

Wassertechnische Berechnungen

22763 Hamburg

Inhaltsverzeichnis

0	Vorbemerkungen.....	3
1	Allgemeines	4
1.1	Geplante Entwässerungssysteme	4
1.2	Gewässersystem	7
2	Grundlagen hydraulische Dimensionierung	10
2.1.1	Regenrückhalteräume (RRR)	10
2.1.2	Abflussbeiwert	10
2.1.3	Infiltrationsraten	11
2.1.4	Wiederkehrzeit	11
2.1.5	Drosselabflussspende	13
2.1.6	Wasserqualität	13
2.1.7	Behandlung und Rückhaltung von Straßenoberflächenwasser	13
2.1.7.1	Forderungen der REwS 21	13
2.1.7.2	Nachweis über die Regenwasserbehandlung gemäß REwS 21	13
2.2	Beschreibung der geplanten Entwässerungsabschnitte der Bahn	15
2.3	Beschreibung der Entwässerungsabschnitte der VA Straße	16
2.3.1	Entwässerungsabschnitt GS-1	17
2.3.2	Entwässerungsabschnitt GS-2	18
2.3.3	Entwässerungsabschnitt S-3	18
2.3.4	Entwässerungsabschnitt FS-4	18
2.3.5	Entwässerungsabschnitt GS-5	19
2.3.6	Entwässerungsabschnitt GS-6	19
2.3.7	Entwässerungsabschnitt FS-7	19
2.3.8	Entwässerungsabschnitt FS-8	19
2.3.9	Entwässerungsabschnitt GS-9	20
2.3.10	Entwässerungsabschnitt FS-10	20
2.3.11	Entwässerungsabschnitt FS-11	20
2.3.12	Entwässerungsabschnitt FS-12	20
2.3.13	Entwässerungsabschnitt FS-13	20
2.3.14	Entwässerungsabschnitt GS-14	20
2.3.15	Entwässerungsabschnitt GS-15	20
2.4	Beschreibung übergeordneter Entwässerungsabschnitte	21
2.4.1	Entwässerungsabschnitt GUB-1	22
2.4.2	Entwässerungsabschnitt GUB-2	22
2.4.3	Entwässerungsabschnitt GUB-3 (Rückstaufläche)	22
2.4.4	Entwässerungsabschnitt GUB-4 (Deich östlich)	23
2.4.5	Entwässerungsabschnitt GUB-5 (Deich westlich)	23
2.4.6	Entwässerungsabschnitt FUB-6 (Portal Fehmarn)	24
2.4.7	Entwässerungsabschnitt FUB-7	24
2.4.8	Entwässerungsabschnitt FUB-8	24
2.4.9	Entwässerungsabschnitt FUB-9	24
2.5	Düker / Durchlass Großenbrode	24
2.5.1	Berechnungsgrundlagen und relevante Richtlinien	24
2.5.2	Hydraulische Berechnungen	25

2.6	Übersicht der Einleitstellen.....	25
3	Temporäre Entwässerungsmaßnahmen.....	27
	Anhang Teil C.....	29
1	Abkürzungen	29
2	Tabellenverzeichnis	31
3	Abbildungsverzeichnis	32
4	Quellenverzeichnis	33

0 Vorbemerkungen

Im September 2008 wurde mit einem Staatsvertrag zwischen dem Königreich Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland (BRD) der Bau einer „Festen Fehmarnbeltquerung“ beschlossen. Während Dänemark sich zum Bau des Tunnels durch den Fehmarnbelt verpflichtet hat, liegt es in Verantwortung der BRD, eine leistungsfähige Straßen- und Schienenanbindung für das Bauwerk auf deutscher Seite herzustellen.

Für den Ausbau der Eisenbahnstrecke Lübeck-Puttgarden wurde die DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024, DB Netz AG) 2008 auf Basis des Bundesschienenwegeausbaugesetzes (BSWAG) vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) beauftragt. Die vorhandene Eisenbahnstrecke Lübeck-Puttgarden (DB-Strecken-Nr. 1100) soll auf ca. 88 km zweigleisig ausgebaut, elektrifiziert und streckenweise auf eine maximale Geschwindigkeit von 200 km/h ertüchtigt werden. Als Ergebnis eines vom Land Schleswig-Holstein durchgeführten Raumordnungsverfahrens (ROV), werden nun durch Umfahrungen davon 55 km als Neubaustrecke realisiert.

Gemäß Bundesverkehrswegeplan 2030 und dem Gesetz zur Änderung des Fernstraßenausbaugesetzes vom 23.12.2016 wird die B 207 auf einem vierstreifigen Querschnitt zwischen Heiligenhafen-Ost und Puttgarden ausgebaut. Der Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau der B 207 wurde 2015 erlassen. Der Planfeststellungsbeschluss ist seit dem 24.08.2021 bestandskräftig. Die DEGES ist seit 2019 vom Land Schleswig-Holstein beauftragt, den Ausbau der B 207 zu realisieren.

Im Zuge der Anbindung des dänischen Fehmarnbelt-Tunnels an das deutsche Schienen- und Straßennetz ist ein Ersatzbauwerk für die bestehende Fehmarnsundquerung zwischen der Insel Fehmarn und dem ostholsteinischen Festland notwendig. Im Jahr 2010 durchgeführte Belastungstests haben gezeigt, dass die Fehmarnsundbrücke von 1963 den künftigen Belastungen des Verkehrs von Straße und Schiene nicht mehr gewachsen ist.

Deshalb wurden nachgelagert zum Projektauftrag von 2008 ab dem Jahr 2014 in einem aufwändigen Verfahren zahlreiche Varianten (Bohr- und Absenktunnel sowie kombinierte und getrennte Brücken) für eine leistungsfähigere Sundquerung untersucht. Auf Basis dieses Variantenvergleichs in den Leistungsphasen 1 und 2 (Vorplanung), haben das Land Schleswig-Holstein (LBV.SH) und die DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024, DB Netz AG), in Abstimmung mit dem BMVI und dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA), im Jahr 2020 die ermittelte Vorzugsvariante „Kombinierter Absenktunnel“ für den zukünftigen Straßen- und Eisenbahnverkehr bestätigt. Des Weiteren soll die Bestandsbrücke für den langsamen Verkehr ertüchtigt werden.

Die Tunnellösung mit Erhalt der Fehmarnsundbrücke trägt den verkehrlichen Erfordernissen im Hinblick auf Leichtigkeit und Sicherheit Rechnung und entspricht zudem der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung vom „Dialogforum Feste Fehmarnbeltquerung“ erarbeiteten Konsensvariante.

Der kombinierte Absenktunnel für Schiene und Straße wird gemeinsam von den Vorhabenträgern DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024, DB Netz AG) und DEGES geplant und realisiert. Die Ertüchtigung der Fehmarnsundbrücke für die langsamen Verkehre, Fußgänger und Radfahrer wird durch die DEGES als eigenständiges Projekt realisiert.

1 Allgemeines

Im Planfeststellungsabschnitt FSQ von Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733 werden neue Entwässerungseinrichtungen sowie Anpassungen an den vorhandenen Anlagen erforderlich. Die Entwässerung ist in die folgenden Systeme unterteilt:

1. Entwässerung Verkehrsanlage (VA) Bahn (s. Unterkapitel 2.2)
2. Entwässerung Verkehrsanlage (VA) Straße (s. Unterkapitel 2.3)
3. Übergeordnete Entwässerungsflächen (s. Unterkapitel 2.4).

Die vorgesehenen Entwässerungseinrichtungen der einzelnen Verkehrsanlagen werden in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 erläutert. Die hydraulischen Bemessungen sind der Anlage 12.02.001 und die Übersichtslagepläne den Anlagen 12.04.001 und 12.04.002 zu entnehmen.

Der Planfeststellungsabschnitt liegt im Zuständigkeitsbereich der unteren Wasserbehörde des Kreises Ostholstein. Für die im Planungsbereich liegenden Gewässer 2. Ordnung ist der Gewässer- und Landschaftsverband Wagrien-Fehmarn (GULV) mit den Wasser- und Bodenverbänden Großenbrode und Avendorf zuständig.

Mit dieser Unterlage werden alle erforderlichen wasserrechtlichen Genehmigungen, Erlaubnisse und Bewilligungen beantragt.

1.1 Geplante Entwässerungssysteme

Im Bereich Großenbrode, welcher sich vom Beginn des Planfeststellungsabschnittes FSQ südlich der Anschlussstelle Großenbrode B 207 / K 42 bis zum Portal Süd und der Küstenlinie des Sundes erstreckt, werden fünf neue Regenrückhaltebecken (RRB) und zwei Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) errichtet. Im Betriebsfall werden diese Becken über Heber / Pumpwerke mit Abwässern aus den Verkehrsanlagen gespeist. Eine Übersicht ist in der folgenden Abbildung 1-1 dargestellt sowie der Unterlage 12.04.001 zu entnehmen.

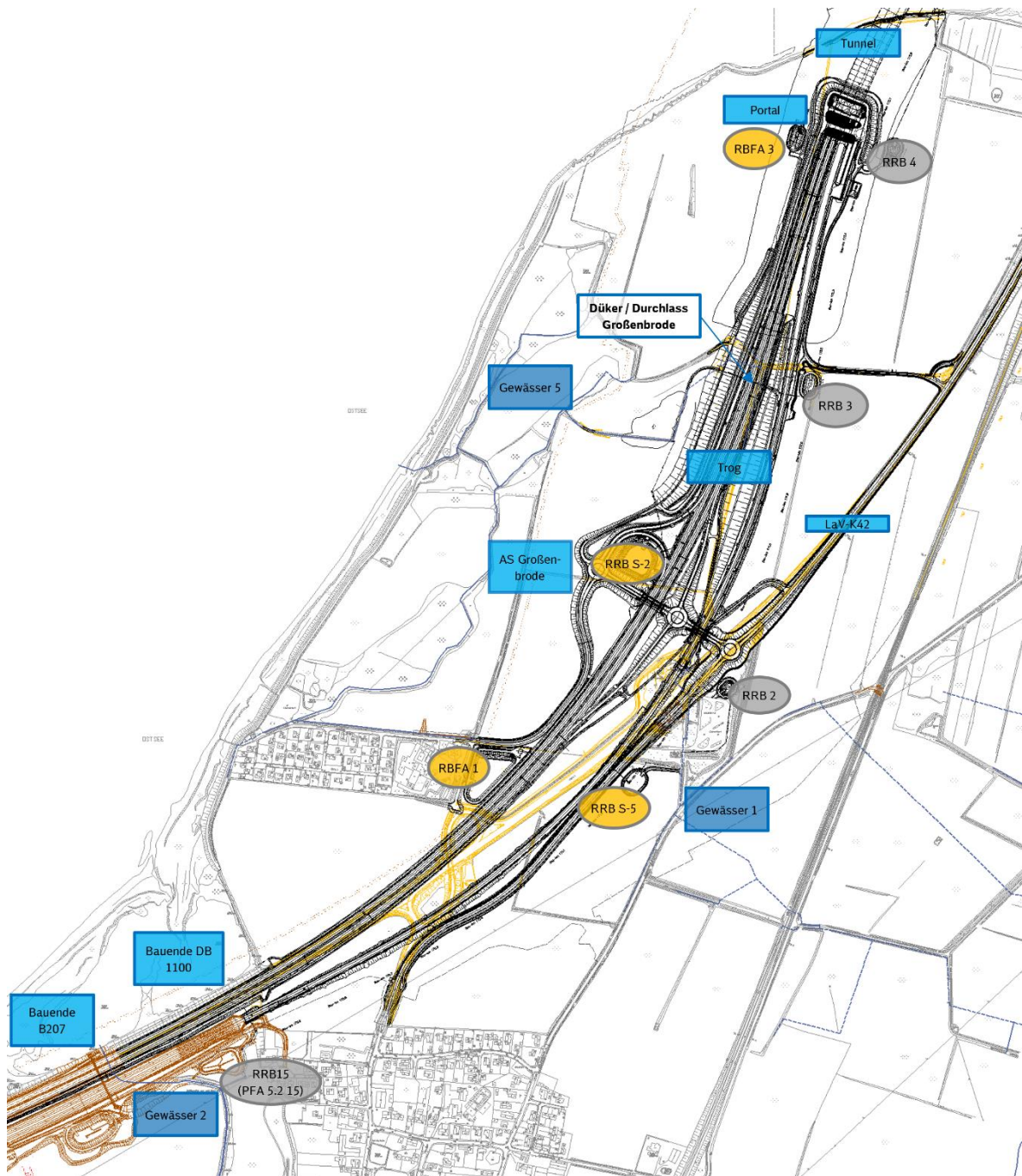


Abbildung 1-1: Übersicht Entwässerung Großenbrode

In der Abbildung 1-1 sind alle RRB der Bahn mit einer grauen Ellipse dargestellt. Die RRBs und RBFAs der Straße sind mit einer orangen Ellipse gekennzeichnet. Ein besonderer Aspekt dieses Bereiches ist das Regenrückhaltebecken 15 der Bahn im südlichen Teil der Abbildung. Dieses Becken wird im Planfeststellungsabschnitt FSQ genutzt, ist jedoch im Planfeststellungsabschnitt 5.2 (PFA 5.2) enthalten. Die aus dem Gebiet FSQ an dieses Becken angeschlossene Verkehrsanlagenfläche entspricht dem im PFA FSQ liegenden überplanten Abschnitt des PFA 5.2. Daher ergeben sich an diesem Punkt keine nennenswerten Änderungen gegenüber den im PFA 5.2 bereits enthaltenen Bedingungen für das RRB 15 (s. Unterlage 12.02.001).

Auf Fehmarn erstreckt sich der Abschnitt von der Küstenlinie des Sundes und dem Tunnelportal Fehmarn bis zur Anschlussstelle Avendorf / Blieschendorf L 216. Auf dieser Höhe wird an die ursprünglichen Planungen des vierspurigen Ausbaus der B 207 und den PFA 6 der Bahnstrecke 1100 angeschlossen. Der Großteil des Projektgebietes wird nach Westen in die Orther Bucht über das Gewässer 7 und 7.9 des WBV Avendorf entwässert. In der Abbildung 1-2 ist eine Übersicht der Entwässerung und der geplanten Becken dargestellt. Die Becken der Bahn sind mit einer grauen Ellipse dargestellt und die der Straße mit einer orangen. Es sind drei Regenrückhaltebecken sowie eine Retentionsbodenfilteranlage vorgesehen. Im Betriebsfall werden diese Becken über Heber / Pumpwerke mit Abwässern aus den Verkehrsanlagen gespeist. Der vorhandene Durchlass auf Fehmarn wird durch einen neuen Durchlass ersetzt.

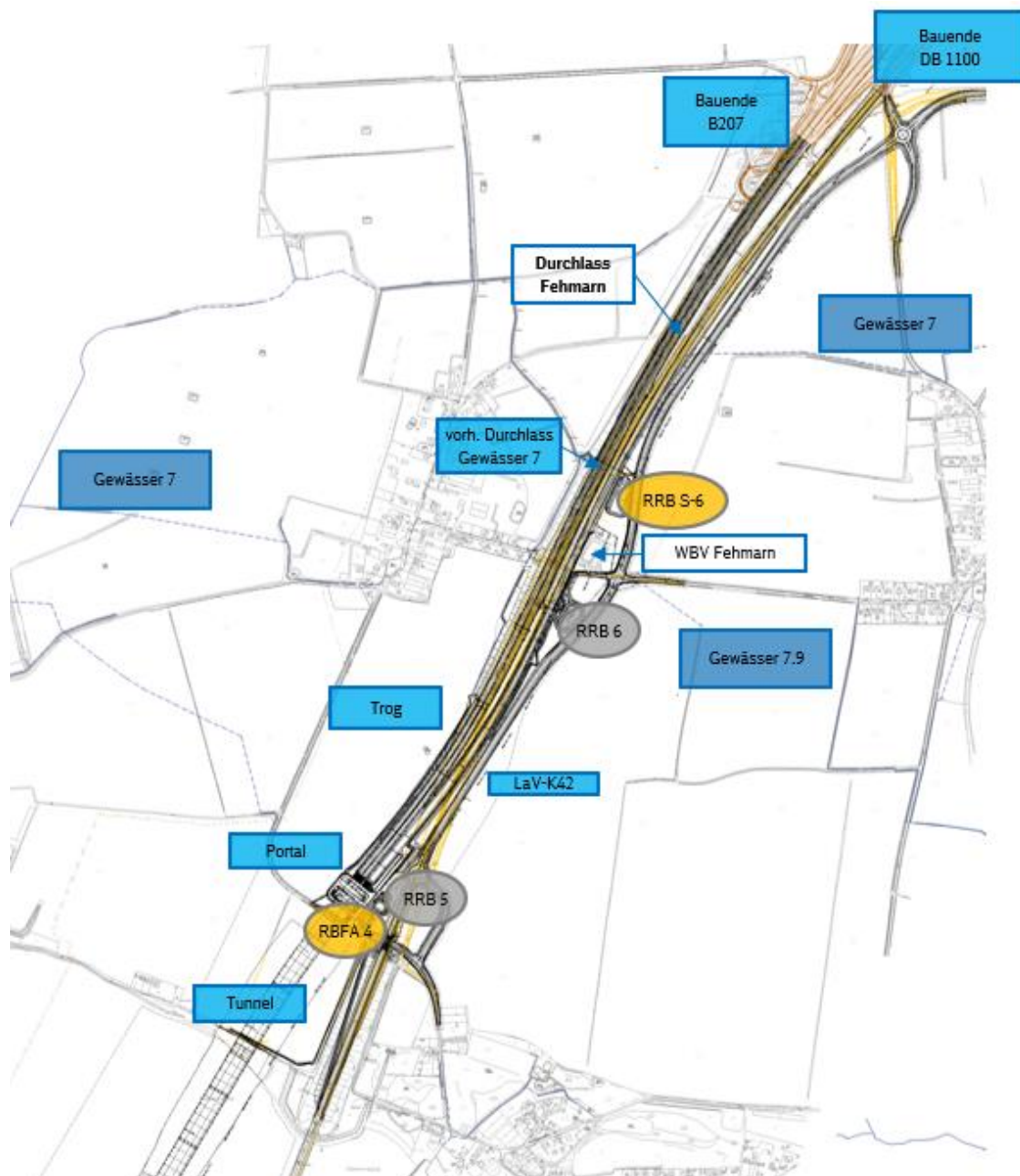


Abbildung 1-2: Übersicht Entwässerung Fehmarn

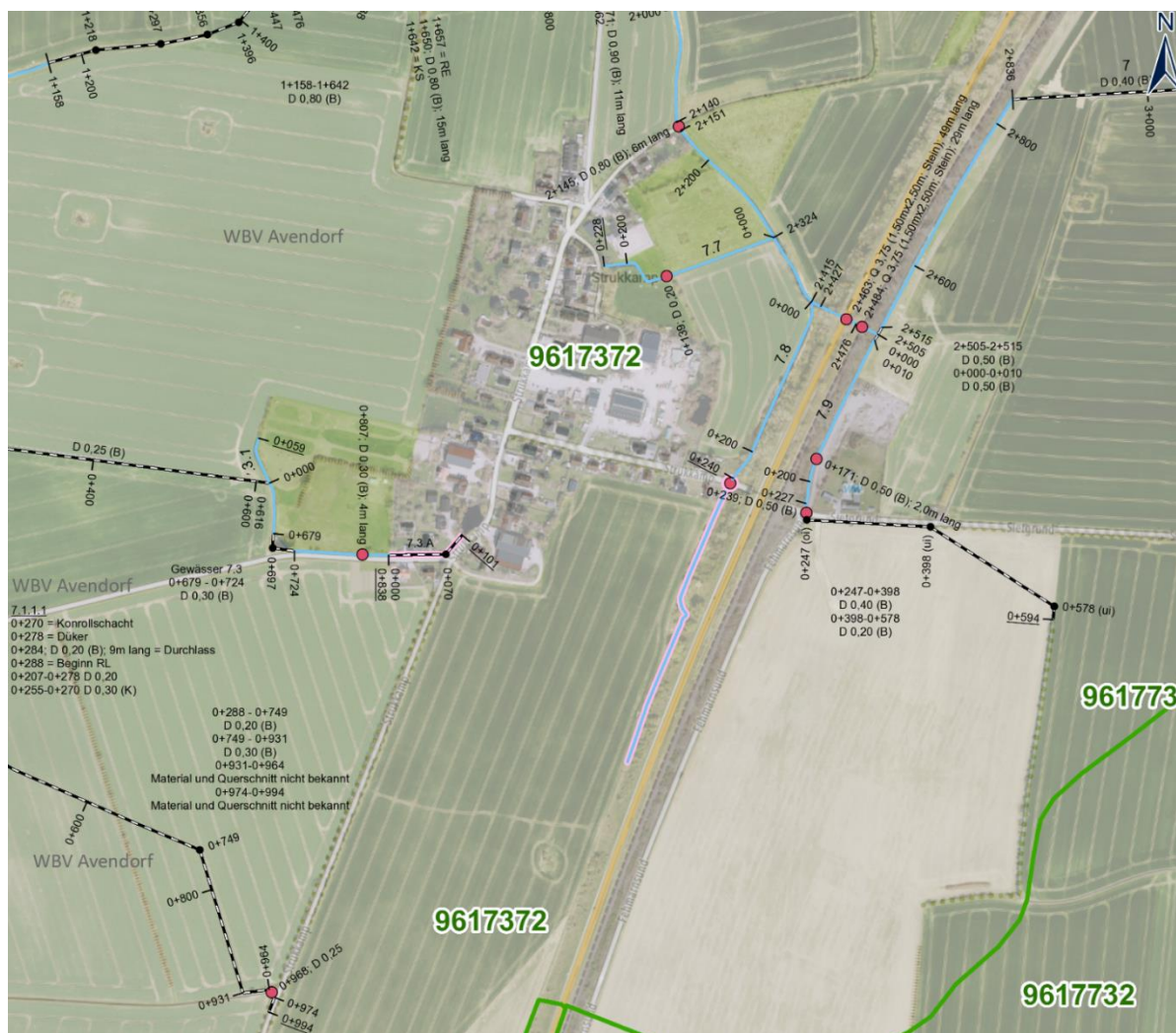
Zusätzlich zu den Regenrückhalteräumen (RRR, s. Abschnitt 2.1.1) werden Mulden-Rigolen-Systeme (s. Bauwerksverzeichnis, Unterlage 04.01.001) in Teilabschnitten entlang der Bahntröge zur Entwässerung der umliegenden Flächen vorgesehen.

1.2 Gewässersystem

In den folgenden Abbildungen Abbildung 1-3 und Abbildung 1-4 ist das vorhandene Grabensystem des vorliegenden Planfeststellungsabschnittes dargestellt. Die als offene Gräben geführten Gewässer sind mit einer blauen Linie gekennzeichnet. Die verrohrten Gewässer sind mit einer schwarz-weißen Linie dargestellt.



Abbildung 1-3: Auszug DigitalerAtlasNord - Großenbrode [12]



- **Gewässer Nr. 7.1.1.1 (s. Abbildung 1-4)**
Umverlegung der unterirdischen Verrohrungen und Schächte und Neubau als verrohrtes Gewässer in neuem Korridor. Die neue Gewässerführung ist der Unterlage 11.01.008 zu entnehmen.
- **Gewässer Nr. 7.9 (s. Abbildung 1-4)**
Verlegung des Gewässers aufgrund der Überbauung mit den neuen Verkehrsanlagen, Führung als verrohrtes Gewässer bis zum Durchlass.
- **Gewässer Nr. 7 (s. Abbildung 1-4)**
Der vorhandene Durchlass des Gewässers 7 unterhalb der Bundesstraße B 207 / Europastraße E 47 wird durch einen neuen Durchlass weiter nördlich ersetzt. Zudem wird der offene Graben aufgrund der Überbauung durch die neuen Verkehrsanlagen weiter nach Osten verlegt und verrohrt geführt. Der Bauwerksplan des Durchlasses ist der Unterlage 07.06.002 und die neue Lage des Gewässers Nr. 7 der Unterlage 11.01.011 zu entnehmen.

2 Grundlagen hydraulische Dimensionierung

Im Folgenden wird auf die Berechnungsgrundlagen für die hydraulische Dimensionierung eingegangen. Es werden die Niederschlagshöhen und -spenden des Deutschen Wetterdienstes mit Stand 2022 [8] verwendet. Die Tabelle mit den Niederschlagswerten können der Unterlage 12.02.001 entnommen werden.

2.1.1 Regenrückhalteräume (RRR)

Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 117 [4] ist die Bemessung der RRR mittels statistischer Niederschlagsdaten und dem einfachen Verfahren für kleine und einfach strukturierte Entwässerungssysteme anwendbar. Dieses Verfahren sieht die Ermittlung der Gesamtwassermenge als Produkt folgender Faktoren vor:

- Regenspende
- Dauerstufe
- Einzugsgebietsfläche
- Abflussbeiwert
- Zuschlagsfaktor gemäß Risikomaß
- Abminderungsfaktor gemäß Abflusssdämpfung
- Dauer des Bemessungsregens.

Darüber hinaus ist gemäß REwS [10], Absatz 8.7.2.4 die Niederschlagshäufigkeit für die Bemessung von Regenrückhaltebecken mit den Wasserbehörden abzustimmen, mindestens aber mit 1-mal in 2 Jahren (Wiederkehrzeit $T = 2$) anzusetzen. Nach dem Gewässer- und Landschaftsverband (GULV) Wagrien-Fehmarn gibt es für den Bereich Großenbrode eine außergerichtliche Einigung zwischen dem LBV/DEGES und dem WBV Großenbrode, wonach etwaige RRR der Verkehrsanlage Straße mit Ableitung zum Gewässer 5.1.1 auf ein 100 jährliches Regenereignis zu bemessen sind, zu anderen Verbandsgewässern auf ein 30 jährliches Regenereignis. Die RRR der Verkehrsanlage Bahn werden nach den Vorschriften der DB (Ril 836 [9]) auf eine Wiederkehrzeit von 10 Jahren bemessen.

Die RBFA der Verkehrsanlage Straße am Portal Süd (RBFA 3) und Nord (RBFA 4) werden für die Einleitung in den Sund ohne Regenrückhalteraum bemessen, da die Einleitmenge in den Sund nicht begrenzt ist (s. Abschnitt 2.1.5).

Nach DWA-M 176 [7] sind Regenrückhaltebecken zum Schutz des Gewässers und der Vermeidung einer Eutrophierung ohne Dauerstau auszuführen.

2.1.2 Abflussbeiwert

Für die Berechnungen der Verkehrsanlage der Bahn werden die folgenden Abflussbeiwerte gemäß Ril 836.4601 [9] angesetzt:

- | | |
|--|---------------------|
| • undurchlässige Flächen: Bahntrog, befestigte Flächen von Straßen | $\psi = 0,9$ |
| • Wirtschaftswege, unbefestigte Deckschicht | $\psi = 0,6$ |
| • Schotteroberbau | $\psi = 0,6$ |
| • Böschungen bis 1:1,5 | $\psi = 0,3$ |
| • Deichböschung | $\psi = 0,8$ |
| • Grünflächen, flaches Gelände | $\psi = 0,05 - 0,1$ |

Für die Berechnung der Regenrückhalteräume und der Versickerungsanlagen ergibt sich die Berechnung der Zuflüsse aus der Summe der angeschlossenen Flächen multipliziert mit dem Abflussbeiwert (s. DWA-A 117 [4] und DWA-A 138 [5]).

2.1.3 Infiltrationsraten

Für bewachsene Flächen im Straßenraum (z. B. Seitenstreifen, Bankette, Böschungen) können zutreffend keine Abflussbeiwerte angegeben werden, da diese das unterschiedliche Versickerpotential dieser Flächen nicht berücksichtigen. Wenn Flächen mit Boden bedeckt und bewachsen sind, werden durch die auflockernde Wirkung der Wurzeln und Lebewesen im Boden häufig größere Durchlässigkeiten und damit auch größere Infiltrationsraten erreicht als im Ausgangsboden. Die spezifische Infiltrationsrate auf bewachsenen Flächen im Straßenbereich kann daher mindestens mit $100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ angesetzt werden. Dementsprechend entsteht bei Regenspenden $< 100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ kein Oberflächenabfluss.

Bei sandigem Untergrund, Sandddämmen oder Dämmen aus ähnlich durchlässigen Dammstoffen, können höhere spezifische Infiltrationsraten in Ansatz gebracht werden, z. B. $300 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$. Bei Rasenmulden kann eine spezifische Infiltrationsrate von mindestens $100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ angenommen werden. Aufgrund der vorliegenden Bodenverhältnisse (Tarraston) und des dadurch geringeren Versickerungsvermögen wurden bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen die folgenden Mindestwerte der Infiltrationsraten angesetzt:

- Bankette: $50 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$
- Böschungen: $100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$
- Rasenmulden: $100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$
- dränierte Mulden: $150 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

2.1.4 Wiederkehrzeit

Gemäß Ril 836 [9] Teil 4601 ist für die maßgebliche Regenspende der 15-minütige Starkregen zu berücksichtigen. Zur Bemessung werden die statistischen Regendaten gemäß KOSTRA-DWD-2020 [8] verwendet. Die anzusetzenden Regenhäufigkeiten ergeben sich nach der Ril 836 [9] nach der folgenden Abbildung 2-1.

Bild 4 Regenhäufigkeiten n		
Art der Entwässerungsanlage	Regenhäufigkeit n [1/Jahr]	Eintrittshäufigkeit
Tiefenentwässerung unter Bahngräben	0,1/ 1,0 ^{*)}	1 mal in 10 Jahren/ 1 mal pro Jahr
Tiefenentwässerung unter Zwischenwegen, Mittenentwässerung	0,1/ 0,5 ^{*)}	1 mal in 10/2 Jahren
Bahngräben (Regelprofil) und offene Gerinne, verrohrte Bahngräben	0,1/1,0 ^{*)}	1 mal in 10 Jahren/1 mal pro Jahr
Durchlässe	0,05	1 mal in 20 Jahren
Entwässerung von Tiefpunkten	0,05/0,2 ^{*)}	1 mal in 20/5 Jahren
Trogstrecken je nach Bedeutung	0,1 – 0,05	1 mal in 10 Jahren bis 1 mal in 20 Jahren
Versickerungsanlagen (zentral;dezentral)	0,1;0,2	1 mal in 5 Jahren oder in 10 Jahren

*) Reduzierte Regenhäufigkeiten nur bei nachgewiesenen Randbedingungen (siehe unten) und nicht bei Strecken mit Fester Fahrbahn

Abbildung 2-1: Regenhäufigkeiten Ril 836.4601 [9]

Für die Wiederkehrzeiten werden die oben erläuterten Wiederkehrzeiten angesetzt. Demnach wird für die Entwässerung der Bahntröge ein Regenereignis mit einer Häufigkeit von 10 Jahren und für außerhalb der Tröge liegende Flächen der einjährige Regen angesetzt.

Für die Verkehrsanlagen der Straße (s. Kapitel 2.3) werden die folgenden Regenhäufigkeiten gemäß der REwS angesetzt:

- Entwässerung von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen: $n = 1,0$ $T = 1a$
- Rohrleitungen bei Trogstrecken mit Straßentiefpunkt: $n = 0,05$ $T = 20a$
- Regenrückhalte- und Retentionsbodenfilterbecken
Angabe WBV Großenbrode für Einleitung in die Verbandsgewässer: $n = 0,033$ $T = 30a$
Angabe WVBV für Gewässer Nr. 5.1.1: $n = 0,01$ $T = 100a$.

Bei den Trogstrecken der Straße wird aufgrund der kurzen Fließzeiten eine Regendauer von 5 min gewählt (s. REwS [10]).

2.1.5 Drosselabflusspende

Gemäß den Vorgaben des GULV sind die RRR mit Einleitung in Verbandsgewässer im Projektgebiet mit einem Abfluss entsprechend den landwirtschaftlichen Oberflächen- und Grabenverhältnissen von $1,2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ zu bemessen. Die Einleitungsmenge in den Sund ist nach Angaben des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN SH) nicht begrenzt. Nach Vorgaben des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamtes ist jedoch eine Einleitung an den Einleitstellen in den Sund auf eine Strömungsgeschwindigkeit von $0,8 \text{ m/s}$ zu begrenzen.

2.1.6 Wasserqualität

In dem folgenden Unterkapitel wird auf die vorliegende Wasserqualität für die Bahnanlagen eingegangen. Im Planungsgebiet liegen auf freier Strecke Gleisanlagen mit Schotteroberbau vor. Nur in Teilbereichen der Tröge, kurz vor den Portalen und im Tunnel selbst liegen Gleisanlagen mit fester Fahrbahn vor.

Gemäß DWA-A 102 Teil 2 Anhang A [1] fallen bezüglich der Belastungsklassen der Bahnanlagen sämtliche vom Regenabfluss betroffene Gleisanlagen mit Schotteroberbau auf freier Strecke in die Flächengruppe BG1 und deren Regenwässer können als gering belastetes Niederschlagswasser (Belastungskategorie I) ohne Behandlung eingeleitet werden. Gleisanlagen mit fester Fahrbahn fallen in die Flächengruppe BG2 und die Belastungskategorie II, somit benötigen diese eine Behandlung. Die Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102 Teil 2 ist den hydraulischen Berechnungen der Bahn (Unterlage 12.02.001) zu entnehmen.

2.1.7 Behandlung und Rückhaltung von Straßenoberflächenwasser

2.1.7.1 Forderungen der REwS 21

Gemäß REwS 21 ist die einfachste und umweltfreundlichste Möglichkeit der Beseitigung von Straßenoberflächenwasser der natürliche Abfluss ohne vorherige Sammlung. Das Wasser fließt oberflächlich ab und versickert breitflächig über Bankette, Böschungen und Mulden. Bei der breitflächigen Versickerung über die bewachsene Bodenzone werden die partikulären Schadstoffe besonders effektiv herausgefiltert und viele gelöste Stoffe durch Sorption zurückgehalten.

Ein zusätzliches Behandlungserfordernis ergibt sich nicht, wenn durch breitflächige Ableitung und Versickerung auf Straßenböschungen, Mulden und Gräben der rechnerische Nachweis entsprechend der REwS erbracht wird, da sich für die kritische Regenspende r_{krit} (meist $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$) kein abzuleitender Oberflächenabfluss ergibt. Eine kritische Regenspende von $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ wird in der Regel von $\leq 10 \%$ des Jahresniederschlagsabflusses überschritten. Eine Regenwasserbehandlungsanlage ist dann nur noch in seltenen Ausnahmefällen erforderlich.

2.1.7.2 Nachweis über die Regenwasserbehandlung gemäß REwS 21

Flächenermittlung

Die Flächenermittlung erfolgt pauschal für die angeschlossenen befestigten Flächen (Straßen, Brücken inkl. Kappen etc.) je Entwässerungsabschnitt. Dabei werden die angeschlossenen Flächen in der Horizontalprojektion ermittelt.

Bewertung

In das Bewertungsblatt werden die in den folgenden Tabellen (Tabelle 2-1 bis Tabelle 2-4) dargestellten Eingangswerte verwendet.

Tabelle 2-1: Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Flächenspezifizierung	Kategorie	b _{R,a,AFS63} [kg/(ha·a)]
Straße DTV > 15.000 Kfz/h	III	550

Tabelle 2-2: Resultierender Stoffabtrag B_{R,a,AFS63}

Entwässerungsabschnitt (EA)	angeschlossene befestigte Fläche Ab,a [ha]	B _{R,a,AFS63} (jährlicher Stoffabtrag AFS63 durch Regenwasserabfluss) [kg/a]
GS-1	3,39	1.865
S-3	1,05	576
FS-4	1,38	761

$$b_{R,e,zul,AFS63} = 280 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$$

Tabelle 2-3: Erforderliche Wirkungsgrade η_{erf} für die Behandlungsanlagen gemäß REwS

Flächenspezifizierung	Kategorie	erf. Wirkungsgrad η_{erf} [%]
Straße DTV > 15.000 Kfz/h	III	50

Tabelle 2-4: Wirkungsgrade η_{vorh} für Behandlungsanlagen und Eignung

Flächenspezifizierung	mögl. Wirkungsgrad η [%]	geeignet für Kategorie
Flächenversickerung und Versickerungsanlagen (mit ≥ 30 cm bewachsener Bodenzone)	> 95	I - III
Retentionsbodenfilteranlage gem. DWA-A 178	95	II - III

Ergebnis der Regenwasserbehandlung

Bei allen Vorflutern ist laut Richtlinie REwS 21 eine Regenwasserbehandlung notwendig. Folgende Behandlungsanlagen wurden gewählt:

Tabelle 2-5: Ergebnisse der Regenwasserbehandlung

Entw.-Abschnitte (EA)	Ergebnis nach REwS 21		
	η_{erf} [%]	η_{ges} [%]	durch
GS-1	50	91,5	Retentionsbodenfilteranlage
S-3	50	91,5	Retentionsbodenfilteranlage
FS-4	50	91,5	Retentionsbodenfilteranlage

2.2 Beschreibung der geplanten Entwässerungsabschnitte der Bahn

In diesem Kapitel werden die Entwässerungsanlagen und -abschnitte der Verkehrsanlagen der Bahn näher erläutert.

In der folgenden Tabelle 2-6 sind die Entwässerungsabschnitte (EA) der Verkehrsanlagen der Bahn zusammengefasst aufgeführt. Zudem werden die Bau-km der Bahnstrecke 1100, die Einleitstelle sowie des Gewässers in welches eingeleitet wird aufgeführt. In der Bezeichnung der EA steht das G für Großenbrode, F für Fehmarn und das darauffolgende B für die Bahnanlage.

Wie in der Unterlage 01.01.001 (s. Kapitel 5.2.2.2 VA Bahn / Bahnkörper Entwässerung) erläutert, wird das anfallende Niederschlagswasser der Bahnanlage von den Abschnitten GB-2 bis FB-8 über Sammelleitungen Hebeanlagen zugeführt. Von diesem wird das Abwasser in Regenrückhaltebecken gepumpt, welche im Anschluss gedrosselt in die Vorfluter einleiten. Der in der Tabelle 2-6 aufgeführte Abschnitt GB-1 entwässert in das RRB 15. Dieses Becken ist wie bereits im Unterkapitel 1.1 erläutert im Planfeststellungsabschnitt 5.2 (PFA 5.2) enthalten.

Die Entwässerungsanlagen der VA-Bahn sind im Bauwerksverzeichnis (Unterlage 04.01.001) unter den Nummer 701 bis 722 aufgeführt.

Tabelle 2-6: Übersicht der Entwässerungsabschnitte der VA Bahn

EA	Beschreibung	Bau-km (Strecke 1100) Beginn	Bau-km (Strecke 1100) Ende	Drosselung über RRB	Einleit- stelle	Vorflut
GB-1	freie Strecke Großenbrode Süd	170,422	171,133	RRB 15 aus PFA 5.2	GB-1	Gewässer Nr. 2
GB-2	freie Strecke Großenbrode Nord	171,133	171,546	RRB 2	G-6	Gewässer Nr. 1
GB-3	Trog Großenbrode Süd	171,546	172,153	RRB 3	G-8	Gewässer Nr. 5
GB-4	Trog Großenbrode Nord	172,153	172,606	RRB 4	G-9	Ostsee
B-5	Tunnel	172,606	174,858			
FB-6	Trog Fehmarn Süd	174,858	175,290	RRB 5	F-11	Ostsee
FB-7	Trog Fehmarn Nord, freie Strecke Fehmarn	175,290	175,607	RRB 6	F-12	Gewässer Nr. 7
FB-8	freie Strecke Fehmarn	175,607	176,733	RRB 6	F-12	Gewässer Nr. 7

Für die VA Bahn sind fünf Regenrückhaltebecken (RRB) vorgesehen. Die Becken werden ohne Dauerwasserstand ausgeführt und von einem Betriebsweg umschlossen. Die Regenrückhaltebecken 4 und 5 bestehen, zur Gewährleistung der im Unterabschnitt 2.1.6 erwähnten Behandlung, aus einem Absetz- und einem Regenrückhaltebecken. Die Absetzbecken werden als Erdbecken mit einem Dauerwasserstand von mindestens 2 m und wie in der RiStWag [11] definiert mit einer Mindestoberfläche von 40 m² ausgeführt. Zudem wird in die Becken zusätzlich eine Tauchwand als Auffangraum für Leichtflüssigkeiten integriert.

Die folgende Tabelle 2-7 gibt eine Übersicht der Einleitmengen aus den RRBs.

Tabelle 2-7: Drosselabfluss der Rückhalteanlagen

	RRB 2	RRB 3	RRB 4	RRB 5	RRB 6
Einleitmenge gedrosselt [l/s]	4,9	1,0	10	10	9,2

2.3 Beschreibung der Entwässerungsabschnitte der VA Straße

In diesem Kapitel werden die Entwässerungsanlagen und -abschnitte der Verkehrsanlagen der Straße näher erläutert. Die in diesem Abschnitt erwähnten Streckenkilometer beziehen sich auf die Bau-km der B 207.

Der vorliegende Planungsabschnitt FSQ unterteilt sich in Entwässerungsabschnitte (EA) für VA-Straße (bezeichnet mit S), die sich auf der Festlandseite Großenbrode (bezeichnet mit G) und Inselseite Fehmarn (bezeichnet mit F) befinden. Vier EA werden für die B 207 betrachtet und zusätzlich noch 11 EA für die Nebenstraßen. Die Festlegung der einzelnen Abschnitte ist durch die konstruktive Anordnung der Entwässerungseinrichtungen und der generellen Entwässerungslösung bestimmt. Eine Übersicht über die Entwässerungsabschnitte und die Lage der Einleitstellen sind in der Unterlage 12.04.001 und 12.04.002 (Übersichtslagepläne) enthalten.

Tabelle 2-8: Übersicht der Entwässerungsabschnitte der VA Straße

EA	Beschreibung	Drosselung über Becken	Einleitstelle	Vorflut
GS-1	freie Strecke B 207 Festland 0-500 - 1+133 (Rifa Heiligenhafen)	RBFA 1	GS-4	Gewässer Nr. 5.1.1
	0-500 - 0+940 (Rifa Puttgarden)			
	Verbindungsstraße nach Orthfeld	--		
GS-2	freie Strecke B 207 - AS B 207 / K 42Großenbrode Festland 1+133 - 1+760 (Rifa Heiligenhafen)0+940 - 1+760 (Rifa Puttgarden)	RRB S-2	GS-7	Gewässer Nr. 5
S-3	1+760 - 4+346 Trog B 207 Festland	RBFA 3	G-9	Ostsee
FS-4	4+346 - 4+863 B 207 Insel	RBFA 4	F-11	Ostsee über Graben
	4+863 - 6+342 freie Strecke B 207 Insel	--		
	LaV Mitte Insel+ Verbindungsrampe + Unterführung Struckkamp+KV	--		
	ausgebaute Radwegrampe+Erschließungsweg Ferienhäuser Struckkamp+Grünfläche	--		
GS-5	LaV Anfang+LaV Mitte	RRB S-5	GS-5	Gewässer Nr. 1
GS-6	LaV Mitte+ vorh. Fehmarnsundbrücke BW 6.3.3	--	--	Ostsee
FS-7	vorh. FehmarnsundbrückeBW 6.3.3	--	--	Ostsee
FS-8	LaV Insel	RRB S-6	F-12	Gewässer Nr. 7 über Durchlass Fehmarn

EA	Beschreibung	Drosselung über Becken	Einleit- stelle	Vorflut
GS-9	Wirtschaftsweg 2 Königsweg	--	G-8	Gewässer Nr. 5 über Düker/Durchlass Großenbrode
FS-10	Wartungsweg Portal Insel+ Unterführung Strukkamp	--	--	--
FS-11	Unterführung Strukkamp	--	--	--
FS-12	L 217+K 43 nach Blieschendorf	--	--	--
FS-13	K 43 nach Avendorf	--	-	--
GS-14	Wartungsweg rechts	--	GS-2	Großenbrode Aue
GS-15	Wartungsweg links	--	GS-3	Großenbrode Aue über Graben

Für die VA-Straße sind drei Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) und ein Regenrückhaltebecken (RRB) für die B 207 und noch zwei Regenrückhaltebecken (RRB) für den LaV vorgesehen. Die Becken werden ohne Dauerwasserstand ausgeführt. Die RBFA 1 unterteilt sich in eine Vorstufe (Geschiebeschacht) und ein separates Regenrückhaltebecken als Trockenbecken mit Retentionsbodenfilter. Die RBFA 3 und 4 bestehen aus einer Vorstufe (Geschiebeschacht) und einem Retentionsbodenfilter (ohne Regenrückhalteraum). Die folgende Tabelle 2-9 gibt eine Übersicht der Einleitmengen.

Tabelle 2-9: Drosselabfluss der Rückhalteinrichtungen der VA-Straße

	RBFA 1 (B 207)	RRB S-2 (B 207)	RBFA 3 (B 207)	RBFA 4 (B 207)	RRB S-5 (LaV)	RRB S-6 (LaV)
Einleitmenge gedrosselt [l/s]	10,0	6,6	5,2	7,7	7,8	10,7

2.3.1 Entwässerungsabschnitt GS-1

Der Entwässerungsabschnitt GS-1 der B 207 FSQ beginnt vor dem Beginn der Baustrecke im Nachbarabschnitt des vierstreifigen Ausbaus der B 207 vom BW 03.207 und endet südlich des BW 06.3.2. Für die Richtungsfahrbahn Heiligenhafen (Westseite) umfasst dies eine Strecke bis zum Bau-km 1+133. Für die Richtungsfahrbahn Puttgarden (Ostseite) umfasst dies eine Strecke bis zum Bau-km 0+940. Die ganze Baustrecke der Verbindungsstraße nach Orthfeld gehört zum EA GS-1.

Im Bereich der Lärmschutzwände wird das auf den Richtungsfahrbahnen anfallende Niederschlagswasser am Fahrbahnaußenrand über Bordrinnen gefasst und über Straßenabläufe und Entwässerungsleitung bis zur RBFA 1 geleitet. Für die restliche Ostseite (RiFa Puttgarden) der B 207 wird das Straßenoberflächenwasser über Bankette, Dammböschungen und Mulden in den geplanten Regenwasserkanal bis zur RBFA 1 zugeführt.

Die Mulde entlang der Verbindungsstraße nach Orthfeld wird als dränierte Mulde mit Ablaufschächte und Kanal vorgesehen. Das anfallende Regenwasser wird durch die Bankette, Dammböschungen und Mulden gereinigt.

Die Pumpenanlage wird zwischen dem Geschiebeschacht und Retentionsbodenfilterbecken positioniert, damit das Wasser von der RBFA 1 bei Bau-km 0+700 bis zur Einleitstelle GS-4 (Gewässer Nr. 5.1.1) im Freigefälle geleitet wird.

2.3.2 Entwässerungsabschnitt GS-2

Der Entwässerungsabschnitt GS-2 der B 207 FSQ erstreckt sich von südlich des BW 06.3.2 bis zu Troganfang bei Bau-km 1+760 und umfasst außerdem die neue Anschlussstelle Großenbrode. Für die RiFa Heiligenhafen (Westseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 1+133 bis 1+760. Für die RiFa Puttgarden (Ostseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 0+940 bis 1+760.

Das anfallende Niederschlagswasser wird über die bewachsenen Bodenzonen der Bankette, Dammböschungen und dränierte Mulden zur Regenwasserleitung gebracht. In den Mulden werden Stauschwellen eingebaut, damit nicht das ganze Niederschlagswasser am Tiefpunkt gesammelt wird und gleichmäßig durch die Ablaufschächte aufgenommen wird. Bei der Überführung der K 42 und den Kreisverkehrsplätzen wird das Wasser über Straßenabläufe gefasst.

Vor RRB S-2 wird eine Pumpenanlage positioniert, damit das Wasser bis zur Einleitstelle GS-7 (Gewässer Nr. 5) im Freigefälle geleitet werden kann.

2.3.3 Entwässerungsabschnitt S-3

Der Entwässerungsabschnitt S-3 beinhaltet den Trogbereich festlandseitig (Bau-km 1+760 bis Bau-km 2+117) und den kompletten Straßentunnel (Bau-km 2+117 bis Bau-km 4+378) mit dem Gradiententiefpunkt der B 207 im Sund. Die Entwässerung des Trogbereichs erfolgt mit Schlitzrinne wie im anschließenden Tunnel. Der Trogentwässerungskanal wird bis ca. 35 m in den Tunnel (bis zum Auffangbecken) geführt, um das Schleppwasser der Fahrzeuge weitestgehend in die Trogentwässerung zu übernehmen.

Vom Auffangbecken wird das Wasser mittels Pumpen gehoben, die Leitung unterquert im Freigefälle den Hochwasserdeich und wird bis RBFA 3 geführt.

Das behandelte Wasser wird über eine Leitung bis zum gemeinsamen Schacht der beiden Verkehrsanlagen Straße und Bahn geführt. Ab dort wird das gesammelte Wasser bis zur Einleitstelle G-9 (Ostsee) geleitet.

2.3.4 Entwässerungsabschnitt FS-4

Der Entwässerungsabschnitt FS-4 umfasst den Trogbereich (Bau-km 4+378 bis Bau-km 4+863) und die freie Strecke (Bau-km 4+863 bis Bau-km 6+342) der B 207 auf der Insel Fehmarn. Die Entwässerung des Trogbereichs erfolgt mit einer Schlitzrinne wie im anschließenden Tunnel. Der Trogentwässerungskanal wird bis ca. 35 m in den Tunnel (bis zum Auffangbecken) geführt, um das Schleppwasser der Fahrzeuge weitestgehend in die Trogentwässerung zu übernehmen. Vom Auffangbecken wird das Wasser mittels Pumpen gehoben und bis zur RBFA 4 geleitet.

Das im Bereich der freien Strecke der B 207 anfallende Straßenoberflächenwasser wird über die Bankette, Dammböschungen und dränierte Mulden zur Regenwasserleitung gebracht. In den Mulden werden Stauschwellen eingebaut, damit nicht das ganze Niederschlagswasser am Tiefpunkt gesammelt wird und gleichmäßig durch die Ablaufschächte aufgenommen wird. Im Bereich der LARS/Stützwand zwischen Bau-km 5+100 bis Bau-km 5+659 in die RiFa

Puttgarden wird eine Filterrinne am Fahrbahnaußenrand angeordnet. Die Filterrinne übernimmt neben dem Sammeln und Ableiten des Niederschlagswasser zusätzlich eine Reinigungsfunktion. Das Wasser wird in einem Auffangbecken auf der Westseite der B 207 gesammelt und mittels Druckrohrleitung über den Tunnel angehoben und mit einer Entwässerungsleitung bis zum ausgebauten Graben Fehmarn geführt.

Der Entwässerungsabschnitt FS-4 umfasst noch die Strecke für den langsam fahrenden Verkehr der bestehenden Fehmarnsundbrücke und dem Kreisverkehr Strukkamp, den KV Strukkamp, die Verbindungsrampe und die ein Teil von der umverlegten Unterführung Strukkamp. Das anfallende Regenwasser wird über die Bankette, Dammböschungen und Mulden geführt und mittels Durchlässe bis zum ausgebauten Graben Fehmarn geleitet.

Der Graben Fehmarn sammelt das Wasser von beiden Verkehrsanlagen Straße und Bahn und führt es bis zur Einleitstelle F-11 (Ostsee).

2.3.5 Entwässerungsabschnitt GS-5

Der Entwässerungsabschnitt GS-5 der FSQ umfasst die neue Strecke der K 42 für den langsam fahrenden Verkehr zwischen der Ortschaft Großenbrode und nördlich der AS B 207 / K 42 Großenbrode, wo der LaV auf die Bestandtrasse der B 207 einschleift. Der östliche Kreisverkehr gehört auch zu diesem EA GS-5.

Das anfallende Niederschlagswasser wird über die Bankette, Dammböschungen und Mulden geführt, im RRB S-5 gesammelt und bis zur Einleitstelle GS-5 (Gewässer Nr. 1) durch einen Schacht geleitet.

2.3.6 Entwässerungsabschnitt GS-6

Der Entwässerungsabschnitt GS-6 beinhaltet die Trasse der K 42 für den LaV auf der Festlandseite vor der bestehenden Fehmarnsundbrücke (BW 06.3.3), den südlichen Teil der Fehmarnsundbrücke bis zum Gradientenhochpunkt, den umverlegten WW4 Königsweg und den Königsweg.

In diesem EA wird das vorhandene Entwässerungskonzept weiterverfolgt. Das anfallende Niederschlagswasser wird in Bordrinnen gefasst und über Straßenabläufe der Entwässerungsleitung zugeführt. Die einzelnen Straßenabläufe werden direkt an die am Dammfuss gelegten Schächte angeschlossen, die in Graben/Gelände entwässern.

2.3.7 Entwässerungsabschnitt FS-7

Der Entwässerungsabschnitt FS-7 umfasst den nördlichen Teil der Fehmarnsundbrücke (BW 06.3.3) vom Gradientenhochpunkt bis zum Widerlager auf dem Insel Fehmarn. Das anfallende Regenwasser wird über Transportleitung nach Norden abgeführt.

2.3.8 Entwässerungsabschnitt FS-8

Der Entwässerungsabschnitt FS-8 beinhaltet die Trasse für den LaV zwischen den Kreisverkehrsplätzen Strukkamp und Avendorf, ein Teil vom KV Avendorf, die Anbindung nach Avendorf und die Zuwegung zum Wasserwerk.

Das anfallende Niederschlagswasser wird über die Bankette, Dammböschungen und Mulden geführt, im RRB S-6 gesammelt und über den Durchlass Fehmarn bis zur Einleitstelle F-12 (Gewässer Nr. 7) geleitet.

2.3.9 Entwässerungsabschnitt GS-9

Der Entwässerungsabschnitt GS-9 umfasst den Wirtschaftsweg 2 Königsweg. Das anfallende Oberflächenwasser wird in einer Mulde/Graben gesammelt und über den neu geplanten Durchlass/Düker Großenbrode bis zur Einleitstelle G-8 (Gewässer Nr. 5) geführt.

2.3.10 Entwässerungsabschnitt FS-10

Der Entwässerungsabschnitt FS-10 beinhaltet den Wartungsweg entlang des Trogbereichs inselseitig und ein Teil von der umverlegten Unterführung Strukkamp. Das anfallende Regenwasser wird bis zum vorhandenen Graben entlang der Strukkamp geleitet.

2.3.11 Entwässerungsabschnitt FS-11

Der Entwässerungsabschnitt FS-11 umfasst ein Teil von der umverlegten Unterführung Strukkamp. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Mulde mit Rigole gesammelt.

2.3.12 Entwässerungsabschnitt FS-12

Der Entwässerungsabschnitt FS-12 beinhaltet die umverlegte Anbindung K 43 nach Blieschendorf und die umverlegte L 217 im Bereich des KVes Avendorf und ein Teil vom KV. Das anfallende Regenwasser wird durch die Bankette, Dammböschungen und Mulden gesammelt und an den vorhandenen Graben entlang der K 43 angeschlossen.

2.3.13 Entwässerungsabschnitt FS-13

Der Entwässerungsabschnitt FS-13 umfasst die umverlegte Anbindung K 43 nach Avendorf im Bereich des KVes Avendorf und ein Teil vom KV. Das anfallende Oberflächenwasser wird über die Bankette, Dammböschungen und Mulden geführt und an vorhandenen Graben entlang der K 43 angeschlossen.

2.3.14 Entwässerungsabschnitt GS-14

Der Entwässerungsabschnitt GS-14 beinhaltet den östlichen Wartungsweg neben der Lärmschutzwand der B 207 und ein Teil der Fläche zwischen die B 207 und die Bahnstrecke. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Mulde gesammelt und über einen Ablaufschacht in die Entwässerungsleitung eingeleitet. Die Entwässerungsleitung wird unter der Bahnstrecke geführt und bis zur Einleitstelle GS-2 (vor. Graben) geleitet.

2.3.15 Entwässerungsabschnitt GS-15

Der Entwässerungsabschnitt GS-15 beinhaltet ein Teil des westlichen Wartungswegs neben der Lärmschutzwand der B 207. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Mulde gesammelt und über einen Ablaufschacht in die Entwässerungsleitung eingeleitet. Die Entwässerungsleitung wird bis zur Einleitstelle GS-3 (Großenbrode Aue) geleitet.

2.4 Beschreibung übergeordneter Entwässerungsabschnitte

Der Planfeststellungsabschnitt FSQ wird in neun übergeordnete Entwässerungsabschnitte unterteilt, welcher keiner Verkehrsanlage direkt zugeordnet werden können. Die Festlegung der einzelnen Abschnitte und die Darstellung der Einleitstelle sind den Übersichtslageplänen in den Unterlagen 12.04.001 und 12.04.002 zu entnehmen.

Die Angaben zu Lage beziehen sich immer auf die Abhängigkeit der gesamten Ingenieurbauwerke (VA-Bahn und VA-Straße) in Richtung Fehmarn. In der Bezeichnung steht das G für Großenbrode, F für Fehmarn und das darauffolgende UB für die übergeordnete Entwässerung.

Tabelle 2-10: Übersicht der übergeordneten Entwässerungsabschnitte

EA	Lage	Bau-km (Bahnstrecke 1100) von - bis		Drosselung über	Einleit- stelle	Vorflut
GUB-1	Mitte	171,08	171,60	RRB 2	G-6	Gewässer Nr. 1
GUB-2	östlich	171,63	172,70	Mulden-Rigolen-System (1-jährliches Ereignis)	G-8	Gewässer Nr. 5
GUB-3	Mitte	171,64	172,48	Mulde (10-jährliches Ereignis)		
GUB-4	westlich	171,80	172,70	Mulden-Rigolen-System (10-jährliches Ereignis)		
GUB-5	westlich	171,17	172,45	--		
FUB-6	Portal Fehmarn	172,68		--	--	Indirekt- einleitung Gewässer Nr. 7.1.1
FUB-7	Mitte	174,86	175,16	Mulden-Rigolen System (1-jährliches Ereignis)	F-11	Ostsee
FUB-8	westlich	175,16	175,96	Mulden-Rigolen System (1-jährliches Ereignis)	F-12	Gewässer Nr. 7 / 7.9
FUB-9	östlich	175,07	175,60	RRB 6		
Restfläche Ost				--		

Wie in der Tabelle 2-10 dargestellt erfolgt für den überwiegenden Teil der Entwässerungsabschnitte eine Drosselung vor der Einleitung in die Vorfluter.

Bei dem Abschnitt Restfläche Ost handelt es sich im Wesentlichen um Grünland, welches bereits an das Gewässer Nr. 5 angeschlossen ist. Dieser wird gemäß den Vorgaben zur Einleitung in Verbandsgewässer mit einer Regenabflussspende von 1,2 l/(s · ha) berechnet. Für die Bemessung der Wassermenge der hinzugekommenen Fläche der Betriebsfläche am Portal Fehmarn (FUB-6) sowie der Fläche GUB-5 wird nach der REwS [10] ein 1-jährliches Regenereignis angesetzt.

Die Restfläche Ost (s. Tabelle 2-10) wurde für die Bemessung des RRB S-6 (s. Unterkapitel 2.3.8) nicht angesetzt, da diese über Felddrainagen an das Gewässer Nr. 7 sowie das Gewässer Nr. 7.9 angeschlossen ist. Zusätzlich wurde das Becken mit einem Notüberlauf sowie einem Puffer ausgelegt, um bei einem gegebenenfalls stärker auftretenden Regenereignis das zusätzlich anfallende Niederschlagswasser aufnehmen zu können.

2.4.1 Entwässerungsabschnitt GUB-1

Der Entwässerungsabschnitt GUB-1 befindet sich zwischen Bau-km 171,08 und Bau-km 171,60 und umfasst die Fläche zwischen dem nördlichen Teil der freien Strecke der VA-Bahn und der B 207 südlich der neuen Anschlussstelle Großenbrode. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Entwässerungsmulde gesammelt und über den Pumpenschacht bei Bau-km 171,5 in das RRB 2 eingeleitet. Das RRB 2 leitet wiederum gedrosselt in das Gewässer Nr. 1 ein. Die Pumpenbemessung kann der Unterlage 12.02.001 entnommen werden.

2.4.2 Entwässerungsabschnitt GUB-2

Der Entwässerungsabschnitt GUB-2 befindet sich zwischen Bau-km 171,63 und Bau-km 172,70 und umfasst die Restfläche Ost, den östlichen Teil der Betriebsfläche am Tunnelportal/Betriebsgebäude sowie die daran anschließende Binnenböschung des Hochwasserschutzdeiches. Das Niederschlagswasser dieser Fläche wird in einer Entwässerungsmulde gesammelt. Vor der Einleitung in den Düker / Durchlass Großenbrode bei Bau-km 127,10 erfolgt eine Drosselung und Speicherung über Mulden-Rigolen-Systemen und einen Drosselschacht. Der Düker / Durchlass leitet wiederum in das Gewässer Nr. 5 des WBV Großenbrode ein.

2.4.3 Entwässerungsabschnitt GUB-3 (Rückstaufläche)

Der Entwässerungsabschnitt GUB-3 befindet sich zwischen Bau-km 171,64 und Bau-km 172,48 und umfasst die Flächen zwischen dem Bahntrog und der B 207 nördlich der neuen Anschlussstelle Großenbrode. Das Niederschlagswasser wird über entsprechende Quer- und Längsgefälle innerhalb der Fläche gesammelt und in Richtung des Einlaufschachtes des Dükers / Durchlass Großenbrode (Bau-km 172,1) geleitet. Für Niederschlagsereignisse $T < 10a$ wird eine Einleitung in den Düker mittels Überlaufschwelle verhindert, das Regenwasser versickert stattdessen innerhalb der Fläche. Bei Niederschlagsereignissen $T > 10a$ ist der Aufstau innerhalb der Fläche größer als die Überlaufschwelle, sodass eine Einleitung in den Düker / Durchlass erfolgt.

Der Abschnitt GUB-3 dient zudem als Rückstaufläche, um einen besseren Schutz vor Überflutung des Straßentrogs zu gewährleisten. In der Abbildung 2-2 ist die Rückstaufläche hellblau hinterlegt dargestellt.



Abbildung 2-2: Rückstaufläche Entwässerungsabschnitt GUB-3

Auf der Abbildung 2-2 ist ein grüner Kreis (oben rechts) dargestellt, dieser stellt den tiefsten Punkt des Abschnitts dar. Die Geländeoberkante dieses Bereichs liegt ca. bei NHN +2,20 m. Die Rückstaufläche schließt sich im Norden, Westen und Süden am Betriebsweg der Straße an. Am östlichen Rand der Rückstaufläche befindet sich ein geböschter Übergang zu dem Bahntrog. Die Überlaufkante der Rückstaufläche wird durch die Fahrbahnoberkante des Betriebswegs bzw. die Böschungsoberkante am östlichen Rand definiert und liegt bei ca. bei NHN +3,15 m.

2.4.4 Entwässerungsabschnitt GUB-4 (Deich östlich)

Der Entwässerungsabschnitt GUB-4 befindet sich zwischen Bau-km 171,80 und Bau-km 172,70 und umfasst den östlichen Abschnitt des Hochwasserschutzdeiches, den dazugehörigen Deichverteidigungsweg sowie den nordwestlichen Teil der Betriebsfläche am Tunnelportal/Betriebsgebäude. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Entwässerungsmulde (Deichgraben) gesammelt.

Bei Bau-km 172,11 erfolgt die gedrosselte Einleitung in den Düker / Durchlass Großenbrode, der wiederum in das Gewässer Nr. 5 des WBV Großenbrode eingeleitet. Die Drosselung erfolgt über einen Drosselschacht.

2.4.5 Entwässerungsabschnitt GUB-5 (Deich westlich)

Der Entwässerungsabschnitt GUB-5 befindet sich zwischen Bau-km 171,80 und Bau-km 172,45 und umfasst den westlichen Abschnitt des Hochwasserschutzdeiches sowie den dazugehörigen Außendeichweg. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in das Gewässer Nr. 5 des WBV Großenbrode eingeleitet.

2.4.6 Entwässerungsabschnitt FUB-6 (Portal Fehmarn)

Der Entwässerungsabschnitt FUB-6 umfasst die Betriebsfläche des Portals Fehmarn. Das anfallende Niederschlagswasser dieser Fläche wird zusammen mit dem Entwässerungsabschnitt FS-10 der Straße (Wartungsweg Portal Insel und Unterführung Strukkamp, s. Abschnitt 2.3.10) in den Graben westlich der Verkehrsanlagen geleitet.

2.4.7 Entwässerungsabschnitt FUB-7

Der Entwässerungsabschnitt FUB-7 befindet sich zwischen Bau-km 174,86 und Bau-km 175,16 und umfasst die Fläche zwischen dem Trog der Bahn und dem südlichen Abschnitt des LaV. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Entwässerungsmulde mit anschließender (Bau-km 174,9) Transportleitung gesammelt und gemeinsam mit dem gedrosselten Abfluss aus dem RRB 5 (Entwässerungsabschnitt FB-6) in die Sammelleitung der Straße eingeleitet.

2.4.8 Entwässerungsabschnitt FUB-8

Der Entwässerungsabschnitt FUB-8 befindet sich zwischen Bau-km 175,16 und Bau-km 175,69 und umfasst die Zwischenfläche Bahntrog und den nördlichen Abschnitt des LaV bis zum Durchlass Fehmarn. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Entwässerungsmulde gesammelt und gedrosselt in das umverlegte verrohrte Gewässer Nr. 7.9 eingeleitet. Bei Bau-km 176,28 erfolgt die gemeinsame Einleitung des Gewässers Nr. 7 und Nr. 7.9 in den Durchlass Fehmarn.

2.4.9 Entwässerungsabschnitt FUB-9

Der Entwässerungsabschnitt FUB-9 befindet sich zwischen Bau-km 175,07 und Bau-km 175,60 und umfasst die Zwischenfläche Bahntrog und B 207. Das Niederschlagswasser dieser Flächen wird in einer Entwässerungsmulde gesammelt. Über den Pumpenschacht bei Bau-km 175,60 erfolgt die Weiterleitung in das RRB 6. Dieses leitet wiederum gedrosselt über den Durchlass Fehmarn in das Gewässer Nr. 7.9 ein.

2.5 Düker / Durchlass Großenbrode

2.5.1 Berechnungsgrundlagen und relevante Richtlinien

Für die hydraulische Dimensionierung des Dükers (Unterlage 01.01.001, Kap. 5.3.12) wurden folgende Regelwerke und Richtlinien herangezogen:

- DIN 19661-1 Teil 1: Kreuzungsbauwerke Durchleitungs- und Mündungsbauwerke
- DWA-Merkblätter 110/112/118/158.

Die Bemessungsabflüsse wurden mittels eines Niederschlag-Abfluss Modells ermittelt. In der Tabelle 2-11 aufgeführte Abflüsse wurden bei der hydraulischen Dimensionierung der Düker berücksichtigt. Die Spitzendurchflüsse unterscheiden sich zwischen zwei Fällen:

- **Mid Case:** Annahme einer mittleren Feuchte in den Einzugsgebieten zu Beginn des Starkregenereignisses (mittlere Vorfeuchte) in Kombination mit den KOSTRA-Regenmengen ohne Veränderungen und

- **Worst Case:** Berücksichtigung hoher Vorfeuchte in Kombination mit den KOSTRA-Regenmengen, die um die Werte, die sich aus den statistischen Unsicherheiten (Toleranzen) ergeben, erhöht wurden.

Tabelle 2-11: Abflüsse für die hydraulischen Vorbemessungen des Dükers GB

	Düker Großenbrode [l/s]
Fall 1: Mid Case (T = 10a)	202
Fall 2: Worst Case (T = 10a)	373,5

2.5.2 Hydraulische Berechnungen

Die hydraulischen Berechnungen erfolgen nach DWA-A 110 [2] und DWA-A 112 [3]. Maßgebend für die geometrische Dimensionierung der Düker und Durchlässe sind z.B. die Bemessungsabflüsse, das Bauverfahren und die Anforderungen im Wartungsfall. Der Auswahl des Abflussquerschnittes der Durchleitungsbauwerke wurde der oben beschriebene Fall 2 (Worst Case) zugrunde gelegt.

Für folgende Rohrdurchmesser erfolgt die hydraulische Verlustberechnung:

- Düker Großenbrode: DN 800

Die durch Düker und Schachtbauwerke verursachten hydraulischen Verlusten sind in der Tabelle 2-12 zusammengefasst aufgeführt. Aufgrund der langen Quering in Großenbrode sind neben dem Düker noch weitere Durchlässe, die ebenfalls hydraulische Verluste im gesamten Entwässerungssystem verursachen, vorgesehen. Bei einer Analyse des Oberwasseraufstaus in Starkregenfällen sind der Düker und die Durchlässe als ein Gesamtsystem zu betrachten. Die Berechnungsergebnisse zum Aufstau des Wasserspiegels durch die Dükerstrecke befinden sich in der Unterlage 12.02.001.

Tabelle 2-12: Zusammenfassung der hydraulischen Verlusthöhen im Fall eines 10-jährigen Regenerignisses

	Düker Großenbrode [l/s]
Fall 1: Mid Case (T = 10a)	0,205
Fall 2: Worst Case (T = 10a)	0,295

2.6 Übersicht der Einleitstellen

In der folgenden Tabelle 2-13 ist eine Übersicht aller Einleitstelle des Planfeststellungsabschnittes FSQ dargestellt. Eine zusammengefasste Aufführung der Entwässerungsabschnitte ist den Übersichtslagepläne des Entwässerungskonzeptes (Unterlagen 12.04.001 und 12.04.002) zu entnehmen.

Tabelle 2-13: Einleitstellen Entwässerung Endzustand

Einleitstelle	Einleitmenge l/s	Entwässerungs- abschnitt	Vorfluter	Koordinaten DBREF	
				Rechtswert	Hochwert
GB-1	7	GB-1 (RRB 15)	Gewässer Nr. 2	4440298	6027661
GS-2	5	GS-14	Graben Großenbroder Aue	4440398	6027663
GS-3	5	GS-15	Graben Großenbroder Aue	4440426	6027883
GS-4	10	GS-1 (RBFA 1)	Gewässer Nr. 5.1.1	4440839	6028324
GS-5	8	GS-5 (RRB S-5)	Gewässer Nr. 1	4441245	6028266
G-6	5	GUB-1, GB-2 (RRB 2)	Gewässer Nr. 1	4441248	6028296
GS-7	7	GS-2 (RRB S-2)	Gewässer Nr. 5	4441230	6028900
G-8	55	GB-3 (RRB 3), GUB 2, 3, 4, 5	Gewässer Nr. 5	4441321	6029039
G-9	16	S-3 (RBFA 3) GB-4 (RRB 4), B-5 (RRB 4)	Ostsee-Fehmarnsund	4441698	6029747
F-11	510	FUB-7, FB-6 (RRB 5), FS-4 (RBFA4)	Ostsee-Fehmarnsund	4442481	6031020
F-12	194	FB-7 (RRB 6), FB-8 (RRB 6), FUB 09 (RRB 6), FUB-8 FS-8 (RRB S-6)	Gewässer Nr. 7	4443037	6032605

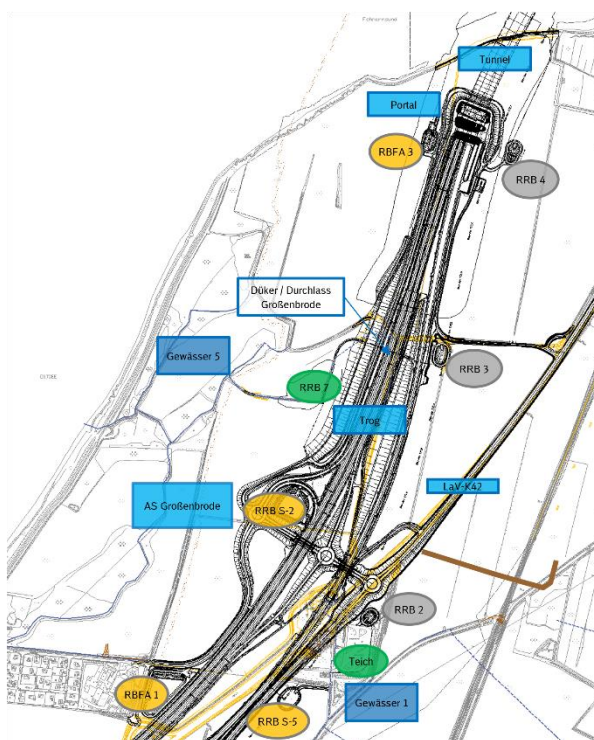
3 Temporäre Entwässerungsmaßnahmen

Das während der Bauzeit anfallende Oberflächenwasser wird gesammelt und verzögert in das einzuleitende Gewässer, vgl. Tabelle 3-1, abgeleitet.

Die Drosselung ergibt sich aus der Vorgabe der Einleitung in das Verbandsgewässers von 1,2 l/(s·ha). Das Oberflächenwasser wird soweit möglich, im Freigefälle durch entsprechend angeordneter Entwässerungsgräben und Rohrleitungen bzw. mit temporären Pumpen abgeleitet.

Für die erforderliche Verzögerung der Einleitung und eine dadurch erforderliche Rückhaltung des Oberflächenwassers sollen die im Endzustand geplanten Entwässerungselemente, wie die RBFA oder die RRB, bereits bestehende Entwässerungselemente, sowie zusätzliche für die Bauzeit vorgesehene Regenrückhalteräume (RRB 7 und RRB 8, vgl. Abbildung 3-1 (grün markiert)) genutzt werden. Außerdem ist eine Führung des anfallenden Regenwassers über Bankette, Dammböschungen oder Mulden vorgesehen.

Temporäre Gebietsentwässerung Großenbrode:



Temporäre Gebietsentwässerung Fehmarn:

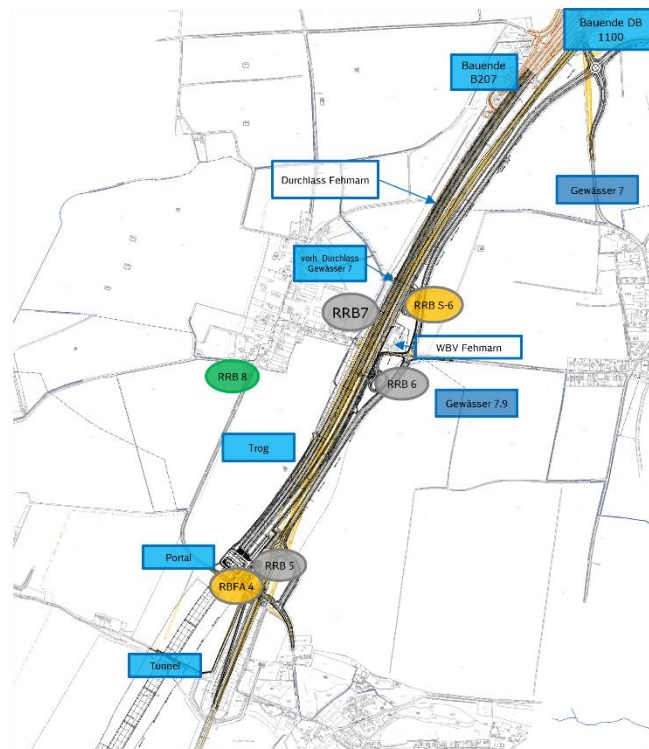


Abbildung 3-1: Gebietsentwässerung im Bauzustand, Festland (links) und Fehmarn (rechts)

Die im Zuge der Baumaßnahme zu errichtenden Bauwerke (Trockendock, Tröge etc.) und die dafür erforderlichen Baugruben leiten das anfallenden Oberflächenwasser ebenfalls über ein freies Gefälle mittels Drainageleitungen in Pumpensümpfe. Von dort aus wird das Oberflächenwasser in benachbarte Gräben und Rohrleitungen gepumpt, damit es abschließend in den Sund eingeleitet werden kann. Anders als für die Verbandsgewässer, bestehen für den Sund keine Vorgaben zum Drosselabfluss des einzuleitenden Oberflächenwassers.

Es wird weitestgehend von unbehandelt abgeleitetem Wasser ausgegangen. Ausnahmen ergeben sich für das Betonwerk, mobile Tankstellen oder auch Bereiche wo bspw. das

Trockendock, Tröge, etc. errichtet werden. Auf den Flächen der Baumaßnahme anfallendes Wasser ist daher hinsichtlich der Qualität in geeigneter Regelmäßigkeit zu prüfen, sodass im Havariefall Gegenmaßnahmen zur Eindämmung und Beseitigung getroffen werden können. Anfallendes Oberflächenwasser auf der Betonwerk- bzw. der Fläche der mobilen Tankstellen ist separat in Tanks bzw. Auffangwannen zu sammeln und mittels Abfuhr zu entsorgen.

Zur Vermeidung des Eintrages von Grobbestandteilen in die umliegenden Gewässer wird im Anschluss an die Fläche des Betonwerks bzw. an die Materiallagerfläche eine Sedimentationsanlage vor Einleitung in das RRB 7 vorgeschaltet. Weiterhin sind im Bereich des Betonwerks sowie in denen der mobilen Tankstellen lokale Überdachungen zur Reduzierung und Abtrennung der Niederschlagsmengen vorgesehen. Ebenfalls kann eine Auffangwanne, die anfallendes Wasser sammelt, als technische Einrichtung genutzt werden.

Sofern Leichtflüssigkeiten und Sedimente in das Niederschlags- und Sickerwasser während der Baumaßnahme eingetragen werden können erfolgt die Vorhaltung in mobilen Absetzcontainern. Dies ist beispielsweise im Bereich der Tröge, des Trockendocks und beim Tunnel in offener Bauweise der Fall. Anstelle der mobilen Absetzbecken ist weiterhin die Verwendung bauzeitlicher, ortsfester Absetzbecken möglich. Im Fall nahe unterhalb der Aushubsohle vorhandener Sandlinsen, werden Maßnahmen zur Grundwasserentspannung in der Baugrube für die Trogbauwerke und den Tunnel in offener Bauweise erforderlich. Es werden Testbrunnen in den Baugruben abgesetzt, der Innenwasserspiegel (auf maximal +1,00 mNHN) gehalten und mittels Brunnen werden tieferliegende Sandschichten entspannt bzw. dauerhaft oder einmalig entwässert.

Vor Herstellung der endgültigen Inbetriebnahme der RRB und RBFA im Endzustand werden diese nochmals geräumt und aufbereitet.

Tabelle 3-1: Einleitstellen Entwässerung Bauzustand

Einleitstelle	Vorfluter	Koordinaten DBREF	
		Rechtswert	Hochwert
G1	Ostsee-Fehmarnsund	4441748	6029737
G2	Gewässer Nr. 1	4441264	6028209
GS-5	Gewässer Nr. 1	4441245	6028266
G3	Großenbroder Aue	4440426	6027883
G4	Gewässer Nr. 5.1.1	4440839	6028324
G5	Gewässer Nr. 5	4441019	6028959
GS-7	Gewässer Nr. 5	4441230	6028900
G6	Ostsee-Fehmarnsund	4441502	6029661
F1	Ostsee-Fehmarnsund	4442481	6031020
F2	Gewässer Nr. 7	4443037	6032605
F4	Gewässer Nr. 7.3	4442619	6032087

Anhang Teil C

1 Abkürzungen

a	annus (Jahr)
ABS	Ausbaustrecke
AS	Anschlussstelle
B	Bundesstraße
Bau-km	Baukilometer
BG	Belastungskategorie
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BSWAG	Bundesschienenwegeausbaugesetz
BW	Bauwerk
ca.	circa
DB	Deutsche Bahn
DEGES	Deutsch Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
DIN-Norm	Deutsches Institut für Normung
DN	diamètre nominal (innerer Durchmesser)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
E	Europastraße
EA	Entwässerungsabschnitt
EBA	Eisenbahnbundesamt
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
FSQ	Fehmarnsundquerung
FUB	Fehmarn Übergeordnet
GUB	Großenbrode Übergeordnet
GULV	Gewässer- und Landschaftsverband Wagrien-Fehmarn
Ha	Hektar
K	Kreisstraße
km	Kilometer
KOSTRA-DWD-2020	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung der DWD
KV	Kreisverkehr
L	Landesstraße
l/(s·ha)	Liter pro Sekunde und Hektar
l/s	Liter pro Sekunde
LARS	Ladungsrückhaltesystem
LaV	Langsamverkehr
LBV-SH	Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein

LKN-SH	Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein
LVerGeo SH	Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein
m	Meter
m ²	Quadratmeter
NBS	Neubaustrecke
NHN	Normalhöhennull
Nr.	Nummer
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFU	Planfeststellungsunterlagen
RBFA	Retentionsbodenfilteranlage
REwS	Richtlinie für die Entwässerung von Straßen
RiFa	Richtungsfahrbahn
Ril	Richtlinie der Deutschen Bahn
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
ROV	Raumordnungsverfahren
RRB	Regenrückhaltebecken
RRR	Regenrückhalteräume
SH	Schleswig-Holstein
T	Wiederkehrzeit
UB	Übergeordnet
VA	Verkehrsanlage
WBV	Wasser- und Bodenverband
WW	Wirtschaftsweg

2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS	14
Tabelle 2-2:	Resultierender Stoffabtrag $B_{R,a,AFS63}$	14
Tabelle 2-3:	Erforderliche Wirkungsgrade η_{eff} für die Behandlungsanlagen gemäß REwS ...	14
Tabelle 2-4:	Wirkungsgrade η_{vorh} für Behandlungsanlagen und Eignung	14
Tabelle 2-5:	Ergebnisse der Regenwasserbehandlung	14
Tabelle 2-6:	Übersicht der Entwässerungsabschnitte der VA Bahn	15
Tabelle 2-7:	Drosselabfluss der Rückhalteanlagen.....	16
Tabelle 2-8:	Übersicht der Entwässerungsabschnitte der VA Straße.....	16
Tabelle 2-9:	Drosselabfluss der Rückhalteanlagen der VA-Straße	17
Tabelle 2-10:	Übersicht der übergeordneten Entwässerungsabschnitte	21
Tabelle 2-11:	Abflüsse für die hydraulischen Vorbemessungen des Dükers GB.....	25
Tabelle 2-12:	Zusammenfassung der hydraulischen Verlusthöhen im Fall eines 10-jährigen Regenereignisses	25
Tabelle 2-13:	Einleitstellen Entwässerung Endzustand	26
Tabelle 3-1:	Einleitstellen Entwässerung Bauzustand	28

3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Übersicht Entwässerung Großenbrode	5
Abbildung 1-2:	Übersicht Entwässerung Fehmarn	6
Abbildung 1-3:	Auszug DigitalerAtlasNord - Großenbrode [12]	7
Abbildung 1-4:	Auszug DigitalerAtlasNord - Fehmarn [12]	8
Abbildung 2-1:	Regenhäufigkeiten Ril 836.4601 [9]	12
Abbildung 2-2:	Rückstaufläche Entwässerungsabschnitt GUB-3	23
Abbildung 3-1:	Gebietsentwässerung im Bauzustand, Festland (links) und Fehmarn (rechts)	27

4 Quellenverzeichnis

- [1] Arbeitsblatt DWA-A/M 102/BWK-A/M3: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall/Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau, Dezember 2020
- [2] Arbeitsblatt DWA-A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen; Stand: August 2006
- [3] Arbeitsblatt DWA-A 112: Hydraulische Dimensionierung und Leitungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserleitungen und -kanälen; Stand: August 2007
- [4] Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen; Stand: Dezember 2013
- [5] Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Stand: April 2005
- [6] Merkblatt DWA-M 158: Bauwerke der Kanalisation – Beispiele; Stand: März 2006
- [7] Arbeitsblatt DWA-M 176: Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung
- [8] Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD), Niederschlagshöhen Januar bis Dezember; Stand: 2022
- [9] Ril 836.4601-4603: Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instandhalten. Entwässerungsanlagen; Stand: 01.10.2008
- [10] Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau; Stand: 2021
- [11] Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau; Stand: 2016
- [12] Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein (LVermGeo SH): Amtliches Wasserwirtschaftliches Gewässerverzeichnis, URL: https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Wasserland_AWGV, zuletzt abgerufen am 18.03.2024