



Anlage 13.1

Stand: 13.12.2017

Planfeststellungsunterlage vom 01.10.2013

Feste Fehmarnbeltquerung **Planfeststellung**

Erläuterungsbericht **wassertechnische** **Untersuchungen**

Deckblatt, überarbeitete Fassung, 13.12.2017

s. 1-69

Grundlage der Entscheidung

vom 31.01.2019

Az.: APV-622.228-16.1-1

Dieser Plan ist Bestandteil der vorbezeichneten Entscheidung. Für die Angabe der Rechtsgrundlage und deren Fundstelle wird auf die Entscheidung verwiesen.

Kiel, den 31.01.2019

Amt für Planfeststellung Verkehr
-Planfeststellungsbehörde-

gez. Dörte Hansen

Feste Fehmarnbeltquerung Planfeststellung

Anlage 13.1: Erläuterungsbericht wassertechnische Untersuchungen Deckblatt, überarbeitete Fassung, 13.12.2017

Aufgestellt:

Femern
Sund ≈ Bælt

Landesbetrieb
Straßenbau und Verkehr
Schleswig-Holstein
Niederlassung Lübeck



Kopenhagen, 13.12.2017
Femern A/S

Lübeck, 13.12.2017
LBV-SH-Niederlassung Lübeck

gez. Claus Dynesen

gez. Torsten Conradt

Die alleinige Verantwortung für diese Veröffentlichung liegt beim Autor.
Die Europäische Union haftet nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Seite 2/69

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINES	9
1.1. Zuständige Behörden.....	9
2. ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE	11
2.1. Baugrund	11
2.2. Gewässersystem	12
2.3. Hochwasser, Risikogebiete	13
2.4. Vorhandene Entwässerungssysteme	16
2.4.1. Straßenentwässerung.....	16
2.4.2. Bahnentwässerung	16
2.4.3. Ortsentwässerung	17
2.4.3.1. Schmutzentwässerung.....	17
2.4.3.2. Regenentwässerung	17
3. GEPLANTE ENTWÄSSERUNGSSYSTEME	18
3.1. Entwässerungsabschnitte	19
3.1.1. Entwässerungsabschnitt 1	20
3.1.2. Entwässerungsabschnitt 2	21
3.1.3. Entwässerungsabschnitt 3	22
3.1.4. Entwässerungsabschnitt 4	23
3.2. Straßenentwässerung (Entw.-Abschn. 1 + 2A).....	23
3.2.1. Herkunft / Art des Abwassers:.....	23
3.2.2. Betriebsbeschreibung	23
3.2.3. Hydraulische Bemessung	24
3.3. Bahnentwässerung (Entw.-Abschn. 3).....	26
3.3.1. Herkunft/Art des Abwassers.....	26
3.3.2. Betriebsbeschreibung	27
3.3.3. Hydraulische Bemessung	28
3.4. Rampenentwässerung (Entw.-Abschn. 2B).....	29
3.4.1. Herkunft/Art des Abwassers.....	30

3.4.2.	Betriebsbeschreibung	30
3.4.3.	Hydraulische Ansätze	31
3.5.	Tunnelentwässerung (Entw.-Abschn. 4)	32
3.5.1.	Herkunft/Art des Abwassers	32
3.5.2.	Betriebsbeschreibung	33
3.5.3.	Hydraulische Ansätze	34
3.6.	Entwässerung Portalbereich (Entw.-Abschn. 2C)	34
3.6.1.	Herkunft/Art des Abwassers	34
3.6.2.	Betriebsbeschreibung	35
3.6.3.	Hydraulische Ansätze	35
3.7.	Schmutzwasser	35
3.7.1.	Herkunft/Art des Abwassers	36
3.7.2.	Betriebsbeschreibung	36
3.7.3.	Hydraulischer Ansatz	36
3.8.	Bauwerke Regenentwässerung	37
3.8.1.	Regenrückhaltebecken	37
3.8.2.	Nachweise über erforderliche qualitative Regenwasserbehandlung gemäß DWA-M 153	39
3.8.3.	Absetzbecken	40
3.8.4.	Regenklärbecken	42
3.8.5.	Leichtflüssigkeitsabscheider	43
3.8.6.	Regenwasserpumpwerke	43
3.8.7.	Zusammenfassung Einleitstellen	44
4.	MAßNAHMEN AN PRIVATEN BZW. FREMDEN ENTWÄSSERUNGSANLAGEN	46
5.	MAßNAHMEN AN VERBANDSGRÄBEN	47
5.1.	Allgemeines	47
5.2.	Verbandsgraben 3.2 Niellandsgraben	50
5.2.1.	Bestand	51
5.2.2.	Planung Durchlassverlängerung/-umbau	52
5.3.	Verbandsgraben 3.1/Drohngaben	53
5.3.1.	Bestand	53
5.3.2.	Planung Grabenumverlegung	54

5.4. Verbandsgraben 3.1.11	58
5.4.1. Bestand	58
5.4.2. Planung Grabenumverlegung	58
5.5. Verbandsgraben 3.1.12	59
5.5.1. Bestand	59
5.5.2. Planung Grabenumverlegung	60
5.6. Untersuchung Salzeintrag ins Verbandsgrabensystem	62
5.6.1. Untersuchungsumfang und Angaben zur Betrachtung.....	62
5.6.2. Direkteintrag über die Straßenentwässerung der E47	64
5.6.3. Eintrag über Versickerung	66
5.6.4. Zusammenfassung der Betrachtungsergebnisse.....	67
6. TEMPORÄRE ENTWÄSSERUNGSMAßNAHMEN	68

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Übersicht vorhandenes Verbandsgrabensystem im Planungsbereich FBQ	10
Abb. 2.1: Auszug Hochwassergefahrenkarte Küstenhochwasser HQ ₁₀₀	14
Abb. 2.2: Auszug Hochwassergefahrenkarte Küstenhochwasser HQ ₂₀₀	14
Abb. 2.3: Auszug Hochwassergefahrenkarte Flusshochwasser HQ ₂₀₀	15
Abb. 3.1: Fließbild Entwässerungssysteme	18
Abb. 3.2: Fließbild Entwässerungsabschnitte	20
Abb. 3.3: Definition Druckbereich und Stützbereich, Bild 1 aus DB Ril 836.2001	28
Abb. 3.4: Fließbild Rampenentwässerung	31
Abb. 3.5: Systemskizze vorgeschaltetes Absetzbecken und Regenrückhaltebecken	41
Abb. 5.1: Übersicht Verlegung Verbandsgräben	49

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1/Drohngraben	16
Tab. 3.1: Übersicht Einzugsgebiete Straßenentwässerung	25
Tab. 3.2: Übersicht Einzugsgebiete Bahnentwässerung	29
Tab. 3.3: Übersicht Einzugsgebiete Rampenentwässerung	31
Tab. 3.4: Übersicht geplante RRB	37
Tab. 3.5: Bewertung nach DWA-M 153 – Entwässerungsabschnitt 1	39
Tab. 3.6: Bewertung nach DWA-M 153 – Entwässerungsabschnitt 2A + 2B	40
Tab. 3.7: Übersicht geplante Regenwasserpumpwerke	43
Tab. 3.8: Übersicht Einleitstellen	45
Tab. 5.1: Übersicht Umbau/Verlegung Verbandsgräben	48
Tab. 5.2: Ermittelte Abflussdaten Verbandsgraben 3.2	52
Tab. 5.3: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1 im Projektgebiet	54
Tab. 5.4: Hydraulik offener Graben, Verbandsgraben 3.1	57

Tab. 5.5: Hydraulik offener Graben, Verbandsgraben 3.1.1262

Tab. 5.6: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1 + Verbandsgrabensystem 363

Abkürzungsverzeichnis

AB	Absetzbecken
Ae	angeschlossene Fläche
angeschl.	angeschlossen
Ared	abflusswirksame Fläche
AS	Anschlussstelle
B207	Bundesstraße 207
B	Breite
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DB (AG)	Deutsche Bahn AG
DB Ril.	Richtlinie der DB AG
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DN	Durchmesser Nenngroße
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
E47	Europastraße 47
einschl.	einschließlich
Entw.-Abschn.	Entwässerungsabschnitt
EU	Europäische Union
FBQ	Feste Fehmarnbeltquerung
gepl.	geplant
ggf.	gegebenenfalls
GOK	Geländeoberkante
H	Höhe
HWRL	EU-Hochwasserschutz-Richtlinie
i.d.R.	in der Regel
K49	Kreisstraße 49
Kap.	Kapitel
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen

L	Länge
LBV-SH	Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
LH	Lichte Höhe
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
LW	Lichte Weite
max.	maximal
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
mind.	mindestens
NHN	Normalhöhennull
OK	Oberkante
PEHD	Polyethylene high-density
r	Radius
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
RKB	Regenklärbecken
RRB	Regenrückhaltebecken
s.	siehe
UW	Untere Wasserbehörde
WBV	Wasser- und Bodenverband
z.B.	zum Beispiel
ZVO	Zweckverband Ostholstein

1. Allgemeines

Die Entwässerung des Tunnelprojektes FBQ ist in folgende Systeme untergliedert:

1. Straßenentwässerung
2. Bahnentwässerung
3. Rampenentwässerung, Straße und Bahn
4. Tunnelentwässerung, Straße und Bahn
5. Entwässerung Portalbereich / Portalentwässerung
6. Schmutzentwässerung, sanitäre Einrichtungen

Die Bauwerksentwässerungen der neuen Straßenbrücken sind Bestandteil der Straßenentwässerung.

Die Bauwerksentwässerung des unterirdischen Portalgebäudes sowie der Zufahrtstraße dorthin gehören zur Portalentwässerung.

Die vorgesehenen Entwässerungseinrichtungen werden nachfolgend erläutert. Bemessungen sind in der Anlage 13.2 und zeichnerische Darstellungen in den Anlagen 13.3 bis 13.8 enthalten.

1.1. Zuständige Behörden

Zuständigkeiten im Bereich des Wasserrechtes liegen bei den Wasserbehörden. Für Gewässer 2. Ordnung (Fließgewässer, Seen, Teiche) ist die UW auf Kreisebene zuständig. Die entsprechenden Aufgaben für Gewässer 1. Ordnung (z.B. Bundeswasserstraßen, die meisten Küstengewässer, Landeshäfen) nehmen i.d.R. die staatlichen Umweltämter wahr.

Das Planungsgebiet der FBQ auf Fehmarn liegt im Zuständigkeitsbereich der UW des Kreises Ostholstein sowie des LLUR und MELUR des Landes Schleswig-Holstein.

Die Unterhaltungspflicht für die Gewässer 2. Ordnung obliegt grundsätzlich den WBV. Es verlaufen mehrere Verbandsgräben aus dem Zuständigkeitsbereich des WBV Fehmarn Nord-Ost im Planungsgebiet. Der WBV Fehmarn Nord-Ost ist Mitglied des Gewässer- und Landschaftsverbandes Wagrien-Fehmarn, der dem Wasser- und Bodenverband Ostholstein als Kreisaufsichtsbehörde untergeordnet ist.

Die Einleitstellen der neuen Oberflächenentwässerungen in die oberirdischen Gewässer sind mit den zuständigen Behörden abgestimmt worden.

Weitere Einzelheiten zu den Verbandsgräben im Planungsgebiet FBQ sind im Kap. 2.2 aufgeführt.

In der folgenden Abb. 1.1 ist das vorhandene Verbandsgrabennetz in die Luftbildmontage der Örtlichkeit und des Projektes von Femern A/S integriert.



Abb. 1.1: Übersicht vorhandenes Verbandsgrabensystem im Planungsbereich FBQ

Den Vorhabenträgern ist die Niederschlagswasserbeseitigung der neuen Verkehrsanlagen als öffentlich-rechtliche Aufgabe zugewiesen. Gemäß Landeswassergesetz Schleswig-Holstein (LWG-SH) ist zur Beseitigung von Niederschlagswasser, das außerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortstagen auf öffentlichen Verkehrsanlagen anfällt, der Träger der Anlagen verpflichtet. Gesetzliche Regelungen zur Straßenbaulast und zum Träger der Straßenbaulast sind sowohl im Bundesfernstraßengesetz (FStrG) als auch im Straßen- und Wegegesetz des Landes Schleswig-Holstein (StrWG SH) aufgeführt. Die Unterhaltungs- und Betriebspflicht für die neuen Entwässerungsanlagen der E47, einschl. der Nebenanlagen, sowie für die neuen Bahnentwässerungsanlagen innerhalb der Projektgrenzen der FBQ liegt somit beim LBV-SH und Femern A/S.

Die zuständigen Betreiber für vorhandene Entwässerungsanlagen sind in den Unterkapiteln von Kap. 2.4 zu entnehmen. Insbesondere sind dies die DB für vorhandene Bahnentwässerungsanlagen, der ZVO für vorhandene Schmutzwasseranlagen im Planungsgebiet und die Stadtwerke Fehmarn für die örtliche, öffentliche Regenentwässerung von Grundstücken sowie für Gemeindestraßen und ggf. Ortsdurchfahrten.

2. Örtliche Verhältnisse

Das Planungsgebiet der FBQ quert von den Planungsgrenzen bis zum Tunnelportal einige flach ausgebildete Hügel und Senken. Die Trassen der E47 und der Bahn beginnen auf der Nordseite eines Hügels bei etwa NHN +5,48 m bzw. NHN +4,73 m. Der Hügel fällt bis zum Niederungsgebiet entlang des Drohngrabens von ca. NHN +10,00 m bis auf ca. NHN +1,00 m ab. In dem anschließenden Abschnitt bis zum Marienleuchter Weg beträgt die vorhandene GOK auf etwa einem Kilometer Länge weniger als NHN +2,00 m. Nördlich des Marienleuchter Weges liegt vorgelagert zum Tunnelportal eine Geländeerhöhung. Die neuen Trassen verlaufen westlich der Geländehöhenkuppe von ca. NHN +11,00 m.

Das Hinterland auf Fehmarn ist überwiegend landwirtschaftlich ausgeprägt. Östlich der neuen Trassen ist der Windpark Presen vorhanden.

2.1. Baugrund

Der Baugrund auf Fehmarn wurde in den Jahren 2009 bis 2011 untersucht und beurteilt. Die vollständigen Untersuchungen und Berichte sind in den Materialbänden Anlage 24 „Geotechnischer Untersuchungsbericht“ und Anlage 25 „Hydrogeologie“ enthalten.

Unterhalb von Oberboden und vorhandenen Dammschüttungen stehen bis in große Tiefen Geschiebeböden an, die teilweise von geringen Sandlagen durchzogen sind. In den Böden sind Steine bis hin zu Findlingen zu erwarten. Lokal sind organische Schichten als Torfe, Mudden sowie Beckenablagerungen vorhanden.

In den örtlichen Sandlagen tritt Stau- und Schichtenwasser auf. Vereinzelt wurden auch gespannte Grundwasserstände festgestellt. Auf den bindigen Böden ist zu den niederschlagsreichen Jahreszeiten mit Stauwasser bis in Höhe der GOK zu rechnen.

Die vorhandenen Dammschüttungen der Straßen bestehen aus aufgefüllten, locker bis mitteldicht gelagerten Sanden und aufgefüllten, steifen bis halbfesten, stark sandigen Schluffen.

Die vorhandenen, bindigen Böden sind als stark wasser- und frostempfindlich einzustufen.

2.2. Gewässersystem

Das Hinterland auf Fehmarn wird über ein Grabennetz entwässert, das über Schöpfwerke in die Ostsee / Fehmarnbelt einleitet. Die Verbandsgräben haben einen überwiegend offenen Verlauf. Nur streckenweise und im Bereich von Straßen- oder Bahnquerungen sind Verrohrungen vorhanden.

Im Planungsgebiet FBQ liegen mehrere Verbandsgräben (siehe auch Abb. 1.1 in Kap.1.1):

- Verbandsgraben Nr. 3.1 / Drohngraben (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.013) :
Kreuzung mit neuer Straße / Bahn ca. in Bau-km (Straße / Bahn) 8+325 / 8+440. Der Drohngraben weist abgesehen von vereinzelt Durchlässen einen offenen Verlauf auf.
- Verbandsgraben Nr. 3.1.10 (Nebengewässer des Drohngrabens):
Mündet östlich der neuen Trassen in den Drohngraben und ist durch das Bauvorhaben nicht direkt betroffen. Verbandsgraben 3.1.10 ist ein offener Graben, der nur in Überfahrtsbereichen verrohrt ist.
- Verbandsgraben Nr. 3.1.11 (Nebengewässer des Drohngrabens, Bauwerksverzeichnis Nr. 7.019):
Verläuft östlich parallel zur vorhandenen Bahnstrecke und ist ein verrohrtes Gewässer. Die neue Bahnstrecke quert den Verbandsgraben im flachen Winkel. Der Anfangsbereich wird durch den Straßendamm ca. 300 m weit überbaut. Der genaue Verlauf ist aufgrund örtlich nicht vorzufindender Schachtbauwerke nicht eindeutig zu bestimmen.
- Verbandsgraben Nr. 3.1.12 (Nebengewässer des Drohngrabens, Bauwerksverzeichnis Nr. 7.017):
Verläuft an der westlichen Böschung des vorhandenen Straßendamms der E47. Im südlichen Abschnitt ist ein offener Graben vorhanden. Weiter nördlich zum Marienleuchter Weg hin ist der Bachlauf verrohrt. Auch hier ist der genaue Verlauf der Verrohrung in der Örtlichkeit nicht zu bestimmen. Der neue Straßendamm quert den Verbandsgraben im flachen Winkel, sodass dieser ebenfalls ca. 300 m weit überbaut wird.
- Verbandsgraben Nr. 3.2 / Nielandsgraben (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.006):
Kreuzung mit neuer Straße und vorhandener Bahnstrecke ca. in Bau-km (Straße) 7+267. Der Nielandsgraben hat bis auf die Verrohrung zwischen der E47 und der K49 einen offenen Verlauf. Durch den Ausbau der E47 wird ein offenes Grabenstück überbaut.

Der Drohngraben und der Nielandsgraben fließen beide in Richtung Osten und werden nordöstlich von Presen über das Presen-Schöpfwerk 007 durch ein Deichsiel in die Ostsee geleitet. Gemäß Aussagen des WBV Fehmarn Nord-Ost ist der Nielandsgraben bereits ausgelastet. Eine Einleitung in dieses Gewässer sollte möglichst vermieden werden.

Das Graben-/Vorflutsystem auf Fehmarn ist ein gewachsenes Entwässerungssystem, das gemäß mündlicher Auskunft der UW und des WBV aufgrund der Leistungsfähigkeit der Schöpfwerke ausgelastet ist. Das Presen-Schöpfwerk 007 ist ca. 70-80 Jahre alt. Es besitzt drei Pumpen, die eine Gesamtförderleistung von 1.800 l/s haben.

2.3. Hochwasser, Risikogebiete

Wie zuvor beschrieben, verlaufen im Planungsgebiet FBQ mehrere Verbandsgräben. Bezüglich Hochwasser ist insbesondere das Niederungsgebiet entlang des Drohngrabens, das sich in Ost-West-Ausrichtung zwischen Presen und Todendorf erstreckt, zu betrachten.

Im November 2007 wurde im Amtsblatt der Europäischen Union die EU-Hochwassermanagementrichtlinie veröffentlicht. Die HWRL beschäftigt sich mit Maßnahmen zur Bewertung und dem Management von Hochwasserrisiken, die aus landseitigen und seeseitigen Überflutungsereignissen resultieren. [Die Umsetzung der HWRL erfolgt durch die Behörden auf Landesebene.](#)

[In einem ersten Umsetzungsschritt wurden dafür](#) Risikoeinschätzungen und -karten über Gebiete mit "potenziell signifikantem Hochwasserrisiko" gemäß der HWRL erstellt. Die Bestandsaufnahme/Datenerhebung dazu wurde im Frühjahr 2011 abgeschlossen. [Dieser Umsetzungsschritt umfasst eine vorläufige Bewertung von Hochwasserrisiken sowie eine Abschätzung der Lage risikogefährdeter Hochwassergebiete. Mithilfe von Standardisierungen und Vereinfachungen \(z.B. Ausblenden von Deichlinien, keine Berücksichtigung von Schöpfwerken und Durchlässen usw.\) und einer dann folgenden Betrachtung der vorhandenen Geländeausbildung, Bodenformen und Gewässer sowie einer Überlagerung theoretisch möglicher Hochwasserkulissen wurden diejenigen Gebiete bestimmt, bei denen davon auszugehen ist, dass ein potenziell signifikantes Hochwasserrisiko besteht oder für wahrscheinlich gehalten werden kann.](#)

[In einem zweiten Umsetzungsschritt bis Ende 2013 wurden für die im ersten Umsetzungsschritt identifizierten Gebiete Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Die angesetzten Vereinfachungen und Standardisierungen wurden dafür detailliert und spezifiziert untersucht. Deichbruchszenarien, Schöpfwerkbetriebe, Durchlässe usw. sollen in diesem Rahmen Berücksichtigung gefunden haben. 2015 sollen die Karten abschließend feststehen und je nach Bedarf weitergeführt/angepasst werden.](#)

[Die erstellten Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten können unter dem Link <http://zebis.landsh.de/webauswertung/> eingesehen werden.](#)

[Die aktuellen Hochwassergefahrenkarten zeigen, dass es ausschließlich bei einem Küstenhochwasser HQ₂₀₀ \(siehe Abb. 2.2\) zu Überschwemmungen in den Niederungsbereichen des Drohngrabens und Niellandsgrabens kommt. Hochwassergefahren aus Küstenhochwasser bis einschl. HQ₁₀₀ \(siehe Abb. 2.1\) und Flusshochwasser bis einschl. HQ₂₀₀ \(siehe Abb. 2.3\) bestehen für das gesamte Planungsgebiet nicht.](#)

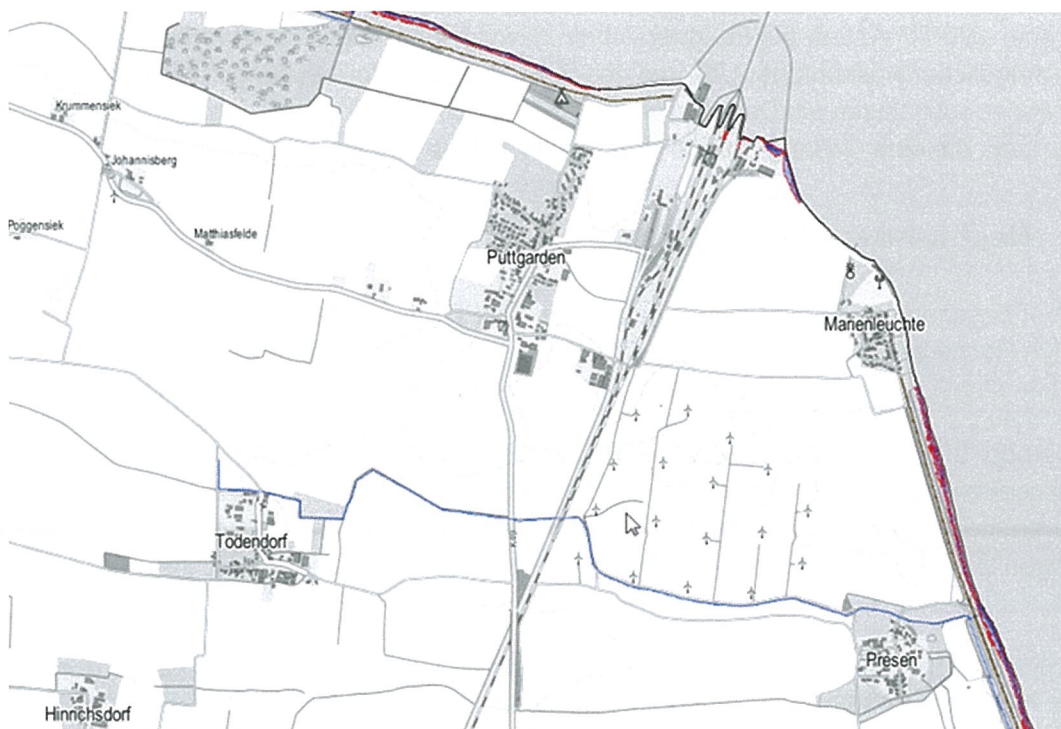


Abb. 2.1: Auszug Hochwassergefahrenkarte Küstenhochwasser HQ₁₀₀

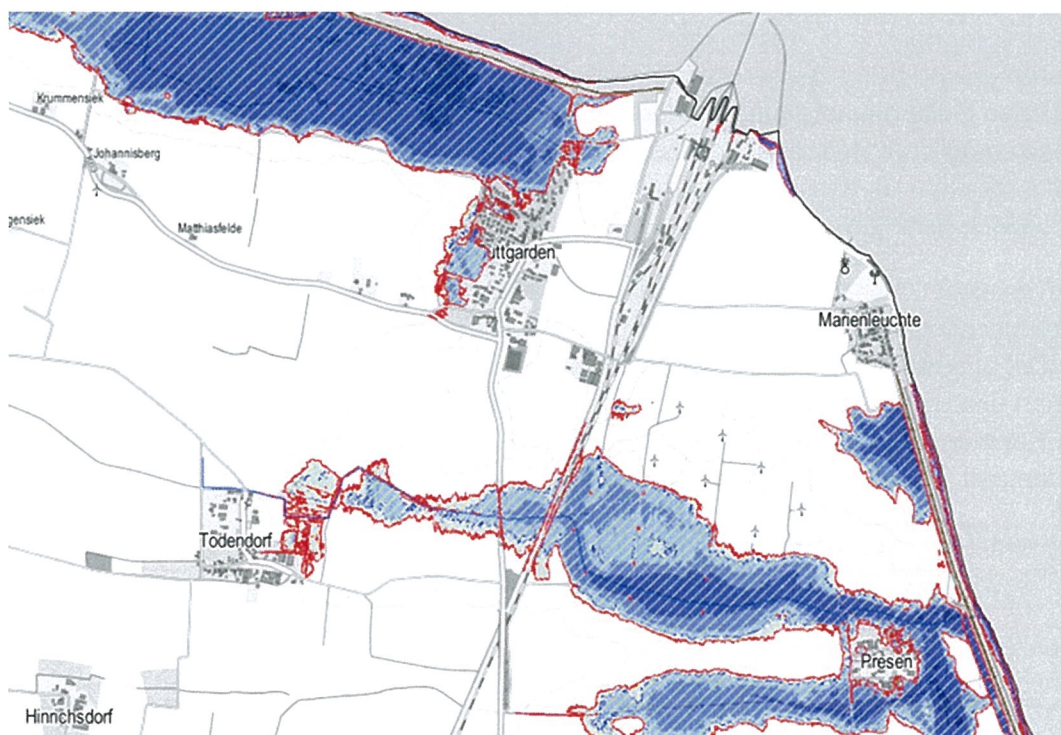


Abb. 2.2: Auszug Hochwassergefahrenkarte Küstenhochwasser HQ₂₀₀

Die Flächen des Niederungsgebietes entlang des Drohngrabens **und des Nielandsgrabens** sowie hinter dem Seedeich zwischen Marienleuchte bis südlich von Presen werden unterhalb eines Geländeeniveaus von etwa NHN +2,00 m als Risikogebiet für Hochwasser durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser angesehen.

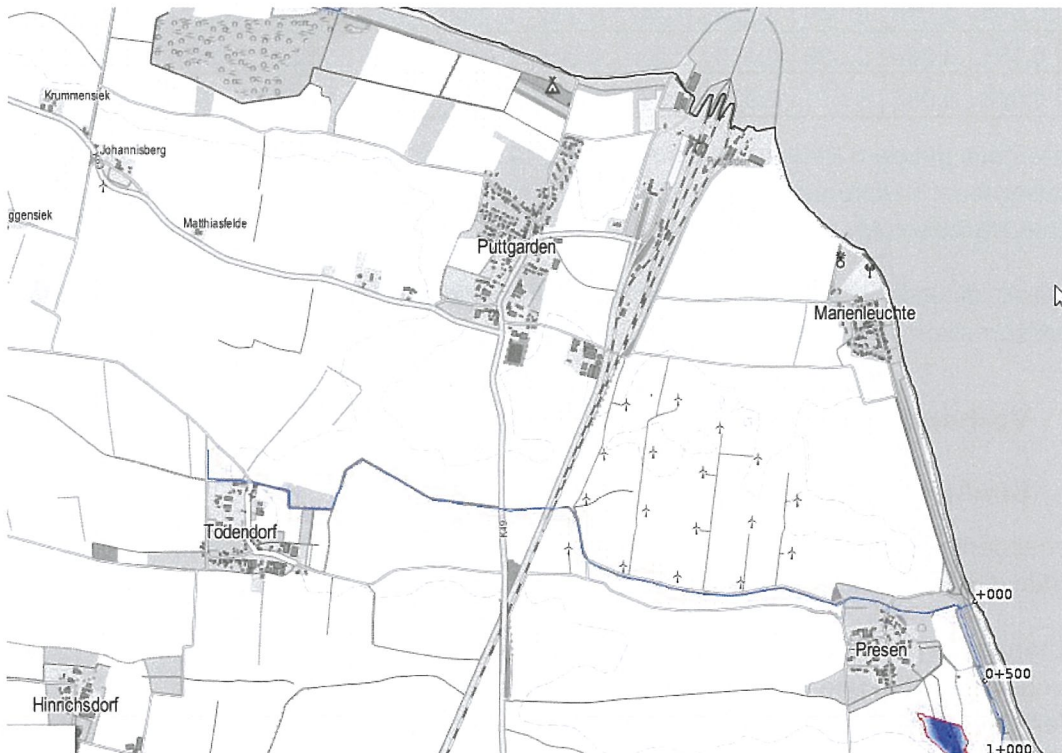


Abb. 2.3: Auszug Hochwassergefahrenkarte Flusshochwasser HQ₂₀₀

Der Drohngraben **sowie der Nielandsgraben** sind als rückstaufreie Binnengewässer dargestellt.

Beim WBV wurden Kenntnisse über bekannte, binnenseitige Hochwasserstände in den Verbandsgräben sowie die Auslegungsdaten des Presen-Schöpfwerks 007 angefragt (siehe auch Kap.2.2). **Der WBV gibt Auskunft über die vorhandene Auslastungssituation des Presen-Schöpfwerkes 007 und des Nielandsgrabens.** Aus wirtschaftlichen Gründen werden Schöpfwerke i.d.R nicht für ein 100- oder 200-jährliches Ereignis ausgelegt.

Pegel und Fließgeschwindigkeitsmessungen liegen für das Grabensystem vor dem Presen-Schöpfwerk 007 nicht vor. Vom LLUR wurden aus dem Amtlichen Wasserwirtschaftlichen Gewässerverzeichnis (AWGV) regionalisierte Abflussdaten für das Grabensystem zur Verfügung gestellt. Die nachfolgende Tabelle zeigt zusammenfassend die regionalisierten Abflussdaten für den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben.

Tab. 2.1: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1/Drohngraben

AE,o [km ²]	MNQ	MQ	Q330	MHQ	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
[m ³ /s]												
3,96	0,001	0,014	0,046	0,224	0,247	0,312	0,392	0,445	0,500	0,567	0,614	0,657
6,48	0,001	0,026	0,086	0,398	0,403	0,508	0,640	0,729	0,823	0,940	1,023	1,103
12,05	0,003	0,052	0,171	0,934	0,732	0,934	1,199	1,383	1,588	1,851	2,046	2,238

Die letzte Zeile mit dem Einzugsgebiet AE,o von 12,05 km² umfasst die Abflüsse für den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben (AE,o ~ 7,37 km²) und den Verbandsgraben 3.2/Nielandsgraben (AE,o ~ 4,67 km²).

Als weiterer, aktueller Umsetzungsschritt der HWRL erfolgt derzeit die Erarbeitung von Hochwasserrisikomanagementplänen.

2.4. Vorhandene Entwässerungssysteme

2.4.1. Straßenentwässerung

Die vorhandenen Straßenentwässerungen im Planungsgebiet der FBQ sind im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.003, 7.007, 7.008 und 7.027 beschrieben.

Die vorhandenen Straßen entwässern offen über die Bankette in die seitlichen Böschungsfußmulden und Gräben. Streckenweise sind diese Gräben verrohrt. Einlaufeinrichtungen wie z.B. Straßenabläufe oder Rinnen sind i.d.R. nicht bzw. nur vereinzelt vorhanden. Ausnahmen bilden verrohrte Entwässerungseinrichtungen im Bereich der Straßenunterführung Marienleuchter Weg (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.027) unterhalb der Gleisanlagen und Teilbereiche der K49 bei der vorhandenen Brücke über die E47 und der Dorfstraße. Die Rohrleitungssysteme besitzen Anschluss an die Gräben / Vorfluter.

Die Straßenentwässerung der Unterführung Marienleuchter Weg muss, aufgrund der Tiefenlage der Straßenoberkante von ca. NHN 0,00 m und Schachtsohlen von bis zu ca. NHN - 1,6 m bis NHN -1,9 m, gepumpt werden. Gemäß Auskunft des Bauamtes Fehmarn ist die Straßenentwässerung der Unterführung an ein Pumpwerk der DB (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.002) angeschlossen. Die DB ist gemäß Auskunft des Bauamtes Fehmarn auch für die Unterhaltung der Straßenentwässerung in diesem Bereich zuständig.

Die Einleitungen in die Verbandsgewässer erfolgen derzeit ungedrosselt.

2.4.2. Bahnentwässerung

Die vorhandene Bahnentwässerung im Planungsgebiet der FBQ ist im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.002 beschrieben.

Die vorhandenen Bahntrassen entwässern überwiegend in offene Gräben. Südlich des Drohngrabens (siehe Kap. 2.2) wird die einspurige Bahnstrecke 1100 der DB über seitliche, offene Bahngräben entwässert. Das Planum der Bahntrasse ist in Richtung Westen geneigt, sodass der Graben, der zwischen der E47 und der Bahntrasse verläuft zur Aufnahme und Ableitung des Bahnwassers genutzt wird. Der Graben östlich der Bahntrasse wird zum Auffangen des Böschungswassers genutzt. Beide Gräben haben in diesem Bereich nur partielle Durchlassverrohrungen DN 400 und DN 500.

Die Bahnentwässerung im Freigefälle vom nördlichen Bahnhofsgelände wird durch die Brückenkonstruktion der Straßenunterführung Marienleuchter Weg unterbrochen. Die Entwässerung der nördlichen Bahnhofsfächen und der Unterführung werden über das Pumpwerk der DB (siehe auch Kap. 2.4.1), das östlich der Unterführung in der südlichen Böschung liegt, in ein nach Süden fortlaufendes Rohrsystem gefördert. Das Rohrsystem besteht aus einem Huckepacksystem aus Betonrohren DN 300 als Sammelleitungen und DN 100 PVC Sicker-/oder Teilsickerrohren. Das Rohrsystem mündet in den Drohngraben.

Sämtliche Einleitungen in die Verbandsgräben erfolgen derzeit ungedrosselt. Über die genauen Einleitpunkte und -mengen liegen keine Angaben vor.

2.4.3. Ortsentwässerung

2.4.3.1. Schmutzentwässerung

Das häusliche Abwasser wird auf Fehmarn innerhalb der Ortschaften überwiegend in Freigefällekanalisationen gesammelt und dann über Pumpstationen und Druckleitungen zur Kläranlage Orth im Südwesten der Insel gefördert. Betreiber der Anlagen ist der Zweckverband Ostholstein.

In den umliegenden Ortschaften zu den Planungen der FBQ, Presen, Marienleuchte und Puttgarden, werden die Schmutzentwässerung und deren Ableitung entsprechend betrieben.

Im Marienleuchter Weg ist eine Schmutzwasserdruckleitung DN 80 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.030) vorhanden, die gemäß Angaben des ZVO 2008 hergestellt wurde. Entlang der K49 verläuft eine Schmutzwasserdruckleitung DN 100 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.012), die 2006 gebaut wurde.

2.4.3.2. Regenentwässerung

Die Stadt Fehmarn ist mit ihrem Eigenbetrieb, den Stadtwerken Fehmarn, auf dem gesamten Inselgebiet von Fehmarn zuständig für die örtliche, öffentliche Regenentwässerung von bebauten oder befestigten Grundstücken sowie für Gemeindestraßen und ggf. Ortsdurchfahrten sowie innerhalb der Ortschaften.

Das innerhalb der Ortschaften anfallende Regenwasser wird in Freigefällekanalisationen gesammelt und an der Ortsgrenze in den nächstgelegenen Verbandsgraben eingeleitet.

Vorhandene Einrichtungen der örtlichen Regenentwässerung sind durch das Vorhaben FBQ nicht betroffen.

3. Geplante Entwässerungssysteme

Die neu zu planenden Entwässerungssysteme sind im Kap. 1 aufgelistet und werden in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben. Die Anlage 5 (Blatt 1) sowie das nachfolgende Fließbild geben eine erläuternde Übersicht der Zusammenhänge.

Die in Anlage 5 farblich nicht markierten Abflussflächen sind nicht an einen der nachfolgend beschriebenen Entwässerungsabschnitte angeschlossen. Die neuen bzw. verlegten Straßen und Wege entwässern über die unbefestigten Banketten und in die Böschungsfußmulden, wo das Niederschlagswasser langsam in den Untergrund sickert oder anteilig verdunstet.

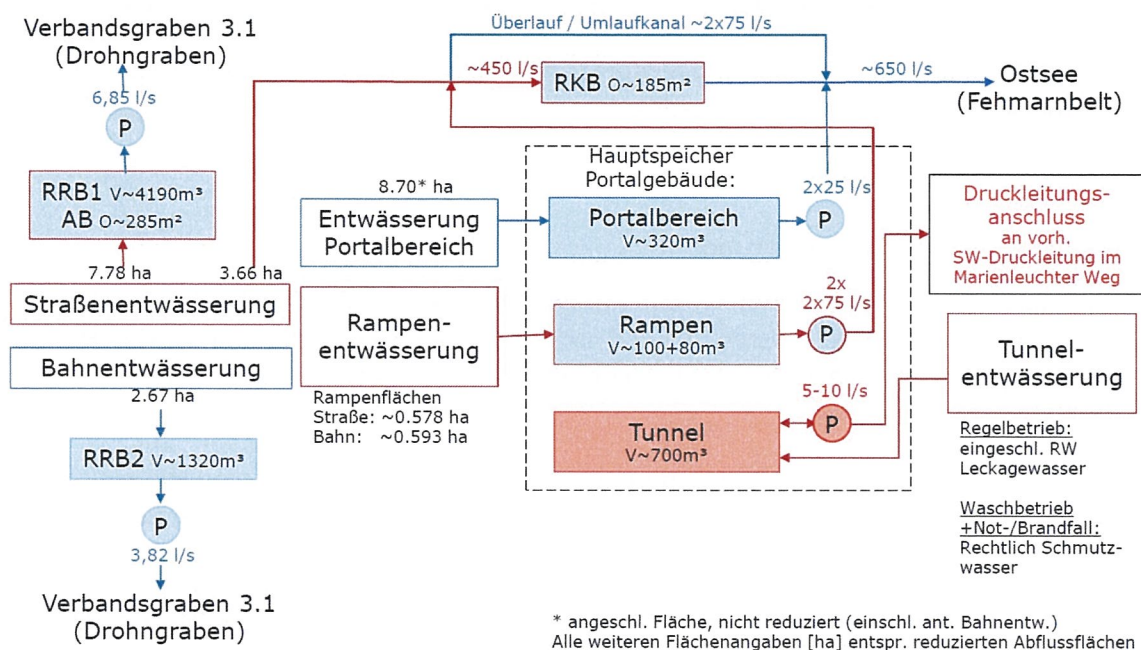


Abb. 3.1: Fließbild Entwässerungssysteme

Aufgrund geänderter technischer Regelwerke und Vorgaben der zuständigen Wasserbehörden können die neuen Entwässerungssysteme für die Straßen- und Bahnstrecken im Projektgebiet größtenteils nicht wie die bestehenden ausgeführt werden. Insbesondere betrifft dies Forderungen zur Regenwasserbehandlung, bei der die Einleitmengenbegrenzungen in die Verbandsgräben und die Sicherstellung einer entsprechenden Qualität der anfallenden, abzuleitenden Abflüsse in die Gewässer durch geeignete Maßnahmen geprüft und gewährleistet werden müssen.

Das im Tunnel anfallende Abwasser ist aufgrund seines Gebrauchs wasserrechtlich als Schmutzwasser einzustufen. Einzelheiten hierzu sind dem Kap. 3.5 zu entnehmen.

Planungsgrundlagen für die neuen Entwässerungssysteme der Straßen und Bahn sind im Wesentlichen:

- RAS-Ew - Richtlinien für die Anlagen von Straßen –Teil: Entwässerung“, Ausgabe 2005
- DWA-A 110 - “Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen“, Ausgabe 08/2006
- DWA-A 118 - “Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“, Ausgabe 03/2006
- Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation (Amtsblatt Schleswig-Holstein)
- DB Ril. 836 - Richtlinie der Deutschen Bahn „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke“, Module 4601 - 4602 „Entwässerungsanlagen“
- DWA-A 117 - “Bemessung von Regenrückhalteräumen“, Ausgabe 04/2006
- DWA-M 153 - “Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“, Ausgabe 08/2007
- RiStWag - Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, Ausgabe 2002
- KOSTRA-Daten – Niederschlagsereignisse für Fehmarn, Auszug aus dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetter Dienstes (DWD)
- DIN EN 752 – “Entwässerungsanlagen außerhalb von Gebäuden“, Ausgabe 04/2008

Auf befestigten Flächen anfallendes Regenwasser ist gemäß den „Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation“ in die Beschaffenheitsklassen „gering“, „normal“ und „stark“ verschmutzt zu unterteilen. Das Regenwasser von unbefestigten Flächen gilt als unverschmutzt. Für normal oder stark verschmutztes Regenwasser sind vor Einleitung in Gewässer oder Grundwasser geeignete Behandlungsmaßnahmen zur Sicherstellung der Regenwasserqualität vorzusehen.

3.1. Entwässerungsabschnitte

Durch die neuen Gradientenverläufe der E47 und der Bahn, sowie zu berücksichtigender Brückenbauwerke und den Zusammenhängen zwischen den unterschiedlichen, vorgenannten Entwässerungssystemen ergeben sich mehrere Entwässerungsabschnitte.

Für die Straßenentwässerung sind zwei wesentliche Entwässerungsabschnitte mit unterschiedlichen Ableitrichtungen vorgesehen. Die Bahnentwässerung erfolgt zum

Das folgende Fließbild zeigt die Zusammenhänge der eingeteilten Entwässerungsabschnitte. Prinzipiell hat das Fließbild dieselben Aussagen wie das vorherige Fließbild.

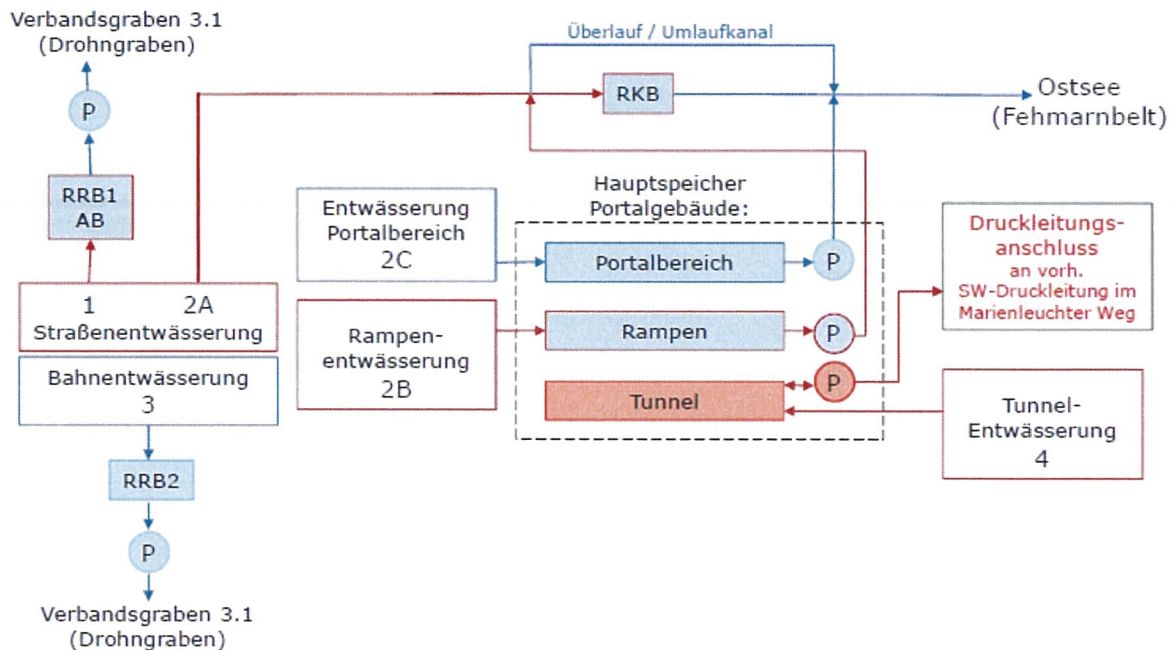


Abb. 3.2: Fließbild Entwässerungsabschnitte

3.1.1. Entwässerungsabschnitt 1

Die Leitungen und Schächte des Entwässerungsabschnittes 1 sind im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.005 beschrieben.

Der Entwässerungsabschnitt 1 umfasst den südlichen Planungsbereich von Bau-km (Straße) 7+080 bis 9+000. Zusätzlich wird jedoch aufgrund der topografischen Situation des südlich anschließenden Baubereichs und aus wirtschaftlichen Überlegungen auch die Planung „Ausbau B207“ hydraulisch einbezogen. Das bedeutet, dass die geplanten Bestandteile des Entwässerungssystems den Anschluss des Einzugsgebietes bis Bau-km (Straße) 6+170, also ca. 900 m südlich der Planfeststellungsgrenze, berücksichtigen.

Bei ca. Bau-km 7+800 ist das RRB 1 mit dem vorgeschalteten AB (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.010) für die Zwischenspeicherung und Behandlung des Regenwassers vor Ableitung in den Drohngraben geplant. Das RRB 1 und AB sollen in der östlichen Fläche zwischen der E47 und der Abfahrtsrampe der Anschlussstelle Puttgarden liegen. Die Konstruktions- bzw. Sohlhöhen

des RRB 1 erfordern eine gepumpte Ableitung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.011) in die Ablaufleitung zum Drohngraben, dessen Grabensohle mit ca. NHN -0,70 m höher liegt. Die Notentwässerung und Ablaufleitung des RRB 1 erfolgt im Freigefälle verrohrt.

Die Einleitstelle 1 in den Drohngraben ist im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.037 beschrieben.

Einzelheiten zu dem RRB sind dem Kap. 3.8.1 zu entnehmen.

3.1.2. Entwässerungsabschnitt 2

Der Entwässerungsabschnitt 2 beinhaltet neben der Ableitung des gesammelten Regenwassers des nördlichen Planungsbereiches der E47 von Bau-km (Straße) 9+000 bis 10+150 auch die Anschlüsse der Entwässerungssysteme für die Rampenabschnitte und den Portalbereich, die aus den Hauptpumpensümpfen im Portalgebäude (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.034 und 7.035) gefördert werden. Die Ableitung erfolgt in die Ostsee / Fehmarnbelt.

Daher ergeben sich für den Entwässerungsabschnitt 2 folgende Unterabschnitte:

- Entwässerungsabschnitt 2A – Straßenentwässerung E47 + tlw. Nebenstraßen (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.023) von Bau-km (Straße) 9+000 bis 10+150.
- Entwässerungsabschnitt 2B – Rampenentwässerung Straße (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.032) und Bahn (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.028) von Bau-km (Straße / Bahn) 10+150 / 9+960 bis 10+378 / 10+375.
- Entwässerungsabschnitt 2C – Entwässerung Portalbereich einschl. angeschlossener Bahnentwässerung von Bau-km (Bahn) 9+736 bis 9+960 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.026).

Angaben zu den Unterabschnitten 2A bis 2C bzw. der Straßen-, Rampen- und Portalentwässerungen können den Kapiteln 3.2, 3.4 und 3.6 entnommen werden.

Der Entwässerungsabschnitt 2A wird durch die tiefliegenden Verkehrsflächen der Unterhaltungsfläche Ost und des Marienleuchter Weges entwässerungstechnisch unterteilt. Die Unterhaltungsfläche Ost südlich des Marienleuchter Weges liegt auf einem Niveau von ca. NHN +8 m und somit zwischen 3-4 m unterhalb der neuen Fahrbahnen der E47. Das gesammelte Regenwasser dieser Nebenfläche wird zum Marienleuchter Weg abgeführt. Westlich der neuen Unterführung des Marienleuchter Weges wird ein Pumpwerk (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.022) vorgesehen, das das gesammelte Regenwasser in das hoch liegende Rohrleitungssystem im westlichen Bankett der neuen E47 fördert.

Eine Einleitmengenbegrenzung in die Ostsee besteht nicht. Die Qualität der Abflüsse der Entwässerungsabschnitte 2A und 2B ist mit geeigneten Behandlungsmaßnahmen sicherzustellen. Dafür ist auf der Fläche westlich des Objekthochwasserschutzes (Bauwerksverzeichnis Nr. 10.003) und südlich des Wirtschaftsweges zur Landgewinnungsfläche (Achse 986, Bauwerksverzeichnis Nr. 3.016) ein Regenklärbecken (RKB,

Bauwerksverzeichnis Nr. 7.021) vorgesehen. Einzelheiten zum RKB sind im Kap. 3.8.4 enthalten.

Die Einleitstelle in den Fehmarnbelt (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.038) soll im Hinblick auf den, benachbart zum vorhandenen Fährhafen Puttgarden, geplanten Badestrand so weit wie möglich ins Meer hinaus gelegt werden. Die Einleitung soll außerdem relativ tief erfolgen um eine gute Vermischung zwischen leichterem Süßwasser und schwererem Meerwasser zu erzielen. Demnach wird die Leitung parallel zur Mole bis etwa in Höhe des Molenkopfes geführt. Das Niveau des Meeresbodens beträgt hier ca. NHN -7 m. Die neue Rohrleitung sowie der umliegende Meeresboden werden mit Steinschüttungen gegen Erosionen geschützt. Nach der Herstellung ist die Einleitstelle strömungstechnisch zu kontrollieren um ggf. Anpassungen an den Erosionssicherungen (Kolkschutz) vorzunehmen.

3.1.3. Entwässerungsabschnitt 3

Die Leitungen und Schächte des Entwässerungsabschnittes 3 sind im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.001 beschrieben.

Der Entwässerungsabschnitt 3 umfasst den überwiegenden Teil der neuen Bahnstrecke von Bau-km (Bahn) 7+400 bis 9+736 bis zum südlichen Bauwerksrand der Brücke Marienleuchter Weg / Rethen über die neue Bahnstrecke. Bei ca. Bahn-km 8+500 ist das RRB 2 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.015) für die Zwischenspeicherung des Regenwassers vor Ableitung in den Drohngraben geplant. Das RRB 2 soll zwischen der geplanten Fläche für Bahnwartungszwecke (Bauwerksverzeichnis Nr. 2.010) und dem Verbandsgraben westlich der neuen Bahntrasse liegen.

An das RRB 2 wird außerdem die Oberflächenentwässerung des 30/20 kV-Umspannwerkes Feste Fehmarnbeltquerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 8.023) angeschlossen. Das Umspannwerk entsteht auf einer Teilfläche der Fläche für Bahnwartungszwecke. Die Entwässerung der Transformatorenfläche durchläuft einen Leichtflüssigkeitsabscheider (siehe Kapitel 3.8.5).

Die Konstruktions- bzw. Sohlhöhen des RRB 2 erfordern eine gepumpte Ableitung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.016) in die Ablaufleitung zum Drohngraben, dessen Grabensohle mit ca. NHN -0,65 m höher liegt. Die Notentlastung sowie Ablaufleitung des RRB 2 wird im Freigefälle verrohrt hergestellt.

Das umgebende Gelände des RRB 2 und des Drohngrabens ist mit ca. +1,00 m NHN recht niedrig ausgebildet. Zur Sicherung gegen rücklaufendes Wasser aus dem Verbandsgraben ins RRB 2 bei Extremereignissen wird im letzten Schacht vor der Einleitstelle 3 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.036) eine Überlaufmauer vorgesehen.

3.1.4. Entwässerungsabschnitt 4

Der Entwässerungsabschnitt 4 wird durch die Tunnelentwässerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.033) gebildet. Die Sammlung und Ableitung der im Tunnel anfallenden Abwässer erfolgt vollständig getrennt von den anderen Entwässerungssystemen.

In die Ableitung der Tunnelentwässerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.031) wird das sanitäre Schmutzwasser aus dem Portalgebäude integriert.

Einzelheiten zur Tunnelentwässerung und zum sanitären Schmutzwasser siehe Kap. 3.5. und Kap. 3.7.

3.2. Straßenentwässerung (Entw.-Abschn. 1 + 2A)

Der Geltungsbereich für die Straßenentwässerung erstreckt sich für die neue E47 von der Planungsgrenze zur Hinterlandanbindung „Ausbau B207“ bis zum Objekthochwasserschutz des Portalbereiches und ist in die beiden Entwässerungsabschnitte 1 und 2A unterteilt (siehe Kap. 3.1.1 und 3.1.2).

Die Schnittstelle bzw. die Planfeststellungsgrenze für das Vorhaben FBQ und damit der Anschlussbereich an den vom LBV-SH geplanten vierstreifigen Ausbau der B207 sind im Erläuterungsbericht Kap. 2.5. und 4.1.2 beschrieben.

3.2.1. Herkunft / Art des Abwassers:

Auf den neuen Fahrflächen der E47 fällt normal verschmutztes Regenwasser an, mit Verunreinigungen von Leichtflüssigkeiten, Sedimenten und geringen Anteilen an Schwermetallen.

Das Regenwasser von den Nebenstraßen, einschl. der K49 und der Anschlussstelle Puttgarden kann aufgrund der geringen Verkehrsfrequentierung als **normal** verschmutztes Regenwasser eingestuft werden.

Das Regenwasser von den Böschungen, Banketten und Mittelstreifen ist unverschmutzt.

Das gering bzw. unverschmutzte Regenwasser ist von dem normal verschmutzten Regenwasser zu trennen.

3.2.2. Betriebsbeschreibung

Der Straßenquerschnitt der neuen E47 wird als Dachprofil mit Querneigungen von 2,5 % ausgebildet.

Überwiegend werden die Fahrbahnen auf hohen Dammlagen verlaufen. Hier wird beidseitig in den Bankettbereichen ein geschlossenes Rohrleitungssystem angeordnet. Über Bordrinnen und Abläufe wird der normal verschmutzte Abfluss dem geschlossenen Rohrleitungs- und Sammelsystem zugeleitet.

Der Anschlussbereich nördlich der südlichen Planfeststellungsgrenze zwischen etwa Bau-Km 7+080 bis 7+840 liegt im Einschnitt bzw. auf einem niedrigen Damm. Das Oberflächenwasser der Fahrbahnen wird hier über die Bankette in die Böschungsfußmulden geleitet. In bzw. unter den Böschungsfußmulden verläuft das Sammelrohrleitungssystem und als Huckepackleitung dazu wird ein Teilsickerrohr platziert. Über das Teilsickerrohr wird das in den Mulden aufgefangene Regenwasser in den Schächten dem Sammelsystem zugeleitet.

Das auf den unbefestigten Banketten und Böschungen anfallende Regenwasser läuft in Böschungsfußmulden. Das Niederschlagswasser wird hier gesammelt bis es langsam in den Untergrund sickert oder anteilig verdunstet. Gemäß RAS-Ew kann das Regenwasser auf den bewachsenen Böschungen und Mulden auch bei bindigen Böden mit mind. 100 l/(s*ha) versickern. Für größere Regenereignisse erhalten die Mulden Anschlüsse an die Vorflut der vorhandenen Verbandsgräben bzw. Verbindungen untereinander.

Die Entwässerung der kreuzenden Nebenstraßen und der Zu-/Abfahrtsrampen der AS Puttgarden erfolgt im Dammbereich überwiegend über die Bankette und Böschungen in die seitlichen Fußmulden oder Gräben. In Einschnittsbereichen wird das Regenwasser analog zur Entwässerung der Hauptstrecke in den Einschnittsmulden gesammelt.

Die westlichen Zu-/Abfahrtsrampen der AS Puttgarden erhalten eine verrohrte Entwässerung im Bankettbereich und werden an das geschlossene Rohrleitungssystem der Hauptentwässerung angeschlossen. Die östlichen Zu-/Abfahrtsrampen entwässern über die Bankette und Böschungen in den östlichen Strang der Hauptentwässerung.

Die neuen Straßendämme der E47 einschl. der Nebenanlagen Ost und West, der K49 und den Zu-/Abfahrtsrampen der AS Puttgarden sowie weiterer Nebenstraßen werden aus den vorhandenen Geschiebeböden des landseitig gewonnenen Aushubmaterials und aus seeseitigem, bindigem Aushubmaterial für den Tunnel hergestellt. Daher wird für die gesamte neue Trasse der E47 aufgrund des nicht versickerungsfähigen Bau- bzw. Untergrundes eine Planumsentwässerung im Mittelstreifen vorgesehen. Diese mittlere Planumsentwässerung wird abschnittsweise an die Hauptentwässerung angeschlossen. Es sind Rohre DN 150 und Schächte DN 400 aus PEHD geplant.

3.2.3. Hydraulische Bemessung

Die Eingangswerte für die hydraulischen Nachweise wurden mit der UW abgestimmt und sind angelehnt an die Vorgaben aus der RAS-Ew. Die hydraulische Bemessung der Rohrleitungen erfolgt nach den Arbeitsblättern DWA-A 110 und DWA-A 118.

Die Bemessungsregenspenden betragen gemäß der [Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD-2010R](#) und der RAS-Ew:

- $r_{(15,1)} = 94,4 \text{ l/(s*ha)}$ für Entwässerung von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen
- $r_{(15,0.33)} = 132,2 \text{ l/(s*ha)}$ für Entwässerung von Mittelstreifen

Die Rohrleitungen wurden mit den beiden Lastfällen bemessen. Der $r_{(15,1)}$ entspricht dem Bemessungsregen nach RAS-Ew bei dem es zu keinen Überlastungen kommen darf. Der $r_{(15,0,33)}$ wird für den Überlastungsfall angesetzt. Bei Vollenfüllung des Kanals ist noch Rückstaufreiheit gegeben.

Die nachfolgende Tabelle Tab. 3.1 gibt eine Übersicht über die Einzugsgebiete und Einleitstellen der neuen Straßenentwässerungsabschnitte.

Tab. 3.1: Übersicht Einzugsgebiete Straßenentwässerung

Entwässerungs- abschnitt	angeschl. Fläche Ae [m²]	abflusswirks. Fläche Ared [m²]	Einleitgewässer	Regenwasserbehandlun g in	
				quantitativ	qualitativ
1	114.231	77.775	Verbandsgraben 3.1 (Drohngaben)	RRB 1	AB
2A	53.272	36.574	Ostsee / Fehmarnbelt	-	RKB

Eine detaillierte Flächenermittlung ist in den hydraulischen Berechnungen in Anlage 13.2 enthalten.

Der Abflussbeiwert für asphaltierte Flächen wurde gemäß dem Merkblatt DWA-M 153 angesetzt mit: $\Psi_m = 0,9$

Für bewachsene Flächen im Straßenraum, wie Böschungen, Bankette, Mittelstreifen, können keine zutreffenden Abflussbeiwerte angegeben werden. Durch die auflockernde Wirkung von Wurzeln und Lebewesen in den Bodenschichten sind hier meist größere Durchlässigkeiten vorhanden als in den darunter liegenden Ausgangsböden. Für die Abflussbeiwerte der unbefestigten, angeschlossenen Flächen wurde daher die gemäß RAS-Ew genannte Versickerrate von mindestens 100 l/(s*ha) und die Flächenneigung in Ansatz gebracht. Bei dem Überlastungsregenfall von 132,2 l/(s*ha) beträgt der ermittelte Abflussbeiwert $\Psi \sim 1 - (100/132,2) \sim 0,2$. Für bewachsene Nebenflächen sowie Böschungen, Bankette und Mittelstreifen in Dammlage wird somit ein Abflussbeiwert von $\Psi = 0,2$ angesetzt.

Für in die Hydraulik mit einbezogene bewachsene Flächen aus Einschnittsbereichen wird der Abflussbeiwert in Abwägung an die vorherige Betrachtungsweise und Anlehnung an die Tabelle 2 des Merkblattes DWA-M 153 mit $\Psi = 0,4$ angesetzt.

Der hydraulische Nachweis der Rohrleitungen wurde mit Listenrechnungen nach dem Zeitbeiwertverfahren geführt. Bei dem Zeitbeiwertverfahren erfolgt die Bemessung durch die einfache Aufsummierung der Abflüsse.

Die Entwässerungseinrichtungen im Bereich der neuen Straßenunterführung im Marienleuchter Weg (Bauwerksverzeichnis Nr. 5.009), insbesondere die dort geplante

Pumpstation (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.022), werden für ein 50-jährliches Regenereignis bemessen. Das 50-jährliche Ereignis wird gemäß Tabelle 2 der DIN EN 752-2 sowie dem Arbeitsblatt DWA-A 118 als anzusetzende Überflutungshäufigkeit für unterirdische Verkehrsanlagen und Unterführungen empfohlen. Die Planungen sehen vor, dass das Regenwasser, das in etwa das jährliche Bemessungsereignis übersteigt, im Speicherraum der Pumpstation **zurückgehalten** wird. Die Pumpenanlage ist als redundantes System aus mind. 2 Pumpen mit Förderleistungen von 2 x 70 l/s vorgesehen. Beim 50-jährlichen Ereignis müssen beide Pumpen fördern. Für den Ausfall einer Pumpe wird eine dritte Pumpe für den Ersatzbetrieb mit berücksichtigt.

Für den östlichen Strang des Entwässerungsabschnittes 2A zwischen Marienleuchter Weg und dem Objekthochwasserschutz des Portalbereiches ist die Rohrleitung ebenfalls für das 50-jährliche Regenergeignis zu bemessen. Ein Überstau in den Einschnitt und Rampenbereich der neuen Bahn ist zu vermeiden.

Die hydraulische Bemessung der Zulaufleitung des RKB berücksichtigt zusätzlich zu den Bemessungsansätzen der Straßenentwässerung die gepumpten Zuflüsse aus den Rampenbereichen (2B), die Ablaufleitung des RKB in die Ostsee und die Zuflüsse aus der Portalentwässerung (2C). Es wird mit folgenden Abflüssen gerechnet:

- | | | | |
|----------------------------|--|------------------------|---|
| • Rampenentwässerung (2B): | Druckleitung DN 400
(Überlaufleitung) | Q=150 l/s
Q=150 l/s | Zulaufleitung RKB
Ablaufleitung RKB) |
| • Portalentwässerung (2C): | Druckleitung DN 250 | Q=50 l/s | Ablaufleitung RKB |

Die Listenrechnungen und weitere hydraulische Berechnungen sind in der Anlage 13.2 enthalten. Die Längsschnitte sind in den Anlagen 13.5 und 13.6 dargestellt.

3.3. Bahntwässerung (Entw.-Abschn. 3)

Der Geltungsbereich erstreckt sich von der Planungsgrenze zur Hinterlandanbindung der DB AG bis zu den Einrichtungen für die Flutsicherung im Bereich der Brücke Marienleuchter Weg/Rethen über die neue Bahntrasse und bildet den Entwässerungsabschnitt 3 (siehe Kap.3.1.3).

Die Schnittstelle bzw. die Planfeststellungsgrenze für das Vorhaben FBQ und damit der Anschlussbereich an den Schienenbestand der DB sind im Erläuterungsbericht im Kapitel 1.3.3 „Planfeststellungsbereich“ beschrieben.

3.3.1. Herkunft/Art des Abwassers

Regenwasser von Bahnstrecken wird – unabhängig vom Bahnbetrieb – generell als gering verschmutztes Regenwasser eingestuft.

Die derzeit vorhandene, eingleisige Bahnstrecke auf Fehmarn wird noch mit Diesellokomotiven betrieben. Für den zweigleisigen Ausbau der Hinterlandanbindung soll die Bahnstrecke bis spätestens 7 Jahre nach Inbetriebnahme des Tunnels elektrifiziert sein.

Hinzu kommt ein großer Anteil von unverschmutztem Regenwasser von Einschnittsböschungen.

3.3.2. Betriebsbeschreibung

Die neuen Bahntrassen außerhalb des Tunnels werden mit Schotteroberbau geplant. Das Planum bzw. die Schutzschicht ist mit 2 % zu beiden Seiten geneigt.

Überwiegend verläuft die neue Bahnstrecke im Einschnitt. Nur im Kreuzungsbereich mit dem Niederungsgebiet seitlich des Drohnggrabens zwischen ca. Bau-km (Bahn) 8+000 bis 8+850 wird eine flache Dammlage vorhanden sein. Das vorhandene Gelände weist hier Höhen zwischen NHN +1,00 m bis NHN +2,00 m auf. Die Schienenoberkante ist mit NHN +2,50 m geplant.

Das Regenwasser von den neuen Bahntrassen und den Einschnittsböschungen wird in seitlich angeordneten, verrohrten Bahngräben (Tiefenentwässerung) gemäß dem Regelwerk der DB AG gefasst. Der verrohrte Bahngraben besteht aus einem mit Filtermaterial gefüllten Erdgraben und einem Teilsickerrohr im Sohlbereich. Diese Bahn- bzw. Filtergräben werden außerhalb des Stützbereiches der Bahn angeordnet.

Aufgrund der max. Entwässerungsstrecke von etwa 1,25 km bis zum nächsten Vorflutgewässer, dem Drohnggraben, sowie der vorhandenen Topografie ergeben sich für eine Ableitung im Freigefälle große Einbautiefen von bis zu ca. 3,35 m bzw. Rohrsohl-tiefen von bis zu ca. NHN -2,40 m. Parallel zu den Filtergräben sind daher Sammelleitungen als geschlossenes Rohrsystem geplant, an das die vorgenannten Bahngräben abschnittsweise in den Schächten anschließen. Die Sammelleitungen werden innerhalb des Stützbereiches und außerhalb des äußeren Druckbereiches der Bahn angeordnet. Der Graben zum Einbau der Sammelleitungen wird gegen eine Schwächung des Stützbereiches entsprechend verdichtet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Bild 1 aus der DB Ril. 836. Druck- und Stützbereiche für den Bahnquerschnitt werden in dieser Skizze definiert.

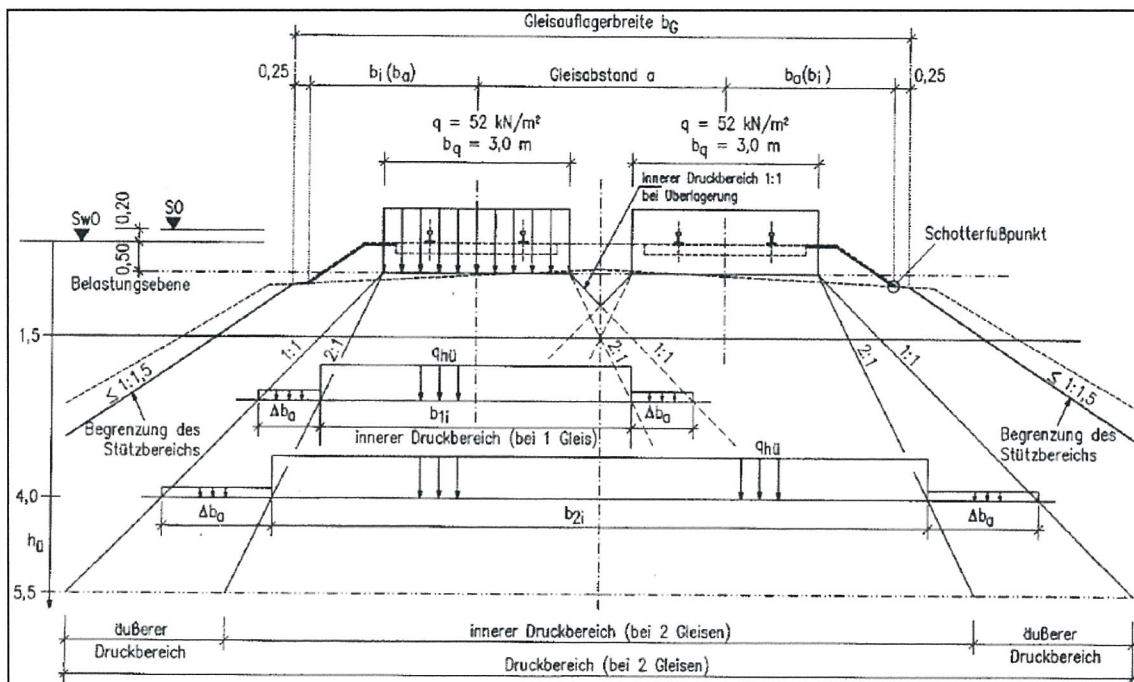


Abb. 3.3: Definition Druckbereich und Stützbereich, Bild 1 aus DB Ril 836.2001

3.3.3. Hydraulische Bemessung

Die hydraulischen Nachweise wurden gemäß den Vorgaben in der DB Ril. 836, Module 4601 - 4602 geführt. Die hydraulische Bemessung der Rohrleitungen erfolgt auch hier in Anlehnung an die Arbeitsblätter DWA-A 110 und DWA-A 118.

Die Bemessungsregenspenden betragen gemäß der [Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD-2010R](#) und den Häufigkeiten gemäß DB Ril. 836.4601, Bild 4:

- $r_{(15,0.1)} = 173,3 \text{ l/(s*ha)}$ für Tiefenentwässerung unter Bahngräben und verrohrte Bahngräben (Rohrleitungen) sowie Mindestereignis für Trogstrecken
- $r_{(15,0.05)} = 196,7 \text{ l/(s*ha)}$ Durchlässe, Rohrleitung unterhalb der Schiene

Im Falle eines stärkeren Regenereignisses weisen Mulden und die Bahn- bzw. Filtergräben Speicherkapazitäten auf.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Einzugsgebiete und Einleitstellen der neuen Bahnentwässerungsabschnitte.

Tab. 3.2: Übersicht Einzugsgebiete Bahnentwässerung

Entwässerungsabschnitt	angeschl. Fläche Ae [m²]	abflusswirks. Fläche Ared [m²]	Einleitgewässer	Regenwasserbehandlung in	
				quantitativ	qualitativ
3	63.688	26.655	Verbandsgraben 3.1 (Drohgraben)	RRB 2	-
2C (anteilig*)	7.556	2.673	Ostsee, Fehmarnbelt	-	-

* an die Portalentwässerung angeschlossene Bahnentwässerung einschl. Einschnittsböschung von Bau-km (Bahn) 9+736 bis 9+960 (siehe auch Kap. 3.1.2)

Eine detaillierte Flächenermittlung ist in den hydraulischen Berechnungen in Anlage 13.2 enthalten.

Die Abflussbeiwerte wurden gemäß dem Bild 6 der DB Ril. 836.4601 wie folgt angesetzt:

- undurchlässig befestigte Straßen, Wege und Plätze $\Psi_s = 0,9$
- Schotteroberbau mit schwach durchlässigen Schutzschichten (KG 1) $\Psi_s = 0,5$
- Bis 1:1,5 geneigte Böschungen, Untergrund bindig $\Psi_s = 0,3$

Der hydraulische Nachweis des Sammel systems wurde ebenfalls mit Listenrechnungen nach dem Zeitbeiwertverfahren geführt.

Die Listenrechnungen sind in der Anlage 13.2 enthalten und in den Längsschnitten in Anlage 13.4 dargestellt.

3.4. Rampenentwässerung (Entw.-Abschn. 2B)

Geltungsbereich ist die Entwässerung der Rampenbauwerke von Straße (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.032 und 7.034) und Bahn (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.028 und 7.034). Die Rampenentwässerung bildet den Entwässerungsabschnitt 2B (siehe Kap.3.1.2).

Entwässerungstechnisch umfassen die Rampenbereiche von Straße und Bahn folgende Bau-km und Konstruktionsabschnitte:

- Straße: von Bau-km 10+150 = Objekthochwasserschutz Portalbereich
 bis Bau-km 10+378 = Hauptpumpensumpf Portalgebäude
- Bahn: von Bau-km 9+960 = Rampenbeginn/Stützwand
 bis Bau-km 10+375 = Hauptpumpensumpf Portalgebäude

3.4.1. Herkunft/Art des Abwassers

Auf den Rampen fällt normal bzw. gering verschmutztes Regenwasser an (siehe Kap. 3.2.1 und 3.3.1).

In Notfällen muss hier außerdem mit verschütteten Frachtflüssigkeiten und ggf. auch Reinigungs- und Lösch-/Brandwasser gerechnet werden. Einzelheiten zu diesen Abwässern sind dem Kap. 3.5 zu entnehmen.

3.4.2. Betriebsbeschreibung

Die Hauptziele der Rampenentwässerung sind das schnelle und sichere Ableiten der vorbeschriebenen anfallenden Abflüsse von den Rampenoberflächen, die Verhinderung, dass diese Abflüsse in den Tunnel abfließen und die Schaffung einer sicheren Umgebung während einer Notsituation auf den offenen Rampen.

Die im Regelbetrieb anfallenden Regenabflüsse werden seitlich der Fahrbahnen bzw. Bahnstrecken in Rinnen und Abläufen (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.032 und 7.028) gefasst und über ein Rohrsystem den Hauptspeichern und Hauptpumpensümpfen im Portalgebäude (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.034) zugeleitet. Die Hauptspeicher sind Bestandteil des Portalgebäudes.

Für Straße und Bahn ist jeweils ein separater Speicher vorhanden. Der Hauptspeicher für die Straße besitzt ein geplantes Volumen von mind. 100 m³, der Hauptspeicher der Bahn mind. 80 m³.

Jeder Hauptspeicher besitzt 2 Hauptpumpen mit jeweils 75 l/s Förderleistung. Von den beiden Hauptspeichern wird das gesammelte Regenwasser über die Hauptpumpen in die Zulaufleitung zum RKB des Entwässerungsabschnittes 2 bzw. 2A gefördert (siehe Kap.3.1.2). Das normal verschmutzte Regenwasser wird im RKB für die Einleitung in den Fehmarnbelt mechanisch gereinigt. Im Falle eines Starkregenereignisses und der Förderung über jeweils 2 x 2 Pumpen mit 75 l/s wird etwa die Hälfte (2 x 75 l/s) über die Überlaufschwelle und -leitung am RKB vorbei in die Ablaufleitung zur Einleitstelle 2 in die Ostsee / Fehmarnbelt geleitet.

Das folgende Fließbild zeigt die Zusammenhänge der Entwässerungsabschnitte 2A, 2B und 2C und 4 mit den Hauptspeichern im Portalgebäude und der Ableitung in den Fehmarnbelt.

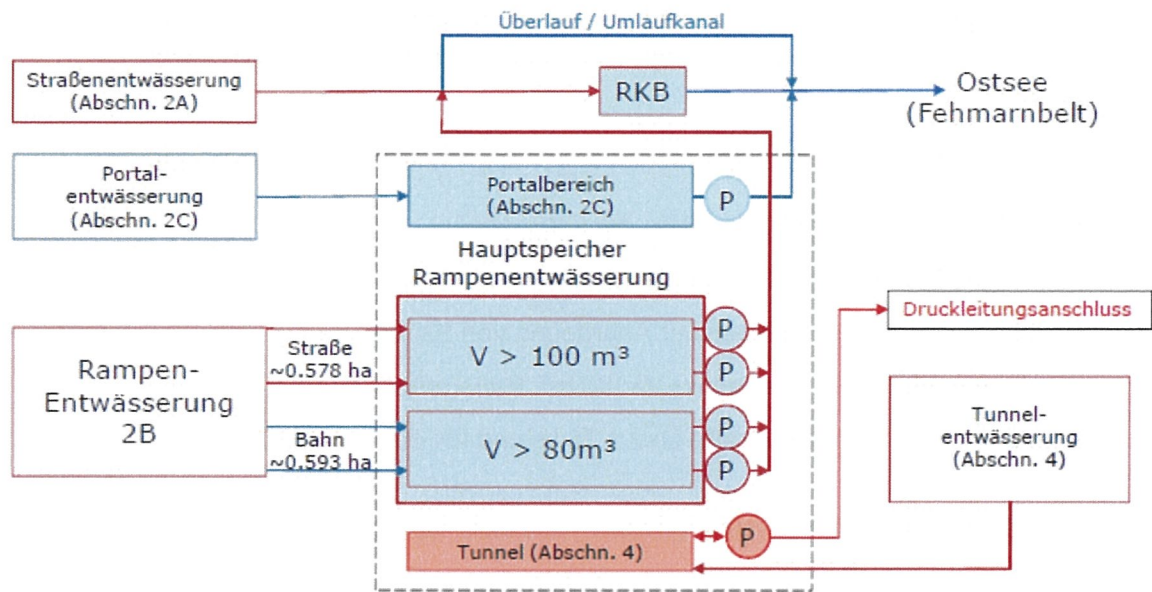


Abb. 3.4: Fließbild Rampenentwässerung

3.4.3. Hydraulische Ansätze

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Einzugsgebiete und Einleitstellen der Entwässerungsabschnitte für die Rampen- und Trogbauwerke.

Tab. 3.3: Übersicht Einzugsgebiete Rampenentwässerung

Entwässerungs- abschnitt	angeschl./ abflusswirks. Fläche Ae				Einleit- gewässer	Regenbehandlung	
	Straße / E47		Bahn			in	
	Breite	Länge	Breite	Länge		quantitativ	qualitativ
	[m]	[m]	[m]	[m]			
	[m²]		[m²]				
2B	~26	~222	~14	~421	Ostsee / Fehmarnbelt	-	RKB
	5.743		5.932				

Eine detaillierte Flächenermittlung ist in den hydraulischen Berechnungen in Anlage 13.2 enthalten

Die hydraulische Vorbemessung der Rampenentwässerung auf Fehmarn wurde mit der Regenreihe für ein 50-jährliches Ereignis ausgeführt.

Das angesetzte 50-jährliche Bemessungsereignis entspricht den Empfehlungen als anzusetzende Überflutungshäufigkeit für unterirdische Verkehrsanlagen und Unterführungen gemäß Tabelle 2 der DIN EN 752-2 sowie dem Arbeitsblatt DWA-A 118.

Die Bemessung der Rohrleitungen sowie des Hauptspeichers und der Pumpenkapazität beinhaltet, dass es beim 50-jährlichen Ereignis nicht zu Überstauungen auf den Rampen

kommt. Ein gleichzeitiges Auftreten des 50-jährlichen Niederschlagsereignisses und eines Brandes wurden für die Bemessung des Hauptspeichers und der Pumpenkapazität ausgeschlossen.

Das Entwässerungssystem wurde mit den folgenden Rahmengrößen vorbemessen:

- Rohrleitungen DN 300, einseitig der Fahrbahnen
- Rinnen DN 300 einseitig der Bahnstrecken
- Vor Zulauf zum Hauptspeicher Anordnung von Sandfängen
- Hauptspeicher Straßenrampe $V=100 \text{ m}^3$, Bahnrampe $V = 80 \text{ m}^3$
- Pumpenkapazität für Straße $Q=2 \times 75 \text{ l/s}$ und für Bahn $Q=2 \times 75 \text{ l/s}$

3.5. Tunnelentwässerung (Entw.-Abschn. 4)

Die Tunnelentwässerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.033) umfasst die Entwässerungsanlagen innerhalb des Tunnels sowie den Hauptspeicher und die Pumpstation im Portalgebäude und bildet den Entwässerungsabschnitt 4 (siehe Kap. 3.1.4).

3.5.1. Herkunft/Art des Abwassers

Im Tunnel fallen folgende Abflüsse an, die über die Tunnelentwässerung abgeleitet werden müssen:

Im Regelbetrieb:

- Tropfwasser bzw. eingeschlepptes Regenwasser von Fahrzeugen und Bahn
- Leckagewasser durch realistische Restundichtigkeiten Tunnel (Meer-/Grundwasser)
- Waschwasser aus intervallweise ausgeführten Reinigungsprozessen der Tunnelröhren

Im Notfall:

- Brandwasser nach Löschvorgängen/Brandfällen
- Gefährliche Flüssigkeiten infolge Unfall/Havarie entsprechender Tankfahrzeuge

Die Mengen an normal verschmutztem, eingeschleppten Regenwasser sowie Leckagewasser sind gering.

Verschmutzungsgrad und -ausmaß der Tunnelröhren, Reinigungsintervalle, Waschwasserzusammensetzung und -mengen sind im derzeitigen Planungsstand nicht zu benennen. Das Waschwasser ist aufgrund der Reinigungsprozesse und ggf. der Zugabe eines Reinigungsmittels rechtlich als Schmutzwasser einzustufen. Das Waschwasser muss wie Schmutzwasser behandelt bzw. entsorgt werden.

Die im Not- und Ereignisfall anfallenden Tunnelabwässer werden ebenfalls als Schmutzwasser angesehen. Vor Ableitung als Schmutzwasser müssen diese Abwässer jedoch vollständig zwischengespeichert und beprobt werden. Ggf. sind diese Schmutzwässer mit speziellen Tankfahrzeugen abzufahren und als Sonderabfall zu entsorgen.

Für den Unterhaltungsbetrieb des Tunnels sind im Tunnel mobile Trockentoiletten vorgesehen (s. Kap. 3.7).

3.5.2. Betriebsbeschreibung

Innerhalb des Tunnels gibt es ein Leitungssystem für das Ableiten sämtlicher im Tunnel anfallender Abwässer. Wie die Rampenentwässerung besitzt jede Fahrtrichtung bzw. Tunnelröhre ein eigenes Entwässerungssystem, bestehend aus Schlitzrinnen und Leitungen. Zwischenspeicher und Pumpen sind in den Spezialelementen jeweils für Straße und Bahn angeordnet. Alle im Tunnel anfallenden Abwässer werden in den Zwischenspeichern gesammelt und je nach Wasseranfall über eine kleine oder eine große Druckleitung dem Hauptspeicher der Tunnelentwässerung im Portalgebäude zugeleitet.

Das minimale Längsgefälle im Tunnel ist aufgrund der im Regelbetrieb anfallenden geringen Wassermengen ausreichend. Lediglich bei Reinigungsarbeiten (Betriebsfall „Instandhaltung“) und Löscheinsätzen (Brandfall) ist mit höherem Wasseranfall zu rechnen. In diesen Fällen ist der Verkehrsraum jedoch für den öffentlichen Verkehr je Tunnelröhre gesperrt.

Die im Tunnel im Regelbetrieb anfallenden Abwässer werden über das Rohrleitungssystem und die Zwischenspeicher und -pumpen bis zum Hauptspeicher beim Portalgebäude gefördert. Von hier wird die gesammelte Abwassermenge über einen Druckleitungsanschluss von mind. DN 50 an die vorhandene Schmutzwasserdruckleitung DN 80 des Zweckverbandes Ostholstein (ZVO) im Marienleuchter Weg angebunden. Die Einleitmenge und die Leitungsplanung einschl. hydraulischer Rohrdimensionierung sind im Rahmen der Ausführungsplanung mit dem ZVO abzustimmen. Der Rohrdurchmesser wird mindestens DN 50 und maximal DN 80 betragen. Die Tunnelentwässerung muss vor Ableitung in das öffentliche System mind. eine Sinkstoff- und Leichtflüssigkeitsabscheidung durchlaufen. Es erfolgt keine Ableitung des Tunnelabwassers aus dem Tunnel in die Ostsee/Fehmarnbelt.

Nach einer Notfallmeldung erfolgt elektronisch gesteuerter Stop der Hauptpumpe. Die während eines Ereignisses im Tunnel anfallenden Abwässer und Flüssigkeiten werden so vorerst in dem Hauptspeicher zwischengespeichert und dürfen erst nach freigegebener Analyse in die Kanalisation abgeleitet werden. Erfolgt keine Freigabe, so ist dieses Tunnelabwasser gesondert über Tankfahrzeuge abzupumpen, abzufahren und entsprechend den Vorschriften zu entsorgen.

Die Zwischenspeicher und -pumpen sind alle 1,8 km in den Tunnel-Spezialelementen vorgesehen. Größere Abwassermengen werden ggf. in die nächsten Zwischenspeicher im Tunnel übergepumpt. Das gesamte Zwischenspeichervolumen in den Spezialelementen des Tunnels wird mit mind. 2000 m³ angegeben.

3.5.3. Hydraulische Ansätze

Nachfolgend sind die wesentlichen Bestandteile bzw. Rahmengrößen des Entwässerungssystems im Tunnel aufgeführt.

- Schlitzrinnenentwässerung, Anbindung an die Zwischenspeicher im Freigefälle
- Zwischenspeicher alle 1,8 km in Spezialelementen, für Straße und Bahn getrennt
- Druckrohrleitungen, Zwischenspeicher <-> Hauptspeicher
- Vor Zulauf zum Hauptspeicher Anordnung von Sandfängen
- Hauptspeicher Tunnelentwässerung $V \sim 700 \text{ m}^3$
- Förderung aus Hauptspeicher mit Pumpendruckleitungssystem, max. Fördermenge 5-10 l/s

3.6. Entwässerung Portalbereich (Entw.-Abschn. 2C)

Der Portalbereich bildet eine Senke die durch die Ausbildung des umgebenden Geländes mit einem Objekthochwasserschutz mit OK NHN +6,35 m eingefasst ist.

Der Geltungsbereich für die Entwässerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.026 und 7.035) umfasst die unbefestigten Flächen innerhalb der Senke des Portalbereiches. Die Entwässerung des Portalbereiches bildet den Entwässerungsabschnitt 2C (siehe Kap.3.1.2).

An das Ableitungs- bzw. Sammelsystem ist auch der Bahnabschnitt von Bau-km 9+736 bis Bau-km 9+960 angeschlossen, der nördlich des geplanten Hochwasserverschlusses des Einschnittes im Bereich der neuen Brücke Marienleuchter Weg / Rethen (Bauwerksverzeichnis Nr. 5.010) über die Eisenbahnstrecke FBQ liegt.

3.6.1. Herkunft/Art des Abwassers

Innerhalb der Senke des Portalbereiches wird eine Trennung zwischen gering und normal bzw. stark verschmutztem Regenwasser eingeplant (s. auch Kap. 3.4.1).

In der Senke des Portalbereiches fallen folgende Abflüsse an, die abgeleitet werden müssen:

- Unverschmutztes Regenwasser auf innenliegenden, begrünten Geländeflächen
- Gering verschmutztes Regenwasser von den Zufahrtsstraßen zum Portalgebäude (Achse 988, Bauwerksverzeichnis Nr. 3.026) und zum Lüftungsbauwerk des Tunnels (Achse 989, Bauwerksverzeichnis Nr. 3.027)
- Ggf. Sturm- bzw. Hochwasser aus Geländeüberlauf von der Ostsee (Meerwasser)

Angaben zum häuslichen Schmutzwasser aus sanitären Einrichtungen im Portalgebäude sind im Kap. 3.7 enthalten.

3.6.2. Betriebsbeschreibung

Das anfallende Regenwasser wird seitlich der Rampenbauwerke von Straße und Bahn in Sickerrohrleitungen (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.026) gefasst und einem separaten Hauptspeicher und Pumpstation (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.035) für die Portalentwässerung zugeführt. Von hier wird das gesammelte Regenwasser in die Ablaufleitung des Entwässerungsabschnittes 2A gepumpt und in die Ostsee/Fehmarnbelt abgeleitet. Das geförderte, unverschmutzte bzw. gering verschmutzte Regenwasser durchläuft nicht das RKB.

3.6.3. Hydraulische Ansätze

Analog zur Vorbemessung der Rampenentwässerung erfolgte auch die Entwässerung des Portalbereiches auf Fehmarn mit der Regenreihe für ein 50-jährliches Ereignis (s. Kap. 3.4.3).

Folgende weitere Ansätze wurden in der Vorbemessung zugrunde gelegt:

- Fläche Einzugsgebiet: 87.000 m² (einschl. Bahnentw. Entwässerungsabschnitt 2C)
- Abflussbeiwert für befestigte, versiegelte Flächen: 1,0
- Abflussbeiwert für Böschungsneigungen flacher als 1:5: 0,1
- Abflussbeiwert für Böschungsneigungen zwischen 1:5 bis 1:3: 0,2
- Abflussbeiwert für Böschungsneigungen zwischen 1:3 bis 1:1: 0,3

Der Hauptspeicher sowie die Pumpenkapazität wurden mit den folgenden Rahmengrößen vormessen:

- Hauptspeicher Portalentwässerung V=320 m³
- Pumpenkapazität Q=2x25 l/s

3.7. Schmutzwasser

Der gesamte Tunnelbetrieb einschl. der Verkehrsleitzentrale wird vom Portalgebäude in Dänemark gesteuert und überwacht. Das Portalgebäude auf Fehmarn wird nur bei Bedarf nach Erfordernis genutzt. In dem Gebäude (Bauwerksverzeichnis Nr. 6.005) auf der Nebenanlage Ost (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.009) ist für die deutsche Seite die Ersatzleitstelle vorgesehen. Auch hier ist kein dauerhafter Personaleinsatz vorgesehen. Die Nebenanlagen und die Ersatzleitstelle sollen für die Tunnelunterhaltung sowie im Notfall als Sammelmöglichkeit für Einsatzkräfte genutzt werden. Im Portalgebäude und in den Gebäuden Nebenanlagen Ost (Bauwerksverzeichnis Nr. 6.005) und West (Bauwerksverzeichnis Nr. 6.004) werden WC-Anlagen mit Toiletten und Waschbecken vorhanden sein, die jedoch nur temporär bzw. unregelmäßig durch Personal genutzt werden.

In den Spezialelementen des Tunnels, die in einem Abstand von bis zu 1,8 km geplant sind, sind für den Unterhaltungsbetrieb des Tunnels Trockentoiletten vorgesehen. Die Fäkalien werden mobil durch entsprechende Fahrzeuge abgefahren.

3.7.1. Herkunft/Art des Abwassers

Es fällt häusliches Schmutzwasser aus den sanitären Einrichtungen im Portalgebäude und den Gebäuden Nebenanlage Ost (mit Ersatzleitstelle) und West an.

3.7.2. Betriebsbeschreibung

Der häusliche, sanitäre Schmutzwasserstrom aus dem Portalgebäude ist sehr gering und unregelmäßig. Es ist vorgesehen, die Ableitung dieses Schmutzwassers an die Ableitung der Tunnelentwässerung zu integrieren. Der Schmutzwasserstrom aus der Ersatzleitstelle wird ebenfalls recht gering und unregelmäßig anfallen; die Schmutzwassermenge aus dem Gebäude Nebenanlage West wird noch geringer sein.

Für die Tunnelentwässerung und für die Ersatzleitstelle sind jeweils Pumpendruckleitungsanschlüsse (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.031 und Nr. 7.040) mit einer gemeinsam dosierten Übergabe von angenommenen max. 5-10 l/s an die vorhandene Schmutzwasserdruckleitung DN 80 PEHD (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.030) des ZVO im Marienleuchter Weg geplant (siehe Kap. 3.5.). Zur tatsächlich möglichen, dosierten Einleitmenge liegen bisher keine Angaben vom ZVO vor, so dass eine Leitungsdimensionierung noch nicht abschließend erfolgen konnte. Für die Druckleitung von der Ersatzleitstelle ist ein DN 50 mit einer Ableitmenge von max. 2,5 l/s ausreichend. Der Rohrdurchmesser für den Druckleitungsanschluss vom Portalgebäude wird mindestens DN 50 und maximal DN 80 betragen. Die Einleitmenge und die Leitungsplanung einschl. Rohrdimensionierung ist in der Ausführungsplanung mit dem ZVO abzustimmen. Die Einbindung der zwei Schmutzwasserdruckleitungen an die Schmutzwasserdruckleitung DN 80 des ZVO erfolgt mit Sicherungseinrichtungen (Schieber und Rückschlagklappe), die in einem separaten Schacht eingebaut werden. Die Länge der Druckleitung von mind. DN 50 vom Portalgebäude bis zum Übergabeschacht beträgt ca. 1,4 km. Die Druckleitung DN 50 von der Ersatzleitstelle bis zum Übergabeschacht ist ca. 0,4 km lang.

Für die Ableitung des häuslichen Schmutzwassers sind jeweils Schneidradpumpen vorgesehen. Aufgrund der i.d.R. gering anfallenden Schmutzwassermengen sowie der Ableitung aus gegensätzlichen Richtungen sind für beide Schmutzwasserdruckleitungen Nachblasstationen vorzusehen.

Ggf. anfallende Schmutzwassermengen (z.B. aus der Tunnelentwässerung oder im Notfall durch zeitweise mehr vorhandenes Personal) werden vor Abgabe an den ZVO zwischengespeichert.

Das Schmutzwasser aus dem Gebäude Nebenanlage West wird in eine Sammelgrube geleitet, die regelmäßig mobil durch entsprechende Fahrzeuge geleert wird.

3.7.3. Hydraulischer Ansatz

Der Anteil des häuslichen, sanitären Schmutzwasseranfalls wird im Gegensatz zu den Abwassermengen aus dem Tunnelbetrieb als vernachlässigbar angesetzt.

Nachfolgend ist eine Abschätzung über zu erwartende, sanitäre Abwassermengen aufgezeigt, die jedoch einen regelmäßigen Einsatz von 2 Personen beinhaltet. Auch bei Bedarfs- oder Notfällen wird eine Überschreitung der abgeschätzten Mengen für eine Woche oder gar einen Monat nicht erwartet.

- 2 x Personal entspricht ca. 1 Einwohner
- Wasserverbrauch für 1 Einwohner (Richtwert) = 150 l/d = 0,15 m³/d
- Schmutzwasseranfall in 1 Woche = 7 d x 0,15 m³/d = 1,1 m³
- Schmutzwasseranfall in 1 Monat = 30 Tagen -> 30 d x 0,15 m³/d = 4,5 m³

3.8. Bauwerke Regenentwässerung

3.8.1. Regenrückhaltebecken

Den Einleitstellen in die Verbandsgewässer des WBV Fehmarn Nord-Ost werden zur hydraulischen Entlastung der Bestandssituation Regenrückhaltebecken vorgeschaltet. Der Drosselabfluss bzw. die Einleitmenge in die Verbandsgräben soll gemäß der UW in Anlehnung an den landwirtschaftlichen Dränabfluss von 0,6 l/(s*ha) erfolgen. Gemäß Aussage des WBV Fehmarn Nord-Ost wäre eine Drosselabflussmenge in Bezug auf einen Dränabfluss von 1,2 l/(s*ha) ausreichend.

Im Planungsgebiet der FBQ werden durch die örtlichen Gegebenheiten sowie die Trassen- und Gradientenplanung der neuen E47, der Nebenstraßen sowie der Eisenbahnstrecke FBQ zwei RRB erforderlich. Der Tiefpunkt der neuen E47 liegt etwa bei Bau-km 7+902 bei einer Höhe von NHN +3,213 m. Die Eisenbahnstrecke FBQ ist zwischen den Bau-km (Bahn) 8+249 bis 9+845 mit einer einheitlich flachen Höhe von NHN +2,500 m geplant. Aufgrund der Länge dieser flachen Eisenbahnstrecke bindet die Zulaufleitung im RRB2 recht tief ein. Beim RRB1 für die Straßenentwässerung der E47 sind außerdem die Flächen aus dem nördlichsten Entwässerungsabschnitt der Planungen zum „Ausbau B207“ vom LBV zu berücksichtigen sowie die Vorschaltung eines Absetzbeckens.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die geplanten Speichervolumen der RRB und der zugehörigen Einzugsflächen, Einleitstellen und Einleitmengen.

Tab. 3.4: Übersicht geplante RRB

	Entwässerungsabschnitt	Geltungsbereich	angeschl. Fläche Ae [m²]	Abfluss-wirks. Fläche Ared [m²]	Einleit-gewässer	Einleit-menge [l/s]	Speicher-volumen [m³]
RRB 1	1	Straße / E47	114.231	77.775	Verbandsgraben 3.1 (Drohngaben)	6,85	4.191

RRB 2	3	Bahn	63.688	26.655	Verbandsgraben 3.1 (Drohngraben)	3,82	1.317
-------	---	------	--------	--------	--	------	-------

Eine quantitative Regenwasserbehandlung findet bei Einleitung in Verbandsgräben generell in Form von Rückhalteeinrichtungen statt. Die Dimensionierung der Rückhalteeinrichtungen ist vorrangig von den Vorgaben der UW abhängig.

Die erforderliche Rückhaltung/Zwischenspeicherung des Regenwassers vor Ableitung in die Verbandsgräben wird durch RRB gewährleistet. Die RRB werden gemäß Arbeitsblatt DWA-A 117 bemessen.

Die Bemessungsansätze sind:

- Landwirtschaftlicher Dränabfluss: $q_{dr} = 0,6 \text{ l/(s*ha)}$
- Regenhäufigkeit: $n = 0,1$
- Bemessungsregenreihe, -daten aus **KOSTRA-DWD-2010R**

Die Bemessung der Speichervolumen der beiden RRB ist in der Anlage 13.2 enthalten.

Die RRB werden als Becken mit Dauerwasserständen ausgeführt. Aufgrund der Höhenverhältnisse zwischen den RRB und den Gewässersohlen der Verbandsgräben ist eine Ein- bzw. Zuleitung zu den Ablaufleitungen nur über Pumpen möglich. Nähere Einzelheiten zu den Pumpwerken siehe Kap. 3.8.6).

Die RRB erhalten beide Notüberläufe. Die Notüberläufe schließen im Freigefälle an die Ablaufleitungen zu den Vorflutgewässern an.

Aufgrund der Tiefe der RRB 1 und RRB 2 ist unterhalb der Notüberläufe zusätzlicher Rückspeicherraum vorhanden, bevor bei wesentlich größeren Ereignissen die Notüberläufe in den Verbandsgräben genutzt werden. In der Anlage 13.2 sind die Nachweise für die erforderlichen und vorhandenen Rückhaltevolumen in den RRB 1 und RRB2 bei einem 100-jährlichen Ereignis (HQ_{100}) ergänzt worden. In beiden RRB springen die Notüberläufe erst bei noch größeren Ereignissen als dem HQ_{100} an.

Die Regelschnitte durch das RRB1 und das vorgeschaltete AB (siehe Kap. 3.8.3) sowie durch das RRB2 sind in der Anlage 13.8 dargestellt.

3.8.2. Nachweise über erforderliche qualitative Regenwasserbehandlung gemäß DWA-M 153

Die anfallenden Abflüsse werden für die Einleitungen gemäß dem Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153 für notwendige, qualitative Regenwasserbehandlungen untersucht.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Bewertungen für die Einleitstellen der beiden übergeordneten Entwässerungsabschnitte 1 und 2A+2B der Straßen- bzw. Rampenentwässerung. Da über die Bahnentwässerung, den Entwässerungsabschnitt 3 ausschließlich gering verschmutztes Regenwasser abgeleitet wird, ist eine qualitative Regenwasserbehandlung nicht erforderlich. Eine Bewertung nach DWA-M 153 entfällt hier.

Tab. 3.5: Bewertung nach DWA-M 153 – Entwässerungsabschnitt 1

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)				Typ	Gewässerpunkte G	
Drohngraben, kleiner Flachlandbach Nr. 3.1. (Vorflut in die Ostsee über Schöpfwerk Presen 007)				G 6	15	
Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
7.7775	1,0000	L3	4	F6	35	39,00
$\Sigma =$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = B_i =$				39,00

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

→ Behandlung erforderlich

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$		$D_{\max} =$	0,38
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a A.4b und A.4c)		Typ	Durchgangswerte D_i =
Regenrückhaltebecken mit vorgesetztem Absetzbecken mit $r_{\text{krit}} = r_{15(1)}$ mit einer Oberflächenbeschickung von 9 m/h (0,20)		D25	0,35
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2): } D =$			0,35
Emissionswert $E = B * D$			13,65

E = 13,65

Anzustreben:

$E \leq G$

→ Erfüllt!

G = 15

Die Qualität des normal verschmutzten Regenwassers wird durch erforderliche Reinigungsvorgänge mit einem zum RRB 1 vorgeschalteten AB mechanisch erzielt.

Tab. 3.6: Bewertung nach DWA-M 153 – Entwässerungsabschnitt 2A + 2B

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)				Typ	Gewässerpunkte G =	
Ostsee, Meer - offene Küstenregion				G1	33	
Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
4,8248	1,0000	L3	4	F6	35	39,00
$\Sigma =$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = B_i =$				39,00

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

→ Behandlung erforderlich

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$		$D_{\max} =$	0,85
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a A.4b und A.4c)		Typ	Durchgangswerte $D_i =$
Anlagen mit Dauerstau oder ständiger Wasserführung und maximal 10 m³/(m²·h) Oberflächenbeschickung bei $r_{\text{krit}}= 45$ l/(s*ha), z. B. Regenklärbecken, Teiche		D24	0,50
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2): $D =$			0,50
Emissionswert $E = B * D$			19,50

E = 19,5

Anzustreben:

 $E \leq G$

→ Erfüllt!

G = 33

Die Qualität des normal verschmutzten Regenwassers wird durch mechanische Reinigungsvorgänge im RKB erzielt.

3.8.3. Absetzbecken

Aus Gründen des Gewässerschutzes erfolgt die Bemessung und Konstruktion des AB in Abstimmung mit dem LBV-SH in Anlehnung an die RiStWag. Die Anforderungen der RiStWag entsprechen, bis auf wenige Ausnahmen wie z.B. die etwas geringere Oberflächenbeschickung, den Vorgaben aus den „Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation“ des Landes Schleswig-Holstein.

Im AB werden die absetzbaren und aufschwimmenden Stoffe, die im Regenabfluss enthalten sind, zurückgehalten. Die Absetzung/Abscheidung erfolgt über die Verringerung der Fließgeschwindigkeit infolge der Oberflächenbeschickung. Der Rückhalt von Leichtflüssigkeiten wird über die Tauchrohre zwischen dem AB und dem RRB 1 erreicht.

Die Abdichtung des AB erfolgt mit Geschiebemergel und/oder -lehm. In Bereichen, wo dichte Geschiebeböden als gewachsener Boden anstehen, ist keine zusätzliche Abdichtung erforderlich.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das System der Elemente zur qualitativen und quantitativen Regenwasserbehandlung.

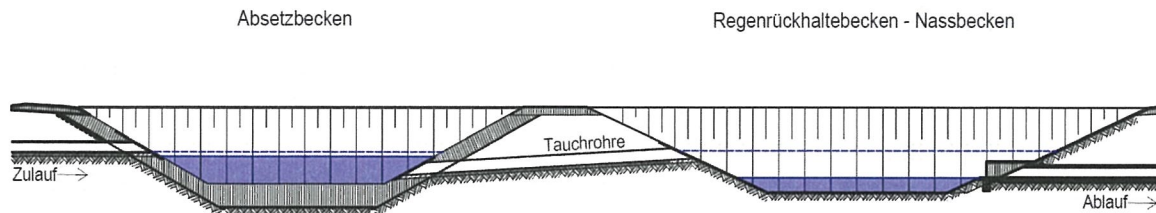


Abb. 3.5: Systemskizze vorgeschaltetes Absetzbecken und Regenrückhaltebecken

Das AB wird als ständig gefülltes Becken mit Dauerwasserstand geplant. Im Falle einer langen Trockenperiode und dem dadurch ggf. möglichen Absinken des Dauerwasserstandes auf ein Niveau unterhalb des Tauchrohrablaufes vom AB ist das Absetzbecken kurzfristig zu räumen. Abgesetzter Schlamm und Leichtflüssigkeiten müssen rechtzeitig vor dem Wiederanstieg des Dauerwasserstandes entfernt werden.

Die Bemessungsansätze für das AB sind:

- Bemessungsregenspende r_{krit} 94,4 l/(s*ha) = r15,1
- Oberflächenbeschickung: 9 m/h
- Verhältnis Breite/Länge: > 1:3
- Ölfangraum, mindestens: 30 m³
- Schlammfangraumhöhe: 0,6 m

Das AB wird mit folgenden Abmessungen ausgebildet:

- Oberfläche ca. 295 m²
- Ölfangraum ca. 192 m³
- Schlammfangraum ca. 55 m³
- Tauchrohre zum RRB 1 1 x DN 600 + 1 x DN 700

Die Bemessung des AB ist in der Anlage 13.2 enthalten.

Der Regelschnitt durch das RRB1 (siehe Kap. 3.8.1) und das vorgeschaltete AB ist in der Anlage 13.8 dargestellt

3.8.4. Regenklärbecken

Das RKB für den Entwässerungsabschnitt 2 wird als naturnah gestaltetes Erdbecken mit Dauerwasserstand geplant. Die Bemessungsansätze sind die gleichen wie beim AB (s. Kap. 3.8.3).

Im RKB erfolgt eine mechanische Absetzung/Abscheidung der enthaltenen Schwimm- und Feststoffe. Die Funktionsweise des RKB ist dieselbe wie beim AB, ebenso die Verfahrensweise beim Absinken des Dauerwasserstandes innerhalb längerer Trockenperioden. Leichtflüssigkeiten werden im RKB durch eine Tauchwand im Becken gehalten.

Die Abdichtung des RKB erfolgt ebenfalls mit Geschiebemergel und/oder -lehm (siehe Kap. 3.8.3)

Besonders hervorzuheben ist, dass vor dem Zulauf zum RKB die Druckleitungen aus den Hauptspeichern des Entwässerungsabschnittes 2B einleiten. Dabei handelt es sich um verschmutztes Regenwasser von den offenen Rampenbereichen. Der Bemessungszulauf zum RKB erhöht sich dadurch auf 2x75 l/s (s. Kap. 3.2.3 und Kap.3.4.3).

Im Falle eines 50-jährlichen Starkregenereignisses werden die Wassermengen von den beiden Hauptspeichern des Entw.-Abschn. 2B über insgesamt 2 x 2 Pumpen mit jeweils 75 l/s in die Zulaufleitung zum RKB gefördert. Die Förderleistung der jeweils 2. Pumpe, also 2 x 75 l/s, wird für die Bemessung des RKB nicht berücksichtigt. Diese Wassermengen werden als Abfluss für die Überlaufschwelle und -leitung am RKB vorbei und für die Einleitmenge der Einleitstelle 2 in die Ostsee / Fehmarnbelt angesetzt.

Das RKB wird mit folgenden Abmessungen ausgebildet:

- Oberfläche ca. 185 m²
- Ölfangraum ca. 120 m³
- Schlammfangraum ca. 36 m³

Die Bemessung des RKB ist in der Anlage 13.2 enthalten.

Vor dem RKB wird ein Überlauf angeordnet, der über eine Beckenumlaufleitung an die Ablaufleitung angeschlossen wird. Das RKB erhält einen Notüberlauf mit Anschluss an die Ablaufleitung.

Der Regelschnitt durch das RKB ist in der Anlage 13.8 dargestellt.

3.8.5. Leichtflüssigkeitsabscheider

Die Transformatoren des 30/20 kV-Umspannwerks Feste Fehmarnbeltquerung (Bauwerksverzeichnis Nr. 8.023) sollen auf einer außenliegenden, befestigten Fläche von maximal ca. 75 m² aufgestellt werden. Diese Fläche entwässert über einen Leichtflüssigkeitsabscheider und eine Freigefälleleitung (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.041) ins RRB 2 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.015).

Die Bemessung dieser sowie ggf. weiterer Abscheideranlagen erfolgt nach DIN EN 858-2 und DIN 1999-101.

3.8.6. Regenwasserpumpwerke

Im Planungsgebiet der FBQ werden mehrere Regenwasserpumpwerke erforderlich um das anfallende Regenwasser den Vorflutern zuführen zu können.

Die einzelnen Pumpwerke sind in den beschreibenden Kapiteln der einzelnen Entwässerungssysteme bereits genannt und erläutert worden. Die nachfolgende Tabelle dient der abschließenden Übersicht für diese Bauwerke.

Tab. 3.7: Übersicht geplante Regenwasserpumpwerke

Entwässerungssystem		Förderung				
Ab-schn.	Bauwerks-verzeichnis Nr. System/Ort	von - zu	Pumpen-kapazität	von m NHN	nach m NHN	Höhen-differenz
1	7.011 Straßenentw./ hinter RRB 1	1PW1RRB – Not-/ Ablaufleitung RRB 1	6,85 l/s	-2,10	+1,10	3,20 m
2A	7.022 Straßenentw./ Marienleuchter Weg	P00PW1 - Schacht 2H0004 (westl. Strang neue Entwässerung E47	2x70 l/s	-2,55	+10,15	12,70 m
2B	7.034 Rampenentw./ Hauptspeicher Portalgebäude	PW 2B - Schacht 2F0020 (Zulaufleitung zum RKB)	2x2x75 l/s	-7,88*	2,79	10,67 m
2C	7.035 Portalentw./ Hauptspeicher Portalgebäude	PW 2C - Schacht 2F0021 (Ablaufleitung vom RKB, zur Einleitstelle in den Fehmarnbelt)	2x25 l/s	-7,88*	+2,04	9,92 m
3	7.016 Bahnentw./ hinter RRB 2	3RRB2PW (Ablauf RRB 2) – Drohngraben	3,82 l/s	-3,78	-0,20	3,58 m

* gepl. Tiefenlagen der Pumpensümpfe gehören zur Gebäudeplanung des Portalgebäudes und werden hier nur zur Vollständigkeit aufgeführt.

Es ist geplant, dass die Pumpstationen mit den relativ kleinen Fördermengen von bis zu max. 10 l/s den Abschnitten 1 und 3 mit jeweils 2 Pumpen ausgestattet werden. Die zweite Pumpe ist für den Ausfall einer Pumpe gedacht. Generell sollten die Pumpen redundant im Wechselbetrieb genutzt werden.

Für die Pumpen der Abschnitte 2A – 2C ist eine Ausstattung mit mind. 3 Pumpen vorgesehen. Die Pumpen sollen auch im Wechselbetrieb laufen. Bei Starkregenereignissen müssen 2 Pumpen gleichzeitig fördern. Die dritte Pumpe ist hier für den Ausfall einer Pumpe geplant.

Die Betriebsschaltungen und Alarmmeldungen der Pumpenanlagen sind über Wasserstandsmessungen in den Speichern bzw. Rückhaltebecken vorgesehen. Die Pumpen sind regelmäßig, mindestens im Jahrestakt, zu warten.

3.8.7. Zusammenfassung Einleitstellen

Für die vorbeschriebenen Entwässerungssysteme und -abschnitte im Planungsgebiet der FBQ entstehen 3 Einleitstellen in die Vorflutgewässer Verbandsgräben, Ostsee).

Für die Abflussflächen von Nebenstraßen, die in der Anlage 5 farblich nicht markiert sind, entstehen fiktive Einleitstellen für Flächenversickerungen über die Böschungsfußmulden in den Untergrund. Der überwiegende Teil der Böschungsfußmulden ist ohne Gefälle und in Anpassung an das vorhandene Gelände vorgesehen. In den Bereichen, wo das vorhandene Gelände in Richtung der Verbandsgewässer geneigt ist, wurden an diesen Tiefstellen Verbindungsleitungen durch die Straßendämme und/oder Ablaufleitungen zu den Verbandsgräben vorgesehen, damit es bei starken Regenereignisses nicht zu punktuellen Anstauungen am Böschungsfuß kommt. In Kapitel 3.2.2 ist die Funktion und generelle Leistungsfähigkeit der Böschungsfußmulden beschrieben. Die Böschungsfußmulden sind für den Bemessungsregelfall (siehe Kapitel 3.2.3., $r_{15,1} = 94,4 \text{ l/(s*ha)}$) für eine Versickerung ausreichend, sodass es nur bei größeren, selteneren Regenereignissen eventuell zu einer direkten Einleitung in den Drohngraben kommen könnte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Einleitstellen zusammengefasst aufgeführt:

Tab. 3.8: Übersicht Einleitstellen

Bez.	Einleitstelle Koordinaten ETRS 89 UTM zone 32N	Bauwerks- verzeichnis Nr.	Entwässerungs- abschnitt	Einleit- gewässer	Einleit- menge [l/s]
1EINLEIT	x= 643627.056 y=6039313.257	7.037	1	Verbandsgew. 3.1 „Drohngraben“	6,85
2EINLEIT	x= 644752.230 y=6042052.637	7.038	2	Fehmarnbelt/ Ostsee	656
3EINLEIT	x= 643494.043 y=6039607.848	7.036	3	Verbandsgew. 3.1 „Drohngraben“	3,82
Fiktive Einleitstellen für Flächenversickerungen über Böschungsfußmulden					
Böschungsfußmulde K49, bereichsweise, Achse 900, (Bauwerksverz. Nr. 3.002)		7.007	Achse 900, bereichsweise	Untergrund, (eingeschränkt Verbandsgew. 3.1)	
Böschungsfußmulde Achse 970, (Bauwerksverz. Nr. 3.004)		3.004	Achse 970	Untergrund, (eingeschränkt Verbandsgew. 3.1)	
Böschungsfußmulde Achse 940, (Bauwerksverz. Nr. 3.005)		7.008	Achse 940	Untergrund, (eingeschränkt Verbandsgew. 3.1)	
Böschungsfußmulde Achse 950 (Bauwerksverz. Nr. 3.012)		3.012	Achse 950	Untergrund	
Böschungsfußmulde Achse 961, (Bauwerksverz. Nr. 3.008)		7.024	Achse 961	Untergrund, tlw. Verbandsgew. 3.1.12	
Böschungsfußmulde Achse 980, bereichsweise (Bauwerksverz. Nr. 3.011)		7.025	Achse 980, bereichsweise	Untergrund (eingeschränkt Verbandsgew. 3.1.11)	
Böschungsfußmulde Achse 982, (Bauwerksverz. Nr. 3.015)		7.025	Achse 982	Untergrund, tlw. Verbandsgew. 3.1.11	
Böschungsfußmulde Achse 983, (Bauwerksverz. Nr. 1.013)		1.013	Achse 983	Untergrund	
Böschungsfußmulde Achse 984, bereichsweise, (Bauwerksverz. Nr. 1.014)		1.014	Achse 984, bereichsweise	Untergrund	
Böschungsfußmulde Achse 985, bereichsweise, (Bauwerksverz. Nr. 1.015)		1.015	Achse 985, bereichsweise	Untergrund	
Böschungsfußmulde Achse 986, (Bauwerksverz. Nr. 3.016)		3.016	Achse 986	Untergrund	

4. Maßnahmen an privaten bzw. fremden Entwässerungsanlagen

Generell werden die in Betrieb befindlichen Entwässerungsanlagen im Planungsgebiet der FBQ an die neuen oder die bestehenbleibenden Systeme umgeschlossen. Die Vorflut wird aufrechterhalten.

Folgende private bzw. fremde Entwässerungsanlagen werden im Wesentlichen umgebaut bzw. verlegt und wurden in den Lageplänen der Anlage 13.3 mit Trassenvorschlägen berücksichtigt:

- Schmutzwasserdruckleitungen des ZVO sowie infolge der neuen Straßengradienten [Anbindung Rethen \(Achse 981, Bauwerksverzeichnis Nr. 3.013\)](#) auch die [Reinigungs- und Entleerungsschächte der Schmutzwasserdruckleitung seitlich des Marienleuchter Weg](#) (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.012 und 7.030)
- Freigefällekanäle der DB im Kreuzungsbereich mit der neuen Brücke für die E47 über die Bahnanlagen zum Hafen (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.002)

Vorhandene Felddränagen sind an die verlegten bzw. vorhandenen Verbandsgräben umzuschließen.

5. Maßnahmen an Verbandsgräben

5.1. Allgemeines

Das vorhandene Gewässersystem ist im Kap. 2.2 beschrieben worden und auf der Abb. 1.1 im Kap. 1.1 dargestellt.

Durch die neuen Trassierungen von Straßen und Bahnstrecke im Planungsgebiet der FBQ würden die vorhandenen Gewässer bereichsweise bis zu 250-300 m am Stück überbaut werden.

Die Verbandsgewässer dienen zur Entwässerung des Hinterlandes auf Fehmarn. Ein Großteil der vorhandenen, landwirtschaftlichen Flächen auf Fehmarn wird gemäß mündlicher Aussage des WBV mit Dränagen entwässert. Die Dränagen sind an Gräben und die Verbandsgewässer angeschlossen. Welche Flächen mit Dränagen entwässert werden, wie die Dränagen verlaufen und wo die Dränagen an die Gräben anschließen, ist nicht bekannt. Es liegen keine Bestandsdaten und/oder -pläne vor.

Durch den Ausbau der E 47 und der Bahnstrecke sowie der neuen AS Puttgarden und den Maßnahmen an den Nebenstraßen müssen umfangreiche Grabenumverlegungen bzw. neue Gräben sowie neue Durchlässe bzw. Durchlassumbauten geplant werden. Die grundsätzlichen Maßnahmen an den Verbandsgräben sowie die Umverlegungen wurden bereits mit dem WBV Fehmarn Nord-Ost prinzipiell und der UW abgestimmt.

An folgenden Verbandsgräben sind im Rahmen des Tunnelprojektes FBQ Maßnahmen erforderlich:

1. Verbandsgraben 3.2/Nielandsgraben (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.006)
2. Verbandsgraben 3.1/Drohngraben (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.013)
3. Verbandsgraben 3.1.11 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.019)
4. Verbandsgraben 3.1.12 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.017)

Die folgende Tab. 5.1 und die nachfolgende Abb. 5.1 zeigen die geplanten Umbau- bzw. Verlegungsmaßnahmen der Verbandsgräben. Die Maßnahmen werden in den folgenden Kapiteln detaillierter beschrieben und in Lageplänen in den Anlagen 7.1 und 13.3 sowie den Längsschnitten in Anlage 13.7 dargestellt.

Tab. 5.1: Übersicht Umbau/Verlegung Verbandsgräben

Gewässer		Art der Baumaßnahme			
Nr.	Bauwerksverzeichnis Nr./ Bezeichnung	Beschreibung	geplanter Durchlass		Länge
			Straßen-Km	Bahn-Km	
3.2	7.006/ Nielsandsgraben	Verlängerung/Erneuerung vorh. Durchlass nach Westen und unter E47 Neue Durchlassverrohrung DN 800, Rückbau vorh. DN 600 Rückbau vorh. DN 800	7+267	-	~47,5 m ~9 m ~21m
3.1	7.013/ Drohngraben	Verlängerung/Umverlegung Durchlass K49 Länge vorh. Durchlass DN 1000 Länge neue Brücke über Verbandsgraben (Tierquerungsbauwerk, Bauwerksverzeichnis Nr. 5.019) LH=2,60 m, LW=3,00 m Umverlegung Verbandsgraben, gesamt	0+261	-	~17 m ~38 m ~74 m
3.1	7.013/ Drohngraben	Umverlegung Graben und Durchlass zwischen Straßen-Km 8+280 bis 8+368 Umverlegung Verbandsgraben, gesamt vorh. Durchlass DN 1000 abbrechen Länge neue Brücke über Verbandsgraben (Tierquerungsbauwerk, Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018) LH=2,60 m, LW=3,00 m	8+368	-	~205 m ~54 m
3.1	7.013/ Drohngraben	Öffnung verrohrter Bereiche zu offenen Gräben Westl. vorh. Bahntrasse im Straßendamm E47 Östl. vorh. Bahntrasse			~9 m ~39 m
3.1	7.013/ Drohngraben	Umverlegung Graben zwischen Bahn-Km 8+430 bis 8+445 Umverlegung Verbandsgraben, gesamt neuer Durchlass DN 1200	-	8+430	~68 m ~23 m
3.1.11	7.019/-	Umverlegung Graben zwischen Marienleuchter Weg und vorh. Gewässer, verrohrter Graben mit Anbindung an vorh. verrohrtes Gew. 3.1.11	-	-	~660 m
3.1.12	7.017/-	Umverlegung Graben zwischen Marienleuchter Weg und Drohngraben Umverlegung offener Graben einschl. Durchlass in DN 600	-	-	~743 m ~12 m

In der Abb. 5.1 ist das bestehende und geplante Gewässernetz in die Luftbildmontage der Örtlichkeit und des Projektes von Femern A/S integriert. Die geplanten neuen Grabentrassierungen sind hervorgehoben. Die vorhandenen Gräben, die rückgebaut bzw. verfüllt werden, sind gepunktet dargestellt.

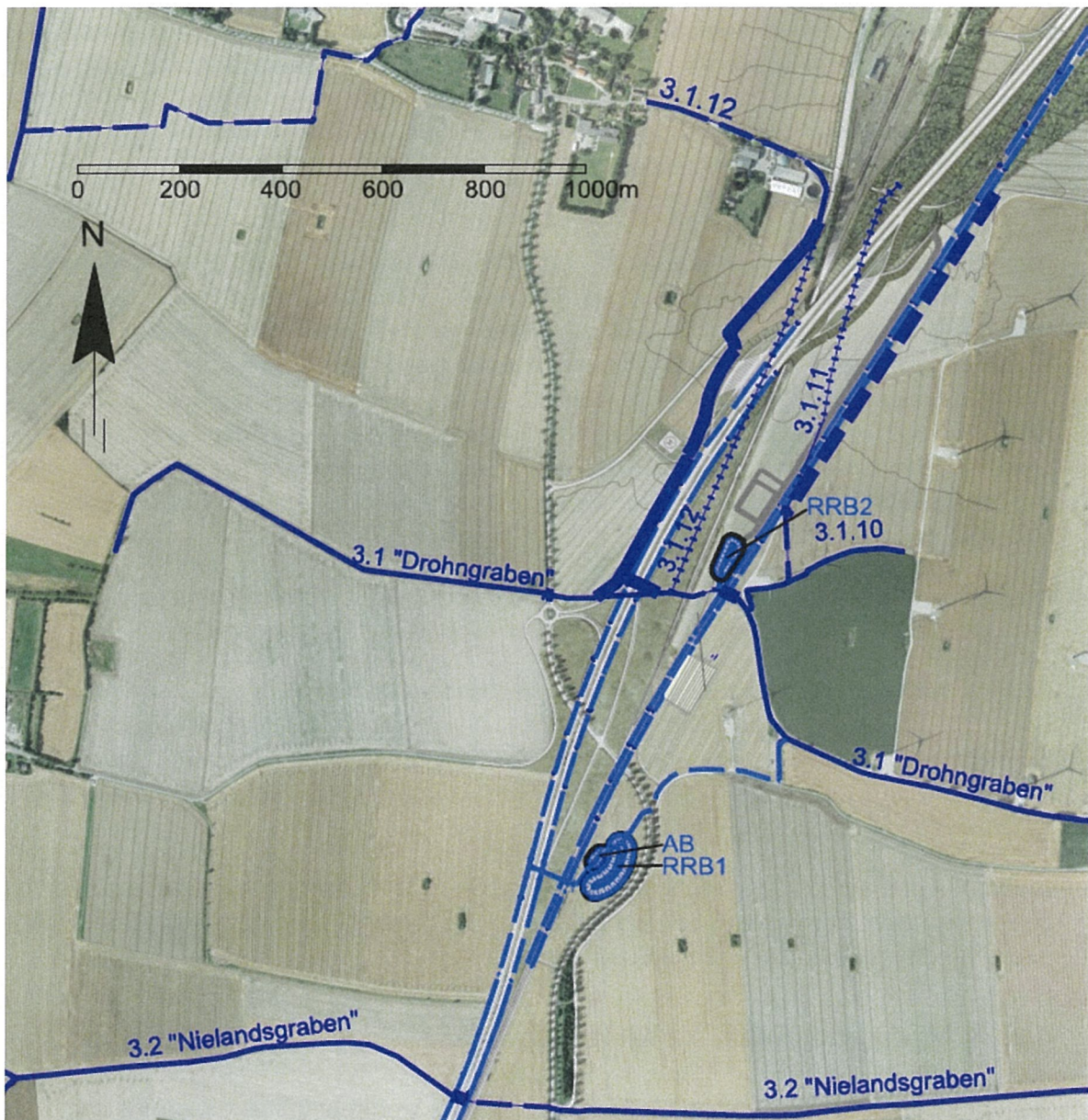


Abb. 5.1: Übersicht Verlegung Verbandsgräben

Bei den Planungen wurde berücksichtigt, dass sich keine negativen Auswirkungen bzw. Verschlechterungen in Bezug auf die hydraulische Leistungsfähigkeit ergeben. Betriebliche Einschränkungen bei der Unterhaltung der Verbandsgräben sind leider nicht vollständig

auszuschließen. Das vorhandene Gewässernetz aus den Verbandsgräben 3.1, 3.1.11 und 3.1.12 verläuft innerhalb des Kreuzungsbereiches der B 207 mit der K 49 bzw. der zukünftigen AS Puttgarden und der vorhandenen sowie neuen Bahnstrecken bzw. fließt hier zusammen. Dadurch entstehen zwischen den Verbandsgewässern und den Straßen- und Bahntrassen mehrere kleinflächige Zwickel, die nur über aufwendige Zugänge und/oder größere Flächeninanspruchnahme erreichbar bzw. unterhaltbar sein werden. Aufgrund der Abwägung der örtlichen Gegebenheiten mit dem Minimierungsgebot der Flächeninanspruchnahme und einer möglichen Gewässerunterhaltung wurde mit dem WBV ein einseitiger Unterhaltungstreifen von 6 m Breite zur Gewässerböschung abgestimmt, der gemäß der Satzung des WBV Fehmarn Nord-Ost frei von Anpflanzungen und baulichen Anlagen zu halten ist.

Gemäß gesetzlicher Vorgaben des § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in Verbindung mit § 38 a Landeswassergesetz Schleswig-Holstein (LWG SH) ist beidseitig von offenen Gewässern ein mind. 5 m breiter Gewässerrandstreifen sicherzustellen. Auch das Verbandsgewässer 3.1.12 kein sogenanntes kleines Gewässer im Sinne des § 40 Abs. 2 des LWG SH, da es ein größeres Einzugsgebiet als 20 ha entwässert (siehe Kapitel 5.5.1). Einzelheiten zu den Gewässerrandstreifen der zu verlegenden Verbandsgräben sind den jeweiligen Kapiteln für die Planungen der Grabenumverlegungen zu entnehmen. Die neuen Böschungsfußmulden / Straßengräben führen nur unregelmäßig Wasser. Ein Randstreifen ist hier nicht vorzusehen.

Neue und verlegte Durchlässe werden bezüglich des Fließquerschnittes dimensionsgleich zu den vorhandenen und geradlinig zu den Straßen- und Bahntrassen ausgeführt.

Generell wird seitlich parallel zu den offenen Verbandsgräben ein 6 m breiter Unterhaltungstreifen vorgesehen. Von hier ist auch eine Zugänglichkeit zu geplanten Durchlässen gegeben. Der Unterhaltungstreifen bleibt unbefestigt und ist von Baum- und Strauchbewuchs freizuhalten. Die Unterhaltungspflicht und -kosten trägt der Wasser- und Bodenverband Fehmarn Nord-Ost.

Die Vorflut des Verbandsgrabennetzes wird durch die nachbeschriebenen Maßnahmen aufrechterhalten. Vorhandene bzw. vorzufindende Felddränagen werden an die vorhandenen oder verlegten Verbandsgräben umgeschlossen.

5.2. Verbandsgraben 3.2 Nielandsgaben

Der vorhandene Verbandsgraben 3.2 sowie die Verlängerung und Teilerneuerung der Gewässerverrohrung sind im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.006 aufgeführt.

5.2.1. Bestand

Trassierung

Der Nielandsgraben beginnt nordwestlich von Hinrichsdorf, verläuft Richtung Osten und quert ca. in Bau-km (Straße) 7+267 die vorhandenen Straßendämme der E47 und K49. Der Nielandsgraben fließt südlich und westlich an Presen vorbei und mündet stromauf zum Presen-Schöpfwerk 007 in den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben (s. Kap. 5.3). Von hier wird das Wasser über ein Deichsiel in die Ostsee gepumpt.

Der Nielandsgraben hat bis auf die Verrohrung zwischen E47 und der K49 einen offenen Verlauf.

Querschnitt

Das vorhandene Grabenprofil des Nielandsgraben hat etwa folgende Abmessungen: Breite Grabensohle ca. 1,65 m, Grabentiefe ca. 1,3 m, Böschungsneigungen Höhe:Breite von steiler bzw. gleich 1:1.

Gemäß Aufmaß- bzw. Bestandsdaten hat der Nielandsgraben im Bereich des neuen Einlaufbauwerkes, das gegen die Fließrichtung etwa 32 m entfernt vom vorhandenen Durchlassrohr DN 600 liegen wird, eine Sohltiefe von ca. NHN 3,00 m. Die Höhe der Gewässersohle vor dem vorhandenen Durchlass DN 600 beträgt ca. NHN 2,88 m. Das umgebende Gelände zum Nielandsgraben liegt ca. auf NHN 4,5 m.

Der vorhandene Durchlass des Nielandsgrabens unterhalb der Dämme der E47 und Bahnstrecke Lübeck-Puttgarden teilt sich in 2 Durchlässe auf. Vom Durchlasseinlauf und unterhalb des längsverlaufenden Wirtschaftsweges ist ein kurzes Stück Durchlassrohr DN 600 vorhanden. Die Querung mit der E47 und der Bahnstrecke besteht aus einem Durchlassrohr DN 800. Die beiden Durchlässe besitzen keine Verbindung, sondern schließen jeweils an den vorhandenen, westlich der E47 verlaufenden Straßengraben an.

Der Abschnitt zwischen dem Durchlass E47/Bahnstrecke und der K49 scheint mit einem Rohrquerschnitt DN 600 verrohrt zu sein. Seitlich der K49 ist ein Schacht vorhanden, an dem Zu- und Ablaufrohre DN 600 anschließen.

Wasserstände

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben liegen für das Grabensystem keine Pegel und Fließgeschwindigkeitsmessungen vor. Regionalisierte Abflussdaten wurden vom LLUR zur Verfügung gestellt (siehe Tab. 2.1). Die letzte Zeile in der Tabelle umfasst die regionalisierten Gesamtabflüsse aus den Verbandsgräben 3.1 und 3.2. Bei anteiliger Betrachtung für den Verbandsgraben 3.2 mit einer Einzugsfläche AE_o von 4,67 km² ergeben sich folgende Abflüsse.

Tab. 5.2: Ermittelte Abflussdaten Verbandsgraben 3.2

AE _o [km ²]	MNQ	MQ	Q330	MHQ	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
	[m ³ /s]											
4,67	0,001	0,020	0,066	0,362	0,284	0,362	0,465	0,536	0,615	0,717	0,793	0,868

Gemäß dem WBV ist der Niellandsgraben bereits ausgelastet, so dass neue Einleitungen in dieses Gewässer vermieden werden sollten. Die Planungen für die FBQ sehen keine Einleitungen in den Niellandsgraben vor.

5.2.2. Planung Durchlassverlängerung/-umbau

Durch den Ausbau und der - gegenüber der vorhandenen E47 - leichten Trassenverswenkung der neuen E47 nach Osten sowie dem parallel dazu verlegten Wirtschaftsweg muss der Durchlass verlängert werden. Es ist vorgesehen, das vorhandene Durchlassrohr DN 600 aufzunehmen und den verlängerten Durchlass mit Anschluss an den vorhandenen Durchlass DN 800 ebenfalls in DN 800 auszuführen. Aufgrund des leicht abknickenden Verlaufes des Niellandsgrabens, der sich zwischen der neuen Verrohrung im Bereich der E47 und dem Bestandsrohr unterhalb der Bahnstrecke ergibt, erfolgt die Verbindung über ein Schachtbauwerk DN 1500. Der Verbindungsschacht liegt im Seitenbereich zwischen der neuen E47 und der vorhandenen Bahnstrecke und bildet auch die Grenze zwischen diesen Verrohrungen.

Die Höhenlage der neuen Durchlassbauwerke richtet sich nach den vorhandenen Sohlhöhen des Niellandsgrabens und der Anschlusshöhe des Bahndurchlasses.

Es sind ca. 9 m vorh. Durchlassrohr DN 600 B und ca. 21 m DN 800 B zurückzubauen. Der neue Durchlass bis zum Anschluss über einen neuen Schacht an das Durchlassrohr unterhalb der Bahn besteht aus einer Haltung DN 800 B mit 47,5 m Länge und voraussichtlich 0,51 % Sohlgefälle.

Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Durchlasses DN 800 B (betriebliche Rauheit $k_b=1,5$) und 0,51% Gefälle beträgt bei Vollenfüllung max. 934 l/s. Somit könnten an dieser Stelle die ermittelten Abflüsse für das Gesamteinzugsgebiet des Niellandsgrabens bis einschließlich des HQ₂₀₀ von ca. 868 l/s abgeführt werden. Hydraulischer Engpass ist die Verrohrung DN 600, die östlich der Bahnstrecke außerhalb des Projektgebietes liegt.

Der Längsschnitt durch die Durchlassverlängerung ist in der Anlage 13.7, Blatt 1 aufgeführt.

Der beidseitige Gewässerrandstreifen von mind. 5 m Breite seitlich des offenen Gewässerverlaufes bleibt von den Maßnahmen unberührt.

5.3. Verbandsgraben 3.1/Drohngraben

Der vorhandene Drohngraben sowie die Umverlegungen des Gewässers sind einschl. der Verrohrungen bzw. Durchlässe im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.013 aufgeführt. Die geplanten Tierquerungsbauwerke sind im Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018 und 5.019 gesondert beschrieben.

5.3.1. Bestand

Trassierung

Der Drohngraben beginnt nördlich von Todendorf und fließt in Richtung Osten bis zum Presen-Schöpfwerk 007 nordöstlich von Presen, wo das gesammelte Wasser durch ein Deichsiel in die Ostsee/Fehmarnbelt geleitet wird.

Der Drohngraben weist abgesehen von Durchlässen unter Straßen und Bahn einen offenen Verlauf auf.

Der Drohngraben quert bei etwa Bau-km 0+258 (Achse 900) die K49 und ca. bei Bau-km (Straße) 8+325 den vorhandenen Straßendamm der E47 (Achse 100) und den vorhandenen Bahndamm der Bahnstrecke Lübeck – Puttgarden (Achse 1010).

Stromauf zum vorhandenen Durchlass unter dem Straßendamm E47 mündet der Verbandsgraben 3.1.12 (siehe Kap. 5.5) ein. Östlich der vorhandenen Querung mit der Bahnstrecke schließt das Nebengewässer 3.1.10 an. In diesen Nebengraben leitet das weitere Nebengewässer 3.1.11 ein.

Querschnitt

Der Drohngraben weist ein variierendes Grabenprofil auf. Die Grabensohle ist zwischen ca. 1,25 bis 1,70 m breit. Die Böschungsneigungen sind mit Verhältnissen Höhe:Breite von 1:0,7 bis 1:1,3 (im Mittel 1:1) recht steil ausgeprägt. Die Grabentiefe liegt zwischen ca. 1,3 m bis 1,9 m.

Gemäß Aufmaß- bzw. Bestandsdaten hat der Drohngraben im Planungsgebiet Sohliefen von ca. NHN -0,12 m (westl. K49) bis ca. NHN -0,74 m (östl. Eisenbahnstrecke FBQ, Achse 1000). Das umgebende Gelände zum Drohngraben liegt zwischen ca. NHN 1,5 m bis NHN 1,0 m.

Die vorhandenen Durchlässe/Verrohrungen bestehen aus Betonrohren DN 1000.

Wasserstände

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben liegen für das Grabensystem keine Pegel und Fließgeschwindigkeitsmessungen vor. Regionalisierte Abflussdaten wurden vom LLUR zur Verfügung gestellt (siehe Tab. 2.1). Bei den regionalisierten Abflussdaten für eine Einzugsfläche AE_o von 3,96 ha ist auch das Nebengewässer 3.1.12 berücksichtigt. Die

Einzugsflächen der Nebengewässer 3.1.10 und 3.1.11, die erst außerhalb des Projektgebietes an den Drohngraben anschließen, sind hierbei nicht enthalten. Für hydraulische Betrachtungen innerhalb des Projektgebietes der FBQ werden folgende Abflüsse herangezogen.

Tab. 5.3: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1 im Projektgebiet

AE,o [km ²]	MNQ	MQ	Q330	MHQ	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
	[m ³ /s]											
3,96	0,001	0,014	0,046	0,224	0,247	0,312	0,392	0,445	0,500	0,567	0,614	0,657

Der Drohngraben hat ein relativ flaches Sohlgefälle. Ein beständiger Rückstau aufgrund des Betriebes des Presen-Schöpfwerkes 007 kann aufgrund der dort vorhandenen Höhensituation jedoch ausgeschlossen werden, da das umliegende Land auf einem Höhenniveau von NHN 0 m bis NHN -0,50 m liegt und der Drohngraben bis ein paar hundert Meter vor dem Schöpfwerk eine Sohltiefe von ca. NHN -1,6 m bis NHN -1,8 m aufweist.

5.3.2. Planung Grabenumverlegung

Trassierung

Der vorhandene Drohngraben quert mit schleifendem Verlauf die neuen Straßendämme der AS Puttgarden und E47 sowie die Eisenbahnstrecke FBQ.

Der Drohngraben wird durch die neuen, verschwenkten Trassen der E47 (Achse 100, Bauwerksverzeichnis Nr. 1.001) und K49 (Achse 900, Bauwerksverzeichnis Nr. 3.002) sowie durch die neuen Achsen 910 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.004) und 911 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.005) der AS Puttgarden überbaut. Die neue Bahntrasse der FBQ (Achse 1000, Bauwerksverzeichnis Nr. 2.001) quert ebenfalls den Drohngraben.

Um geradlinige Durchlässe unter den vorgenannten Trassen errichten zu können, ist der Drohngraben in 3 Abschnitten umzuverlegen:

1. Umverlegung:

Infolge der Verschwenkung der K49 sowie erforderlicher, benachbart liegender Rampen für Feldzufahrten wird der Verlauf des Drohnggrabens sowie des Brücken- und Tierquerungsbauwerkes (Bauwerksverzeichnis Nr. 5.019) hier leicht nach Südwesten verschoben. Die Länge der Verlegung beträgt etwa 74 m.

2. Umverlegung:

Der Bestandsgraben wird am Beginn der kreuzenden Böschung des neuen Straßendamms der neuen E47 und der Abfahrtrampe Achse 911 der Richtungsfahrbahn Heiligenhafen von der AS Puttgarden mit einem neuen offenen Graben aufgenommen. Der neue offene Graben

verläuft seitlich der Böschungsfußausrundung in nordöstliche Richtung und quert in Bau-km (Straße) 8+368 mit einem Brücken-/Tierquerungsbauwerk (Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018) die neue E47. Der hieran anschließende offene Graben verläuft bis an den im Bereich des vorhandenen Straßendamms der E47 gekürzten Bestandsdurchlass unterhalb der vorhandenen Bahntrasse. Die Verlegungslänge beträgt ca. 205 m.

Von der vorhandenen Verrohrung des Drohnggrabens im Bereich der Querungen mit der vorhandenen E47 und Bahnstrecke sowie ein Stück östlich davon werden Abschnitte zu Gräben geöffnet. Dies betrifft etwa 9,2 m westlich im Bereich des vorhandenen Straßendamms sowie ca. 38,6 m östlich der vorhandenen Bahnquerung.

3. Umverlegung:

Der vorhandene, offene Grabenverlauf wird bei Kreuzung mit der neuen Bahntrasse Achse 1000 der FBQ ebenfalls gekürzt und durch eine Durchlassverrohrung ersetzt. Die Anbindungen an den Bestand erfolgen mit offenen Grabenstücken. Die Verlegungslänge beträgt ca. 68 m.

An den Anschlusspunkten zum Beginn der 1. Umverlegung und Ende der 3. Umverlegung sind die Sohlthiefen an den Bestand des vorhandenen Verbandsgrabens angepasst. Bei den Bestandsbereichen dazwischen sind ggf. geringfügige Angleichungen am Höhenverlauf vorzusehen. Die neuen offenen Grabenbereiche zwischen den Anschlusspunkten bzw. den neuen Durchlässen sollen mit gleichmäßigen Längsgefällen ausgebildet werden.

Stromauf zum neuen Brücken-/Tierquerungsbauwerk unter der E47 (Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018) wird der umverlegte Graben 3.1.12 (siehe Kap. 5.5 und Bauwerksverzeichnis Nr. 7.017) angeschlossen.

Stromauf zu dem Durchlass unter der neuen Bahnstrecke der FBQ leitet in der Einleitstelle 3 (Bauwerksverzeichnis Nr. 7.036) die Ablaufleitung DN 600 vom neuen Regenrückhaltebecken 2 (RRB 2, Bauwerksverzeichnis Nr. 7.015) der neuen Bahnentwässerung ein.

Der Längsschnitt durch die Grabenumverlegungen ist in der Anlage 13.7, Blatt 1 aufgeführt.

Gewässerrandstreifen von mind. 5 m Breite werden beidseitig der offenen Grabenverläufe sichergestellt. Seitlich der E47 bzw. der Abfahrtsrampe Achse 911 (Lfd. Nr. 1.005) der AS Puttgarden wird das durch die breite Dammböschung der E47 gewährleistet.

Querschnitt

Für die Ausbildung des Grabenprofils wird von einem größeren, mindestens jedoch gleich großen Querschnitt ausgegangen. Das Regelprofil ist mit einer Sohlbreite von 1,50 m und die Böschungsneigungen beidseitig flacher mit 1:2 geplant. Der vorhandene Abfluss wird so gewährleistet und zusätzlich kann der gedrosselte Abfluss von 3,82 l/s aus dem RRB 2 aufgenommen werden (siehe Tab. 5.4).

Die mittlere Grabentiefe beträgt ca. 1,65 m.

Die neuen Brücken- und Durchlassbauwerke queren mit direktem Verlauf die neuen Straßendämme der K49 und E47 sowie der Eisenbahnstrecke FBQ. Zwischen den Bauwerken erhält der Drohngaben einen offenen Verlauf.

Bei der Querschnittsgestaltung der neuen Durchlassbauwerke wird die ökologische Durchgängigkeit des Drohngabens weitestgehend berücksichtigt: In allen neuen Durchlassbauwerken wird die sedimentäre Durchgängigkeit (natürliches Gewässerbett/Sedimentsohle im Durchlass mit einer Stärke von mind. 20 cm, was ca. 20-30 % der Fließquerschnittshöhe entspricht) berücksichtigt. Die Tierquerungsbauwerke unter der K49 (BW 11.207, Lfd. Nr. 5.019) und E47 (BW 09.FBQ, Lfd. Nr. 5.018) ermöglichen zusätzlich zur biologische Durchgängigkeit (Durchwanderung von Fischen und anderen im Gewässer lebenden Tieren) auch eine potenzielle Passage von Fischottern und Bibern.

Die Brücken- und Durchlassbauwerke im Planungsgebiet haben folgende Abmessungen:

Brücke über Verbandsgraben - K49 (BW 11.207, Bauwerksverzeichnis Nr. 5.019)

Dieses Bauwerk ist gemäß den Planungen zur Umweltverträglichkeit als Tierquerungsbauwerk **vorgesehen**. Das Tierquerungsbauwerk wird als Stahlbetonrechteckquerschnitt mit lichten Abmessungen von ca. L/B/H ~ 38,36/3,00/2,60 m **geplant**. Der Querschnitt beinhaltet einen trapezförmigen Fließquerschnitt, dessen Größenordnung einem DN 1000 entspricht.

Brücke über Verbandsgraben - E47 (BW 09.FBQ, Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018)

Auch dieses Bauwerk ist als Tierquerungsbauwerk mit Querschnittsabmessungen analog zum Bauwerk unter der K49 vorgesehen. Die lichten Abmessungen betragen ca. L/B/H ~ 54,05/3,00/2,60 m und beinhaltet einen trapezförmigen Fließquerschnitt von entsprechend DN 1000.

Bestandsdurchlass vorh. E47 und Bahn

Der Bestandsdurchlass aus Betonrohren DN 1000 wird im Bereich der vorhandenen E47 etwa 9,2 m gekürzt. Etwa 5 m Breite des vorhandenen Straßendamms werden stehen gelassen, um für Unterhaltungsarbeiten in dem Zwickel zwischen vorhandener Bahnstrecke, neuer Einfahrtsrampe Rødbyhavn Achse 930 von der AS Puttgarden und Drohngaben zugänglich zu sein. Die vorhandene Verrohrung östlich der bestehenden Bahntrasse wird auf etwa 38,6 m aufgenommen. Beide Verrohrungen werden durch offene Gräben ersetzt, die an die neuen umverlegten Grabenstücke anschließen. Der Bestandsdurchlass DN 1000 unterhalb der Bahnstrecke Lübeck-Puttgarden bleibt bestehen.

Durchlass neue Bahn FBQ

Der neue Durchlass unterhalb der neuen Bahnstrecke für die FBQ wird mit Betonrohren DN 1200 ausgeführt. Die Länge beträgt ca. 23,3 m.

Querschnittsangaben der Grabenumverlegungen sowie der Bauwerke sind ebenfalls in der Anlage 13.7, Blatt 1 aufgeführt.

Hydraulik

Für die Hydraulik werden die Stellen mit den flachsten Gefälleausbildungen betrachtet. Bei den Durchlässen ist das der neue Durchlass unter der neuen Bahn FBQ mit einem geplanten Gefälle von 0,15 %. Für die offenen Grabenbereiche beträgt das geringste Sohlgefälle 0,05 % im Anschluss an den vorgenannten Durchlass.

Der Durchlass wird aufgrund der ökologischen Durchgängigkeit mit einem Betonrohr DN 1200 und 20cm Sohlsubstrat hergestellt. Als hydraulischer Fließquerschnitt wird ein DN 1000 angesetzt. Die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Durchlasses DN 1000 B (betriebliche Rauheit $k_b=1,5$) und 0,15 % Gefälle beträgt bei Vollfüllung max. 909 l/s. Die Durchlässe mit Fließquerschnitten analog zu einem DN 1000 können somit die Abflüsse bis einschließlich des HQ_{200} von ca. 657 l/s ableiten.

Der hydraulische Nachweis der offenen Grabenbereiche wird mit der Fließformel nach Manning-Strickler in Verbindung mit dem Kontinuitätsgesetz geführt:

$$Q = A \cdot k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_E^{1/2} \quad \text{mit } r_{hy} = A/I_u \quad \text{und } Q=A \cdot v$$

Die nachfolgende Tabelle gibt Aufschluss über die jeweiligen Wasserstände im Grabenprofil bei den angesetzten Abflüssen MNQ, MQ, MHQ, HQ_{10} und HQ_{200} . Der Manning-Strickler-Beiwert für ein Fließgewässer mit regelmäßiger Sohle wird mit $k_{st}=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt.

Tab. 5.4: Hydraulik offener Graben, Verbandsgraben 3.1

Abflussart	h	A	I_u	$r_{hy}^{2/3}$	kst	$I_E^{1/2}$	Q	v
~	[m]	[m²]	[m]	[m]	[m ^{1/3} /s]	[-]	[m³/s]	[m/s]
MNQ	0,019	0,03	1,54	0,07	30	0,022	0,001	0,05
MQ	0,071	0,12	1,66	0,17	30	0,022	0,013	0,11
MHQ	0,331	0,71	2,24	0,47	30	0,022	0,224	0,31
HQ_{10}	0,452	1,08	2,51	0,57	30	0,022	0,417	0,38
HQ_{200}	0,538	1,39	2,70	0,64	30	0,022	0,598	0,43

Für die ermittelten geringen Wasserstände bei MNQ und MQ ist bei der detaillierten Querschnittsgestaltung eine Niedrigwasserrinne vorzusehen.

5.4. Verbandsgraben 3.1.11

Der vorhandene Verbandsgraben 3.1.11 sowie die Umverlegung des Gewässers sind einschl. der Verrohrungen im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.019 aufgeführt.

5.4.1. Bestand

Trassierung

Der Verbandsgraben 3.1.11 ist ein Nebengraben des Drohngrabens (siehe Kap. 5.3). Er beginnt seitlich des Marienleuchter Weges und verläuft Richtung Süden östlich der vorhandenen Bahnstrecke Lübeck-Puttgarden auf den Flächen des Windparks Presen. Die Verrohrung mündet in den Nebengraben 3.1.10 des Drohngrabens.

Der Verbandsgraben ist vollständig verrohrt. Der genaue Verlauf sowie die Einbautiefe sind aufgrund örtlich nicht vorzufindender Schachtbauwerke nicht eindeutig zu bestimmen.

Querschnitt

Der Rohrquerschnitt über den gesamten Verlauf des Verbandsgrabens ist nicht bekannt. Am Verbandsgraben 3.1.10 kommt an der Anschlussstelle ein Rohr DN 500 an, sodass dieser Querschnitt auf die gesamte Verrohrung übertragen wird.

Wasserstände

Aus den digitalen Lageplandaten und den Angaben zum Einzugsgebiet sowie den regionalisierten Abflussdaten aus dem AWGV vom LLUR wurde die Einzugsfläche $A_{E,0}$ des Verbandsgrabens 3.1.11 mit ca. 0,75 km² ermittelt. Mit Bezug auf die in Kapitel 5.3.1 in Tab. 5.3 aufgeführten Abflussdaten ergeben sich folgende anteilige Abflüsse für diesen verrohrten Verbandsgraben:

$$HQ_{10} = 0,75/3,96 * 0,445 = 0,084 \text{ m}^3$$

$$HQ_{100} = 0,75/3,96 * 0,614 = 0,116 \text{ m}^3$$

$$HQ_{200} = 0,75/3,96 * 0,657 = 0,124 \text{ m}^3$$

5.4.2. Planung Grabenumverlegung

Trassierung

Die neue Bahnstrecke quert den Verbandsgraben im flachen Winkel. Der Anfangsbereich wird durch den Straßendamm ca. 300 m weit überbaut.

Der Verbandsgraben 3.1.11 wird in vollständig neuer Lage mit parallelem und geradem Verlauf zur neuen Bahntrasse 1000 östlich davon hergestellt um Felddrängen oder andere Entwässerungsanlagen vor Querung der FBQ-Anlagen aufnehmen und ableiten zu können. Der verlegte Verbandsgraben 3.1.11 wird östlich der Bahntrasse an die verbleibende Bestandsverrohrung mit einem Schacht angeschlossen.

Die Länge des verlegten Verbandsgrabens 3.1.11 beträgt etwa 661 m.

Da die Tiefenlage des vorhandenen verrohrten WV 3.1.11 am Anschlusspunkt nicht bekannt ist, wurden dafür sowie für das Längsgefälle vorerst Annahmen getroffen, die vor der Grabenverlegung zu überprüfen sind. Haltungslängen sowie weitere Zwischenschächte sind im Rahmen der Ausführungsplanung mit dem Wasser- und Bodenverband Fehmarn Nord-Ost abzustimmen.

Der Längsschnitt durch die Grabenumverlegung ist in der Anlage 13.7, Blatt 2 aufgeführt.

Querschnitt

Da an die Bestandsverrohrung DN 500 angeschlossen wird, wird dieser Rohrquerschnitt für das gesamte neue, verlegte Gewässer gewählt.

Das Gefälle wird mit 0,10 % geplant. Die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Betonrohres DN 500 B (betriebliche Rauheit $k_b=1,5$) und 0,10 % Gefälle beträgt bei Vollfüllung max. 119 l/s. Der umverlegte, verrohrte Verbandsgraben 3.1.11 kann Abflüsse bis einschl. HQ_{100} von ca. 116 l/s abführen. Rechnerisch kommt es bei einem HQ_{200} von ca. 124 l/s zu einem Überstau.

Die Querschnittsangabe der Grabenumverlegung sind ebenfalls in der Anlage 13.7, Blatt 2 aufgeführt.

5.5. Verbandsgraben 3.1.12

Der vorhandene Verbandsgraben 3.1.12 sowie die Umverlegung des Gewässers sind einschl. der Verrohrungen bzw. Durchlässe im Bauwerksverzeichnis Nr. 7.017 aufgeführt.

5.5.1. Bestand

Trassierung

Der Verbandsgraben 3.1.12 ist ein Nebengraben des Drohngrabens (siehe Kap. 5.3) und Bauwerksverzeichnis Nr. 7.013). Der Verbandsgraben 3.1.12 beginnt südöstlich von Puttgarden mit einer Verrohrung, die in östliche Richtung entlang des Marienleuchter Weges verläuft. Vor der Querung mit der E47 knickt die Verrohrung über Privatgelände nach Südosten ab. Der weitere Verlauf ist entlang der westlichen Seite der E47 als offener Graben. Der Verbandsgraben 3.1.12 leitet in Fließrichtung vor dem vorhandenen Durchlass DN 1000 unter dem vorhandenen Straßendamm der E47 in den Drohngraben ein.

Querschnitt

Der Grabenquerschnitt wird fortlaufend größer. Südlich des Marienleuchter Weges beträgt die Sohlbreite ca. 0,5 m. An der Einmündung in den Drohngraben ist die Sohle schon 0,8 m breit. Die Böschungsneigungen wechseln zwischen 1:1,2 bis 1:1,7. Die Tiefe nimmt tendenziell

ebenfalls zu, variiert aber mit den Geländehöhen. Der Verbandsgraben 3.1.12 ist zwischen ca. 1 m bis 1,5 m tief.

Über die Dimension der vorhandenen Verrohrung seitlich des Marienleuchter Weges ist nichts bekannt.

Wasserstände

Aus den digitalen Lageplandaten und den Angaben zum Einzugsgebiet sowie den regionalisierten Abflussdaten aus dem AWGV vom LLUR wurden die Einzugsfläche AE_o des Verbandsgrabens 3.1.12 ebenfalls mit ca. 0,75 km² ermittelt. Mit Bezug auf die in Kapitel 5.3.1 in Tab. 5.3 und die im Kapitel 5.4.1 aufgeführten Abflussdaten ergeben sich folgende anteilige Abflüsse für diesen verlegten Verbandsgraben:

$$MNQ < 0,001 \text{ m}^3$$

$$MQ = 0,003 \text{ m}^3$$

$$MHQ = 0,042 \text{ m}^3$$

$$HQ_{10} = 0,084 \text{ m}^3$$

$$HQ_{100} = 0,116 \text{ m}^3$$

$$HQ_{200} = 0,124 \text{ m}^3$$

5.5.2. Planung Grabenumverlegung

Trassierung

Der neue Straßendamm der E47 quert den Verbandsgraben 3.1.12 im flachen Winkel, sodass dieser auf ca. 300 m Länge überbaut wird. Durch die neue Fährhafenanbindung/Achse 961 wird der offene Graben außerdem zerschnitten.

Der umgelegte Verbandsgraben 3.1.12 wird an die neuen westlichen Böschungsfußlinien der Fährhafenanbindung/Achse 961 (Bauwerksverzeichnis Nr. 3.008), der Nebenanlage West / Achse 963 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.006) und der E47/Achse 100 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.001) gelegt. Der neue Graben schließt in Fließrichtung vor dem neuen Brücken-/Tierquerungsbauwerk unter der E47 (siehe Bauwerksverzeichnis Nr. 5.018) an den Drohngraben an.

Die Fährhafenanbindung/Achse 961 wird mit einem Durchlass DN 600, Länge 11,94 m und 0,10 % Sohlgefälle gequert.

Die Länge des neuen verlegten Verbandsgrabens 3.1.12 beträgt etwa 743 m.

An den Anschlusspunkten zum vorhandenen Verbandsgraben sind die Sohliefen an den Bestand angepasst.

Das Längsgefälle wird mit relativ gleichmäßigem Sohlgefälle ausgebildet. Die Gefälle wurde im Anfangsbereich so gewählt, dass der Graben nicht allzu tief wird. Im stromab liegenden Abschnitt ist die Gradienten mit ca. 5‰ etwas steiler gewählt worden, um dort einen größeren Abflussquerschnitt bzw. höhere Abflussleistungen zu gewährleisten.

Der Längsschnitt durch die Grabenumverlegung ist in der Anlage 13.7, Blatt 3 aufgeführt.

Der Gewässerrandstreifen des offenen Grabens wird überwiegend beidseitig in 5 m Breite sichergestellt. Nur beim Verlauf des Grabens seitlich der Fährhafenanbindung (Achse 961, Lfd. Nr. 3.008) bis ca. 25m hinter dem Durchlass DN 600 wird der Gewässerrandstreifen einseitig bereichsweise in Bezug auf die Böschungsoberkante des Straßendamms auf bis zu 3,5m unterschritten. In diesem Abschnitt wurde das verlegte Gewässer 3.1.12 aus Unterhaltungsgründen und dem Gebot der Flächenminimierung möglichst nah an die Straßenböschung herangelegt. Die Streckenlänge der einseitigen Einschränkungen für den Gewässerrandstreifen beträgt in Summe ca. 165m.

Querschnitt

Für die Ausbildung des Grabenprofils wird von einem größeren, mindestens jedoch gleich großen Querschnitt, ausgegangen. Das Regelprofil ist mit einer Sohlbreite von 0,50 m und die Böschungsneigungen beidseitig flacher mit 1:2 geplant.

Die neuen Grabentiefen betragen etwa zwischen 0,6 bis 2,0 m.

Für die neue Durchlassquerung der Fährhafenanbindung ist gemäß Aussage des WBV ein Betonrohr DN 500 ausreichend. Um aber auch für diesen Durchlass eine ökologische Durchgängigkeit zu schaffen, wird ein Durchlassrohr DN 600 gewählt, in dem sich eine 15cm starke, sedimentäre Gewässersohle ausbilden kann.

Querschnittsangaben der Grabenumverlegungen sind ebenfalls in der Anlage 13.7, Blatt 3 aufgeführt.

Hydraulik

Der Durchlass DN 600 wird aufgrund der ökologischen Durchgängigkeit mit einem Betonrohr DN 600 und 15 cm Sohlsubstrat hergestellt. Als hydraulischer Fließquerschnitt wird ein DN 500 angesetzt. Die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Durchlasses DN 500 B (betriebliche Rauheit $k_b=1,5$) und 0,10 % Gefälle beträgt bei Vollfüllung max. 119 l/s. Der Durchlass kann Abflüsse bis einschl. HQ_{100} von ca. 116 l/s abführen. Rechnerisch kommt es bei einem HQ_{200} von ca. 124 l/s zu einem Überstau.

Der hydraulischen Nachweis der offenen Grabenbereiche wird analog zu den Ausführungen in Kapitel 5.3.2 mit der Fließformel nach Manning-Strickler in Verbindung mit dem Kontinuitätsgesetz geführt.

Die nachfolgende Tabelle gibt Aufschluss über die jeweiligen Wasserstände im Grabenprofil bei den angesetzten Abflüssen MNQ, MQ, MHQ, HQ_{10} und HQ_{200} . Der Manning-Strickler-Beiwert für ein Fließgewässer mit regelmäßiger Sohle wird mit $k_{st}=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt.

Tab. 5.5: Hydraulik offener Graben, Verbandsgraben 3.1.12

Abflussart ~	h [m]	A [m ²]	l _u [m]	$r_{hy}^{2/3}$ [m]	kst [m ^{1/3} /s]	$I_E^{1/2}$ [-]	Q [m ³ /s]	v [m/s]
MNQ	0,019	0,01	0,54	0,07	30	0,032	0,001	0,07
MQ	0,045	0,03	0,60	0,13	30	0,032	0,003	0,12
MHQ	0,174	0,15	0,89	0,30	30	0,032	0,042	0,29
HQ ₁₀	0,242	0,24	1,04	0,37	30	0,032	0,084	0,35
HQ ₂₀₀	0,289	0,31	1,15	0,42	30	0,032	0,124	0,40

Für die ermittelten geringen Wasserstände bei MNQ und MQ ist bei der detaillierten Querschnittsgestaltung eine Niedrigwasserrinne vorzusehen.

5.6. Untersuchung Salzeintrag ins Verbandsgrabensystem

Das Projektgebiet der FBQ quert die Einzugsgebiete der Verbandsgräben 3.2 (Niellandsgraben) und 3.1 (Drohngraben) einschl. der beiden Nebengewässer 3.1.11 und 3.1.12. Auf die Flächen von Bundesstraßen und -autobahnen wird bei entsprechenden Witterungen im Winter Streusalz aufgebracht. Durch Niederschläge gelangt das Streusalz von den Verkehrsflächen in die Entwässerungssysteme und wird letztendlich den Vorflutgewässern zugeführt.

Da durch den Ausbau und die neuen verschwenkten Trassen der E47 nahezu eine Verdoppelung der befestigten und mit Streusalz beaufschlagten Flächen gegenüber der Bestandssituation entsteht, wird nachfolgend untersucht, welche Mengenauswirkungen der Salzeintrag infolge der Einleitung der Straßenentwässerung der E47 in die Vorflutgewässer des Verbandsgrabensystems des Presen-Schöpfwerkes 007 hat. Die Verbandsgräben sind beim WBV mit „3.“ beginnend nummeriert.

5.6.1. Untersuchungsumfang und Angaben zur Betrachtung

Das im Winter auf die Verkehrsflächen der E47 aufgebrachte Streusalz kann durch Direkteintrag über die Entwässerungssysteme und Einleitstellen oder durch Versickerung in die Gewässer gelangen. Für die FBQ ist keine geplante Versickerung der Straßenabflüsse der E47 vorgesehen; durch den Verkehr auf der E47 wird jedoch ein Teil der Salzlösung vernebelt und über die Böschungen der Versickerung zugeführt werden.

Der Entwässerungsabschnitt 1 (siehe Kapitel 3.1.1) leitet über AB/RRB1 in der Einleitstelle 1 in den Drohngraben ein. Dieses System wird daher für den direkten Salzeintrag detailliert betrachtet und findet ebenso Berücksichtigung bei dem Eintrag über Versickerung.

In den Niellandsgraben ist keine Einleitung von Straßenabwässern geplant. Die Straßenentwässerung der E47 des Entwässerungsabschnittes 1 quert den Niederungsbereich des Niellandsgrabens im Huckepacksystem.

Der Entwässerungsabschnitt 2 entwässert aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und Trassenplanungen in die Ostsee und wird daher für den direkten Eintrag nicht näher untersucht. Die bestreuten Flächen der E47 (Entwässerungsabschnittes 2A (siehe Kapitel 3.1.2)) werden jedoch beim Eintrag über Versickerung in Ansatz gebracht, da diese Flächen innerhalb des Einzugsgebietes des Verbandsgrabens 3.1 bzw. seiner Nebengewässer liegen.

Der Entwässerungsabschnitt 3 umfasst die Bahnentwässerung, wo kein Streusalz eingesetzt wird. Dieses System wird daher auch nicht betrachtet.

Für eine Gesamtbetrachtung des Streusalzeintrages in das Verbandsgrabensystem 3. werden auch die bestreuten Flächen der E47 des Entwässerungsabschnittes 5 der Planungen für den „Ausbau der B207“ berücksichtigt, die über dieses Vorflutsystem abgeleitet werden.

Für das Einzugsgebiet und die regionalisierten Abflussdaten des Verbandsgrabensystems 3. wurden vom LLUR Daten aus dem amtlichen wasserwirtschaftlichen Gewässerverzeichnis Schleswig-Holstein (AWGV) zur Verfügung gestellt. Die Einleitstelle der Ablauffleitung vom RRB1 liegt ein Stück außerhalb des „eigentlichen“ Projektgebietes der FBQ. Die Einzugsflächen und Abflüsse aus den Nebengewässern 3.1.10 und 3.1.11 müssen mit berücksichtigt werden. Das Einzugsgebiet AE,o des Drohngrabens beträgt hier ca. 6,48 km². Das Gesamteinzugsgebiet des Verbandsgrabenssystems 3. beträgt 30,95 km².

Tab. 5.6: Regionalisierte Abflussdaten Verbandsgraben 3.1 + Verbandsgrabensystem 3.

AE,o [km ²]	MNQ	MQ	Q ₃₃₀	MHQ	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
	[m ³ /s]											
6,48	0,001	0,026	0,086	0,398	0,403	0,508	0,640	0,729	0,823	0,940	1,023	1,103
30,95	0,011	0,137	0,440	2,422	1,967	2,487	3,155	3,608	4,104	4,726	5,178	5,617

Der Drohngraben wird im Bewirtschaftungsplan (BWP 2015) unter dem Namen „Todendorfer Graben/Bannesdorfer Graben“ und mit dem Code DESH_og_05 geführt. Der Drohngraben wird als „erheblich verändertes“ Gewässer eingestuft. Der ökologische Zustand/das ökologische Potenzial des Gewässers ist als „mäßig“ und der chemische Zustand des Wasserkörpers als „nicht gut“ eingestuft. Das Wasser des Drohngrabens wurde in einer Messstelle in den Jahren 2006-2013 umfangreich analysiert. Umwelttechnische Einzelheiten sind dem wasserrechtlichen Fachbeitrag (Anlage 20) zu entnehmen.

Vom LBV wird i.d.R. Natriumchlorid (Kochsalz) als Streusalz verwendet. Der Chloridanteil beträgt dabei ca. 61 %.

5.6.2. Direkteintrag über die Straßenentwässerung der E47

Der überwiegende Anteil der Salzfracht aus Streuvorgängen gelangt über Direkteintrag über die Straßenentwässerungssysteme in das Verbandsgrabensystem 3.. Der Entwässerungsabschnitt 1 der FBQ leitet über das RRB1 in der Einleitstelle 1 in den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben ein. Der Entwässerungsabschnitt 5 der Planungen „Ausbau der B207“ leitet über das RRB5 in den Verbandsgraben 3.3.4 ein. Die Einleitmengen in die Verbandsgräben erfolgt durch die vorgeschalteten RRB gedrosselt. In den Einleitstellen ergibt sich ausgehend von der Betrachtung der Gesamtmenge des ausgewaschenen Salzes und der Entleerungszeit der RRB eine spezifische Chloridfracht. Durch die Entwässerungssysteme und RRB finden Verdünnungsprozesse statt, sodass die ermittelte, spezifische Chloridfracht bei Einleitung in den Verbandsgraben nicht überschritten, sondern eher gestreckt wird.

Einzelheiten und Eingangsgrößen zur Ermittlung der Chloridfracht:

- Bei der Ermittlung der bestreuten Fläche werden die 4 Hauptfahrspuren (zwei je Richtung) sowie die Zu-/Abfahrtsrampen der AS Puttgarden berücksichtigt.

Entwässerungsabschnitt 1 (FBQ):

- Der Entwässerungsabschnitt 1 hat gemäß Kapitel 3.1.1 eine Länge von 2.820 m. Die Fahrspurbreite beträgt 3,50 m. Als Breite werden $2 \times 3,50$ m angesetzt. Von der E47 werden 39.480 m² bestreut.
- Die Zu-/Abfahrtsrampen Achse 910 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.004, Länge ~175 m), Achse 911 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.005, Länge ~245 m), Achse 912 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.007, Länge ~419 m), Achse 920 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.002, Länge ~397 m) und Achse 930 (Bauwerksverzeichnis Nr. 1.003, Länge ~353 m) haben eine Gesamtlänge von ~1.590 m und eine Fahrspurbreite von 4,50 m. Anteilig für Randstreifen und teilweise Wasserlauf wird für diese Flächen eine Breite von 5,25 m angesetzt. Damit ergibt sich für die Zu- und Abfahrtsrampen eine mögliche bestreute Fläche von ca. 8.350 m².
- Die gesamte, mit Streusalz behandelte Fläche A_{Salz} des Entwässerungsabschnittes 1 beträgt 47.830 m² bzw. 4,783 ha.

Entwässerungsabschnitt 5 (PFU „Ausbau der B207“)

- Gemäß der PFU „Ausbau der B207“ (u.a. Anlage 5, Blatt 4 der PFU „Ausbau der B207“) erstreckt sich der Geltungsbereich des Entwässerungsabschnittes 5 von Bau-km 14+915 bis Bau-km 17+112. Als Breite werden auch hier $2 \times 3,50$ m angesetzt, sodass sich eine bestreute Fläche A_{Salz} von 30.758 m² bzw. 3,0758 ha ergibt.
- Da das Streusalz über das Entwässerungssystem abgeleitet wird, ist für die Abflussmengenermittlung die angeschlossene, abflusswirksame Fläche A_{red} der Entwässerungsabschnitte zu berücksichtigen
Gemäß der Flächenermittlung in den Wassertechnischen Untersuchungen, Anlage 13.2

beträgt A_{red} für den Entwässerungsabschnitt 1 (FBQ) = 7,7775 ha.

Gemäß der PFU „Ausbau der B207“ (u.a. Anlage 5, Blatt 4 der PFU „Ausbau der B207“) beträgt A_{red} für den Entwässerungsabschnitt 5 = 4,3940 ha.

- Anhand des vorgenannten Arbeitsblattes für den Winterdienst wurde pro Streugang eine flächenbezogene Streusalzmenge von 20 g/m² für die Ermittlung zugrunde gelegt.
- Als maßgebliches Regenereignis wird analog zur Bemessung anderer Regenwasserbehandlungsanlagen der $r_{(15,1)} = 94,4 \text{ l/(s*ha)}$ angesetzt. Geringere Regenereignisse bewirken keinen ausreichenden Spülvorgang und intensivere Ereignisse führen hauptsächlich zu einer größeren Verdünnung.
- Da keine Abflussmessungen vorliegen, werden für die Abschätzung einer Wintermittelwasserspende bzw. Gebietsabflussspende die regionalen Abflussdaten für $AE_o = 6,48 \text{ km}^2$ und $30,95 \text{ km}^2$ genutzt. Die dort aufgeführten Q_{330} werden als Wintermittelwasser angenommen.

Für Einzelbetrachtung FBQ, $AE_o = 6,48 \text{ km}^2$

Mittelwasserabfluss: $MQ = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$ -> Mittelabflussspende $4,01 \text{ l/(s*km}^2)$

angen. Wintermittelwasser: $Q_{330} = 0,086 \text{ m}^3/\text{s}$ -> Wintermittelabflusssp. $13,27 \text{ l/(s*km}^2)$

Für Gesamtbetrachtung Verbandsgrabenssystem 3., $AE_o = 30,95 \text{ km}^2$

Mittelwasserabfluss: $MQ = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ -> Mittelabflussspende $4,41 \text{ l/(s*km}^2)$

angen. Wintermittelwasser: $Q_{330} = 0,440 \text{ m}^3/\text{s}$ -> Wintermittelabflusssp. $14,22 \text{ l/(s*km}^2)$

Die Ermittlung des direkten Streusalzeintrages über die Einleitstelle 1 in den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben ist in Anlage 13.2 enthalten. Die **zusätzl.** Chloridkonzentration im Drohngraben bei der Einleitstelle 1 beträgt infolge der Einleitung der Straßenabwässer des Entwässerungsabschnittes 1 ca. **65,16 mg/l**.

Die Gesamtbetrachtung des direkten Streusalzeintrages über die Straßenentwässerungssysteme der E47 der Entwässerungsabschnitte 1 (FBQ) und 5 (PFU Ausbau B207) in das Verbandsgrabensystem 3. ist auch in Anlage 13.2 aufgeführt. Vor dem Presen-Schöpfwerk 007 beträgt die **zusätzl.** Chloridkonzentration infolge Einleitung der Straßenabwässer der E47 ca. **20,24 mg/l**.

In Anlage 13.2 sind Berechnungen für die Jahresmittelwerte der zusätzlichen Chloridkonzentrationen für die Einleitung in der Einleitstelle 1 in den Verbandsgraben 3.1/Drohngraben und für die Gesamtbetrachtung des Verbandsgrabensystems 3. an der Messstelle am Presen-Schöpfwerk 007 enthalten. Die Jahresabflussvolumen der Entwässerungssysteme werden bei dieser Betrachtung anhand des mittleren Jahresniederschlages für Fehmarn von ca. 570 l/m^2 angesetzt und die Jahresabflüsse des Drohngrabens an den beiden Stellen werden mit dem Mittelwasserabfluss MQ ermittelt.

Der Jahresmittelwert der zusätzlichen Chloridkonzentration, der aus der Einzelbetrachtung der FBQ in der Einleitstelle 1 resultiert, beträgt $27,01 \text{ mg/l}$. In der Gesamtbetrachtung an der Messstelle am Presen-Schöpfwerk 007 ergibt sich aufgrund der Verdünnung durch den

Abfluss des Verbandsgrabens 3.1 / Drohngraben eine zusätzliche Chloridkonzentration von 8,77 mg/l.

5.6.3. Eintrag über Versickerung

Wie zuvor schon erwähnt, gelangt ein Teil des Regenwassers der Verkehrsflächen der E47 über Vernebelung auf die Böschungen und in die Mulden in die Versickerung. Auf diese Weise wird die Salzlösung dem Gewässer erheblich zeitverzögert zugeführt. Der genaue Weg und die Zeit der Versickerung ins Gewässer kann nicht berechnet werden. Die über Versickerung eingetragene Salzmenge kann jedoch genauer bestimmt werden. Die gesamte Chloridfracht wird gleichmäßig über das Jahr verteilt zur Grundbelastung des Gewässers addiert.

Einzelheiten und Eingangsgrößen zur Ermittlung der Chloridfracht:

- Der Abfluss, der über Versickerung zum Gewässer gelangt, wird mit 5 % angenommen.
- Als flächenbezogene Streusalzmenge wird wieder 20 g/m² zugrunde gelegt. Es wird von 40 Streugängen pro Jahr ausgegangen (gemäß Arbeitsblatt für Winterdienst an Bundesautobahnen: Minimal 15 und maximal 46 Streugänge).
- Analog zur Berechnung des Direkteintrages wird auch für diese Betrachtung für den Entwässerungsabschnitt 1 die bestreute Fläche der E47 und der Zu-/Abfahrtsrampen angesetzt (=4,7830 ha).
- Da die E47 des Entwässerungsabschnittes 2A durch das Einzugsgebiet des Verbandsgrabens 3.1/Drohngraben bzw. seiner Nebengräben 3.1.11 und 3.1.12 verläuft, wird für diese Betrachtung eine bestreute Fläche von 1,610 ha berücksichtigt. Die bestreute Fläche ergibt sich aus der Länge des Geltungsbereiches von 1.150 m und einer Breite von 2*2*3,50 m.
- Für die Gesamtbetrachtung der jährlichen Grundbelastung des Verbandsgrabensystems 3. wird auch die bestreute Fläche der E47 des Entwässerungsabschnittes 5 der Planungen „Ausbau der B207“ berücksichtigt (=3,0758 ha).

Die Ermittlung der jahresdurchschnittlichen Grundbelastung des Verbandsgrabens 3.1 / Drohngrabens über Versickerungen im Entwässerungsabschnitt 1 ist in Anlage 13.2 enthalten. Aus der Versickerung der chloridhaltigen Straßenabwässer ergibt sich eine Chloridkonzentration im Drohngraben im Jahresschnitt von ca. 1,902 mg/l.

Die Gesamtbetrachtung für die jahresdurchschnittliche Grundbelastung des Verbandsgrabensystems 3. über Versickerungen in den Entwässerungsabschnitten 1 + 2A (FBQ) und den Entwässerungsabschnitt 5 (PFU Ausbau B207) ist auch in Anlage 13.2 aufgeführt. Daraus ergibt sich eine Chloridkonzentration im Verbandsgrabensystem 3. im Jahresschnitt von 0,537 mg/l.

5.6.4. Zusammenfassung der Betrachtungsergebnisse

Die maßgebliche Chloridkonzentration resultiert aus der Chloridfracht über den Direkteintrag aus den Straßenentwässerungssystemen. Bei Einzelbetrachtung für die FBQ liegt die Chloridkonzentration der Drosselabflussmenge von 6,85 l/s nach einem Streuvorgang bei 0,88 g/l. Bei der Gesamtbetrachtung für das Verbandsgrabensystem und einer gesamten Drosselabflussmenge von 9,82 l/s (=6,85 + 2,97 l/s) beträgt der gemittelte Wert der Chloridkonzentration 0,93 g/l.

Für die Einzelbetrachtungen FBQ wurden in der Einleitstelle 1 unter Berücksichtigung der Abflusssituationen bei angenommenen Wintermittelwasser und Mittelwasser im Verbandsgraben 3.1/Drohngraben für die einleitenden Entwässerungsabschnitte der E47 folgende zusätzlichen Chloridkonzentrationen ermittelt:

- durch Direkteintrag Chloridkonzentration 65,16 mg/l
- Jahresmittelwert Chloridkonzentration 27,01 mg/l
- durch Eintrag über Versickerung Chloridkonzentration 1,902 mg/l

Für die Gesamtbetrachtung wurden an der Messstelle am Presen-Schöpfwerk 007 unter Berücksichtigung der Abflusssituation bei angenommenen Wintermittelwasser und Mittelwasser im Verbandsgrabensystem 3. für die einleitenden Entwässerungsabschnitte der E47 folgende zusätzlichen Chloridkonzentrationen ermittelt:

- durch Direkteintrag Chloridkonzentration 20,24 mg/l
- Jahresmittelwert Chloridkonzentration 8,77 mg/l
- durch Eintrag über Versickerung Chloridkonzentration 0,537 mg/l

Dem wasserrechtlichen Fachbeitrag (Anlage 20) ist zu entnehmen, dass in den Jahren 2006-2012 bei den Wasseranalysen insgesamt 56 Mal der Chloridgehalt gemessen wurde. Die Messergebnisse schwankten sehr stark zwischen Werten von 53–7.245 mg/l. Überwiegend lagen die Messwerte zwischen 100 und 500 mg/l Chlorid. Nur bei 13 Messungen (~23 %) wurde ein Wert unter 100 mg/l gemessen.

Woher die Schwankungen der vorhandenen Messergebnissen resultieren (z.B. Streuvorgänge, Düngungen, natürliche Chloridkonzentration), dazu lässt sich keine Aussage machen. Aufgrund der derzeit jedoch vorhandenen ungedrosselten Einleitungen können trotz der geringeren, angeschlossenen Verkehrsflächen der vorhandenen E47 bei Streuvorgängen in der Bestandssituation wesentlich höhere Chloridfrachten ins Gewässersystem gelangen als durch die geplanten Entwässerungssysteme mit RRB.

Die ermittelte Chloridkonzentration für den Entwässerungsabschnitt 1 liegt im Schwankungsbereich der gemessenen Chloridwerte des Drohngrabens.

6. Temporäre Entwässerungsmaßnahmen

Es sind folgende wesentliche temporäre Entwässerungsmaßnahmen für die Bauzeit bzw. bis zum Ausbau der Bahnstrecke durch die DB aufzuführen:

Für die Bauzeit wird ein temporärer Schmutzwasseranschluss der Bauunterkünfte an die Schmutzwasserdruckleitung des ZVO im Marienleuchter Weg vorgesehen. Mit dem ZVO wurden bereits Abstimmungen geführt, den späteren Druckleitungsanschluss für die Baustelle bereits herzustellen. Schneidradpumpen und Zwischenspeicher für die dosierte Ableitung der sanitären Abwässer aus den Baustellenunterkünften werden vorerst provisorisch berücksichtigt. Für die betriebsfertige Herstellung des Druckleitungsanschlusses des Portalgebäudes wird die Leitung dann bis zu den Anschlusspunkten der Tunnelentwässerung verlängert (siehe Kap. 3.5. + 3.7.)

Der im Bauumfeld anstehende bindige Boden wird in allen Fällen keine Grundwasserabsenkung erfahren. Infolge der geringen Wasserdurchlässigkeit des bindigen Bodens bildet sich praktisch kein Grundwasserfluss aus. Es fließt maximal das Grundwasser aus angeschnittenen Sandlinsen in die Aushubbereiche. Infolge der geringen Größe der isolierten Sandlinsen wird der Zufluss aber sehr begrenzt sein.

Im Fall nahe unterhalb der Aushubsohle vorhandener Sandlinsen, werden Maßnahmen zur Grundwasserentspannung in der Baugrube für die Trogbauwerke, Lichtübergangszone und den Tunnel in offener Bauweise erforderlich. Zur Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches müssen diese Sandlinsen zur Überdruckentlastung angebohrt werden. Dies erfolgt im Baugrubenbereich durch sogenannte Grundwasserentspannungen mittels vereinzelter Entspannungsbohrungen und -brunnen bis unterhalb der entscheidenden Tiefe. Die Ergiebigkeit der Entspannungsbohrungen/-brunnen wird sehr begrenzt sein und demnach reichen einfache Wasserhaltungsmaßnahmen für die Trockenhaltung der offenen Baugrube aus.

Die während der Bauzeit anfallenden Oberflächenwässer von befestigten Flächen und aus Baugruben werden gefasst und im Freigefälle abgeleitet bzw. mit temporären Pumpen und „fliegenden“ Leitungen gefördert. Oberflächenwasser aus den Baugruben sowie in geringem Maße anfallendes Wasser aus ggf. notwendigen Grundwasserentspannungsmaßnahmen im Baugrubenbereich werden mit einer offenen Wasserhaltung aufgenommen.

Das Oberflächenwasser von den Baustraßen und aus den Baugruben ist vor Einleitung in die Gewässer in Sedimentationsanlagen zu behandeln. Die geplanten Entwässerungselemente sollen bereichsweise für die Bauzeit genutzt werden. Die geplanten RRB, AB und RKB sind nach Bedarf mit weiteren Absetzvorrichtungen auszurüsten und werden ggf. mit geeigneten Wasseraufbereitungsanlagen kombiniert. Vor Herstellung der endgültigen Inbetriebnahme der RRB, AB und RKB werden diese nochmals geräumt und aufbereitet.

Die Wasserversorgung der Baustelle zu Fertigungszwecken soll über eine Meerwasserentsalzungsanlage (Bauwerksverzeichnis Nr. 11.005) sichergestellt werden. Die Anlage besteht aus mehreren Behältern und Tanks und soll im Bereich der Betonmischwerke (Bauwerksverzeichnis Nr. 11.004) aufgestellt werden. Durch Umkehrosmose wird entsalztes Wasser (Permeat) und Restwasser (Konzentrat) erzeugt. Vor der Umkehrosmose wird das Rohwasser aus dem Fehmarnbelt durch einen Sandfilter geleitet, der größere mikrobiologische Verunreinigungen entfernt und ein Verstopfen der Osmosemembranen verhindert. Der Sandfilter wird zu Wartungszwecken bei Bedarf und in Abhängigkeit vom biologischen Inhalt des einströmenden Wassers regelmäßig gespült. Das Restwasser wird in einen Speichertank geleitet, aus dem es über eine Ablaufleitung in den Fehmarnbelt nordöstlich des temporären Arbeitshafens eingeleitet werden soll. Über die gesamte Bauzeit werden ca. bis zu 150.000 m³ Restwasser wieder in den Fehmarnbelt geleitet. Bei Produktionsspitzen beträgt die tägliche Restwassereinleitmenge bis zu 252 m³. Die Einleitung des Konzentrats wird nur lokal zu messbaren Veränderungen des Salzgehalts in der Ostsee führen.

Anfallendes Wasser aus Betoniervorgängen bzw. für Betoniervorgänge wird im Kreislauf geführt, ggf. wieder aufbereitet und mehrmals genutzt. Eine Ableitung von mit Betonzusätzen beaufschlagten Wassers in die Vorfluter wird ausgeschlossen. Dieses Abwasser wird vor Ableitung in die vorhandene, öffentliche Schmutzentwässerung und/oder die Vorfluter unter Berücksichtigung der Abwasserverordnung (AbwV) und Einhaltung der Einleitgrenzwerte entsprechend aufzubereitet.

Belastetes Wasser wird bis zur Ableitung in die Schmutzentwässerung bzw. Abfuhr durch Tankfahrzeuge zwischengespeichert.

