmaschine (20 kV; 7.000 kW), sowie die übrige Baustromversorgung (0,4 kV; 500 kW) und wird von der Schleswig-Holstein Netz AG zur Verfügung gestellt.

4.2 Bauablauf Querungsbauwerk ElbB

4.2.1 Gesamtbauablauf

Die Herstellung des Querungsbauwerks ElbB liegt für das Vorhaben Nr. 48 aufgrund der erforderlichen Bauzeit auf dem kritischen Projektpfad. Der Gesamtbauablauf wurde daher bauzeitoptimiert geplant. Die Bautätigkeiten werden parallel in SH und NI durchgeführt, wobei der Fokus zunächst auf dem Baufeld in SH liegt, da von hier aus der Tunnelvortrieb beginnt und die Bauzeit maßgeblich bestimmt.

Der nachstehend beschriebene Bauablauf ist anhand verschiedener Randbedingungen wie Einhaltung einer vorgesehenen Gesamtbauzeit, wirtschaftlichen Betrachtungen sowie bautechnische und bauverfahrensbedingte Überlegungen entwickelt worden. Die Darstellung hat allerdings modellhaften Charakter, weil nicht auszuschließen ist, dass infolge von Sondervorschlägen Veränderungen eintreten. Solche wären allerdings für die mit diesen Antragsunterlagen dargestellten Auswirkungen ohne Belang.

Der Bauablauf beginnt auf beiden Baufeldern mit den Baufeldvorbereitungen, um das Baufeld ausreichend tragfähig und befahrbar zu machen, sowie die bauzeitliche Entwässerung herzustellen. Im Anschluss erfolgt auf beiden Elbseiten die Baustelleneinrichtung.

Sobald die Baustelleneinrichtungen abgeschlossen sind, werden die Baugruben inkl. dem Hochwasserschutz auf beiden Elbseiten erstellt. Danach erfolgt in SH die Einrichtung des Tunnelvortriebs und die Phase der Tunnelanfahrt. Bis die Tunnelbohrmaschine (TBM) vollständig in den Baugrund eingefahren ist, wird in SH die gesamte Baugrubenlänge von ca. 53 m (Bereich 1) für den Tunnelvortrieb genutzt.

Ab dem Zeitpunkt, zu dem die TBM vollständig in den Baugrund eingefahren ist, wird die Baugrube im rückwärtigen Bereich von der Tunnelbaueinrichtung geräumt und mit der Herstellung des Schachtbauwerks begonnen. Der Tunnelvortrieb wird gleichzeitig durch den vorderen Teil der Baugrube versorgt, so dass Tunnel und Schachtbauwerk parallel errichtet werden können. Dieses Vorgehen reduziert die Bauzeit erheblich, da alternativ zunächst der Tunnelbau abgeschlossen werden müsste, bevor mit dem Schachtbauwerk begonnen werden könnte. Die Bereiche innerhalb der Baugrube für den Tunnelvortrieb und die Erstellung des Schachtbauwerks werden aus arbeitssicherheitstechnischen Gründen durch eine Sicherheitszone getrennt. In diesem Bereich erfolgt zudem der Zugang zur Baugrube und den jeweiligen Baubereichen.

In Niedersachsen wird mit der Herstellung des Schachtbauwerks begonnen, sobald die Baugrube fertiggestellt ist. Auch hier weist die Baugrube eine zusätzliche Länge auf. In den zunächst nicht genutzten Teil der Baugrube kann die TBM einfahren und auch geborgen werden. Die parallele Erstellung des Schachtbauwerks in NI zum Tunnelvortrieb bringt hier ebenso den zeitlichen Vorteil zur Alternative, zunächst den Tunnelvortrieb vollständig abzuschließen. Auch

hier ist analog zu SH eine Sicherheitszone zwischen den unterschiedlichen Baubereichen (Schachtbauwerk und Tunnel) vorgesehen.

Im Zuge der Herstellung der Schachtbauwerke in NI und SH werden auch die Muffenbauwerke (Baugrubenbereich 2) und der Rohbau der Zugangsgebäude (auf dem Schachtbauwerk) errichtet und im Anschluss die Ausbauarbeiten, sowie die Installation der technischen Gebäudeausrüstung begonnen.

Nach Abschluss des Tunnelvortriebs und Bergung der TBM wird der Tunnel von innen mit Laufebene und der TGA ausgerüstet und die Tunnel in offener Bauweise (Lückenschluss zwischen Vortriebstunnel und Schachtbauwerk) erstellt. In dieser Phase wird der bauzeitliche Hochwasserschutz zurück gebaut und als Abschluss die Baugruben oberhalb der Tunnel in offener Bauweise verfüllt, sowie das oberirdische Betriebsgebäude fertiggestellt.

Der Kabeleinzug der Systemkabel in das Querungsbauwerk ElbB erfolgt, sobald die technische Gebäudeausrüstung, inkl. der Sicherheitstechnik im Tunnel installiert ist und in Betrieb genommen wurde. Es erfolgt dann der Einzug der drei Kabel sowohl von der schleswig-holsteinischen als auch von der niedersächsischen Seite aus.

Nachlaufend werden die ankommenden Systemkabel aus den Kabelgräben über das Baufeld verlegt und im Bereich der Muffenbauwerke an die Systemkabel des Querungsbauwerks angeschlossen.

Abschließend wird das Betriebsgelände erstellt und die Betriebszufahrt finalisiert.

Die detaillierte Beschreibung der Bauabläufe einzelner Phasen wird in den Folgekapiteln dargestellt.

Zu den Bauphasen wurde ein Sicherheits- und Gesundheitskonzept erstellt, dieses kann dem Teil F1.5 entnommen werden.

4.2.2 Baustelleneinrichtung SH

Die Baustelleneinrichtung in SH erfolgt in sechs Bauphasen und folgt somit den Anforderungen der laufenden Bautätigkeiten. Die folgenden textlichen Ausführungen sind im Teil F1.1.3.5 „Phasenpläne BE-Fläche SH“ visualisiert.

Die Baustelleneinrichtungsfläche weist eine Größe von ca. 100.550 m² auf, darin enthalten sind ca. 20.000 m² Unterbodenlager. Der Flächenbedarf neben den Bodenlagerflächen richtet sich nach den Anforderungen der Baustelleneinrichtung für die Baugrubenerstellung und den Tunnelvortrieb sowie die allg. erforderlichen Flächen für Anlieferung, Wartezonen, Parkplätze, Baubüros, Sanitäranlagen und Wasseraufbereitung.

In der **Bauphase 1** wird zunächst die Baufeldvorbereitung durchgeführt, um die Befahrbarkeit des Baufeldes, eine ausreichende Tragfähigkeit sowie die bauzeitliche Entwässerung zu erreichen. Ferner wird der Bereich der künftigen Baugrube mittels Einbringen von Vertikaldrains und einer Bodenaufschüttung (benannt als „Warft“) vorbereitet.

In der **Bauphase 2** werden die Baustraßen soweit möglich errichtet sowie eine Reifenwaschanlage mit Absetzbecken und Auffangbehälter für Schmutzwasser installiert. Für den Straßenbau wird eine Schottertragschichtlage ($d = 20 \text{ cm}$) mit einer geokunststoffbewehrten Um-mantelung vorgesehen. Darauf wird eine weitere mindestens 10 cm dicke Schotterdeckschicht vorgesehen. Durch die oberste Schotterdeckschicht wird auch die erforderliche Querneigung von $2,5 \%$ hergestellt. Aufgrund der zu erwartenden Verkehrsbelastung und der daraus resultierenden Setzungen wird der bituminöse Oberbau ($d = 10 \text{ cm}$) erst im weiteren Verlauf der Maßnahme nach entsprechendem Nachschottern aufgetragen. Ferner wird neben der Baustraße eine Entwässerungsmulde sowie eine darunter verlaufende Drainageleitung mit erforderlichen Drainageschächten zum gezielten Abpumpen und Weiterleiten des Oberflächenwassers zum Regenrückhaltebecken hin errichtet. Neben der Baustraße sind nach Wahl des Bauunternehmers zusätzlich Fußwege abgetrennt zur Fahrbahn auszuweisen.

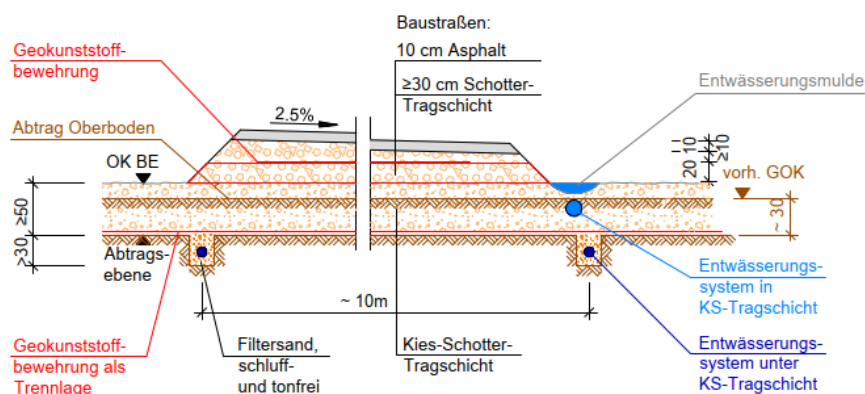


Abb. 4-3: Regelquerschnitt Baufeldvorbereitung

Weiterhin werden Tiefgründungen in den Bereichen erstellt, in denen Komponenten der Baustelleneinrichtung nicht auf der Fläche der Baufeldvorbereitung gegründet werden können. Dies können z.B. eine Fläche für die Prozesswassereinrichtung oder die spätere Separationsanlage sein. Ferner sind die Bereiche der Bodenlager zu betonieren, um ein gezieltes Sammeln des Oberflächenwasser in auszuführenden Sammelpunkten zu erreichen. Eine genaue Ermittlung des Bedarfs, der Größe und Bauart der Gründung und der genauen Örtlichkeit der Aufstellung wird im Rahmen der Ausführungsplanung des Bauunternehmens bestimmt.

Ebenfalls wird das bauzeitliche Regenrückhaltebecken inklusive zugehöriger Reinigungsanlagen erstellt und das bauzeitliche Entwässerungssystem für das Oberflächenwasser angeschlossen.

In der **Bauphase 3** erfolgt zunächst die Aufstellung/ Errichtung der allg. Baustelleneinrichtung (Baubüros, Sanitäranlagen, Parkplätze). Anschließend folgt die Baustelleneinrichtung für die

Herstellung der Baugrube. Neben der Warft als Arbeitsebene werden die Flächen für Maschinen und Material sowie das Prozesswasserbecken eingerichtet. Ein definierter und entsprechend ausgebauter Bereich als Waschplatz mit zugehörigen Pumpen, Reinigungsanlagen sowie Auffangbehältern sowie ein regelkonform ausgebildeter Bereich zum Betanken der Fahrzeuge wird nach Ausführungsplanung des Bauunternehmens ebenfalls eingerichtet.

Ferner wird die Baugrube gebaut und die Baustraße nach Abbau der Warft. Die Anordnung der Komponenten wie im Teil F1.1.3.5 „Phasenpläne BE-Fläche SH“ visualisiert, wird im Rahmen der Ausführungsplanung des Bauunternehmens konkretisiert.

In der **Bauphase 4** wird die Baustelleneinrichtungsfläche für den Tunnelbau umgerüstet und auch Flächen für die parallele Herstellung des Zugangsbauwerks vorgesehen. Der Tunnelvortrieb sowie der parallele Bau des Zugangsbauwerks erfolgt. Diese Bauphase weist in Summe den größten Flächenbedarf auf und bestimmt somit den Gesamtflächenbedarf der Baustelleneinrichtungsfläche in SH.

In der **Bauphase 5** erfolgen Restarbeiten sowie der Einzug der Tunnelkabel. Die Baustelleneinrichtungen für den Tunnelvortrieb und den Bau des Zugangsbauwerks sind in dieser Phase bereits zurückgebaut. Ferner werden die Betonflächen im Bereich der anschließenden Erdkabeltrasse zurückgebaut, sodass die Trasse zum Einbau der Erdkabel zugänglich ist. Der Rückbau der Baustraße erfolgt seitens des ausführenden Unternehmens der Tunnel- und Erdkabelverlegung nach eigenen Erfordernissen sowie die Vorbereitung und Einrichtung der Arbeitsflächen für den Kabeleinzug. In dieser Bauphase verbleiben weiterhin noch Teile der Baustraße, die allg. Baustelleneinrichtung sowie Restflächen zur Bodenlagerung.

In der **Bauphase 6** erfolgt der Rückbau der Baustelleneinrichtung, die Erneuerung der Drainagen sowie die Fertigstellung des Betriebsgeländes inkl. Herstellung der Betriebszufahrt und Anschluss an die B431.

4.2.3 Baustelleneinrichtung NI

Die Baustelleneinrichtung in NI erfolgt grundlegend in denselben sechs Bauphasen wie in SH. Es werden daher im folgenden lediglich Abweichungen zu SH in den Bauphasen benannt. Die folgenden textlichen Ausführungen sind im Teil F1.2.3.5 „Phasenpläne BE-Fläche NI“ visualisiert.

Die Baustelleneinrichtungsfläche weist eine Größe von ca. 75.000 m² auf, darin enthalten sind knapp 20.000 m² Unterbodenlager. Der Flächenbedarf neben den Bodenlagerflächen richtet sich nach den Anforderungen der Baustelleneinrichtung für die Baugrube sowie die allg. erforderlichen Flächen für Anlieferung, Parkplätze, Baubüros, Sanitäranlagen und Wasseraufbereitung.

Die **Bauphase 1** entspricht der Bauphase 1 in SH.

Die **Bauphase 2** entspricht der Bauphase 2 in SH.

Die **Bauphase 3** entspricht der Bauphase 3 in SH.

Die **Bauphase 4** unterscheidet sich von der Bauphase 4 in SH in der Hinsicht, dass in NI die Tunnelbohrmaschine lediglich ankommt sowie in einzelnen Segmenten ausgebaut wird. Der Vortrieb wird ausschließlich auf schleswig-holsteinischer Seite beschickt. Es sind daher geringere Flächenbedarfe für die Tunnelbohrmaschinen-Demontage in Bauphase 4 in NI vorgesehen. Parallel zum Ausbau der Tunnelbohrmaschine werden Flächen für die parallele Herstellung des Zugangsbauwerks vorgesehen.

Die **Bauphase 5** entspricht der Bauphase 5 in SH.

In der **Bauphase 6** erfolgt der Rückbau der Baustelleneinrichtung, die Erneuerung der Drainagen sowie die Fertigstellung des Betriebsgeländes inkl. Herstellung der Betriebszufahrt. Die Betriebszufahrt wird an die Betriebszufahrt des Projektes ElbX (BBPIG-Vorhaben 03 und 04, SuedLink) angeschlossen. Der Anschluss an die L111 verbleibt wie in der Bauphase, um nachträgliche Kabeltransporte zu ermöglichen. Zur Ausbildung der Baustraße in die Betriebsstraße für das ElbB- und ElbX-Projekt wird diese abschließend neu asphaltiert.

4.2.4 Baugrube SH

Für die Herstellung der Baugrube in SH wird nach Abschluss der Baufeldvorbereitung und Baustelleneinrichtung zunächst eine temporäre Warft als Arbeitsebene sowie die Leitwände für die Schlitzwandarbeiten erstellt. Im Anschluss erfolgt die Herstellung der Schlitzwände. Der Schlitzwandgreifer steht dabei auf der Warft, und auch die LKW-Transporte werden über die Warft geführt.

Nach Fertigstellung der Schlitzwände erfolgt der Rückbau der Warft, sowie der Voraushub innerhalb der Baugrube, so dass die erste Aussteifungslagen eingebaut werden kann. Auch die Montage der Hochwasserschutzwand erfolgt zu diesem Zeitpunkt.

Um einen Wasserüberdruck in der Baugrube zu erreichen, der dem mit der Elbe korrespondierenden Grundwasser entgegenwirkt, erfolgt eine Wasserzufuhr in die Baugrube. Der Wasserstand in der Baugrube wird bis zur Fertigstellung der Unterwasserbetonsohle zu jeder Zeit ca. 30 cm höher gehalten als der Bemessungswasserstand. D.h., dass dauerhaft eine nach unten gerichtete Strömungsrichtung vorliegen muss. Entnommenes Wasser und Bodenvolumen wird durch eine Wasserzufuhr ausgeglichen. Um den erforderlichen Wasserstand von ca. NHN + 1,0 m zu erreichen, wird bereits in dieser Bauphase die in die Schlitzwand eingestellte Hochwasserschutzwand genutzt (siehe auch Kapitel 4.2.9), die aufgrund der Hochwasserschutzanforderungen mit einer Oberkante von NHN + 3,30 m errichtet wird.

Nach dem Nassaushub bis zur geplanten Endtiefe der Baugrube werden die Auftriebssicherungen für die Baugrubensohlen im Bereich 1 (Schachtbauwerk) und Bereich 2 (Muffenbauwerk) hergestellt. Im Anschluss erfolgt die Reinigung der Ankerköpfe, es wird Schlamm vom Grund der Baugrube entfernt und auf dem anstehenden Kleiboden im Bereich 2 eine Sauberkeitsschicht aufgebracht. Anschließend erfolgt die Betonage der Unterwasserbetonsohle.

Sobald die Aushärtung der Unterwasserbetonsohle erfolgt ist und die Dichtigkeitsprüfung mittels Pumpversuch erfolgreich war, wird die Baugrube gelenzt und dabei die weiteren Aussteifungslagen vom Ponton aus sukzessive eingebaut. Ist die Baugrube vollständig gelenzt, werden ggf. vorh. Undichtigkeiten verpresst. Die Baugruben werden in den Kapiteln 2.2.4 und 2.2.5 näher beschrieben und dargestellt.

In der Baugrube wird nun zunächst die Bodenplatte des Schachtbauwerks hergestellt und die Baugrube im Anschluss für die Ausstattung des Tunnelvortriebs übergeben, dessen Bauablauf im Folgekapitel ausgeführt wird.

Der Baugrubenverbau (Schlitzwände und Unterwasserbetonsohle inkl. Rückverankerung) verbleibt nach Abschluss der Bautätigkeiten für das Querungsbauwerk ElbB im Boden. Die Schlitzwände unterstützen weiterhin noch die Auftriebssicherung des Schachtbauwerks, die Baugrube bleibt im Weiteren ansonsten aber ohne Funktion. Die Schlitzwände werden im Zuge der Gebädefertigstellung, sowie Herrichtung des Betriebsgeländes ca. bis +0,5 m NHN abgebrochen.

Die Rückbauzustände der Baugrube werden im Kapitel 4.2.2 erläutert.

4.2.5 Baugrube NI

Für die Herstellung der Baugrube in NI wird nach Abschluss der Baufeldvorbereitung und Baustelleneinrichtung zunächst eine temporäre Warft als Arbeitsebene, sowie die Leitwände für die Schlitzwandarbeiten erstellt. Im Anschluss erfolgt die Herstellung der Schlitzwände. Der Schlitzwandgreifer steht dabei auf der Warft, und auch die LKW-Transporte werden über die Warft geführt.

Nach Fertigstellung der Schlitzwände erfolgt der Rückbau der Warft, sowie der Voraushub innerhalb der Baugrube, so dass die erste Aussteifungslagen eingebaut werden kann. Auch die Montage der Hochwasserschutzwand erfolgt zu diesem Zeitpunkt.

Um einen Wasserüberdruck im Bereich 2 zu erreichen, der dem mit der Elbe korrespondierenden Grundwasser entgegenwirkt, erfolgt eine Wasserzufuhr. Der Wasserstand in diesem Bereich wird bis zur Fertigstellung der Unterwasserbetonsohle zu jeder Zeit ca. 30 cm höher gehalten als der Bemessungswasserstand. D.h. dass während des nun folgenden Nassaushubs im Bereich 2 der Baugrube das dabei entnommene Wasser durch eine Wasserzufuhr ausgeglichen wird. Um den erforderlichen Wasserstand von ca. NHN + 1,5 m zu erreichen, wird

bereits in dieser Bauphase die in die Schlitzwand eingestellte Hochwasserschutzwand genutzt (siehe auch Kapitel 4.2.3), die aufgrund der Hochwasserschutzanforderungen mit einer Oberkante von $\text{NHN} + 3,3 \text{ m}$ errichtet wird.

Das weitere Vorgehen mit einer Unterwasserbetonsohle entspricht dem von der Baugrube in SH. Dies stellt die Vorzugsvariante dar, aber auch eine natürliche Dichtsohle ist denkbar.

Unterwasserbetonsohle (Vorzugsvariante)

Nach dem Nassaushub bis zur geplanten Endtiefe der Baugrube werden die Auftriebssicherungen für die Baugrubensohlen im Bereich 1 und Bereich 2 hergestellt. Im Anschluss erfolgt die Reinigung der Ankerköpfe, es wird Schlamm vom Grund der Baugrube entfernt und auf dem anstehenden Kleiboden im Bereich 2 eine Sauberkeitsschicht aufgebracht. Anschließend erfolgt die Betonage der Unterwasserbetonsohle.

Sobald die Aushärtung der Unterwasserbetonsohle erfolgt ist und die Dichtigkeitsprüfung mittels Pumpversuch erfolgreich war, wird die Baugrube gelenzt. Ist die Baugrube vollständig gelenzt, werden ggf. vorh. Undichtigkeiten verpresst.

Natürliche Dichtsohle aus bindigem Boden (Alternative)

Die Wahl des Bauverfahrens und deren Begründung erfolgte in Kapitel 2.2.3. In der Alternativvariante wird keine Unterwasserbetonsohle, sondern eine natürliche Dichtsohle vorgesehen. Die Schlitzwände im Bereich 1 binden in eine tiefliegende natürliche Dichtsohle ein, so dass dieser Bereich im Trockenaushub erfolgen kann. Die Dichtigkeit der Sohle wird durch einen Absenkversuch überprüft. Sollte eine Undichtigkeit vorliegen, kann diese über zu setzende Pegel an verschiedenen Stellen der Baugrube lokalisiert werden. Anhand der Steigrate des Wasserspiegels wird auf größere oder kleinere Undichtigkeiten geschlossen. Die Undichtigkeiten können vor dem weiteren Aushub durch eine künstliche Dichtsohle (lokal oder großflächig) beseitigt werden. Wenn der Pumpversuch erfolgreich war, erfolgt der Baugrubenaushub. Nach Erreichen der planmäßigen Endtiefe sind gegebenenfalls anstehende Kleibänder durch tragfähige Sande auszutauschen.

Gleiches Vorgehen für beide Varianten nach der Sohlabdichtung

In der Baugrube wird nun zunächst die Bodenplatte des Schachtbauwerks hergestellt und die Baugrube im Anschluss für die Ausstattung des Tunnelvortriebs übergeben, dessen Bauablauf im Folgekapitel ausgeführt wird.

Der Baugrubenverbau (Schlitzwände und im Bereich 2 Unterwasserbetonsohle inkl. Rückverankerung) verbleibt nach Abschluss der Bautätigkeiten für das Querungsbauwerk ElbB im Boden. Die Schlitzwände unterstützen weiterhin noch die Auftriebssicherung des Schachtbauwerks, die Baugrube bleibt im Weiteren ansonsten aber ohne Funktion. Die Schlitzwände

werden im Zuge der Gebäudefertigstellung, sowie Herrichtung des Betriebsgeländes ca. bis +0,5 m NHN abgebrochen.

Die Rückbauzustände der Baugrube werden im Kapitel 4.2.3 erläutert.

4.2.6 Tunnel

4.2.6.1 Bauablauf Tunnelvortrieb

Für den Tunnelvortrieb wird zunächst auf dem Baufeld in SH die Baustelleneinrichtung ergänzt und nach Fertigstellung der Startbaugrube das für den Tunnelvortrieb erforderliche Equipment installiert. Dazu gehören u.a. die Brillenwand, die Rücksteifung zur Übertragung der Anfahrkräfte, sowie die Schildwiege als Auflager der TBM.

Sobald die Baugrube für den Tunnelvortrieb fertig ausgestattet ist, erfolgt der Einhub der Tunnelbohrmaschine (TBM) mittels Mobilkran, sowie der ersten Nachläufer. Da aus Platzgründen nicht alle Nachläufer in der Baugrube montiert werden können, werden die weiteren Nachläufer zunächst baugrubennah an der Geländeoberfläche aufgestellt, über Leitungsverlängerungen mit der TBM verbunden und sukzessive mit fortschreitendem Tunnelvortrieb in die Baugrube gehoben.

Sobald der Aufbau der TBM und der erforderlichen Nachläufer abgeschlossen ist, kann mit der Tunnelanfahrt begonnen werden (siehe Abb. 4-4). Die TBM wird zunächst durch die Brillenwand geschoben, die sicherstellt, dass beim Anfahrvorgang kein Wasser von außen in die Baugrube eindringt. Anschließend durchörtert die TBM die Schlitzwand, die im Anfahrbereich mit einer Sonderbewehrung ausgestattet ist, sowie den Dichtblock. Der Dichtblock dient nach der Brillenwand als zweite Abdichtungsebene. Während der Anfahrt stützt sich die TBM an der Rücksteifung ab, die die Anfahrkräfte in die Baugrubenwand einleitet. Mit fortschreitender Anfahrt werden die ersten Tübbinge/ Stahlbetonsegmente innerhalb der Baugrube als so genannte „Blindringe“ vor der Rücksteifung montiert (siehe Abb. 4-5). Sobald die TBM weit genug in den Baugrund eingefahren ist und die Vortriebskräfte durch die Tübbinge außerhalb der Baugrube aufgenommen werden können, wird die Anfahrkonstruktion in der Baugrube zurückgebaut. Anschließend erfolgt die Montage der Schienen und der beiden Versorgungszüge. Der Tunnelvortrieb wechselt nun von der Phase der Tunnelanfahrt in den Regelvortrieb und in dem nun frei gewordenen rückwärtigen Baugrubenbereich wird mit dem Bau des Schachtbauwerks begonnen (siehe auch Kapitel 4.2.7).

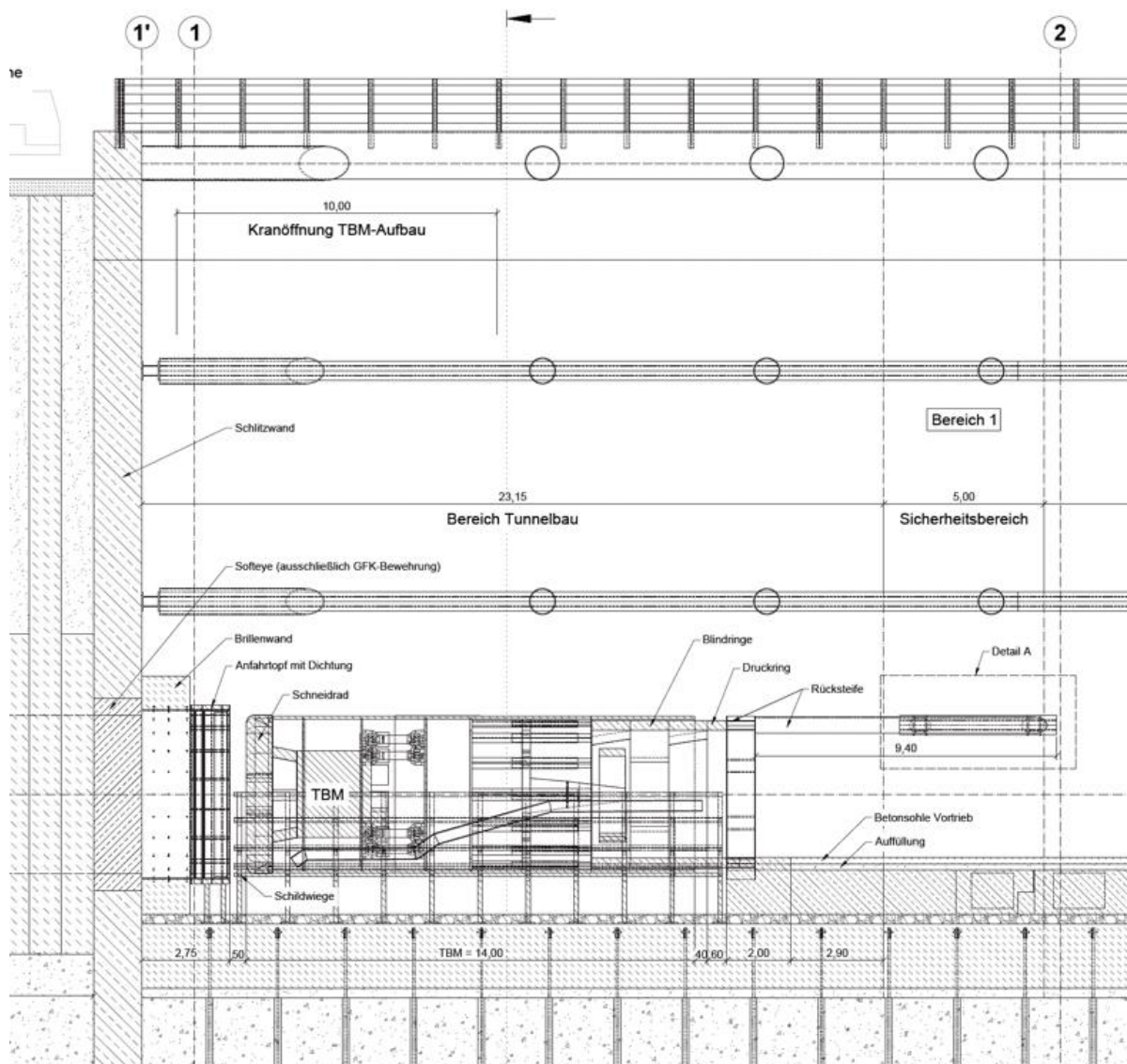


Abb. 4-4: Aufstellung TBM in Startbaugrube (vor Anfahrt, Ausschnitt aus Teil F1.1.3.11)

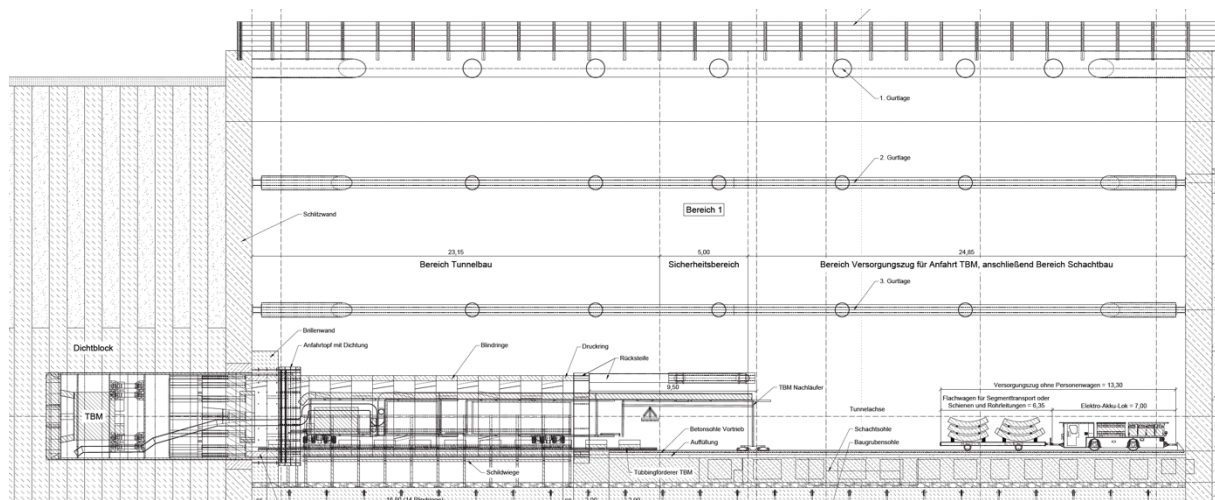


Abb. 4-5: Darstellung Phase Tunnelanfahrt in Startbaugrube (Ausschnitt aus Teil F1.1.3.11)

Im Regelvortrieb erfolgt die Versorgung der TBM mit zwei Zügen, dabei befindet sich ein Zug in der Baugrube und wird beladen, während der andere Zug im Tunnel die TBM versorgt. Sobald der Zug an der TBM entladen wurde, fährt dieser zurück zur Baugrube auf das zweite, freie Gleis. Ist der Zug sicher abgestellt, fährt der beladene Zug vor zur TBM und versorgt diese für den nächsten Vortriebszyklus. Die TBM fährt ca. 1,2 m der Vortriebsstrecke auf. Im Anschluss daran wird der Tübbingring eingebaut.

In der Tunnelmitte wird eine Weiche im Tunnel errichtet, um so die Versorgungszeit der TBM zu verkürzen und auch die Rettungszeiten zu reduzieren. Um den Suspensionskreislauf über die Tunnelstrecke aufrecht erhalten zu können, ist es erforderlich, dass ca. alle 1.000 m eine zusätzliche Pumpe eingebaut wird.

Der Vortrieb endet an der Zielbaugrube in NI.

4.2.6.2 Definition und Begründung Vortriebsrichtung von SH nach NI

Ein Tunnelvortrieb mittels TBM beginnt immer in einer Startbaugrube, die für die Tunnelanfahrt auszustatten ist. Hier muss der Antransport der TBM mittels Schwerlasttransporten möglich sein, sowie die Aufstellung eines Mobilkrans zum Einheben der TBM in die Baugrube. Weiterhin muss baugrubennah die Baustelleneinrichtung für den Tunnelvortrieb erstellt, sowie Lagerflächen für Tübbinge vorgesehen werden.

Die für das Querungsbauwerk ElbB erforderliche TBM fährt mit einer aktiven Ortsbruststützung, die zusätzliche Komponenten in der Baustelleneinrichtung zur Bereitstellung/ Aufbereitung der Stützflüssigkeit erfordert. Der Tunnelvortrieb wird während der gesamten Bauzeit durch die Startbaugrube mit Material versorgt und der Abraum des Vortriebs über die Startbaugrube entsorgt. Es ergeben sich somit folgende Einflüsse auf der Seite der Startbaugrube:

- Flächenbedarf für Baustelleneinrichtung

- Große Transportmengen für Materialanfahrt und Bodenabfahrt
- Geräuscentwicklung zur Baustelleneinrichtung

Im Bereich der Zielbaugrube sind keine weiteren Baustelleneinrichtungen für den eigentlichen Tunnelvortrieb erforderlich. Die Zielbaugrube wird lediglich für die Einfahrt der TBM vorbereitet. Für den Rückbau der TBM ist baugrubennah eine Aufstellfläche für einen Mobilkran vorzusehen und der Abtransport der TBM mittels Schwerlasttransporten zu ermöglichen. Auf Seiten der Zielbaugrube ergeben sich somit keine besonderen Einflüsse aus dem Gewerk des Tunnelvortriebs.

Im Rahmen der Vorplanung wurden die o.g. Anforderungen an die Baufelder sowie die Einflüsse aus dem Tunnelvortrieb im Bereich der Startbaugrube untersucht und für die Baufelder in SH und NI abgewogen.

Bei einer Tunnelbaumaßnahme erfolgt das größte Aufkommen an Baustellenverkehren von und zur Startbaugrube, insbesondere durch Abtransport von Aushubmaterial und Lieferung der Tübbinge. Um die Verkehrssituation im regionalen Straßennetz bei so einer Maßnahme nicht zu sehr zu beeinträchtigen, ist die Anbindung der Startbaugrube an das überregionale Straßennetz stets von Vorteil. Aufgrund von diesen logistischen Überlegungen, die auch eine Auswirkung auf die Schutzgüter Mensch und Natur haben, wurde das Baufeld in SH für die Startbaugrube gewählt. Dieses ist durch die unmittelbare Anbindung an das übergeordnete Straßennetz (Bundesstraße 431) und die Anleger in Brunsbüttel und der Peterswerft zur Abwicklung der Baustellenverkehre deutlich besser geeignet als das Baufeld in NI. Somit wurde die Vortriebsrichtung von SH nach NI gewählt.

4.2.6.3 Drucklufteinstiege

Drucklufteinstiege sind notwendig, um das Schneidrad zu inspizieren, Werkzeuge zu tauschen oder Reparaturen durchzuführen. Dabei sind unterschiedliche Absenkbustände zu betrachten:

- Bei der Drittelabsenkung sind nur die äußeren Werkzeuge einer Tunnelbohrmaschine (TBM) erreichbar.
- Zusätzlich lassen sich einige Zusatzmaßnahmen in der Drittelabsenkung durchführen, die den Übergang in weitere Absenkbustände ermöglichen.
- Die Halbabsenkung lässt den Zugriff auf die obere Hälfte und durch Drehen auf das gesamte Schneidrad zu.
- Die Vollabsenkung ist nur notwendig um die Bestandteile der TBM selbst (nicht das Schneidrad) unterhalb der Mittelachse zu untersuchen bzw. zu reparieren.

Die Machbarkeit der Drucklufteinstiege wurde im Bereich der Tunneltrasse an maßgeblichen Schnitten nachgewiesen. Zusätzlich wurde für die Drucklufteinstiege ein Druckluftkonzept erstellt (siehe Teil F1.5).

4.2.7 Zugangsbauwerk

Der Bau des Zugangsbauwerks (Schacht- und Muffenbauwerk, Tunnel in offener Bauweise und Betriebsgebäude) beginnt in SH, sobald sich der Tunnelvortrieb in der Phase des Regelvortriebs befindet und der rückwärtige Bereich der Baugrube seitens Gewerk Tunnelvortrieb geräumt ist. In NI beginnt der Bau des Zugangsbauwerks, sobald die Baugrube fertiggestellt ist. Der weitere Bauablauf in SH und NI ist dann im Wesentlichen gleich, so dass die folgende Beschreibung für beide Elbseiten gültig ist.

Im Bereich 1 (Schacht) der Baugrube wird zunächst das Schachtbauwerk mit den Geschossen UG05, UG04, UG03 und UG02 errichtet. Der Rückbau der Baugrubenaussteifung im Bereich 1 (Schacht) erfolgt dabei sukzessive, die Aussteifungskräfte werden durch den Massivbau des Schachtbauwerks übernommen. Die Aussteifung im Bereich 1 (Tunnel offene Bauweise) bleibt zu diesem Zeitpunkt noch vollständig erhalten. Die Längskräfte in der aufgetrennten Gurtung werden über eine Verzahnung in die Schlitzwand eingeleitet.

Ab dem UG01 wird parallel auch das Muffenbauwerk im Bereich 2 errichtet. Der Rückbau der Baugrubenaussteifung erfolgt parallel zum Rohbau des Muffenbauwerks.

Nach Fertigstellung des UG01 wird das oberirdische Betriebsgebäude auf der Decke des Schachtbauwerks erstellt.

Sobald das Betriebsgebäude „wetterfest“ ist, wird im Schachtbauwerk, Muffenbauwerk und dem Betriebsgebäude mit den Ausbauarbeiten inkl. Technischer Gebäudeausrüstung begonnen.

Der Tunnel in offener Bauweise wird erstellt, sobald der Vortriebstunnel fertiggestellt und auch die wesentliche Ausrüstung im Tunnel erfolgt ist. Mit dem Lückenschluss zwischen Vortriebstunnel und Schachtbauwerk ist der Bau des unterirdischen Gebäudes abgeschlossen, so dass im Anschluss die Baugrube oberhalb des Tunnels in offener Bauweise verfüllt wird. Für die Verfüllung ist auf dem Baufeld zwischengelagerter Kleiboden aus dem Baugrubenaushub sowie aus statischen Gründen auch ausreichend verdichtungsfähiges Material vorgesehen. Die genauen Schichtstärken der unterschiedlichen Verfüllung wird im Rahmen der Ausführungsplanung anhand der statischen Berechnungen ermittelt.

Nachdem die Verfüllung der Baugrube abgeschlossen ist, das Betriebsgebäude hochwassersicher ist (siehe auch Kapitel 4.2.9), wird die Hochwasserschutzwand auf der Schlitzwand demontiert und die Schlitzwand ca. 2 m unter Geländeoberkante abgebrochen.

4.2.8 Maschinen- und Gerätebedarf

Zum Bau des Querungsbauwerks ElbB werden während der einzelnen Bauphasen unterschiedliche Maschinen und Geräte benötigt. In Tab. 4-1 werden die wesentlichen Maschinen

und Geräte genannt. Die Auflistung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll lediglich ein Bild über die Art der benötigten Maschinen und deren Verwendungszweck liefern.

Mögliche Einflüsse, die aus den Maschinen und Geräten resultieren, wurden in folgenden Fachgutachten untersucht und bewertet. Die Fachgutachten können in den entsprechenden Teilen dieser Unterlage eingesehen werden.

- Schalltechnische Untersuchung zum Bau- und Betriebslärm im Rahmen des Neubaus des Querungsbauwerks ElbB (Teil D2)
- Untersuchung und Prognose der Erschütterungen aus Baustellenbetrieb und Tunnelvortrieb (Teil D3)
- Staub- und NO_x-Immissionsprognose im Rahmen des Neubaus des Querungsbauwerks ElbB (Teil D6)
- Verkehrsuntersuchung zur Abwicklung des Baustellenverkehrs (Teil F1.6)

Tab. 4-1: Geräte- und Maschinenkataster

Baufeldvorbereitung	
Maschine / Gerät	Verwendungszweck
LKW, Sattelkipper, Entladekran	Lieferung Materialien
Bagger, Sattelkipper	Abtrag Oberboden und Transport Aushub Drainagen Einbau Drainagekies
Planierraupen, Sattelkipper, Walzenzug	Lieferung Materialien, Verteilung und Verdichtung von Füllmaterialien
Baugrubenherstellung	
Seilbagger mit Schlitzwandgreifer, Separationsanlage, Sattelkipper, Mobilkran, Betonmischer, Betonpumpe, Aggregate und Pumpen	Schlitzwandherstellung
Kleinbohrgerät, Mobilkran, Pumpe, Kompressor	Herstellung Auftriebspfähle
Seilbagger, Sattelkipper, Radlader	Nassaushub (Baugrube)
Betonmischer, Betonpumpe	Herstellung Unterwasserbetonsohle
Tunnelvortrieb	
Separationsanlage, Zentrifugen	Materialbehandlung
Mörtelmischanlage, Stromaggregat, Wasserpumpe, Lüftung, Druckluftanlage	Betrieb Tunnelbohrmaschine
Turmdrehkran/Portalkran, LKW-Transporte, Radlader, Tunnelversorgungszug	Lieferung und Logistik Tübbing
Tunnelbohrmaschine inkl. Nachläufer	Vortrieb Tunnel
Betonbau	
Betonmischer, Betonpumpe, LKW, Flaschenrüttler, Turmdrehkran, Hebefahrzeuge	Errichtung des Betonbaus innerhalb der Baugrube: Materialtransport, Schalungs-, Flecht- und Betonierarbeiten im klassischen „Bottom-Up“ Verfahren

4.2.9 Hochwasserschutz Bauphase

Das für den Korridor B geplante Querungsbauwerk unterhalb der Elbe verbindet im fertigen Zustand die Bundesländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen mit einer Tunnelröhre. Der Start- bzw. Endpunkt des Tunnels liegt in SH ca. 700 m und in NI rd. 85 m hinter der Deichlinie im Deichhinterland.

Während der Bau- und Betriebszeit des Querungsbauwerks kann es durch ungünstige Szenarien dazu kommen, dass Hinterlandbereiche überflutet werden. Da das Querungsbauwerk die Hochwasserschutzlinien unterquert und so eine kommunizierende Röhre zwischen den Deichhinterländern beider Elbseiten bildet, gilt es zu verhindern, dass größere Wassermassen in den Tunnel eindringen können.

Im Rahmen der Planung für das Querungsbauwerk ElbB wurden mehrere Gespräche mit den zuständigen Deichbehörden geführt und festgelegt, dass für den Bauzustand des Querungsbauwerks die folgenden Szenarien betrachtet werden:

- Deichbruch bei Hochwasser
- Wassereintritt in den Tunnel während der Vortriebsarbeiten

Der Eintritt eines dieser beiden Szenarien wird als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt. Dennoch werden Schutzmaßnahmen vorgesehen, um auch im unwahrscheinlichen Eintrittsfall ein hohes Sicherheitsniveau zu gewährleisten.

Schutzmaßnahmen für den Fall eines Deichbruchs werden für die Baufelder beider Elbseiten vorgesehen. Der unwahrscheinliche Fall eines Wassereintritts in den Tunnel wird für den fertiggestellten Tunnel vollständig ausgeschlossen. Somit werden die Sicherungsmaßnahmen für diesen Fall ausschließlich auf der Seite der Startbaugrube (SH) vorgesehen, da ein Wassereintritt während des Tunnelvortriebs nur Einfluss auf diese Baufeldseite hat. Beim Tunneldurchstich in die Zielbaugrube (NI) gilt der Tunnel für diese Betrachtung als fertiggestellt.

4.2.9.1 Zu berücksichtigende Wasserstände

Der für die Planung des Hochwasserschutzes im Betriebszustand anzusetzende Wasserstand wurde mit dem LKN-SH für die schleswig-holsteinische Seite und mit dem Landkreis Stade: Umweltamt / Abt. Wasserwirtschaft, dem NLWKN sowie dem Deichverband Kehdingen-Oste für die niedersächsische Seite abgestimmt.

Die Herleitung der Bemessungswasserstand Deichbruch ist bereits im Kapitel 2.9 erläutert, sodass hier lediglich das Ergebnis wiederholt wird:

- Bemessungswasserstand Lastfall Deichbruch:
+ 2,8 mNHN (Bau- und Betriebsphase in SH und NI).

Für das Szenario eines Wassereintritts in den Tunnel während des Vortriebs ist im schlechtesten Fall davon auszugehen, dass das Ereignis gemeinsam mit einer Sturmflut eintritt. Durch die Tunnelröhre würde das Wasser Richtung Startbaugrube (SH) fließen. Sollte sich die Tunnelröhre nicht selbstständig durch eingetragenes Bodenmaterial verschließen, kann es im ungünstigsten Fall dazu kommen, dass sich innerhalb der Baugrube und Hochwasserschutzwand der Elbwasserstand einstellt. Es wird daher der Bemessungswasserstand der Elbe – Bereich Freiburg / Wischhafen von NHN + 6,5 m angesetzt. Zusätzlich wird als Erkenntnis aus dem BAW-Gutachten aus 2017 ein Klimazuschlag von 50 cm berücksichtigt:

- Bemessungswasserstand Lastfall Wassereintritt in Tunnel:
+ 7,0 mNHN (Bauphase Tunnelvortrieb in SH).

4.2.9.2 Hochwasserschutz „Deichbruch bei Hochwasser“

Um im unwahrscheinlichen Falle eines Deichbruchs den Hochwasserschutz zu gewährleisten, ist eine umlaufende Hochwasserschutzwand um den Baugrubenbereich vorgesehen. Diese schützt im Falle eines Deichbruchs das Eindringen von Wasser in die Baugrube.

Die Hochwasserschutzwand wird als Steckträgerwand realisiert.

Da einem Deichbruch eine länger anhaltende Sturmflut vorausgehen muss, wird dieses Szenario als eines „mit Ankündigung und zeitlichem Vorlauf“ betrachtet. Es ist für einen leichteren Bauablauf (Logistik, Zugang etc.) daher vorgesehen, sogenannte Fenster in der Hochwasserschutzwand offen zu halten. Das Material zum Verschluss der Fenster wird baugrubennah gelagert. Es werden vor Baubeginn mit den Deichbehörden Warn- und Grenzwerte festgelegt, ab welchen vorausgesagten Elbwasserständen die Hochwasserschutzwand geschlossen wird. Je niedriger die Grenzwerte der Wasserhöhen als Auslöser zum Schließen der Fenster festgelegt werden, desto länger wird der Vorlauf zur Ausführung der Maßnahmen sein.

Bei vollständig geschlossener Hochwasserschutzwand erfolgt der Zugang zur Baugrube über einen Treppenturm.

Der Hochwasserschutz der beiden Baugruben wird nacheinander und jeweils erst nach Verfüllung des jeweiligen Übergangsbereiches innerhalb der Baugruben (Bereich Tunnel offene Bauweise) zurückgebaut, um einen Hochwasserkurzschluss im Falle eines Tunnelkollapses zu verhindern.

4.2.9.3 Hochwasserschutz „Wassereintritt in den Tunnel während Vortrieb“

Ein Wassereintritt in den Tunnel während des Vortriebs ist grundsätzlich zunächst sehr unwahrscheinlich. Dies ist dem Prinzip nach nur möglich, wenn ein Tübbing mangelhaft gebettet ist oder es beim Ringbau zu exzessiven Lageabweichungen während des Setzens der Tübbinge kommt. Da die Segmente des Tübbings Längs- und Querverbindungen miteinander haben, ist ein plötzliches Versagen der Tübbinge ausgeschlossen, sodass sich ein drohender Wassereintritt zeitlich vorankündigt. Sollte es tatsächlich zu einem (massiven) Wassereintritt in den Tunnel während des Vortriebs kommen und sich die Tunnelröhre durch eingetragenes Bodenmaterial nicht selbstständig verschließen, sind Maßnahmen zur Erhaltung des Hochwasserschutzes erforderlich. Dafür wird eine Abdichtungskonstruktion (Schott) im Startschacht vor der Tunnelöffnung vorgesehen (siehe Abb. 4-6). Im Falle eines Wassereinbruchs in das Tunnelbauwerk und einer drohenden Überflutung binnendeichs, wird das Stahlschott, bestehend aus einer Stahlplatte und Querbalken, heruntergelassen.

Das Schott wird in einer Führung zwischen zwei vertikalen Trägern mittels eines Antriebs geschlossen und geöffnet. Bei geschlossenem Schott dichtet ein aufblasbares Dichtungsprofil, welches auf die Anfahrtdichtung aufgebracht wird, den Tunnel gegen die

Abdichtungskonstruktion ab. Das Schott kann montiert werden, sobald die TBM weit genug in den Boden eingefahren ist und die Anfahrkonstruktion sowie die Blindringe rückgebaut wurden. Aufgrund der Lage der Startbaugrube, befindet sich die TBM zu diesem Zeitpunkt noch landseitig des Deiches, so dass das Schott rechtzeitig vor Querung des Elbe fertig montiert werden kann.

Die erforderlichen Maßnahmen in der Baugrube, um das Schott zu schließen, sind das „Abschiebern“ der Versorgungsleitungen der TBM und der Rückbau / Unterbrechung der Schienen des Versorgungszuges im Bereich des Schotts, damit das Schott bündig gegen die Baugrubensohle abdichtet. Diese Schritte werden vorgenommen, sobald sich ein größerer Wassereintritt in den Tunnel ankündigt und das Personal von der TBM in die Baugrube geflüchtet ist.

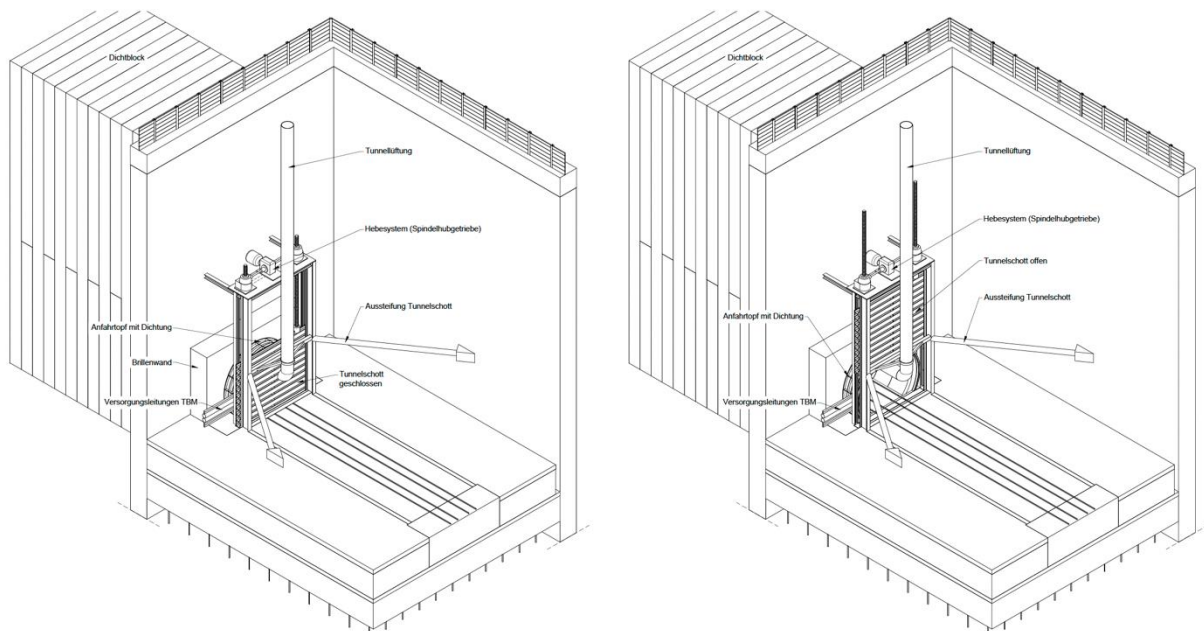


Abb. 4-6 Übersicht „Tunnelschott“ (links: geschlossener Zustand, rechts: geöffneter Zustand)

4.2.10 Kabellagerung und -einzug

Die einzelnen Phasen des Kabelsystems haben eine Länge von jeweils ca. 5.400 m und bestehen aus drei Sektionen von jeweils ca. 1.800 m Länge, die mit Muffen im Tunnel verbunden sind.

Die einzelnen Kabelsektionen werden aus beiden Richtungen (Niedersachsen und Schleswig-Holstein) in den Tunnel gezogen. Auf diese Art können die Kabelzugkräfte deutlich reduziert werden, da in den Schachtbauwerken jeweils „abwärts“ gezogen wird.

Die einzuziehenden Kabelsektionen werden als Systemlängen von ca. 1.800 m auf Spulen bereitgestellt. Hierfür wird jeweils eine Kabelspule bereits einige Tage vor dem Termin des

jeweiligen Kabeleinzugs angeliefert. Das Transportfahrzeug kann sich direkt auf dem vorgesehenen Abspulplatz positionieren, abgespult wird direkt von dem Transportfahrzeug. Dieses Verfahren ist für die Verlegung von Kabeln im Bereich vieler Kabeltrassen standardisiert und erprobt.

Aufgrund der verringerten Kabelzugkräfte kann voraussichtlich auf den Einsatz von im Tunnel installierten Schubgeräten verzichtet werden.

Grundsätzlich ist der Bauablauf des Kabeleinzugs in das eigentliche Einziehen des Kabels und dem nachfolgenden Befestigen an der Kabelunterkonstruktion gegliedert.

Vor dem Einzug erfolgt die Vorbereitung der Baustelle und die Installation der Geräte. Der Tunnel ist zum Zeitpunkt des Einzugs bereits vollständig ausgerüstet. Alle notwendigen Versorgungseinrichtungen (Strom, Beleuchtung, Transportsysteme, Lüftung) sind betriebsbereit.

Beim Einzug wird das Kabelende mit einem Zugwindenseil von der Kabelspule abgezogen, die Spule ist ihrerseits angetrieben und gebremst, um ein kontrolliertes Abspulen zu gewährleisten. Die Winde wird voraussichtlich im Tunnel platziert und das Windenseil entsprechend umgelenkt. Das Kabel wird dann über Kabelrollen vom Abspulplatz bis zum Muffenbauwerk geführt. Der Einzug in das Bauwerk erfolgt über Schutzrohre, die aus dem Muffenbauwerk bis an die Geländeoberfläche verlegt werden, so dass der Einzug im „Trockenen“ durchgeführt werden kann.

Zur Sicherung des Kabels gegen Abrutschen in das Schachtbauwerk durch sein Eigengewicht wird voraussichtlich sowohl ein Schubgerät im oder in der Nähe des Muffenbauwerks als auch -sobald das zweite Kabelende die Spule verlassen hat- eine Bremswinde eingesetzt, die in der Nähe der Abspultrommel platziert wird.

Im Bereich des Schachtbauwerks wird das Kabel über eine zuvor installierte Kabelbahn, bestehend aus Kastenrollen montiert auf einer Stahlunterkonstruktion, herabgeführt. Im Bereich des Tunnels werden die Kabel direkt auf Kabelsättel gezogen, die ebenfalls vorab auf den Kabelkonsolen installiert wurden. Die Kabelsättel sind für den Einzug mit Rollen ausgestattet.

Zum Abschluss des Einzugs werden die Kastenrollen von der Stahlkonstruktion sowie die Rollen aus den Kabelsätteln entfernt und stattdessen Kabelschellen installiert. Im Tunnel wird das Kabel in die endgültige wellenförmige Position, dem sogenannten Snaking oder Sagging, gebracht. Die Befestigung erfolgt dabei von der Mitte ausgehend in Richtung Muffenbauwerk. Die wellenförmige Positionierung dient dazu, die Richtung der Wärmeverformung des Kabels vorzugeben. Das Snaking wird mechanisch mit einem speziell dafür vorgesehenen Werkzeug umgesetzt.

Zwischen den Kabelauflagern werden Abstandshalter zwischen den einzelnen Kabeln installiert. Diese sind so konzipiert, dass sie Kurzschlusskräfte aufnehmen und die Kabel in Position und Abstand halten. Die einzelnen Kabelsektionen werden durch Muffen verbunden. Das

Verbinden von Kabelsektionen mit Muffen ist ein Standardverfahren, welches entlang der Erdkabeltrasse regelmäßig in Abständen von ca. 900 m – 2.000 m Anwendung findet. Im Tunnel werden sie in Längsrichtung versetzt im Bereich der Kabelkonsolen angebracht. Für die Herstellung der Muffe wird der betroffene Kabelstrang seitlich Richtung Tunnelmitte verzogen, um ausreichend Platz für die Arbeiten an der Muffe zu haben. Nach Fertigstellung der Muffe wird der Kabelstrang inklusive der Muffe zurück Richtung Tunnelwand versetzt, so dass die Tunnelfahrzeuggasse wieder frei ist. Fluchtwege zu beiden Richtungen, bleiben während der Arbeiten zur Muffeninstallation bestehen.

Im Muffenbauwerk an beiden Enden des Querungsbauwerks werden die Tunnelkabel mit den separat zu installierenden Erdkabeln ebenfalls über eine Muffe verbunden und die Kabelverbindung geschlossen.

In Übergangsbauwerk und Tunnel kommen grundsätzlich dieselben Muffentypen zum Einsatz wie auf der restlichen Kabeltrasse.

Zur kontinuierlichen Überwachung des Einzugs ist eine begrenzte Anzahl von Personen während des Einzugsvorgangs im Tunnel erforderlich. Durch den Entfall der Schubgeräte reduziert sich diese Anzahl der im Tunnel befindlichen Personen gegenüber auf ein Minimum.

4.2.11 Bauzeit/Arbeitszeit

Die Gesamtbauzeit des Querungsbauwerks ElbB wird nach derzeitigem Planungsstand ca. 6 Jahre und 6 Monate dauern. Dieser Zeitraum umfasst die Tätigkeiten vor Ort, von der Baufeldvorbereitung in SH bis einschließlich der Restarbeiten nach Inbetriebnahme.

Die Bauzeit von der Baufeldvorbereitung bis zur Inbetriebnahme beträgt ca. 5 Jahre und 5 Monate.

Der eigentliche Tunnelvortrieb erfolgt über einen Zeitraum von ca. 20 Monaten.

Während der Gesamtbauzeit werden sowohl auf dem Baufeld in SH als auch auf dem Baufeld in NI stetig Bautätigkeiten erfolgen. Soweit möglich werden Bauabläufe parallelisiert, um einen möglichst frühen Inbetriebnahmetermin zu realisieren und die Belastung durch die Baumaßnahme zu minimieren. Es wird entsprechend des Bauablaufs Zeiten geben, in denen auf den Baufeldern in SH und NI umfangreichere oder weniger umfangreiche Tätigkeiten stattfinden. Insbesondere zum Baustart kann es z.B. durch Witterungseinflüsse zu Unterbrechungen kommen. Alle angenommenen Bauzeiten haben einen modellhaften Charakter. Es sind Änderungen im Bauablauf und auch der Bauzeit durch Optimierungen der bauausführenden Firma möglich.

Der tatsächliche Baubeginn des Querungsbauwerks ElbB hängt vom Zeitpunkt des vorliegenden Planfeststellungsbeschlusses ab.

Die Tätigkeiten auf den Baufeldern in SH und NI, sowie dem Tunnelvortrieb setzten sich gem. dem in Kapitel 4.2 beschriebenen Bauablauf zusammen. Im Folgenden werden die ungefähren Gesamtzeiträume der einzelnen Bautätigkeiten aufgeführt. Diese erfolgen z.T. parallel, um die Gesamtbauzeit bestmöglich zu verringern. Eine Darstellung des Terminplans zur Herstellung des Querungsbauwerks ElbB, inkl. der Darstellung parallellaufender Bautätigkeiten erfolgt in Abb. 4-7.

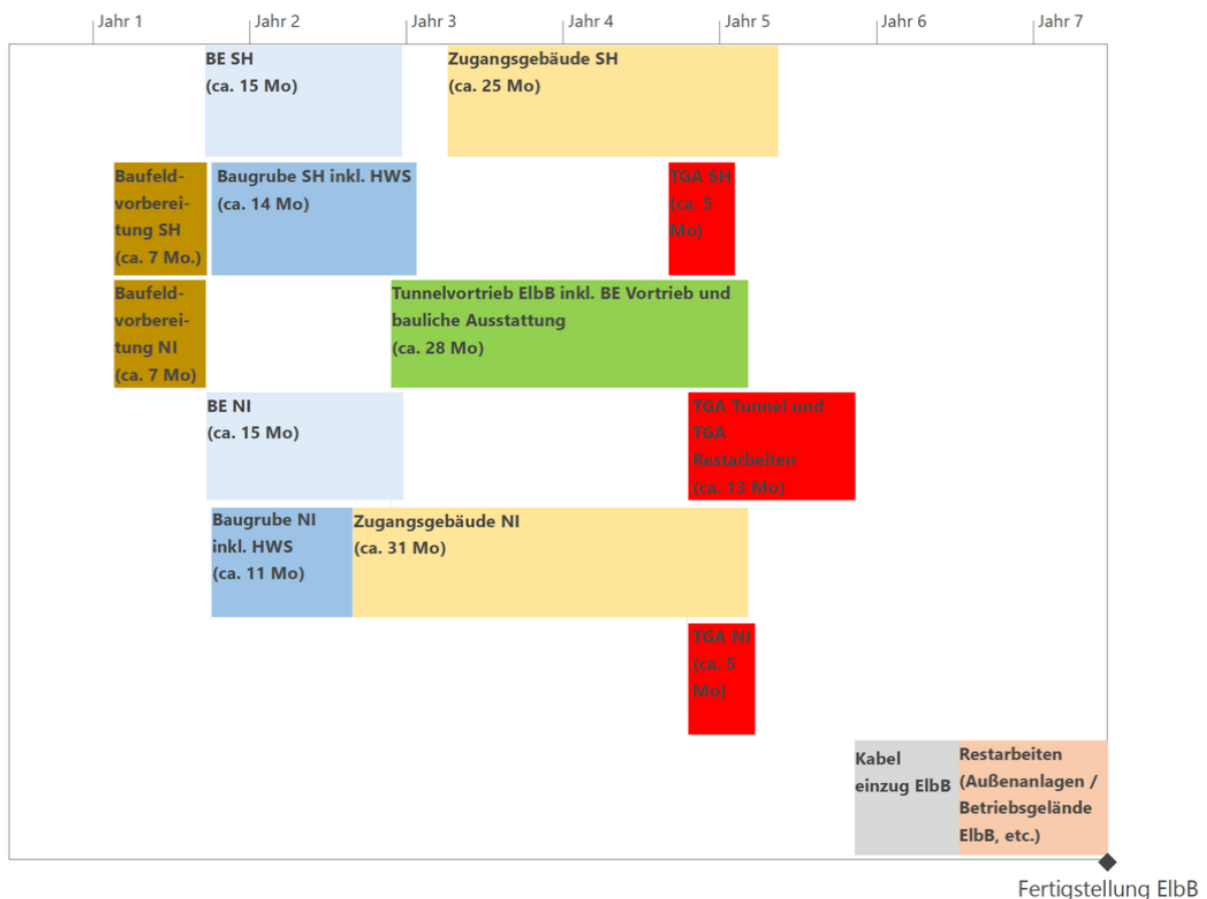


Abb. 4-7: Terminplan Querungsbauwerk ElbB

Der Terminplan beruht auf zugrundeliegenden Annahmen für Leistungsansätze der einzelnen Bauphasen, die aus Erfahrungen vergleichbarer Projekte stammen. Weitergehend liegen dem Terminplan folgende Zeitmodelle zugrunde, die für die Ausführung des Querungsbauwerks ElbB vorgesehen sind.

- Tunnelbau:
 - Vortriebsleistung ca. 8,8 m /Tag
 - Tunnelvortrieb 24 h /Tag; 7 Tage /Woche
 - Arbeitszeit Schichtbetrieb; 24 h /Tag; 7 Tage /Woche
- Baugrubenherstellung:
 - Arbeitszeit Schichtbetrieb; 24 h /Tag; 7 Tage /Woche

- Baufeldvorbereitung, Baustelleneinrichtung, Zugangsgebäude und Ausbau/ TGA:
 - Arbeitszeit Mo. – Sa. Schichtbetrieb; 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr, in Ausnahmefällen bis 22:00 Uhr;
- Transporte:
 - LKW-Transporte Mo. – Sa., 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr, in Ausnahmefällen bis 22:00 Uhr;
 - LKW-Transporte Spezialtiefbau
24 h /Tag; 7 Tage /Woche, jedoch werden diese in den Nachtstunden und sonntags außerhalb des Baufeldes auf ein Minimum beschränkt.
 - PKWs 24 h /Tag; 7 Tage /Woche aufgrund des Tunnelvortriebs und des Spezialtiefbaus

Ausnahmen zu den o.g. Bau- und Arbeitszeiten sind ggf. möglich, wenn aufgrund der Art der Tätigkeiten, bzw. aus technischen Gründen, ein Bauvorgang nicht unterbrochen werden kann. Dies ist auch der Grund für den vorgesehenen, kontinuierlichen Tunnelvortrieb, der erforderlich ist, um die Standsicherheit der Ortsbrust zu erhalten.

4.2.12 Entwässerung Bau

4.2.12.1 Schmutzwasser

Das in den Sanitär- und Baucontainern anfallende Schmutzwasser wird in Auffangbehältern für Schmutzwasser nach Wahl des Bauausführenden gesammelt und in regelmäßigen Abständen per LKW abgeholt und zur Entsorgung gebracht.

4.2.12.2 Oberflächenwasser

Die Flächen der zukünftigen Baustelleneinrichtung in SH und NI werden derzeit landwirtschaftlich genutzt und über Bestandsdrainagen entwässert.

Im Rahmen einer landwirtschaftlichen Ertüchtigung der Agrarflächen von Amprion wird eine neue (bauzeitliche) Drainage erstellt. Die Bemessung der neuen Drainagen folgt in der Dimensionierung der Bestandsdrainagen. Die Drainagen werden ca. 50 cm tief ohne (oder mit minimalem) Gefälle hergestellt.

Die bauzeitlichen Drainagen werden in einer Sammelleitung münden, die das Oberflächenwasser in ein bauzeitliches Rückhaltebecken einleitet. Dies ist erforderlich, um die max. zulässigen Einleitmengen in die Vorfluter einzuhalten.

Weiterhin ist während der Bauzeit vermehrt mit einem Stoffeintrag zu rechnen, so dass das in der Sammelleitung, bzw. dem Rückhaltebecken gefasste Oberflächenwasser vor Einleitung in

die Vorflut zunächst durch einen Sandfang, sowie Leichtstoff- und Ölabscheider geleitet wird. Im Rückhaltebecken wird das Oberflächenwasser gem. der Einleitvorgaben für Verbandsgewässer aufbereitet und in die Vorflut eingeleitet.

4.2.13 Wasserhaltung

4.2.13.1 Allgemein

Für die Bauausführung des Querungsbauwerks ElbB wird es in verschiedenen Bauphasen erforderlich, Wasser in größeren Mengen für die Bautätigkeit zu nutzen. Diese müssen dem Baufeld, bzw. der jeweiligen Bautätigkeit zugeführt werden. Dieser Fall wird im Folgenden mit „Bewässerung“ bezeichnet.

Weiterhin ergibt sich in verschiedenen Bauphasen ein Zutritt von Wasser (z.B. Leckagewasser) und Wasser, welches in der Bauphase genutzt wird, das vom Baufeld weggeführt werden muss. Dieser Fall wird im Folgenden mit „Entwässerung“ bezeichnet.

Im Allgemeinen werden die vorbeschriebenen Wassermengen als Prozesswasser verstanden. Eine detaillierte Herleitung des Themas, prognostizierte Mengen und Belastungen, vorgesehene Reinigungsstufen und Einleitwerte sind dem Prozesswasserbericht (Teil G7) zu entnehmen. Im Folgenden werden die anfallenden Prozesswasser und die groben Mengen beschrieben, sowie die Ergebnisse aus dem Prozesswasserbericht zusammengefasst.

4.2.13.2 Wasserhaltung Schleswig-Holstein

Auf dem Baufeld in Schleswig-Holstein wird in folgenden Bauphasen Wasser für die Herstellung des Querungsbauwerks benötigt und somit als „Bewässerung“ hinzugeführt:

- bis ca. 500 m³/Tag beim Aushub organischer Weichschichten (= Tagesleistung Aushub)
- bis ca. 240 m³/Tag beim Aushub von Sanden (vgl. Hydrogeologisches Gutachten)
- Wasser zur Herstellung der Stützsuspension für den Tunnelvortrieb; ca. 700 m³/Tag (unter dem Ansatz, dass diese im Bauverlauf recycelt wird)
- Brauchwasser zur Kühlung/ Reinigung im Prozess des Tunnelvortriebs

Das für den Tunnelvortrieb erforderliche Wasser wird aus der Elbe entnommen. Der Wassertransport von der Entnahmestelle in der Elbe bis zum Baufeld erfolgt über eine Druckleitung (siehe Kapitel 3.7). Zudem werden drei Grundwasserbrunnen vorgesehen. Der Wasserbedarf in der Phase der Baugrubenherstellung wird sowohl über die Grundwasserbrunnen als auch, wie in der Tunnelbauphase, durch Elbwasser gedeckt. Um eine kontinuierliche Wasserversorgung bei schwankenden Bedarfsmengen sicherzustellen, werden ca. 1.000 m³ Wasser auf der Baustelleneinrichtungsfläche zwischengespeichert.

Eine „Entwässerung“ findet in folgenden Bauphasen, bzw. für folgende Tätigkeiten auf dem Baufeld in Schleswig-Holstein statt:

- Lenz- und Leckagewasser aus der Baugrube, ca. 1.700 m³/Tag und 680 m³/Tag
- Tunnelprozesswasser und Sickerwasser, ca. 850 m³/d

Das Wasser der „Entwässerung“ wird in einem Prozesswasserbecken gesammelt, gereinigt und anschließend unter Einhaltung der behördlich abgestimmten Einleitwerte in die Elbe eingeleitet. Der Wassertransport vom Baufeld bis zur Einleitstelle in der Elbe erfolgt ebenfalls mittels Druckleitung. Die Elbwasserentnahme und Einleitung wird für den gesamten Bauzeitraum von ca. 3,5 Jahren vorgesehen.

Aufgrund des im Vergleich zum Tunnelvortrieb niedrigeren Bedarfs „Bewässerung“ beim Bau der Baugruben und dem zeitlichen Versatz zwischen diesen beiden Bauprozessen wird der Wasserbedarf für den Tunnelbau als maximale Elbwasserentnahme angesetzt. Die maximale Einleitmenge ergibt sich aus Anteilen beider Bauvorgänge.

Die Wasservolumina wurden anhand des Bauablaufs und anhand von Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte ermittelt. Diese haben einen modellhaften Charakter und können sich in der Ausführung durch Optimierung des Bauablaufs oder Änderung von technischen Randbedingungen der Bauverfahren noch anpassen, die abgestimmten Anforderungen zu Einleitwerten, Entnahme- und Einleitmengen (sollten diese beschränkt werden) bleiben von diesen Änderungen aber unberührt.

An den Ein- und Ausgangspunkten auf der Baustelle wird das Prozesswasser auf seine Eigenschaften getestet. Nach der Entnahme dient dies der Einstellung der Anmachwasserparameter und vor der Einleitung dem Schutz des Wasserkörpers Elbe. Die Messintervalle wurden in vorläufiger Abstimmung mit den Behörden festgelegt. Da die Einleitwerte immer in Abhängigkeit der Entnahmewerte stehen, sind auch Schwankungen der Einleitwerte unvermeidbar.

4.2.13.3 Wasserhaltung Niedersachsen

Auf dem Baufeld in Niedersachsen wird ausschließlich zur Herstellung der Baugrube eine größere Menge an Wasser benötigt und somit als „Bewässerung“ hinzugeführt:

- bis ca. 500 m³/Tag beim Aushub organischer Weichschichten (= Tagesleistung Aushub)
- bis ca. 240 m³/Tag beim Aushub von Sanden (vgl. Teil G6, Hydrogeologisches Gutachten)

Eine „Entwässerung“ findet in folgenden Bauphasen, bzw. für folgende Tätigkeiten auf dem Baufeld in Niedersachsen statt:

- Lenz- und Leckagewasser aus der Baugrube, ca. 1.700 bzw. 540 m³/Tag

Das Wasser der „Entwässerung“ wird in einem Prozesswasserbecken gesammelt, gereinigt und anschließend unter Einhaltung der abgestimmten Einleitwerte in die in die Wischhafener

Süderelbe (elbseitig des Sperrwerks) eingeleitet. Der Wassertransport vom Baufeld bis zur Einleitstelle in der Wischhafener Süderelbe erfolgt ebenfalls mittels Druckrohrleitung.

Die Wasservolumina wurden anhand des Bauablaufs und anhand von Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte ermittelt. Diese haben einen modellhaften Charakter und können sich in der Ausführung durch Optimierung des Bauablaufs oder Änderung von technischen Randbedingungen der Bauverfahren noch anpassen, die abgestimmten Anforderungen zu Einleitwerten und -mengen (sollten diese beschränkt werden) bleiben von diesen Änderungen aber unberührt.

Die Einleitung wird für den gesamten Bauzeitraum vorgesehen. Die maximale Einleitmenge ergibt sich aus den Wasseranteilen der „Entwässerung“.

Vor der Einleitung wird das Prozesswasser auf der Baustelle auf seine Eigenschaften getestet. Dies dient dem Schutz des Wasserkörpers Wischhafener Süderelbe. Die Messintervalle wurden in vorläufiger Abstimmung mit den Behörden festgelegt.

4.2.14 Rekultivierung

Nach Fertigstellung des Querungsbauwerks ElbB werden auf beiden Elbseiten die Baustelleneinrichtungsflächen geräumt. Anschließend erfolgt der Rückbau der im Zuge der Baufeldvorbereitung eingebauten Tragschichten aus Kies/ Sand inkl. Geogitter und der Rückbau der bauzeitlichen Drainagen.

Nach Abschluss dieser Maßnahmen wird mit der Rekultivierung gem. dem Bodenschutzkonzept (siehe Teil G2) begonnen, detaillierte Angaben können dem Konzept entnommen werden. Rekultiviert werden alle Flächen, die durch die Baustelleneinrichtungs- und Bodenlagerflächen während der Bauzeit genutzt wurden und die nicht dauerhaft versiegelt bleiben, wie z.B. die Gebäudeflächen, befestigte Flächen des Betriebsgeländes und der Betriebszufahrt. Ziel der Rekultivierung ist, dass die Flächen ihre natürlichen Bodenfunktionen wieder erlangen, damit sie für eine landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung stehen können und die ursprüngliche Ertragsfähigkeit wiedererlangt wird.

Die Rekultivierung beinhaltet im Wesentlichen nach Freilegung der Flächen die Überprüfung des Verdichtungsgrades unterhalb der Baustelleneinrichtungs- und Bodenlagerflächen. Je nach bauzeitlicher Nutzung sind hier oberflächliche Bodenverdichtungen bis stärker verdichtete Bereiche zu erwarten. Der Grad der Verdichtung, bzw. der Lockerungsbedarf/ -tiefe wird durch Messen der Eindringwiderstände festgestellt. Nach Vorgaben des Bodenschutzkonzeptes werden dann Lockerungsmaßnahmen durchgeführt, die jedoch aufgrund der Gefahr von Vermischungen unterschiedlicher Bodenschichten nicht unnötig tief ausgeführt werden dürfen. Der Oberbodenauftrag inkl. Herstellung des Oberbodenplanums erfolgt nach Abschluss der Lockerungsmaßnahmen. Die Flächen werden im Anschluss an die Folgebewirtschaftung übergeben und sind vorbereitet für die Einsaat. Nach Vorgabe des Bodenschutzkonzeptes wird

empfohlen Saatmischungen zu verwenden, die die Regeneration des beeinträchtigten Bodens bestmöglich fördern. Eine erneutes Oberflächenaufmaß wird nach längerer Zeit (etwa eine Winterperiode inkl. anschließender Abtrocknung) durchgeführt, um Setzungen und Flächenunebenheiten zu identifizieren. Sollten entsprechende Unebenheiten festgestellt werden, werden diese Flächenbereich in Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung mit zertifiziertem Oberbodenmaterial ausgeglichen und/ oder die betroffene Fläche nochmals bearbeitet.

Die Rekultivierungsmaßnahmen werden zur Beweissicherung der Wiederherstellung dokumentiert. Eine Beweissicherung des Ausgangszustandes vor Beginn der Baumaßnahme wurde im Rahmen der Vorplanung vom Bodenkundlichen Sachverständigen bereits durchgeführt, und wird vor Beginn der Baumaßnahmen nochmal erneuert.

5 Parallelführungen und Kreuzungen

5.1 Kreuzungsverzeichnis

Das Kreuzungsverzeichnis kann Teil C1 entnommen werden. Die darin enthaltenen Daten basieren auf Leitungs- und Bestandsauskünften, die im Rahmen der Vorplanung eingeholt wurden.

5.2 Kreuzungen und Parallelführungen mit anderen Leitungen

5.2.1 Kreuzungen mit anderen Leitungen SH

Im Bereich der Kreisstraße Hollerwettern (K41) werden folgende Leitungen durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 0+650) gequert:

- Wasserleitung (Wasserverband Unteres Störgebiet)
- Niederspannungsleitung (SH Netz AG)
- Hoch-, Mittel- und Niederspannungskabel ELB_1460 (WSA)
- Breitbandleitung (Zweckverband „Breitbandversorgung Steinburg“)
- Mittelspannungsleitung (SH Netz AG)
- Gas-Mitteldruckleitung (SH Netz AG)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Leitungen in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 25 m, die vorgenannten Leitungen werden dadurch nicht beeinflusst.

Im Bereich des Hochwasserschutzdeiches SH (binnendeichs, am Deichfuß) wird folgende Leitung durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 0+700) gequert:

- LWL-Kabel (WSA Nord-Ostsee-Kanal)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Leitung in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 27 m, die vorgenannte Leitung wird dadurch nicht beeinflusst.

5.2.2 Kreuzungen mit anderen Leitungen NI

Im Bereich des Hochwasserschutzdeiches NI (binnendeichs) werden folgende Leitungen durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 5+100) gequert:

- Seezeichenkabel (WSA Nord-Ostsee-Kanal)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Leitung in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 12 m, die vorgenannte Leitung wird dadurch nicht beeinflusst.

5.2.3 Parallelführungen von anderen Leitungen SH

Auf schleswig-holsteinischer Seite erfolgt keine Parallelführung mit anderen Leitungen.

5.2.4 Parallelführungen von anderen Leitungen NI

Auf niedersächsischer Seite erfolgt keine Parallelführung mit anderen Leitungen.

5.3 Kreuzungen mit Straßen und Wegen SH

Es werden folgende Straßen und Wege durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 0+700/ 0+750) gequert:

- Kreisstraße Hollerwettern (K41)
- Treibselweg (außendeichs)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Straßen/ Wege in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 27 m, der Zustand der vorgenannten Straßen/ Wege wird dadurch nicht beeinflusst.

5.4 Kreuzungen mit Straßen und Wegen NI

Es werden folgende Wege durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 5+100) gequert:

- Treibselweg (außendeichs)
- Deichverteidigungsweg (binnendeichs)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Wege in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 14 m, der Zustand der vorgenannten Wege wird dadurch nicht beeinflusst.

5.5 Kreuzungen mit Gewässern SH

Im südlichen Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche in SH werden folgende Gewässer durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB (ca. TM 0+050/ 0+700) gequert:

- Querwettern

- Entwässerungsgraben Kreisstraße Hollerwettern (K41)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Gewässer in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 16 m/ 31 m, die vorgenannten Gewässer wird dadurch nicht beeinflusst.

Der Tunnel des Querungsbauwerks ElbB unterquert im Abschnitt ca. TM 0+800 bis ca. TM 1+750 folgendes Gewässer:

- Bundeswasserstraße Elbe

Die Querung der Elbe, die Tiefenlagen und die dazu erfolgten Abstimmungen mit dem WSA Hamburg werden im Kapitel 2.3 genauer erläutert. Die Elbe wird durch die Unterquerung im geschlossenen Vortriebsverfahren jedoch nicht beeinflusst.

5.6 Kreuzungen mit Gewässern NI

Der Tunnel des Querungsbauwerks ElbB unterquert im Abschnitt ca. TM 1+750 bis ca. TM 4+150 folgendes Gewässer:

- Bundeswasserstraße Elbe

Die Querung der Elbe, die Tiefenlagen und die dazu erfolgten Abstimmungen mit dem WSA Hamburg werden im Kapitel 2.3 genauer erläutert. Die Elbe wird durch die Unterquerung im geschlossenen Vortriebsverfahren jedoch nicht beeinflusst.

Der Tunnel des Querungsbauwerks ElbB unterquert im Abschnitt ca. TM 4+150 bis ca. TM 5+050 folgendes Gewässer:

- Entwässerungsgräben
- Priel

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese Gewässer in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 14 m – 18 m, der Zustand der vorgenannten Gewässer wird dadurch nicht beeinflusst.

5.7 Kreuzungen mit Drainagen

Binnendeichs unterquert der Tunnel des Querungsbauwerks ElbB sowohl in SH als auch in NI Drainagen im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Drainagen werden durch die Kreuzung des Vortriebstunnels in der Funktion nicht beeinträchtigt.

5.8 Kreuzungen mit sonstigen Bauwerken SH

Es werden folgende sonstige Bauwerke durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB gequert:

- Hochwasserschutzdeich SH (ca. TM 0+650 bis ca. TM 0+750)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese baulichen Anlagen in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 25 m. Die Funktion der vorgenannten baulichen Anlagen wird dadurch nicht beeinflusst.

5.9 Kreuzungen mit sonstigen Bauwerken SH

Es werden folgende sonstige Bauwerke durch den Tunnel des Querungsbauwerks ElbB gequert:

- Hochwasserschutzdeich NI (ca. TM 5+000 bis ca. TM 5+100)

Der Tunnel unterquert im geschlossenen Vortriebsverfahren diese baulichen Anlagen in einer Tiefe ab Geländeoberkante von ca. 14 m. Die Funktion der vorgenannten baulichen Anlagen wird dadurch nicht beeinflusst.

6 Betrieb und Instandhaltung

6.1 Übersicht

Im ElbB Querungsbauwerk werden die Kabelsysteme, unter der Elbe hindurchgeführt. Die Kabelsysteme werden praktisch rund um die Uhr im Betrieb sein, so dass auch der Betrieb des Querungsbauwerks 24 h/Tag an 7 Tagen/ Woche läuft. Das Bauwerk ist daher u.a. mit einer Lüftung zum Wärmeabtransport aus-gestattet und kann durch Personal des Betreibers oder durch technisches Personal zur Wartung/ Reparatur der Kabelsysteme oder der technischen Einrichtungen im Gebäude begangen werden.

Im Folgenden wird der Betrieb des Querungsbauwerks beschrieben, sowie die Tätigkeiten, die im Bauwerk vorgenommen werden. Dabei werden folgende Betriebszustände unterschieden:

- Inbetriebnahme
- Regelbetrieb
- Wartungs-/ Inspektionsintervalle und Reparaturarbeiten
- Kabelreparatur am Systemkabel
- Führungen für technische Besucher

Für die Betriebsphase des ElbB Querungsbauwerks wurden zusätzlich für folgende Aspekte gesonderte Unterlagen erstellt:

- Lärm: Schalltechnische Untersuchung, siehe Teil D2
- Verkehr: Verkehrsgutachten, siehe Teil F1.6
- Sicherheit: Brandschutznachweis und Sicherheitskonzept Betrieb, siehe Teil F1.3 und F1.4

6.2 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Querungsbauwerks ElbB erfolgt in zwei Phasen:

Phase I: Inbetriebnahme der technischen Gebäudeausrüstung; nach wesentlicher Fertigstellung des Querungsbauwerks

Phase II: Probetrieb bis zum Regelbetrieb; nach Fertigstellung des gesamten Vorhabens V48.

In der Phase I erfolgt sukzessive, nach jeweiliger Fertigstellung, die Erstinbetriebnahme der technischen Gebäudeausrüstung inkl. der Lüftungsanlage für den Tunnel und der Tunnelfahrzeuge. Die Sicherheitstechnik, sowie die Leitwarte werden in Betrieb genommen und die Verbindung/ Kommunikation zur Amprion Leitwarte in Brauweiler aufgebaut. Sobald alle

Gebäudetechnischen Installationen und die Inbetriebnahme der Tunnelfahrzeuge erfolgt ist und auch die Sicherheitstechnischen Installationen im Tunnel funktionieren, werden die Systemkabel des Vorhabens V48 eingezogen. Die Phase I befindet sich innerhalb der Bauzeit des ElbB. Der Aufenthalt von Personen im Querungsbauwerk erfolgt in der Phase I entsprechend des baulichen Sicherheitskonzeptes, der Verkehr durch An- und Abfahrten ist ebenfalls mit dem in der Bauphase prognostiziertem Verkehr abgedeckt.

Nachdem der Kabeleinzug in das Querungsbauwerk ElbB vollzogen ist, folgt die Phase II der Inbetriebnahme. Es erfolgen zunächst erste Kabeltest innerhalb des Querungsbauwerks. Sobald die Kabel aus den benachbarten Abschnitten des Vorhabens V48 Muffenbauwerk ankommen, kann die Verbindung zur Landtrasse des Vorhabens V48 erstellt werden und die Inbetriebnahme des Vorhabens V48 beginnen. Es ist davon auszugehen, dass in einem Zeitraum regelmäßige Begehungen im Querungsbauwerk erfolgen. Der Aufenthalt von Personen im Querungsbauwerk erfolgt in der Phase II entsprechend des betrieblichen Sicherheitskonzeptes, da alle Sicherheitssysteme im Bauwerk und auch die Tunnelfahrzeuge in Betrieb genommen wurden. Der Verkehr durch An- und Abfahrten liegt weit unterhalb des für die Bauphase angenommen Verkehrs, aber ggf. etwas höher als für die spätere Betriebsphase.

6.3 Regelbetrieb

Der Regelbetrieb des Querungsbauwerks ElbB erfolgt 24 h/Tag und 7 Tage/ Woche. Die Anlage ist in dieser Zeit unbesetzt, es ist kein Personal vor Ort. Im Regelbetrieb wird das Querungsbauwerk mittels Fernüberwachung durch die Leitwarte der Amprion in Brauweiler betrieben. Alle für den Betrieb des Querungsbauwerks erforderlichen technischen Anlagen laufen vollautomatisch, bzw. können durch die dauerhaft besetzte Leitwarte in Brauweiler gesteuert und auf ihre Funktion geprüft und überwacht werden. Von hier aus können auch die Tunnelfahrzeuge per Fernsteuerung durch den Tunnel des Querungsbauwerks gefahren werden, um z.B. optische oder messtechnische Prüfungen im Tunnel ohne Personal vor Ort durchführen zu können.

6.4 Wartungs-/ Inspektionsintervalle und Reparaturarbeiten

Im Querungsbauwerk sind regelmäßige Wartungsintervalle für die technischen Einrichtungen, die bautechnische Prüfung des Bauwerks, sowie für die Kabel vorgesehen. Die Häufigkeit, Dauer und der zeitliche Ablauf der Wartungs-, Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten richten sich nach den gesetzlichen Vorgaben und den Herstellerangaben. Auf dieser Grundlage können strukturierte und fachgerechte Personaleinsatzplanungen sichergestellt werden. Für Tätigkeiten jeder Art werden Betriebsanweisungen schriftlich formuliert.

Alle Wartungsarbeiten sind zeitlich planbar und werden nach Möglichkeit gesammelt in einem begrenzten Zeitraum organisiert, so dass die Aufenthaltstage von Personen im

Querungsbauwerk möglichst minimiert werden. Der Aufenthalt von Personen im Querungsbauwerk während Wartungszeiten oder zur Reparatur von technischen Komponenten erfolgt nach den Vorgaben des Sicherheitskonzept für die Betriebsphase (siehe Teil F1.4). Lediglich wird die Lüftungsleistung vor dem Zutritt von Personen in das 4. bzw 3. UG und den Tunnel auf eine max. Luftgeschwindigkeit von ca. 1 m/s reduziert. Während der Wartungsintervalle beschränkt sich der Verkehr zum Betriebsgelände durch An- und Abfahrten auf wenige Fahrzeuge am Tag und wird im Verkehrsgutachten bewertet.

6.5 Kabelreparatur am Systemkabel

Für den Schadensfall an einem Systemkabel innerhalb des Querungsbauwerks ElbB muss eine Reparatur vor Ort erfolgen. Dafür werden abhängig vom Schadensort innerhalb des Bauwerks unterschiedliche Maßnahmen vorgesehen.

Für alle Schadensszenarien gilt, dass zunächst planmäßig das Reservekabel des beschädigten Systems innerhalb des Muffenbauwerks in Betrieb genommen werden kann. Dafür werden beidseitig der Elbe die Muffen des beschädigten Kabels innerhalb des Muffenbauwerks getrennt, die Kabelenden aus ihren Halterungen gelöst und seitlich gelagert. Das Reservekabel des betroffenen Systems wird an dessen Stelle gehoben und beidseitig der Elbe in das nun offene System eingesetzt. So kann das zuvor beschädigte System mit dem eingesetzten Reservekabel im Normalbetrieb weiter betrieben werden.

Anschließend kann der Kabelschaden final lokalisiert und dessen Reparatur geplant werden.

Das reparierte Kabelsystem kann dann für zukünftige Kabelfehler als Reservekabel verwendet werden.

6.5.1 Kabelschaden im Tunnel

Bei einem Kabelschaden im Tunnelbereich wird das betroffene Kabel beidseitig der Elbe in den Muffenbauwerken außer Betrieb genommen und das Reservekabel analog zu oben beschriebenem eingesetzt. Für eine nachgelagerte Reparatur des defekten Kabels im Tunnel wird ein Kabelstück von ca. 20 m Länge in den Tunnel gebracht, das System sowie das Nachbarsystem außer Betrieb genommen, das defekte Kabel auf entsprechender Länge herausgetrennt und das neue Teilstück mittels zweier zusätzlicher Muffen eingesetzt. Die Muffen entsprechen im Wesentlichen den planmäßig installierten Muffentypen, auch die Herstellung der Reparaturmuffen erfolgt analog (siehe Kapitel 4.2.10).

Nach der Reparatur steht das reparierte Kabel als Reservekabel zur Verfügung.

6.5.2 Kabel- oder Muffenschaden im Muffenbauwerk

Bei einem Fehler im Muffenbauwerk ist der Fehlerort u.U. schnell zu erkennen. Arbeiten können hier auch dann ausgeführt werden, wenn sich das Parallelsystem in Betrieb befindet. Daher kann u.U. der Umbau auf das Reservekabel entfallen und direkt mit der Reparatur begonnen werden.

Im Falle eines Muffen- oder Kabelschadens im Muffenbauwerk wird stets ein neues kurzes Kabelteilstück ins Muffenbauwerk eingezogen. Das beschädigte Kabel wird herausgeschnitten und das neue Kabelstück zwischen zwei neu zu installierenden Muffen eingesetzt. Die Muffen entsprechen im Wesentlichen den planmäßig installierten Muffentypen, auch die Herstellung der Reparaturmuffen erfolgt analog (siehe Kapitel 4.2.10).

6.5.3 Kabelschaden im Schachtbauwerk

Das Schachtbauwerk stellt die Verbindung zwischen Tunnel und Muffenbauwerk dar. Dementsprechend erfolgt auch die Reparatur als Kombination der beiden Fehlerfälle. Zunächst wird das Reservekabel wie oben beschrieben in Betrieb genommen.

Die später erfolgende Reparatur wird nicht direkt an der Schadenstelle des Kabels durchgeführt, sondern es wird ein neues Kabelstück eingezogen, das vom Muffenbauwerk bis in den Tunnelquerschnitt hinein reicht. Hierfür wird das Kabelsystem sowie das Nachbarsystem außer Betrieb genommen. Das beschädigte Teilstück des Kabels im Schachtbauwerk wird vom Muffenbauwerk bis in den Tunnel entfernt und das neue Teilstück im Tunnel mit einer Reparaturmuffe verbunden. Die Muffe entspricht im Wesentlichen den planmäßig installierten Muffentypen, auch die Herstellung der Reparaturmuffe erfolgt analog (siehe Kapitel 4.2.10).

Im Muffenbauwerk wird das Kabelende zunächst nicht verbunden, das reparierte Kabel steht nun als Reservekabel für zukünftige Kabelfehler zur Verfügung.

Alle Kabelreparaturen erfolgen nach den Vorgaben des Sicherheitskonzeptes (Teil F1.4).

6.6 Führungen für technische Besucher und behördliche Begehungen

Im Querungsbauwerk ElbB sind keine Führungen für die Öffentlichkeit (im touristischen Sinne) vorgesehen, sondern ausschließlich für technische Besucher oder behördliche Begehungen, die den Zweck der Erläuterung der Funktionsweise des Gebäudes und dessen Einrichtungen haben (z.B. Gebäudeeinweisung für Feuerwehr und Rettungsdienst). Gemäß dem Sicherheitskonzept für die Betriebsphase (siehe Teil F1.4) ist für diese Einzelfälle ein Sicherheitskonzept zu erstellen, dass mit den örtlichen Behörden und Feuerwehren abzustimmen ist.

6.7 Instandhaltungskonzept

Die Kabel einschl. der zugehörigen Armaturen können als wartungsarm betrachtet werden. Eine regelmäßige Sichtinspektion ist daher ausreichend.

Für diese Inspektionen können Begehungen oder aber auch Kamerafahrten mit dem Tunnelfahrzeug durchgeführt werden, die jedoch durch den begrenzten Kamerablickwinkel eingeschränkt sind.

Die Wartungsarbeiten an den Kabeln umfassen i.W. die folgenden Arbeiten:

- Sichtprüfung der Muffen, Anschlüsse und Erdungsverbindungen
- Inspektion der Kabel und des Kabelmantels, insbesondere im Bereich der Festpunkte
- Prüfung des Durchhangs der Kabel
- Ggf. Wärmebildkameraaufnahmen zur Erkundung von Hotspots.

Auch die zum Kabel gehörenden Strukturen (Gerüste, Unterkonstruktionen, Auflager, Abstandshalter) werden regelmäßig inspiziert. Dabei werden i.W. Prüfungen in Bezug auf Korrosion vorgenommen.

Neben der visuellen Inspektion werden die Kabel durch das im Kabelmantel befindliche Monitoring-Kabel permanent überwacht. Das Kabel dient der Fehlerortung, liefert Informationen zum Wärmeverhalten der Kabel und gibt damit Hinweise zu möglichen Fehlern über ein Temperaturprofil.

Die Prüfungsintervalle sind zeitabhängig. Es wird davon ausgegangen, dass in den ersten fünf Jahren nach Inbetriebnahme eine jährliche Inspektion erfolgen wird. Danach wird der Inspektionsrhythmus entsprechend der Ergebnisse der vorliegenden Inspektionen neu bewertet. Eine Vergrößerung der Intervalle ist anzunehmen.

Im Fall von festgestellten Fehlern an den Kabeln, der Unterstruktur und aller zum Kabelsystem gehörenden Anlagen wird auf Basis eines vorab erstellten Maßnahmenkatalogs eine Fehlerbehebung bzw. Reparatur veranlasst. Der Umsetzungszeitpunkt hängt dabei von der Relevanz des Fehlers für das Gesamtsystem ab. Grundsätzlich ist es das Ziel, Reparaturmaßnahmen im Tunnel zusammenzufassen und zu Zeiten durchzuführen, die bzgl. Umgebungsbedingungen oder Netzstabilität als unkritisch eingestuft werden.

6.8 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage

Für die Stilllegung der Anlage werden zunächst alle Kabelsysteme inklusive der zugehörigen Infrastruktur, wie Kabelhalterungen, Muffen etc. aus dem Tunnel und den angrenzenden Schacht- und Muffenbauwerken ausgebaut. Anschließend erfolgt die Deinstallation der Technischen Gebäudeausrüstung im Tunnel und den Zugangsbauwerken inklusive der Aufzüge

und IT-Infrastruktur. Abschließend wird der Laufweg im Tunnel und die Tunnelfahrzeuge aus dem Tunnel ausgebaut, so dass lediglich die Tunnelröhre im Boden verbleibt.

Zum Verfüllen des Tunnels werden Verfüllleitungen beginnend von dem Gradiententiefpunkt in den Tunnel eingebracht und an den Schienenbefestigungssystemen montiert. Die Verfüllleitungen werden zu beiden Schachtbauwerken geführt, um so ein schnelles und kontinuierliches Verfüllen des Tunnels sicherzustellen. Die weiteren Leitungen enden dann jeweils in ca. 200 m-Schritten näher am Schacht. Nachdem die Leitungen eingebracht wurden, werden die Tunnelöffnungen am Schacht abgemauert.

Das Verfüllen erfolgt mittels Dämmer. Begonnen wird die Verfüllung des Tunnels durch die Leitungen, die im Tiefpunkt enden. Dann wird der Tunnel sukzessive durch die weiteren Leitungen befüllt.

Die oberirdischen Gebäude werden, wie im Hochbau üblich, vollständig bis zu einer Tiefe von ca. 2 m unter GOK zurückgebaut. Das anfallende Material wird recycelt bzw. entsorgt. Im Folgenden werden die Tunnel in offener Bauweise und die unterirdischen Gebäudeteile bis zu einer Tiefe von 2 m unter GOK verfüllt. Die bautechnischen Strukturen wie Wände und Decken verbleiben im Baugrund.

Die Oberflächenstrukturen wie die Außenanlagen werden ebenfalls rückgebaut. Es folgt eine Andeckung mit Oberboden und einer Rekultivierung der Flächen.

Sollte zum Zeitpunkt der Stilllegung ein Bedarf der weiteren Nachnutzung für das Querungsbauwerk ElbB bestehen, wird ein Nachnutzungskonzept erforderlich. Ausbau der technischen Komponenten, sowie Verfüllung etc. könnten in dem Fall ggf. entfallen.

7 Literatur und Quellenverzeichnis

BBPIG Bundesbedarfsplangesetz vom 23. Juli 2013

EltBauVO Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen, zuletzt geändert 01.03.2011

Empfehlung zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen, Stand 03/2021; DAUB-Ausschusses

EWKG Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein) vom 07.03.2017

GEG Gebäudeenergiegesetz von 08.2020, zuletzt geändert am 19.10.2023.

LBO Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein vom 22.01.2009, zuletzt geändert am 23.07.2024

NABEG Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz vom 28.07.2011, zuletzt geändert am 08.05.2024

NBauO Niedersächsische Bauordnung vom 03.04.2012, zuletzt geändert am 18.06.2024

NKlimaG Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels, von 12.2020, zuletzt geändert am 12.12.2023

VDI 6022 Richtlinienreihe "Raumluftechnik, Raumlufqualität", zuletzt geändert Januar 2018

WRRL Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, 23. Oktober 2000