

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

## Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie

## Ansprechpartner

### Arbeitsgemeinschaft RV Umwelt Jungk & Joswig

#### Joswig Ingenieure GmbH

##### Dipl.-Ing. Philipp Joswig (Ansprechpartner der Arge)

T +49 (0) 721 82107929

M +49 (0) 151 11557770

E p.joswig@joswig.de

Viktoriastraße 8

76133 Karlsruhe

DEUTSCHLAND

#### AKVO GmbH

##### Dipl.-Ing. Volker Jungk

T +49 (0) 30 30208900

M +49 (0) 151 19322752

E v.jungk@akvo.de

Torstraße 177

10115 Berlin

DEUTSCHLAND

## Abkürzungsverzeichnis

ABI	Amtsblatt der Europäischen Union
AFS	Abfiltrierbare Stoffe
AFS63	Abfiltrierbare Stoffe Korngrößen < 63 µm
APC	Allgemeine physikalisch-chemische Parameter
ARGE J&J	Arbeitsgemeinschaft Jungk und Joswig
As	Arsen
AS	Anschlussstelle
BDE	Bromierte Dimethylether
BE	Baustelleneinrichtung
BfG	Bundesamt für Gewässerkunde
BGBI	Bundesgesetzblatt
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BP	Bewirtschaftungsplan
BQK	biologische Qualitätskomponente
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BSWAG	Bundesschienenwegeausbaugesetzes
BTEX	leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole
BUEK250	Bodenübersichtkarte 1:250.000
BRT	Bruttoregistertonnen
BSB <sub>5</sub>	biochemischer Sauerstoffbedarf
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BWZ	Bewirtschaftungszeitraum
Cd	Cadmium
Cl	Chlorid
CIS	Common Implementation Strategy
Cr	Chrom
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
Cu	Kupfer

DB	Deutsche Bahn
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
DSFZ	Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBA	Eisenbahnbundesamt
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
EU	Europäische Union
EuGH	Europäische Gerichtshof
EU-HWRM-RL	Europäische Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
EU-WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
FB	Fachbeitrag
FB-WRRL	Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie
Fe	Eisen
FFBQ	feste Fehmarnbeltquerung
FFH	Flora-Fauna-Habitat (Natura 2000 Schutzgebiet)
FGE	Flussgebietseinheit
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FNU	Formazin Nephelometric Units (Einheit der Trübung)
FSQ	Fehmarnsundquerung
GFS	Geringfügigkeitsschwelle
GrwV	Grundwasserverordnung
GUEK250	Geologische Übersichtskarte 1:250.000
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
GWRL	Grundwasserrichtlinie
GWNB	Grundwasserneubildung
GÜBAK	gemeinsame Übergabebestimmungen zum Umgang mit Baggergut im Küstenbereich
HWRM	Hochwasserrisikomanagement
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
JD-UQN	Jahresdurchschnitt- Umweltqualitätsnorm
KW	Kohlenwasserstoffe



KWK	Küstenwasserkörper
LAV	langsam fahrende Verkehr
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LfU	Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein
LHKW	leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (seit 2023 LfU)
LRT	(FFH-)Lebensraumtyp
LWG	Landeswassergesetz
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig Holstein (jetzt MEKUN)
MEKUN	Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig Holstein
Mg	Mergel
Mn	Mangan
MQ	Mittelwasserdurchfluss
MSRL	Meeresstrategierahmenrichtlinie
N	Stickstoff
NH4-N	Ammoniumstickstoff
Ni	Nickel
oPO <sub>4</sub> -P	Orthophosphat
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OWK	Oberflächenwasserkörper
PAK	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
P	Phosphor
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFU	Planfeststellungsunterlagen
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
QK	Qualitätskomponente

RBFA	Retentionsbodenfilteranlage
REWS	Richtlinie zur Entwässerung von Straßen
ROV	Raumordnungsverfahrens
RRB	Regenrückhaltebecken
RW	Richtwert
SO	Schienenoberkante
SPA	Europäisches Vogelschutzgebiet (Natura 2000 Schutzgebiet)
SÜ	Straßenüberführung
Tarras	Tarrastone
TE	segmentiertes Tunnelelement
TOF	Tunnel offener Bauweise Fehmarn
TOG	Tunnel in offener Bauweise Großenbrode
TR-F	gemeinsames Trogbauwerk Straße und Bahn Fehmarn
TR-GS	Straßentrog Großenbrode
TR-GB	Bahntrog Großenbrode
TR-G	gemeinsames Trogbauwerk Straße und Bahn Großenbrode
TR-FB	Bahntrog Fehmarn
TR-SF	Straßentrog Fehmarn
UQN	Umweltqualitätsnorm
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
VGH	Verwaltungsgerichtshof
VA	Verkehrsanlage
VHT	Vorhabensträger
WBV	Wasserbeschaffungsverband Fehmarn
WF	Wirkfaktor
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WK	Wasserkörper
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZHK-UQN	zulässige Höchstkonzentration-Umweltqualitätsnorm
Zn	Zink
ZVO	Zweckverband Ostholstein

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

---

**Unterlage**  
**20.01.001**

---

## Glossar

Langjähriges Mittel:	über Referenzzeitraum von 30 Jahren gemessene Klimadaten
Vieljähriges Mittel:	im Referenzzeitraum liegen Daten von 25 bis 30 Jahren an den jeweiligen Wetterstationen vor
Überblicksmessstellen:	zur überblicksweisen Überwachung von Wasserkörpern. Sie dienen zur Bewertung des Zustandes des WK, der Erkennung langfristiger Trendentwicklungen chemischer und biologischer QK und UQN im OWK und GWK und der Beurteilung des Maßnahmenprogramms.
Operative Messstellen:	zeitlich und räumlich variabel angelegte Messstellen zur Bestimmung des Zustands eines WK, dessen Umweltziele gefährdet sind, oder nicht erreicht werden. Zur Bestimmung einer Belastungsquelle und Überwachung der Wirksamkeit des Maßnahmenprogrammes. Weitere operative Messstellen liegen repräsentativ in den OWK/ GWK zur Beurteilung des Verschlechterungsgebotes.
Trendmessstelle:	zur chemischen Überwachung von Schadstofftrends in anthropogen beeinflusster GWK, wenn mind. Eine UQN überschritten wurde.
Mengenmäßige Messstellen	zur Überwachung des Grundwasserdargebots (Grundwasserstände) im GWK.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>27</b>
1.1	Vorhabenbeschreibung .....	27
1.2	Anlass und Aufgabenstellung .....	29
<b>2.</b>	<b>Rechtliche und methodische Grundlagen .....</b>	<b>30</b>
2.1	Rechtliche Grundlagen .....	30
2.1.1	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) .....	30
2.1.2	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) .....	32
2.1.3	Verbindung der WRRL und der MSRL .....	32
2.1.4	Wasserhaushaltsgesetz (WHG) .....	33
2.1.5	Oberflächengewässerverordnung (OGewV) .....	34
2.1.6	Grundwasserverordnung (GrwV) .....	34
2.1.7	Landeswassergesetz (LWG) .....	35
2.1.8	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) .....	35
2.1.9	Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK) .....	36
2.1.10	Mustergliederung für einen Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben an Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes .....	37
2.1.11	Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein .....	37
2.1.12	<b>Verfahrensvorschlag für die Prüfung der Vereinbarkeit von Vorhaben mit den Zielen nach §§ 45 a-f WHG (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL) .....</b>	<b>38</b>
2.1.13	Begrifflichkeiten .....	38
2.2	Datengrundlagen und Methodik .....	45
2.2.1	Datenquellen .....	45
2.2.2	Modelle .....	47
2.2.3	Berechnungsmethoden .....	50
2.2.4	Bewertungsmethoden .....	84
2.2.5	Vorgehen .....	91
2.2.6	Prüfschritte .....	94

<b>3.</b>	<b>Beschreibung des Vorhabens und der damit verbundenen Wirkfaktoren sowie Ermittlung möglicher Vorkehrungen.....</b>	<b>95</b>
3.1	Vorhabenbeschreibung .....	95
3.1.1	Arbeiten und Maßnahmen auf dem Festland .....	95
3.1.2	Arbeiten und Maßnahmen im küstennahen und marinen Bereich .....	100
3.1.3	Baustellenmanagement .....	108
3.1.4	Flächeninanspruchnahme .....	114
3.1.5	Bauablaufplan.....	115
3.1.6	Auflistung von Vorhabenbestandteilen mit Relevanz für den Fachbeitrag WRRL.....	116
3.2	Beschreibung der wasserwirtschaftlichen Belange.....	118
3.2.1	Geplante bauzeitliche Entwässerung .....	118
3.2.2	Geplante betriebszeitliche Entwässerungssysteme .....	128
3.3	Vorkehrungen (Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen sowie Kompensationsmaßnahmen) und deren Wirkungsweise gemäß des Landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) .....	135
3.4	Wirkfaktoren.....	137
3.4.1	Allgemeines .....	137
3.4.2	Baubedingte Wirkfaktoren .....	143
3.4.3	Anlagenbedingte Wirkfaktoren .....	207
3.4.4	Betriebsbedingte Wirkfaktoren.....	227
<b>4.</b>	<b>Identifizierung und Beschreibung der vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper.....</b>	<b>236</b>
4.1	Identifizierung der von den Wirkfaktoren betroffenen Wasserkörper .....	236
4.2	Nennung und Beschreibung der betroffenen Oberflächenwasserkörper (OWK) .....	237
4.2.1	Berichtspflichtige Gewässer im Umfeld .....	237
4.2.2	Nicht-berichtspflichtige Gewässer .....	238
4.3	Nennung und Beschreibung der betroffenen Küstenwasserkörper (KWK) .....	238
4.4	Nennung und Beschreibung der betroffenen Grundwasserkörper (GWK) .....	241
4.5	Thematische und lagebezogene Abschichtung der Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens ..	243
4.6	Ist-Zustandsbeschreibung der Küstenwasserkörper im Untersuchungsgebiet.....	245
4.6.1	Datenbasis .....	245
4.6.2	Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund W .....	256
4.6.3	Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund E.....	271

4.6.4	Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Orther Bucht.....	282
4.6.5	Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Belt E .....	292
4.6.6	Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund Ost.....	299
4.6.7	Beschreibung des Ist-Zustandes des Küstenmeers Schlei/ Trave .....	306
4.7	Ist-Zustandsbeschreibung der Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet.....	310
4.7.1	Datenbasis .....	310
4.7.2	Beschreibung des Ist-Zustandes des GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST 07) .....	312
4.7.3	Beschreibung des Ist-Zustandes des GWK Fehmarn (ST 08) .....	314
4.7.4	Betroffenheit von wasserabhängigen terrestrischen Landökosystemen .....	317
4.8	Betroffenheit von Schutzgebieten.....	317
<b>5.</b>	<b>Auswirkungen des Vorhabens auf die betroffenen Wasserkörper und deren Qualitätskomponenten und Umweltqualitätsnormen – Prüfung auf Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot .....</b>	<b>319</b>
5.1	Küstenwasserkörper Fehmarn Sund W .....	319
5.1.1	Baubedingte Auswirkungen .....	319
5.1.2	Anlagenbedingte Auswirkungen .....	405
5.1.3	Betriebsbedingte Auswirkungen .....	415
5.1.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe .....	439
5.2	Küstenwasserkörper Fehmarn Sund E.....	445
5.2.1	Baubedingte Auswirkungen .....	445
5.2.2	Anlagenbedingte Auswirkungen .....	487
5.2.3	Betriebsbedingte Auswirkungen .....	489
5.2.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe .....	508
5.3	Küstenwasserkörper Orther Bucht.....	514
5.3.1	Baubedingte Auswirkungen den Küstenwasserkörper .....	514
5.3.2	Anlagenbedingte Auswirkungen .....	538
5.3.3	Betriebsbedingte Auswirkungen .....	539
5.3.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe .....	550
5.4	Küstenwasserkörper Fehmarn Belt E .....	553
5.4.1	Baubedingte Auswirkungen den Küstenwasserkörper .....	553
5.4.2	Anlagenbedingte Auswirkungen .....	568

5.4.3	Betriebsbedingte Auswirkungen .....	572
5.4.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe .....	572
5.5	Küstenwasserkörper Fehmarn Sund Ost .....	576
5.6	Küstenmeer Schlei/ Trave.....	576
5.6.1	Baubedingte Auswirkungen auf den KWK.....	576
5.6.2	Anlagenbedingte Auswirkungen .....	578
5.6.3	Betriebsbedingte Auswirkungen .....	579
5.6.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren .....	580
5.7	Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben.....	581
5.7.1	Baubedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	581
5.7.2	Anlagenbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	591
5.7.3	Betriebsbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	594
5.7.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren .....	596
5.7.5	Auswirkungen auf Trinkwasserschutzgebiete, Lebensräume und weitere Schutzgebiete .....	598
5.8	Grundwasserkörper Fehmarn.....	599
5.8.1	Baubedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	599
5.8.2	Anlagenbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	606
5.8.3	Betriebsbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper .....	610
5.8.4	Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren .....	611
5.8.5	Auswirkungen auf Trinkwasserschutzgebiete, Lebensräume und weitere Schutzgebiete .....	612
<b>6.</b>	<b>Prüfung auf Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot und Trendumkehrgebot.....</b>	<b>613</b>
6.1	Küstenwasserkörper .....	613
6.2	Grundwasserkörper .....	614
<b>7.</b>	<b>Voraussetzungen für eine Ausnahme nach § 31 Abs. 2 WHG bzw. § 47 Abs. 3 .....</b>	<b>616</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>617</b>
<b>9.</b>	<b>Literaturverzeichnis und Datenquellen .....</b>	<b>619</b>



## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Übersichtsplan Planabschnitte Ausschnitt aus (Unterlage 2.01.001).....	28
Abbildung 2:	Lage der Extraktionspunkte und -linien der hydronumerischen Modellierung aus (Unterlage 51.02) .....	49
Abbildung 3:	Veranschaulichung beeinflusstes Volumen der Eileitungen in den KWK .....	60
Abbildung 4:	Strömungsgeschwindigkeiten an den Einleitstellen .....	61
Abbildung 5:	Modellierte Stoffverteilung nach Eintrag über die geplante Einleitstelle in der Orther Bucht .....	63
Abbildung 6:	Modellierte Stoffverteilung nach Eintrag über eine fiktive Einleitstelle im strömungstechnisch ungünstigen Bereich der Orther Bucht.....	64
Abbildung 7:	Veranschaulichung zur Berechnung der Zeit zum Durchströmen gemäß Formel (4) .....	65
Abbildung 8:	Messpunkte der Parameter Trübung, Salzgehalt, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt zur Bestandsaufnahme 2023/ 2024 (IMP, 2024) .....	84
Abbildung 9:	Beobachtungspunkte der Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen während der Nassbaggerung gemäß (Unterlage 51.02) .....	86
Abbildung 10:	Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen in mg/l am Beobachtungspunkt t20 (repräsentativen Messstelle DESM_SH_961010 im Fehmarn Sund W) während der Nassbaggerung in drei Tiefen (tiefengemittelt, sohnah, mittlere Wassersäule, oberflächennah).....	87
Abbildung 11:	Trockendock-Layout gemäß (Unterlage 1.01) .....	104
Abbildung 12:	Querschnitt L-L, kombinierter Absenktunnel, Verfüllung im Graben im Bereich der Fahrrinne (Querschnitt M 1: 200, Strecke 1100 Bau-km 173.949, gemäß Unterlage 7.02.032) .....	107
Abbildung 13:	Bauzeitliche Entwässerungsplanung Großenbrode (Unterlage 1.01) .....	121
Abbildung 14:	Bauzeitliche Entwässerungsplanung Fehmarn (Unterlage 01.01) .....	126
Abbildung 15:	Betriebszeitliche Entwässerungsplanung Großenbrode (Unterlage 12.01) .....	129
Abbildung 16:	Betriebszeitliche Entwässerungsplanung Fehmarn (Unterlage 12.01).....	133
Abbildung 17:	Änderung der mittleren signifikanten Wellenhöhe im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	146
Abbildung 18:	Änderung der maximalen signifikanten Wellenhöhe im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	146

Abbildung 19:	Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit an der Gewässersohle im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	151
Abbildung 20:	Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit tiefengemittelt in der Wassersäule im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	152
Abbildung 21:	Bathymetrie im bauzeitlichen Zustand im Bereich des KWK Fehmarn Sund W mit vollständig ausgehobener Tunneltrasse gemäß (Unterlage 51.02) .....	153
Abbildung 22:	Änderung der Bathymetrie zum Ist-Zustand im Plan-Zustand nach Beendigung der Baumaßnahme gemäß (Unterlage 51.02) .....	154
Abbildung 23:	Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten im Bereich des Trockendocks (aus (Unterlage 51.02) 157	
Abbildung 24:	Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten zur Herstellung des Tunnelgrabens in der Mitte des Fehmarnsundes (aus (Unterlage 51.02) .....	157
Abbildung 25:	Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten zur Herstellung des Tunnelgrabens auf Fehmarn Seite (aus (Unterlage 51.02) .....	158
Abbildung 26:	Berechnete maximale Ablagerungen in m gemäß (Unterlage 51.02) .....	160
Abbildung 27:	Berechneter Sauerstoffgehalt im Graben während kritischer Randbedingungen aus (Unterlage 51.02) .....	164
Abbildung 28:	Bereiche mit relevanten Ablagerungshöhen resultierend aus der modellierten Verbringung (Verbringungsfläche rote Umrandung) gemäß (Unterlage 51.04) .....	178
Abbildung 29:	Grundwasserabhängige Landökosysteme im Bereich Großenbrode mit Röhrichten, Feuchtwäldern und Grünland mit Darstellung des geplanten Vorhabens .....	197
Abbildung 30:	Grundwasserabhängige Landökosysteme im Bereich Fehmarn mit Röhrichten, Erlen und Grünland mit Darstellung des geplanten Vorhabens .....	199
Abbildung 31:	Änderung der maximalen signifikanten Wellenhöhe im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	210
Abbildung 32:	Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit an der Gewässersohle im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	213
Abbildung 33:	Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit tiefengemittelt in der Wassersäule im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02) .....	214

Abbildung 34: Änderung der mittleren tiefengemittelten Strömungsgeschwindigkeit nach Abschluss der Verbringung im Vergleich zum IST-Zustand gemäß (Unterlage 51.04) .....	216
Abbildung 35: Lage des Untersuchungsgebietes (magenta) in der Planungseinheit Kossau/ Oldenburger Graben der Flussgebietseinheit Schlei/ Trave (nach MELUND, 2021b).....	236
Abbildung 36: Übersicht der Küstenwasserkörper und der repräsentativen Messstellen nach WRRL.....	237
Abbildung 37: Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) mit repräsentativen Messstellennach EU-WRRL (nach MEKUN, 2023) .....	241
Abbildung 38: Messstellen der KWK des LfU Schleswig-Holsteins (LfU, 2023b) und die repräsentativen Messstellen der WRRL .....	250
Abbildung 39: Messstellen der biologische QK Großalgen und Angiospermen der KWK nach (LLUR, 2021b; LLUR,2021c) .....	252
Abbildung 40: Messstellen der biologischen QK benthisch wirbellose Fauna der KWK 2020 nach (LfU, 2023b) .....	254
Abbildung 41: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01) .....	260
Abbildung 42: Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01) .....	263
Abbildung 43: Bathymetrie IST-Zustand im KWK Fehmarn Sund W im geplanten Baubereich (Unterlage 51.02) .....	265
Abbildung 44: Übersicht Sedimenttransportraten in 2021 (Volumen/pro Jahr) an repräsentativen Profillinien gemäß (Unterlage 51.02).....	270
Abbildung 45: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01).....	274
Abbildung 46: Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01).....	277
Abbildung 47: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01) .....	285
Abbildung 48: Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01) .....	288
Abbildung 49: Übersicht Grundwassermessstellen VHT .....	311
Abbildung 50: Schutzgebiete des Untersuchungsraumes (nach MEKUN,2023) .....	318

Abbildung 51: Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Fehmarn Sund W .....	327
Abbildung 52: Maximale Sedimentablagerungen während der Bauzeit mit den Auslesepunkten der maximalen Sedimentationsraten P1- P10 gemäß (Unterlage 51.02) .....	329
Abbildung 53: Bauzeitliche Wirkradien der Nährstoffe $P_{ges.}$ und $N_{ges.}$ im KWK Fehmarn Sund W .....	335
Abbildung 54: Bauzeitliche Wirkradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund W .....	350
Abbildung 55: Bereiche der baubedingten morphologischen Veränderungen im KWK Fehmarn Sund W in Bezug auf die Großalgen und Angiospermen .....	367
Abbildung 56: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund W .....	369
Abbildung 57: Bereiche der baubedingten morphologischen Veränderungen im KWK Fehmarn Sund W in Bezug auf die benthisch wirbellose Fauna .....	381
Abbildung 58: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund W .....	383
Abbildung 59: Betriebszeitliche Wirkradien der Nährstoffe $P_{ges.}$ und $N_{ges.}$ im KWK Fehmarn Sund W .....	419
Abbildung 60: betriebszeitliche Wirkradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund W .....	423
Abbildung 61: Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Fehmarn Sund E .....	451
Abbildung 62: Bauzeitliche Wirkradien der Nährstoffe $P_{ges.}$ und $N_{ges.}$ im KWK Fehmarn Sund E .....	456
Abbildung 63: Bauzeitliche Wirkradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund E .....	464
Abbildung 64: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E .....	472
Abbildung 65: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E .....	478
Abbildung 66: Betriebszeitliche Wirkradien der Nährstoffe $P_{ges.}$ und $N_{ges.}$ im KWK Fehmarn Sund E .....	493
Abbildung 67: Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Orther Bucht .....	519
Abbildung 68: Maximale berechnete Schwebstoffkonzentrationen in mg/l sohnah resultierend aus der Nassbaggertgutverbringung gemäß (Unterlage 51.04) .....	558
Abbildung 69: Strömungsdiagramm im Bereich der Verbringungsfläche mit Strömungsgeschwindigkeiten in m/ s und resultierenden Hauptströmungsrichtungen nach NW und SO .....	578

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Durchschnittliche Zusammensetzung des Straßenabwassers (nach FGSV, 2021) .....	54
Tabelle 2:	Mittlere und hohe Belastung der Gleiswässer nach (Braun, 2013) .....	56
Tabelle 3:	Absetzdauer und Sinkgeschwindigkeit von Böden unterschiedlicher Korngrößen (Unterlage 12.01) .....	72
Tabelle 4:	Mariner Bodenaushub (Unterlage 38.02) .....	76
Tabelle 5:	Konzentrationen im Sediment und Bewertung nach OGewV Anlage 6 und GÜBAK RW 1 Ostsee .....	78
Tabelle 6:	Betriebszeitliche Flächeninanspruchnahme geplantes Bauvorhaben .....	114
Tabelle 7:	Bauzeitliche Flächeninanspruchnahme geplantes Bauvorhaben .....	114
Tabelle 8:	Einleitstellen der Entwässerung der Bahn- und Straßenanlagen in lokale Gräben auf dem Festland (Unterlage 1.01) .....	120
Tabelle 9:	Baugruben und anfallende Mengen aus Niederschlag und Wasserhaltung auf dem Festland (Unterlage 1.01) .....	122
Tabelle 10:	Einleitstellen der Entwässerung der Bahn- und Straßenanlagen in lokale Gräben auf der Insel (Unterlage 1.01) .....	125
Tabelle 11:	Baugruben und anfallende Mengen aus Niederschlag und Wasserhaltung auf dem Festland (Unterlage 1.01) .....	127
Tabelle 12:	Betriebszeitliche Entwässerungspunkte Planabschnitt Großenbrode mit Abflüssen angeschlossener befestigter Flächen (nach Unterlage 12.01 und Unterlage 12.04) .....	130
Tabelle 13:	Betriebszeitliche Entwässerungspunkte Planabschnitt Fehmarn (nach Unterlage 12.01 und Unterlage 12.04.) .....	134
Tabelle 14:	Übersicht für den FB WRRL relevanter landschaftspflegerischer Maßnahmen aus (Unterlage 17.01) .....	136
Tabelle 15:	Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens gemäß (MEKUN, 2024) .....	137
Tabelle 16:	Zuordnung der Vorhabensbestandteile zu den Fallgruppen der Wirkfaktoren .....	139
Tabelle 17:	Änderungen der signifikanten Wellenhöhe, der Peak-Wellenperiode und der mittleren Wellenrichtung an den Extraktionspunkten gemäß (Unterlage 51.02) .....	145
Tabelle 18:	Baubedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörpern (nach MEKUN, 2024; EBA, 2023) .....	201

Tabelle 19:	Änderungen der signifikanten Wellenhöhe, der Peak-Wellenperiode und der mittleren Wellenrichtung an den Extraktionspunkten gemäß (Unterlage 51.02).....	209
Tabelle 20:	Anlagenbedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörper (nach MELLUND, 2022; EBA, 2023) .....	225
Tabelle 21:	Betriebsbedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörper (nach MELLUND, 2022; EBA, 2023) .....	234
Tabelle 22:	Beschreibung der Küstenwasserkörper nach (BfG, 2022) .....	239
Tabelle 23:	Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens gemäß (MEKUN, 2024) mit Bezug auf die identifizierten Wasserkörper .....	244
Tabelle 24:	IST-Zustand Küstenwasserkörper (BfG, 2022, MELUND, 2021a).....	246
Tabelle 25:	Landesmessstellen LfU (nach LfU, 2023b) und repräsentative Messstellen der KWK (nach MEKUN, 2023).....	248
Tabelle 26:	Messstellen biologische QK Makrophyten LfU nach (LLUR, 2021b; LLLUR, 2021c) .....	251
Tabelle 27:	Messstellen biologische QK benthisch wirbellose Fauna nach (LfU, 2023b).....	253
Tabelle 28:	Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund W gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) ..	256
Tabelle 29:	Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Sund W gemäß (LfU, 2024b), EQR-Wert berechnet nach (Sagert et al., 2008) .....	257
Tabelle 30:	EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Sund W 2021– 2022 (LLUR, 2021b) .....	257
Tabelle 31:	Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01) .....	258
Tabelle 32:	Bedeutungsmatrix der Großalgen- und Angiospermengemeinschaften gemäß (Unterlage 47.01) .....	259
Tabelle 33:	Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01) .	261
Tabelle 34:	Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024).....	266
Tabelle 35:	Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024) .....	267
Tabelle 36:	Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024) .....	268
Tabelle 37:	Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund W gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) .....	269

Tabelle 38:	Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) ....	271
Tabelle 39:	EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Sund E 2021– 2022 (LLUR, 2021b).....	272
Tabelle 40:	Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01) .....	273
Tabelle 41:	Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01) ...	275
Tabelle 42:	Minimale, mittlere und maximale Schadstoffkonzentrationen gemäß Anlage 6 der OGewV der Sedimentuntersuchungen aus (Unterlage 41.29) .....	280
Tabelle 43:	Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) .....	280
Tabelle 44:	Biologische QK Ist-Zustand KWK Orther Bucht gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) .....	282
Tabelle 45:	EQR-Werte der biologischen QK Makrophyten für den KWK Orther Bucht 2016 – 2021 (LLUR, 2021c) .....	283
Tabelle 46:	Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01) .....	284
Tabelle 47:	Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01) .....	286
Tabelle 48:	Chemischer Ist-Zustand KWK Orther Bucht gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) .....	291
Tabelle 49:	Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Belt E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022).....	292
Tabelle 50:	Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Belt E gemäß (LfU, 2024b), EQR-Werte berechnet nach (Sagert et al., 2008) .....	293
Tabelle 51:	EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Belt E 2021– 2022 (LLUR, 2021b).....	293
Tabelle 52:	Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024).....	295
Tabelle 53:	Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024) .....	296
Tabelle 54:	Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024) .....	297
Tabelle 55:	Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Belt E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022).....	298
Tabelle 56:	Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)	299

Tabelle 57:	Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (LfU, 2024b), EQR-Werte berechnet nach (Sagert et al., 2008).....	300
Tabelle 58:	Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Sund Ost aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024).....	302
Tabelle 59:	Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund Ost aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024).....	303
Tabelle 60:	Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024).....	304
Tabelle 61:	Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) .....	305
Tabelle 62:	Mittlere gemessene flussgebietsspezifische Schadstoffe im Sediment an der Messstelle Sagasbank Ost in 2020 gemäß (LfU, 2023b) mit der zugehörigen JD_UQN gemäß Anlage 6 der (OGewV, 2020).....	307
Tabelle 63:	Mittlere gemessene flussgebietsspezifische Schadstoffe im Wasser an der Messstelle Sagasbank Ost in 2020 gemäß (LfU, 2023b) mit der zugehörigen JD_UQN gemäß Anlage 6 der (OGewV, 2020).....	307
Tabelle 64:	Chemischer Ist-Zustand Küstenmeer Schlei/ Trave gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) ..	308
Tabelle 65:	Mittlere gemessene Schadstoffe in der Messstelle Mecklenburger Bucht in 2020 gemäß (LfU, 2023b) und deren UQN gemäß Anlage 8 der (OGewV, 2020).....	309
Tabelle 66:	Übersicht und IST Zustand Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet .....	310
Tabelle 67:	Chemischer Ist-Zustand des GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) gemäß (BfG, 2022, MELUND, 2021a).....	312
Tabelle 68:	Zusammenfassung nachgewiesenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im GWK ST07 (nach LfU, 2024a) .....	313
Tabelle 69:	Zusammenfassung Überschreitungen Schwellenwerte GrwV im ergänzenden Monitoring der VHT im GWK ST07 .....	314
Tabelle 70:	Chemischer Ist-Zustand des GWK Fehmarn (ST08) gemäß (BfG, 2022, MELUND, 2021a)...	315
Tabelle 71:	Zusammenfassung nachgewiesenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im ST08 (nach LfU, 2024a) .....	315
Tabelle 72:	Zusammenfassung Überschreitungen Schwellenwerte GrwV im ergänzenden Monitoring der VHT im GWK Fehmarn (ST08) .....	316



Tabelle 73:	Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	320
Tabelle 74:	Ermittelte minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Fehmarn Sund W .....	325
Tabelle 75:	Maximale Sedimentationsraten im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 51.02).....	328
Tabelle 76:	Anteil des Schwebstoffeintrages der Spülleitung an den maximalen Sedimentationsraten an den Auslesepunkten P1 bis P10 .....	331
Tabelle 77:	Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Nährstofffreisetzung im KWK Fehmarn Sund W .....	333
Tabelle 78:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff <sub>ges.</sub> und Phosphor <sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund W .....	336
Tabelle 79:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen des Spülfeldes in Bezug auf die Parameter Stickstoff <sub>ges.</sub> und Phosphor <sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund W .....	337
Tabelle 80:	Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Schadstofffreisetzung .....	340
Tabelle 81:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W .....	342
Tabelle 82:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W .....	343
Tabelle 83:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen des Spülfeldes in Bezug auf die Schadstoffe gemäß Anlage 8 OGewV .....	351
Tabelle 84:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund W .....	362
Tabelle 85:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund W .....	376
Tabelle 86:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund W .....	390
Tabelle 87:	Zusammenfassung anlagenbedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	406

Tabelle 88:	Zusammenfassung der Bewertung der analgenbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen .....	410
Tabelle 89:	Zusammenfassung der Bewertung der analgenbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna .....	412
Tabelle 90:	Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	417
Tabelle 91:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff <sub>ges.</sub> und Phosphor <sub>ges.</sub> .....	420
Tabelle 92:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W .....	424
Tabelle 93:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf den Schadstoffgehalt (Parameter nach Anlage 8 OGewV) .....	425
Tabelle 94:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Phytoplankton .....	431
Tabelle 95:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen .....	433
Tabelle 96:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna .....	435
Tabelle 97:	Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	440
Tabelle 98:	Zusammenfassung der anlagenbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	442
Tabelle 99:	Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W .....	444
Tabelle 100:	Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	446
Tabelle 101:	Ermittelte minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydropnumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Fehmarn Sund E .....	449
Tabelle 102:	Maximale Sedimentationsraten im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 51.02) .....	452
Tabelle 103:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff <sub>ges.</sub> und Phosphor <sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund E .....	454

Tabelle 104:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E.....	458
Tabelle 105:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E .....	459
Tabelle 106:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund E.....	469
Tabelle 107:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E .....	475
Tabelle 108:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E .....	482
Tabelle 109:	Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	490
Tabelle 110:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff <sub>ges.</sub> und Phosphor <sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund E .....	492
Tabelle 111:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E .....	495
Tabelle 112:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E.....	496
Tabelle 113:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund E .....	502
Tabelle 114:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E .....	503
Tabelle 115:	Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E.....	505
Tabelle 116:	Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	509
Tabelle 117:	Zusammenfassung der anlagenbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	511
Tabelle 118:	Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	513
Tabelle 119:	Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E .....	515

Tabelle 120:	Minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Orther Bucht.....	518
Tabelle 121:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff ges. und Phosphor ges. im KWK Orther Bucht.....	522
Tabelle 122:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht.....	524
Tabelle 123:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht.....	525
Tabelle 124:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Orther Bucht.....	532
Tabelle 125:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Orther Bucht.....	535
Tabelle 126:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Orther Bucht.....	537
Tabelle 127:	Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Orther Bucht.....	540
Tabelle 128:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff ges. und Phosphor ges. im KWK Orther Bucht.....	541
Tabelle 129:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht.....	543
Tabelle 130:	Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht.....	544
Tabelle 131:	Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Orther Bucht.....	551
Tabelle 132:	Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E.....	554
Tabelle 133:	Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Nährstofffreisetzung im KWK Fehmarn Belt E.....	555
Tabelle 134:	Minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.04) im KWK Fehmarn Belt E.....	557

Tabelle 135:	Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggergutverbringung auf die Schadstofffreisetzung.....	560
Tabelle 136:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Belt E .....	562
Tabelle 137:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Belt E.....	563
Tabelle 138:	Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Belt E .....	565
Tabelle 139:	Zusammenfassung anlagenbedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E .....	569
Tabelle 140:	Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E .....	574
Tabelle 141:	Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggergutverbringung auf die Schadstofffreisetzung.....	577
Tabelle 142:	Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des Küstenmeer Schlei/ Trave .....	580
Tabelle 143:	Anteil der Grundwasserentnahme und baubedingten Versiegelung an der Grundwasserneubildung.....	582
Tabelle 144:	Eigenschaften und Berechnungsergebnisse der Baugruben im Bereich des GWK Kossau/ Oldenburger Graben gemäß (Unterlage 27.02).....	582
Tabelle 145:	Abschätzung des Stoffeintrages über die Grabenversickerung auf den GWK Kossau/Oldenburger Graben .....	586
Tabelle 146:	Abschätzung des Stoffeintrages über die Versickerung aus dem Spülfeld auf den GWK Kossau/Oldenburger Graben .....	588
Tabelle 147:	Verminderung der Grundwasserneubildung durch das geplante Bauvorhaben auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben .....	591
Tabelle 148:	Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben .....	597
Tabelle 149:	Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben .....	597
Tabelle 150:	Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben .....	598

Tabelle 151:	Anteil der Grundwasserentnahme und baubedingten Versiegelung an der Grundwasserneubildung Fehmarn .....	599
Tabelle 152:	Eigenschaften und Berechnungsergebnisse der Baugruben im Bereich des GWK Fehmarn gemäß (Unterlage 27.02) .....	600
Tabelle 153:	Abschätzung des Stoffeintrages über die Grabenversickerung Fehmarn .....	603
Tabelle 154:	Verminderung der Grundwasserneubildung durch das geplante Bauvorhaben auf den GWK Fehmarn.....	607
Tabelle 155:	Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Fehmarn.....	611
Tabelle 156:	Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Fehmarn.....	612
Tabelle 157:	Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK ,Fehmarn.....	612
Tabelle 158:	Ergänzende Maßnahmen zur Zielerreichung in den Küstenwasserkörpern(MELUND, 2021a) .....	613
Tabelle 159:	Ergänzende Maßnahmen Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) (MELUND, 2021a) .....	615

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Zusammenstellung Ergebnisse ergänzende Untersuchungen der VHT an den repräsentativen Messstellen der WRRL
Anlage 2	Zusammenstellung Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen gemäß (LfU, 2024a) und der ergänzenden Untersuchungen der VHT
Anlage 3	Zusammenstellung der Zeitreihen der zusätzlichen Schwebstoffkonzentrationen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronummerischen Modell der Nassbaggerung sowie der Nassbaggergutverbringung

## **1. Einleitung**

### **1.1 Vorhabenbeschreibung**

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, ist die Bundesrepublik Deutschland verantwortlich für die Herstellung einer leistungsfähigen landseitigen Straßen- und Schienenanbindung für das Bauwerk auf deutscher Seite (Hinterlandanbindung).

Für den Ausbau der Eisenbahnstrecke Lübeck–Puttgarden wurde die DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024, DB Netz AG) im Jahr 2008 auf der Grundlage des Bundesschienenwegeausbaugesetzes (BSWAG) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV, vormals 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 B207 wurde 2015 erlassen. Dieser ist seit dem 25.08.2021 bestandskräftig. Die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (nachfolgend kurz DEGES) wurde im Jahr 2019 vom Land Schleswig-Holstein beauftragt, den Ausbau der B 207 zu realisieren.

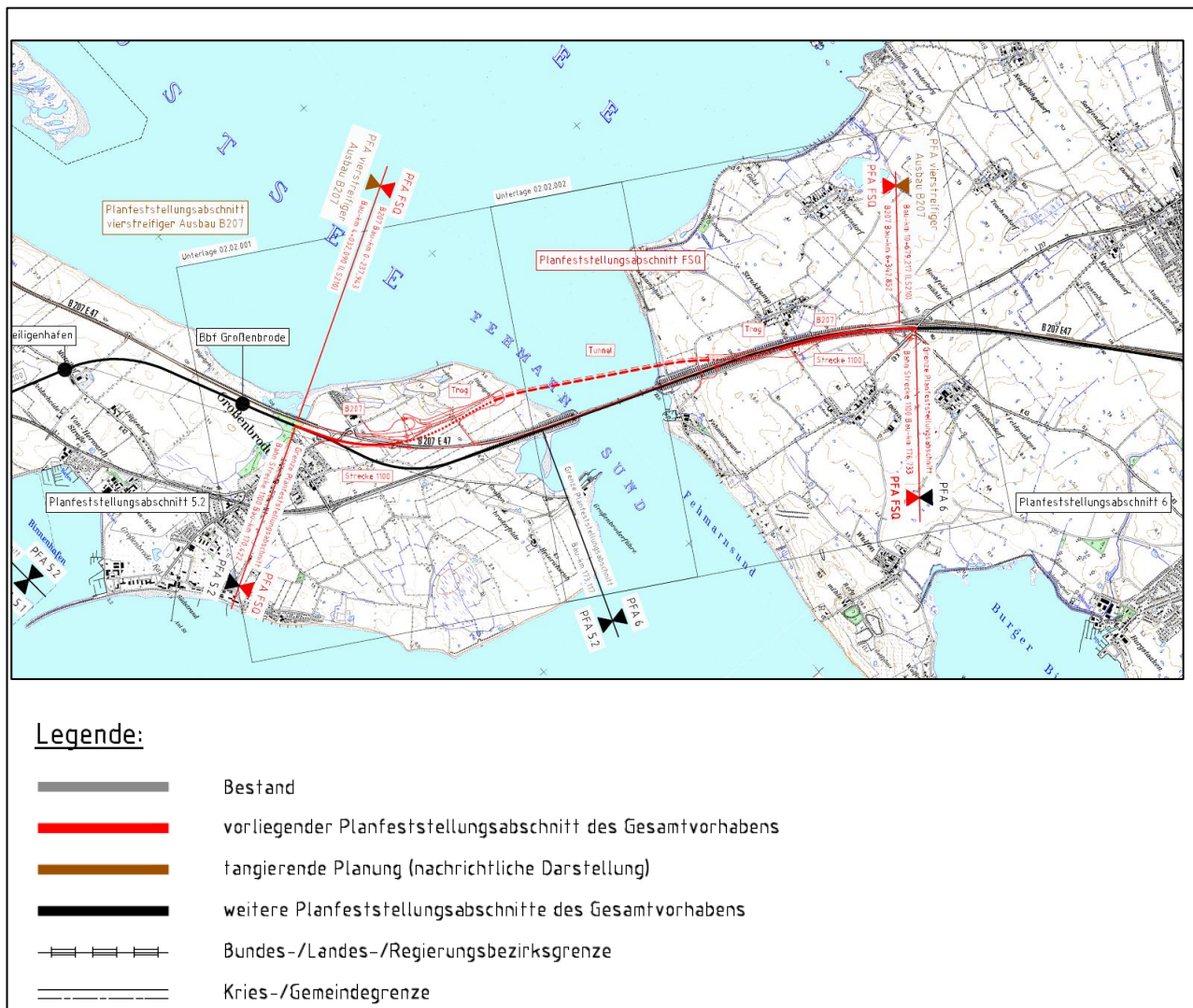
Im Zuge der Anbindung des dänischen Fehmarnbelt-Tunnels an das deutsche Schienen- und Straßennetz ist ein Ersatzbauwerk für die bestehende Fehmarnsundquerung zwischen der Insel Fehmarn und dem ostholsteinischen Festland notwendig. Im Jahr 2010 durchgeführte Belastungstests haben gezeigt, dass die Fehmarnsundbrücke 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. Der auf Ebene der Vorplanung durchgeführte Variantenvergleich hat

als Vorzugsvariante einen „Kombinierten Absenktunnel“ für den zukünftigen Straßen- und Eisenbahnverkehr ergeben.

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 Vorhabenträgerinnen DB InfraGO AG und Bundesrepublik Deutschland, letztgenannte vertreten durch das Land Schleswig-Holstein, vertreten durch die DEGES, geplant und realisiert. Die Ertüchtigung der Fehmarnsundbrücke für die langsamen Verkehre wird durch die DEGES im Auftrag des Landes Schleswig-Holstein als eigenständiges Projekt realisiert.



**Abbildung 1: Übersichtsplan Planabschnitte Ausschnitt aus (Unterlage 2.01.001)**



## **1.2           Anlass und Aufgabenstellung**

Dieser Bericht umfasst den Planfeststellungsabschnitt (PFA) Fehmarnsundquerung. Er beginnt sowohl straßen- als auch bahnseitig westlich der Ortschaft Großenbrode (Bau- km 170,066) als nördlicher Anschluss an den bestehenden Planfeststellungsbeschluss der B207 und dem Planfeststellungsabschnitt 5.2. Auf der Insel Fehmarn, westlich des Ortes Blieschendorf (Bau-km 176,158), schließen sich der bahnseitige PFA 6 und die planfestgestellte B207 nach Puttgarden an.

Das Vorhaben im PFA FSQ umfasst die Herstellung des Absenktunnels im Küstenwasserkörper Fehmarn Sund W für das Schienen- und Straßennetz. Über Portale nördlich der Anschlussstelle Großenbrode und südlich Strukkamp auf Fehmarn werden die Verkehrswege an die angrenzenden Verkehrswege angebunden.

Für diese Bauvorhaben werden überwiegend landwirtschaftliche Flächen zur Anbindung der Straßen- und Schienenverkehrswege genutzt.

Der Neubau der Fehmarnsundquerung kann potenziell sechs Küstenwasserkörper und einen Meereswasserkörper, definiert nach der EU-WRRL, beeinflussen. Zusätzlich befindet sich das geplante Bauvorhaben auf dem Gebiet zweier Grundwasserkörper.

Dieser Eingriff macht eine umfassende Wirkungsanalyse des Bauwerks auf die betroffenen Wasserkörper notwendig. Es wird geprüft, ob das Vorhaben während der Bau- und Betriebszeit oder anlagebedingt die Wasserqualität der betroffenen Wasserkörper (genauer: deren biologische und chemische Qualitätskomponenten) beeinflusst und mit den Bewirtschaftungszielen nach § 44 i.V.m §§ 27 bis 31 und §§ 47 WHG vereinbart werden kann.

Als Teil der Planfeststellungsunterlagen ergänzt der Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie die Schutzgüterbetrachtung der UVP/UVS, die u.a. Flora und Fauna bewertet. Ist ein Bauvorhaben UVP-pflichtig, muss auch ein Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie ausgearbeitet werden (MEKUN, 2024). Der Leitfaden zum Verschlechterungsverbot des Landes Schleswig-Holstein (MEKUN, 2024) und das Eisenbahnbundesamt (EBA, 2023) geben hierfür eine Struktur vor. Der vorliegende Fachbeitrag bewertet das Infrastrukturprojekt FSQ auf seine möglichen Wirkungen auf die potenziell betroffenen Wasserkörper und grundwasserabhängigen Landökosysteme. Die Betrachtung der Fachthemen der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) erfolgen in einem Fachbeitrag zur MSRL in einer separaten Unterlage (Unterlage 50).

## **2. Rechtliche und methodische Grundlagen**

### **2.1 Rechtliche Grundlagen**

#### **2.1.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)**

Am 23. Oktober 2000 trat die Richtlinie 2000/60/EG (insbes. Art. 4 WRRL) (geändert durch Richtlinie 2013/39/EU) des europäischen Parlaments und des Rates in Kraft. Diese dient der „Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“. Das Ziel der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist (Präambel, 19) „die Erhaltung und die Verbesserung der aquatischen Umwelt in der Gemeinschaft, wobei der Schwerpunkt auf der Güte der betreffenden Gewässer liegt“. Demnach formuliert die WRRL-Umweltziele für Oberflächengewässer und Grundwasser (Artikel 4 WRRL). Die Mitgliedsstaaten der EU sind dazu verpflichtet die WRRL in nationales Recht umzusetzen und somit die erforderlichen Maßnahmen zum Erreichen der Umweltziele durchzuführen. Diese Umsetzung erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland im Wesentlichen über das Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009), die Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) und die Grundwasserverordnung (GrwV, 2010).

Die WRRL definiert den Begriff der „Oberflächengewässer“ in Art 2 Nr. 1 als die Binnengewässer mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer und Küstengewässer, wobei im Hinblick auf den chemischen Zustand ausnahmsweise auch die Hoheitsgewässer eingeschlossen sind. Mit Blick auf diese Oberflächengewässer verpflichtet Art. 4 Abs. 1 Buchst. a) WRRL die Mitgliedstaaten, die notwendigen Maßnahmen durchzuführen, um eine Verschlechterung des Zustands aller Oberflächenwasserkörper (OWK) zu verhindern, und die Gewässer zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, mit dem Ziel, dass alle OWK einen guten Zustand erreichen. Ein OWK befindet sich in einem guten Zustand, wenn er sich in einem zumindest „guten“ ökologischen und chemischen Zustand befindet (Art. 2 Nr. 18 WRRL). Die Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und Rates über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik vom 16.12.2008 (Umweltqualitätsnormenrichtlinie; UQN-RL, 2008) legt für prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe Umweltqualitätsnormen mit dem Ziel fest, einen guten chemischen Zustand für Oberflächengewässer zu erreichen.

Mit Blick auf das Grundwasser verpflichtet Art. 4 Abs. 2 Buchst. b) WRRL die Mitgliedstaaten, alle Grundwasserkörper (GWK) zu schützen, zu verbessern und zu sanieren sowie ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung zu gewährleisten mit dem Ziel, einen guten Zustand des Grundwassers zu erreichen. Ein GWK befindet sich in einem guten Zustand, wenn er sich in einem zumindest „guten“

mengenmäßigen und chemischen Zustand befindet (Art. 2 Nr. 19 WRRL). In Ergänzung und Konkretisierung der WRRL enthält die Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12.12.2006 (Grundwasserrichtlinie; GWRL, 2006) Kriterien für die Beurteilung des guten Zustands sowie für die Ermittlung und Umkehrung von steigenden und anhaltenden Trends im Grundwasser. Die GWRL ergänzt ferner die Bestimmungen aus der WRRL zur Verhinderung und Begrenzung der Einträge von Schadstoffen.

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat in seinem Urteil vom 01.07.2015 (C-461/13) entschieden, dass die Anforderungen des Verschlechterungsverbots sowie des Verbesserungsgebots als vorhabenbezogene Zulassungsvoraussetzungen zu verstehen sind. Demnach ist die Genehmigung für ein konkretes Vorhaben vorbehaltlich der Gewährung einer Ausnahme zu versagen, wenn es eine Verschlechterung des Zustands eines Oberflächenwasserkörpers verursachen kann oder wenn es die Erreichung eines guten Zustands eines Oberflächengewässers bzw. eines guten ökologischen Potenzials und eines guten chemischen Zustands eines Oberflächengewässers zu dem nach der Richtlinie maßgeblichen Zeitpunkt gefährdet. Auch die Verschlechterungsverbote und Verbesserungsgebote für das Grundwasser nach § 47 Abs. 1 WHG sind zwingende Vorgaben für die Zulassung von Vorhaben (BVerwG, Urteil vom 30.11.2020- 9 A 5.20-).

Eine nicht rechtsverbindliche Hilfestellung bei der Umsetzung der WRRL geben die Guidance Papers der Common Implementation Strategy (CIS, 2001). Die EU-Kommission hat 38 Leitfäden entwickelt, um eine EU weit einheitliche und harmonische Umsetzung der WRRL-Richtlinie zu gewährleisten.

In ihnen sind die Abgrenzung der Wasserkörper (Leitfaden Dokument 2, 2003), Charakterisierung der Küstenwasserkörper (Leitfaden Dokument 5, 2003), Grundwasserkörperbewertung (Leitfaden Dokument 18, 2009), Monitoring (Leitfaden Dokumente 7 (2003), 15 (2007), 19 (2009), 25 (2010)) und Bewertung der Wasserkörper (Leitfaden Dokumente 13 (2005), 18 (2009), 27 (2018)) und die Regelung zu einer Ausnahmeregelung (Leitfaden Dokument 20, 2009) erläutert.

### **2.1.2 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)**

Die Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL) bildet die Grundlage für eine europaweite und umfängliche Betrachtung und Bewertung des Lebensraumes „Meer“. Nach dem 3. Erwägungsgrund der MSRL ist die Meeresumwelt ein „[...] kostbares Erbe, das geschützt, erhalten und — wo durchführbar — wiederhergestellt werden muss, mit dem obersten Ziel, die biologische Vielfalt zu bewahren und vielfältige und dynamische Ozeane und Meere zu haben, die sauber, gesund und produktiv sind. [...]“. Die MSRL sieht sich als Verbindung zwischen der künftigen europäischen Meerespolitik und dem Erreichen von Umweltzielen (Art. 10 MSRL) mit dem Ziel die Meeresökosysteme und assoziierte marine nationale und internationale Schutzgebiete zu erhalten. Menschliche Tätigkeiten, die sich auf die Meeresumwelt auswirken, sollen abgestellt werden (nach dem 5. Erwägungsgrund der MSRL).

### **2.1.3 Verbindung der WRRL und der MSRL**

Nach der EU-WRRL erfolgt die Bewertung des ökologischen und chemischen Zustands der Küstenwasserkörper bis 1 Seemeile ab der Küstenlinie (Basislinie). Darüber hinaus erfolgt eine chemische Beurteilung der Wasserkörper bis zur Allgemeinen Wirtschaftszone bei 12 Seemeilen ab der Basislinie.

Die Bewertung der europäischen Natura 2000 Schutzgebiete (Flora- Fauna Habitate und Vogelschutzgebiete) erfolgt separat (Unterlage 18).

Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) verbindet beide Schutzgüterbetrachtungen bis über die 12 Seemeilenzone hinaus. Vorhabenbedingte Eingriffe in Meeresgewässer werden hinsichtlich jeglicher Wirkungen und Belastungen auf die Wasserqualität und biotischer Faktoren bewertet. Das Dokument befindet sich in Unterlage 50.

#### **2.1.4 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**

Das Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist, setzt die Bewirtschaftungsziele der WRRL für oberirdische Gewässer (§§ 27 ff.), Küstengewässer (§44) und das Grundwasser (§§ 47 ff.) in deutsches Recht um.

Bewirtschaftungsziele für die oberirdischen Gewässer sind gemäß § 27 Abs. 1 WHG die (1.) Vermeidung einer Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands und (2.) das Erreichen oder Erhalten eines guten ökologischen und chemischen Zustands. Dies gilt für oberirdische Gewässer, die nicht nach § 28 WHG als künstlich oder erheblich verändert charakterisiert sind. Nach § 28 WHG als künstlich oder erheblich verändert eingestufte Oberflächengewässer sind nach § 27 Abs. 2 WHG so zu bewirtschaften, dass ihr ökologisches Potenzial sowie ihr chemischer Zustand nicht verschlechtert (1.) werden, und ein gutes ökologisches Potenzial und chemischer Zustand erreicht und / oder erhalten werden kann (2).

Nach § 31 Abs. 2 Satz 1 WHG liegt ein Verstoß gegen die Bewirtschaftungsziele nicht vor, wenn (1.) die Zielverfehlung oder Verschlechterung auf einer neuen Veränderung der physischen Gewässereigenschaften oder des Grundwasserstands beruht, (2.) die Gründe für die Veränderung von übergeordnetem öffentlichen Interesse sind oder wenn der Nutzen der neuen Veränderung für die Gesundheit oder Sicherheit des Menschen oder für die nachhaltige Entwicklung größer ist als der Nutzen, den die Erreichung der Bewirtschaftungsziele für die Umwelt und die Allgemeinheit hat, (3.) die Ziele, die mit der Veränderung des Gewässers verfolgt werden, nicht mit anderen geeigneten Maßnahmen erreicht werden können, die wesentlich geringere nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt haben, technisch durchführbar und nicht mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden sind und (4.) alle praktisch geeigneten Maßnahmen ergriffen werden, um die nachteiligen Auswirkungen auf den Gewässerzustand zu verringern.

Für Küstengewässer gelten nach § 44 WHG die §§ 27 bis 31 WHG entsprechend.

Bei der Bewirtschaftung des Grundwassers nach § 47 Abs. 1 WHG ist eine „Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustands“ zu vermeiden. Es gelten darüber hinaus das Trendumkehrgebot (§ 47 Abs. 1 Nr. 2 WHG) und das Verbesserungsgebot zur Erreichung eines guten chemischen und mengenmäßigen Zustands (§ 47 Abs. 1 Nr. 3 WHG). Nach § 47 Abs. 3 Satz 1 WHG gilt für Ausnahmen von allen drei Bewirtschaftungszielen nach § 47 Abs. 1 WHG insbesondere § 31 Abs. 2 Satz 1 WHG entsprechend.

### **2.1.5 Oberflächengewässerverordnung (OGewV)**

Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20.06.2016 dient der Umsetzung der EU- WRRL 2006/60/EG (WRRL, 2006) sowie der mit ihr verbundenen Richtlinien 2008/105/EG (UQN-RL, 2008), 2009/90/EG, 2014/101/EU und des Beschlusses 2013/480/EU in nationales Recht.

Sie „dient dem Schutz der Oberflächengewässer (Still- und Fließgewässer, sowie der Übergangs- und Küstengewässer) und der wirtschaftlichen Analyse ihrer Nutzungen“ (§ 1 OGewV). Zur Sicherstellung / Erreichung eines guten ökologischen Zustands / Potentials der jeweiligen Wasserkörper wurden Qualitätskomponenten und Einstufungskriterien und Bewertungsverfahren für eine ökologische Bewertung (§ 5 in Verbindung mit Anlage 3 bis 7 OGewV) festgelegt. Die Bewertung des chemischen Zustands erfolgt nach den Umweltqualitätsnormen (UQN) nach § 6 in Verbindung mit Anlage 8 OGewV).

### **2.1.6 Grundwasserverordnung (GrwV)**

Die Grundwasserverordnung (GrwV) vom 9.11.2010 (zuletzt geändert am 12.10.2022) dient der Umsetzung der EU- WRRL 2006/60/EG (WRRL, 2006) sowie der mit ihr verbundenen Richtlinien 2006/118/EG (GWRL, 2006) und 2009/90/EG. Zuletzt geändert am 12.10.2022.

Sie dient dem Schutz des Grundwassers innerhalb definierter Grundwasserkörper und der wirtschaftlichen Analyse der Nutzungen. Ein guter chemischer und mengenmäßiger Zustand wird durch Bewirtschaftungspläne und die Festlegung und Umsetzung von Maßnahmenprogrammen erreicht. Die GrwV sieht für die Einhaltung eines guten chemischen Zustand Schwellenwerte (Anlage 2) vor (vgl. § 7 GrwV), die auch für die Prüfung einer Verschlechterung des chemischen Zustands maßgeblich sind. § 4 GrwV legt fest, nach welchen Kriterien der mengenmäßige Zustand eines Grundwasserkörpers als gut bzw. als schlecht einzustufen ist. Diese in § 4 GrwV genannten Kriterien geben zugleich die Maßstäbe für die Prüfung einer Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands vor. Daneben enthält die GrwV Vorgaben für die Trendermittlung (§ 10, § 11 in Verbindung mit Anlage 6).

### **2.1.7 Landeswassergesetz (LWG)**

Ergänzend zum WHG gilt auf Landesebene das Landeswassergesetz (LWG). Eine Novellierung des Landeswasserrechts des Landes Schleswig-Holstein (LWG S-H, 2019) wurde durch u.a. die neuen Anforderungen im Küsten- und Hochwasserschutz notwendig. Das am 13.11.2019 beschlossene und am 01.01.2020 in Kraft getretene Gesetz regelt u.a. die Gewässerbewirtschaftung und den Küsten- und Hochwasserschutz an Nord- und Ostsee.

### **2.1.8 Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL)**

Im Jahr 2007 ist die Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rats über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EU-HWRM-RL) in Kraft getreten. Mit Hilfe dieser Richtlinie sollen hochwasserbedingte Risiken für die menschliche Gesundheit, Umwelt und Infrastrukturen und Eigentum erkennen und verringern.

Die HWRM-RL wurde 2010 ins WHG übernommen und in nationales Recht überführt. Die Ausweisung und das Implementieren von Risiko- und Gefahrenflächen wird auf Länderebene durch das LWG geregelt. In Schleswig-Holstein wurde sich an den Flussgebietseinheiten orientiert.

Nach einer vorläufigen Hochwasserrisikobewertung wurden Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten für Fließgewässer und an Küsten erstellt und Hochwassermanagementpläne erarbeitet. Dieses fand im Zeitraum 2016- 2021 statt. Im Intervall von sechs Jahren findet eine Überprüfung der Maßnahmen statt. Es gilt auch veränderliche klimatische Bedingungen zu berücksichtigen. Die HWRM-Pläne stehen insofern in Verbindung mit den Bewirtschaftungsplänen der WRRL (§80 WHG), als dass Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser nicht dazu führen dürfen, dass Bewirtschaftungsziele der WRRL in den jeweiligen Wasserkörpern nicht erreicht werden können. Beide können zu positiven Verstärkungen führen, die im Sinn der WRRL-Artikel 4 die Erreichung der Umweltziele gewährleisten. Derzeit läuft der zweite Bewirtschaftungszyklus seit 2021 bis 2027.

Die im Zusammenhang mit der Fehmarnsundquerung geplanten Hochbauten werden in hochwasserangepasster Bauweise erstellt (Kapitel 3.1.1.3). Isoliert zu betrachtende Auswirkungen dieser hochwasserangepassten Bauweise auf Bewirtschaftungsziele der WRRL/des WHG sind nicht erkennbar. Die Auswirkungen werden im Rahmen der nachfolgenden Prüfung der bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkungen des Vorhabens mit abgeprüft.

### **2.1.9      Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK)**

Die Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zwischen dem Bund und den Küstenanrainer-Bundesländern zum Umgang mit Baggergut in Küstengewässern – Übergangsregelung- (GÜBAK, 2013) haben zum Ziel, einheitliche Maßstäbe und Kriterien für den Umgang mit Baggergut zu schaffen sowie negative Auswirkungen auf die Umwelt und legitime menschliche Nutzungen weitestgehend zu minimieren. Dabei sollen die Anforderungen des europäischen und nationalen Gewässer-, Meeres- und Naturschutzes erfüllt und zugleich wirtschaftliche Belange, wie Hafen- und Verkehrswirtschaft, Tourismuswirtschaft und Fischerei gewahrt werden. Zur Reinhaltung des Meeres und in Bezug auf die Ablagerung von Baggergut in der Hohen See, im Küstenmeer und in den inneren Gewässern gibt es folgende relevante internationale Meeresschutz-Übereinkommen, die von der Bundesrepublik Deutschland ratifiziert wurden und dadurch innerstaatliches Recht sind:

- a) LONDON- Übereinkommen (von 1972): Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (BGBl. II 1977, S.165)
- b) OSPAR- Übereinkommen (von 1992): Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (BGBl. II 1994, S.1355).
- c) HELSINKI- Übereinkommen (von 1992): Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (BGBl. II 1994, S. 1355).

Im Rahmen dieser Meeresschutz-Übereinkommen wurden spezielle Richtlinien für die ökologisch vertretbare Ablagerung von Baggergut in den jeweiligen Übereinkommensgebieten verabschiedet (LONDON 2000, OSPAR 2004, HELSINKI 1992). Sie sind bei Unterhaltungs-, Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Entsprechend den Übereinkommen sind die Vertragsstaaten verpflichtet, Baggergut nicht ohne Zulassungen oder andere Regelungen durch zuständige Behörden im Übereinkommensgebiet unterzubringen. Die abgeleiteten „Gemeinsamen Bestimmungen“ regeln die Anwendung der drei Baggergut-Richtlinien in den jeweils zuständigen Verwaltungen des Bundes und der Küstenländer. Die Richtlinien der internationalen Übereinkommen gelten nur für die Ablagerung von gebaggertem Material in das Gewässer. Die Mitgliedstaaten werden aber aufgefordert, auch beim Baggervorgang selbst auf eine Minimierung der Umweltauswirkungen hinzuwirken. Für diesen Zweck können die Ausführungen in Kapitel 8 der "Gemeinsamen Bestimmungen"



als Hilfestellung benutzt werden. Die GÜBAK sind in der Rechtsprechung als „Ausdruck fachkundlicher Expertise der Verwaltungen von Bund und Küstenländern“ anerkannt und können demnach für die Bewertung eines gesicherten Einbaus von Materialien in Gewässer auch unter der Geltung der WRRL herangezogen werden (vgl. BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, Az. 7 A 2.15, juris, Rn. 580).

#### **2.1.10 Mustergliederung für einen Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben an Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes**

Das EBA hat im Mai 2023 eine „Mustergliederung für einen Fachbeitrag zur WRRL bei Vorhaben an Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes“ herausgegeben, die den gesamten Prüfumfang eines solchen Fachbeitrags im Hinblick auf die Ziele der WRRL abbildet. Der Umfang und der Inhalt des Fachbeitrages in einem konkreten Vorhaben richten sich dabei allerdings nach dem Vorhandensein vorhabenbedingter Auswirkungen auf die Wasserkörper, die eine Prüfung des Verschlechterungsverbots und Verbesserungsgebots nötig machen. Demgemäß orientiert sich der vorliegende Fachbeitrag an dieser Mustergliederung, arbeitet alle darin abgefragten Informationen und Angaben ab und nimmt bei Bedarf projektspezifische Anpassungen vor.

#### **2.1.11 Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein**

In dem Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein (MEKUN, 2024) werden grundsätzliche Fragestellungen zum Fachbeitrag WRRL für jegliche Vorhaben, die Auswirkungen auf ein Gewässer haben können, beantwortet. Neben Fließgewässern, Seen und Übergangsgewässern werden auch Hinweise zum Grundwasser und zu den Küstengewässern gegeben. Dieser Leitfaden soll einerseits den unteren Wasserbehörden in Schleswig-Holstein als Hilfestellung bei der Beurteilung von Fachbeiträgen in Genehmigungsverfahren dienen. Andererseits können sich auch die Vorhabenträger und Planer direkt an den Empfehlungen orientieren. Der Leitfaden zeigt Möglichkeiten auf, den Fachbeitrag WRRL zu erstellen, gibt dabei aber keine zwingende und allgemeingültige Methodik vor. Der Leitfaden wurde 2024 überarbeitet und im Februar 2025 veröffentlicht (MEKUN, 2024). Die inhaltlich wesentlichen Änderungen beziehen sich dabei auf die Ergänzung einiger Wirkungen für Küstenwasserkörper. Diese wurden während der Bearbeitung des FB WRRL bereits identifiziert und in die Bewertung aufgenommen. Die formalen

Änderungen konnten aufgrund des bereits fortgeschrittenen Bearbeitungsstandes des FB–WRRRL FSQ nicht mehr umgesetzt werden, wobei sich dieser Fachbeitrag auch grundsätzlich an der Gliederung des EBA orientiert.

#### **2.1.12      Verfahrensvorschlag für die Prüfung der Vereinbarkeit von Vorhaben mit den Zielen nach §§ 45 a-f WHG (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL)**

In dem Verfahrensvorschlag des MELUND aus 2022 (MELUND, 2022b) wird eine mögliche Vorgehensweise für die Prüfung der Vereinbarkeit von Vorhaben mit den Zielen der §§ 45 a-f WHG (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL) vorgestellt. Es wird empfohlen, diesen Aspekt bei Vorhaben mit potenziellen Auswirkungen auf Küstengewässer separat in einem wasserrechtlichen Fachbeitrag zu bearbeiten. Dieser Empfehlung folgt die Vorhabenträgerin, indem die vorhabenbedingten Auswirkungen auf Meeresgewässer in einem eigenständigen Dokument bewertet werden. Das Dokument befindet sich in Unterlage 50.

#### **2.1.13      Begrifflichkeiten**

Wasserkörper sind nach § 3 Nr. 6 WHG definiert als „[...] einheitliche und bedeutende Abschnitte eines oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers (Oberflächenwasserkörper) sowie abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Grundwasserkörper).“ Zur ökologischen und chemischen Beurteilung eines Wasserkörpers sind repräsentative Messstellen durch die Bundesländer festgelegt. Diese sind bevorzugt an potenziellen Belastungsstellen, aber auch repräsentativ im Wasserkörper verteilt.

Grundwasser bezeichnet „das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht“ (§ 3 Nr. 3 WHG).

Der Begriff Oberirdische Gewässer bezeichnet nach § 3 Nr. 1 WHG das ständig oder zeitweilig in Betten fließende oder stehende oder aus Quellen wild abfließende Wässer.

Meeresgewässer sind Artikel 3 Nr. 1 MSRL:

a) „die Gewässer, der Meeresgrund und der Meeresuntergrund seewärts der Basislinie, ab der die Ausdehnung der Territorialgewässer ermittelt wird, bis zur äußersten Reichweite des Gebiets, in dem ein Mitgliedstaat gemäß dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen Hoheitsbefugnisse hat und/oder ausübt [...]“

b) Küstengewässer „im Sinne der Richtlinie 2000/60/EG, ihr Meeresgrund und ihr Untergrund, sofern bestimmte Aspekte des Umweltzustands der Meeresumwelt nicht bereits durch die genannte Richtlinie oder andere Rechtsvorschriften der Gemeinschaft abgedeckt sind.“

Ein Küstengewässer wird nach § 3 Abs. 2 Satz 2 WHG begrenzt durch die Küstenlinie bei mittlerem Hochwasser und der seewärtigen Begrenzung des Küstenmeeres. Die Bewirtschaftung in Flussgebietseinheiten begrenzt die Küstengewässer als eine Fläche „[...] auf der landwärtigen Seite einer Linie, auf der sich jeder Punkt eine Seemeile seewärts vom nächsten Punkt der Basislinie befindet, [...]“ (§ 7 Abs. 5 WHG).

Eine Umweltqualitätsnorm (UQN) ist nach § 2 Nr. 3 OGewV (3) die Konzentration eines bestimmten Schadstoffs / oder- gruppe, die sowohl im Wasser, Schwebstoffen, Sedimenten wie auch in der Biota nicht überschritten werden darf. Die UQN dient dem Gesundheits- und Umweltschutz.

Schwellenwerte sind nach § 1 Nr. 1 GrwV „[...] die Konzentration eines Schadstoffes, einer Schadstoffgruppe, oder der Wert eines Verschmutzungsindikators im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt werden.“

### Verschlechterungsverbot

Die WRRL und die diese ins deutsche Recht umsetzende OGewV bewertet für Oberflächenwasserkörper (OWK) den ökologischen Zustand/ Potenzial, sowie den chemischen Zustand. Eine ökologische Verschlechterung des Wasserkörpers liegt dann vor, wenn sich mindestens eine Biologische Qualitätskomponente (BQK) um eine Klasse verschlechtert, auch wenn diese Verschlechterung nicht zu einer schlechteren Einstufung des Wasserkörpers führt. Befindet sich bereits eine BQK in der geringsten Klasse, so führt jede Verschlechterung der BQK zu einer Verschlechterung des gesamten OWK (EuGH, Urteil vom 01.07.2015, C-461/13). Für die

Einstufung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials sind nach § 5 Abs. 4 Satz 1 OGewV die biologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nr. 1 i.V.m. Anlage 4 maßgeblich. Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 2 sowie die chemischen (Anlage 3 Nummer 3.1 i.V.m. Anlage 6 – sog. flussgebietsspezifische Schadstoffe) und die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 3.2 in Verbindung mit Anlage 7 der OGewV sind demgegenüber gemäß § 5 Abs. 4 Satz 2 OGewV lediglich unterstützend heranzuziehen. Das gilt auch für die Bewertung, ob ein bestimmtes Vorhaben zu einer Verschlechterung im Sinne der zitierten EuGH-Rechtsprechung führt (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, 7 A 2.15). Allerdings kann nach § 5 Abs. 5 Satz 1 OGewV der ökologische Zustand oder das ökologische Potenzial höchstens mäßig sein, wenn eine UQN oder mehrere UQN nach Anlage 3 Nummer 3.1 in Verbindung mit Anlage 6 nicht eingehalten werden.

Der chemische Zustand eines OWK gilt als verschlechtert, wenn mindestens bei einem Schadstoff die UQN (OGewV, Anlage 8) überschritten wird. Hat der Schadstoff die Norm bereits im Ausgangszustand überschritten, ist jede messbare (und dem Vorhaben eindeutig zuordenbare) vorhabenbedingte Konzentrationserhöhung des Stoffes als Verschlechterung anzusehen (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, 7 A 2.15).

Von einer projektbedingten Verschlechterung des chemischen Zustands eines Grundwasserkörpers ist sowohl dann auszugehen, wenn mindestens eine der Qualitätsnormen oder einer der Schwellenwerte im Sinne von Art. 3 Abs. 1 der Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (ABl. 2006 L 372 S. 19) (dies entspricht Anlage 2 GrwV) überschritten wird, als auch dann, wenn sich die Konzentration eines Schadstoffs, dessen Schwellenwert bereits überschritten ist, voraussichtlich erhöhen wird (EuGH-Urteil vom 28.05.2020, Rs. C-535/18).

Mit der Frage, unter welchen Voraussetzungen von einer Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands auszugehen ist, hat der EuGH sich in seinem Urteil vom 24.06.2021 in der Rechtssache C-559/19 befasst. Der EuGH hat sich darin der Auffassung der Generalanwältin Kokott angeschlossen und entschieden, dass der Begriff der „Verschlechterung“ im Kontext eines Grundwassers, das sich bereits in einem schlechten Zustand befindet, eine zusätzliche Steigerung des bereits bestehenden Defizits und damit eine gegenüber einer vorherigen Situation zunehmende Übernutzung voraussetzt (EuGH, Urteil vom 24.06.2021, Rs. C-559/19, juris, Rn. 49). Das Fehlen eines Gleichgewichts zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung bedeute, dass sich ein GWK nicht in einem guten mengenmäßigen Zustand befinde, stelle aber als solches keine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands dar. Der Erlass der Maßnahmen, die erforderlich sind, um dieses Gleichgewicht und damit einen guten Zustand des betreffenden Grundwasserkörpers zu erreichen, falle

unter das Verbesserungsgebot. Solange der Grad der Übernutzung eines GWK im schlechten mengenmäßigen Zustand nicht zunehme, liege somit keine Verschlechterung dieses Zustands vor.

Eine Verschlechterung im Sinne des § 47 Abs. 1 Nr. 1 WHG liegt jedenfalls so lange nicht vor, wie sich ein Grundwasserkörper in einem guten mengenmäßigen Zustand befindet und auch das beantragte Vorhaben an dieser Einstufung aller Voraussicht nach nichts ändern wird.

Maßgeblich zur Bewertung der Qualität des Wasserkörpers sind dessen repräsentative Messstellen. Das Bundesverwaltungsgericht hat im Urteil der Elbvertiefung (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, 7 A 2.15) konkretisiert, dass eine lokale Eintragsquelle nur dann die Qualität des Wasserkörpers mindert, wenn diese Verschlechterung an den repräsentativen Messstellen des Wasserkörpers oder des benachbarten Wasserkörpers nachgewiesen wird. Lokal begrenzte Veränderungen sind für die Bewertung des Wasserkörpers im Sinne der WRRL nicht relevant. Im Monitoring von KWK werden gemäß dem „Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein“ (Kap. 7.5) bei einzelnen biologischen QK zum Teil größere Flächen beurteilt oder die Untersuchungen werden entlang von Linien (Transekten) oder an mehreren Punkten einer definierten Fläche vorgenommen, wie z. B. beim Monitoring der marinen Makroalgen und Angiospermen („Makrophyten“). Die Untersuchungsergebnisse werden dann zusammengeführt und für einen zentralen Punkt innerhalb des KWK (Infopunkte) angegeben. Bei der Auswirkungsprognose ist zudem in Bezug auf die Messstelle den Besonderheiten eines KWK gegenüber denen von Fließgewässern Rechnung zu tragen. Denn bei KWK kann nicht davon ausgegangen werden, dass es eine feste Fließrichtung gibt. Vielmehr kann eine Vorhabenauswirkung auf Grund der momentanen Verhältnisse, z. B. der Strömungsrichtung und -geschwindigkeit, nicht oder nur eingeschränkt oder aber übermäßig durch eine repräsentative Messstelle abgebildet werden.

Für GWK sind bei der Prüfung des Verschlechterungsverbots die an jeder Überwachungsstelle gemessenen Werte individuell zu berücksichtigen (EuGH, Urteil vom 28.05.2020, C-535/18). Diese für die Überwachung des Verschlechterungsverbots maßgeblichen Messstellen müssen so platziert sein, dass sie „eine kohärente und umfassende Übersicht über den chemischen Zustand des Grundwassers in jedem Einzugsgebiet ermöglichen“ und „repräsentative Überwachungsdaten liefern“ (EuGH, a.a.O., Rn. 114). Das Anknüpfen einer Verschlechterung an jede einzelne Überwachungsstelle ist nach dem EuGH nur deshalb (und nur dann) gerechtfertigt, wenn „schon die Nichterfüllung einer Qualitätskomponente an einer einzigen Überwachungsstelle [zeigt], dass zumindest bei einem erheblichen Teil eines Grundwasserkörpers eine Verschlechterung des chemischen Zustands im Sinne von Art. 4 Abs. 1 Buchst. b Ziff. i der Richtlinie 2000/60 vorliegt“ (EuGH, a.a.O., Rn. 115; dies bestätigend BVerwG, Urteil vom 21.11.2023, Az. 9 A 11.21, juris, Rn. 49).

Ob ein Vorhaben eine Verschlechterung im vorstehend dargelegten Sinne bewirken kann, beurteilt sich nicht nach dem für das Habitatrecht geltenden besonders strengen Maßstab, wonach jede erhebliche Beeinträchtigung ausgeschlossen sein muss, sondern nach dem allgemeinen ordnungsrechtlichen Maßstab der hinreichenden Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts. Eine Verschlechterung muss daher nicht ausgeschlossen, aber auch nicht sicher zu erwarten sein (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, 7 A 2.15, Rn. 480; Urteil vom 04.06.2020, 7 A 1.18, Rn. 113).

Art. 7 Abs. 3 WRRL ergänzt das allgemeine Verschlechterungsverbot des Art. 4 Abs. 1 WRRL, indem er vorgibt, dass die Mitgliedstaaten für den erforderlichen Schutz der ermittelten Wasserkörper sorgen, um eine Verschlechterung ihrer Qualität zu verhindern und so den für die Gewinnung von Trinkwasser erforderlichen Umfang der Aufbereitung zu verringern (Bayerischer Verwaltungsgerichtshof, Beschluss vom 29.04.2024, Az. 8 CS 23.2243, juris, Rn. 7). Daher ist zu prüfen, ob durch das Bauvorhaben der Aufbereitungsaufwand für die Trinkwasserversorgung steigt. Für die entsprechende Beurteilung wird die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) herangezogen.

#### Beurteilung der Verschlechterung

Das Bundesverwaltungsgericht hat in mehreren Entscheidungen für die Praxis wichtige Aussagen zur Zurechenbarkeit rechnerisch ermittelbarer Beeinflussungen der biologischen und chemischen Qualitätskomponenten zu einem bestimmten Vorhaben getroffen.

So können zunächst nur messbare Erhöhungen der Schadstoffkonzentration zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands eines Wasserkörpers führen (BVerwG, Urteil vom 11.07.2019, Az. 9 A 13.18, juris, Rn. 225). Auf eine nur rechnerisch ableitbare Erhöhung der Parameter, die aber messtechnisch nicht nachweisbar ist, kann es daher nicht ankommen, wobei sich allerdings die Anforderungen an die Analysemethoden an den normativ festgelegten UQN/Grenzwerten ausrichten müssen (vgl. dazu BVerwG, Urteil vom 04.06.2020, Az. 7 A 1.18, juris, Rn. 111).

Nicht mess- und beobachtbare Veränderungen werden vom Bundesverwaltungsgericht als „*Bagatelle*“ bezeichnet. Im vorliegenden Fachbeitrag wird im Folgenden in diesem Fall die Einschätzung „unerhebliche Veränderung“ verwendet.

Darüber hinaus können auch messbare Änderungen, namentlich bei dynamischen Parametern, im Rahmen der Verschlechterungsprüfung zu vernachlässigen sein, wenn sie in Relation zur natürlichen Band- oder Schwankungsbreite nicht ins Gewicht fallen (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, Az. 7 A 2.15, juris, Rn. 533).

Messbare Veränderungen von Parametern durch ein Vorhaben, die sich im natürlichen Band- und Schwankungsbereich des Parameters bewegen, werden im vorliegenden Fachbeitrag als „geringfügig“ eingestuft. Aufgrund der natürlichen Schwankungen ergeben sich keine Verschlechterungen der biologischen QK.

Die Beurteilung einer Verschlechterung erfolgt für messtechnisch- und methodisch nachweisbare und beobachtbare Veränderungen der Qualitätskomponenten außerhalb der natürlichen Band- und Schwankungsbreiten, die auf das Bauvorhaben zurückzuführen sind. Diese werden als „signifikant“ eingestuft.

Solchermaßen signifikante Veränderungen, die im oben skizzierten Sinne lokal begrenzt sind und sich nicht an einer repräsentativen Messstelle oder einer Messstelle für die BQK auswirken (vgl. dazu zuletzt BVerwG, Urteil vom 21.11.2023, 9 A 11.21, juris, Rn. 49), werden als „lokal begrenzt“ eingestuft. Sie stellen ebenso wie die unerheblichen und die geringfügigen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

#### Verbesserungsgebot / Zielerreichungsgebot

Alle Oberflächen- und Küstenwasserkörper sind so zu bewirtschaften, dass ein guter ökologischer und chemischer Zustand, oder bei erheblich veränderten und künstlichen ein gutes ökologisches und chemisches Potenzial, erreicht wird und erhalten bleibt (WHG §§ 27, 44).

Grundwasserkörper sind nach § 47 WHG so zu bewirtschaften, dass ein guter chemischer und mengenmäßiger Zustand erreicht wird bzw. erhalten bleibt. Zur Erreichung dieser Ziele werden in Bewirtschaftungszyklen Bewirtschaftungsziele festgesetzt und die dazu erforderlichen Maßnahmen in Maßnahmenprogrammen festgelegt.

Ein Vorhaben muss dahingehend geprüft werden, ob es die Erreichung des guten ökologischen, chemischen oder mengenmäßigen Zustands des Wasserkörpers bzw. das im jeweiligen Bewirtschaftungsplan festgelegte Ziel zu dem maßgeblichen Zeitpunkt gefährdet. Für die Prüfung ist daher am Maßnahmenprogramm anzuknüpfen und zu prüfen, ob die darin vorgesehenen Maßnahmentypen und die ergänzend vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen durch das Vorhaben ganz oder teilweise behindert bzw. erschwert werden (BVerwG, Urteil vom 09.02.2017, 7 A 2.15, Rn. 584). Summationseffekte mit anderen Vorhaben sind dabei nicht zu betrachten (BVerwG, a.a.O., Rn. 593 f.).

Das Trendumkehrgebot (§ 47 Abs. 1 Nr. 2 WHG) – bildet das dritte Bewirtschaftungsziel für Grundwasserkörper. § 10 Abs. 1 GrwV beschränkt die Trendermittlungspflicht der zuständigen Behörden auf diejenigen GWK, die als gefährdet eingestuft wurden. Das sind nach § 3 Abs. 1 GrwV diejenigen GWK, bei denen das Risiko

besteht, dass sie die Bewirtschaftungsziele nach § 47 WHG nicht erreichen. Daraus ergibt sich, dass Trends außerhalb ermittelter gefährdeter Gebiete nicht erfasst werden, also auch nicht umgekehrt werden können. Auf solche, mit Blick auf das Trendumkehrgebot nicht klassifizierten GWK ist demnach § 47 Abs. 1 Nr. 2 WHG nicht anwendbar. Für als gefährdet eingestufte GWK ist – ähnlich wie beim Verbesserungsgebot – zu prüfen, ob das Vorhaben den für die Trendumkehr in der Bewirtschaftungsplanung vorgegebenen Maßnahmen erschwert oder diese unmöglich macht

#### Phasing out – Verpflichtung

Art. 16 WRRL verpflichtet alle Mitgliedstaaten die Verwendung, Einleitung und Emission prioritärer Schadstoffe in die Umwelt schrittweise zu beenden. Eine eigenständige Prüfung des Eintrags prioritärer oder prioritärer gefährlicher Stoffe in OWK oder KWK erfordert dies nicht. Die Phasing-Out-Verpflichtung für prioritäre Stoffe nach Art. 4 Abs. 1 lit. a) Ziff. iv.) i.V.m. Art. 16 Abs. 8 Satz 1 WRRL wurde bislang nicht in einer vollziehbaren Weise konkretisiert, so dass zwingende Vorgaben zur schrittweisen Verringerung nicht bestehen (vgl. BVerwG, Urteil vom 02.11.2017, Az. 7 C 25.15, juris, Rn. 51 ff.; OVG NRW, Urteil vom 01.06.2023, Az. 20 D 377/21.AK, juris, Rn. 101 f.; VGH Baden-Württemberg, Urteil vom 28.11.2023, Az. 3 S 821/21, juris, Rn. 160). Die subsidiäre Verpflichtung der Mitgliedstaaten zur Ergreifung eigener Maßnahmen nach Art. 16 Abs. 8 Satz 2 WRRL findet mangels Unbedingtheit und hinreichender Bestimmtheit in konkreten Zulassungsverfahren ebenfalls keine unmittelbare Anwendung (vgl. BVerwG, Urteil vom 02.11.2017, Az. 7 C 25.15, juris, Rn. 56). Auch verfahrensrechtlich besteht derzeit keine Verpflichtung, den Eintrag prioritärer Stoffe in OWK gesondert zu prüfen (vgl. BVerwG, Urteil vom 24.02.2021, Az. 9 A 8.20, juris, Rn. 85). Dies gilt auch für den Eintrag prioritärer gefährlicher Stoffe, die das Unionsrecht als Unterfall der prioritären Stoffe behandelt (VGH Baden-Württemberg, Urteil vom 28.11.2023, Az. 3 S 821/21, juris, Rn. 160).



## **2.2 Datengrundlagen und Methodik**

### **2.2.1 Datenquellen**

Für die Bearbeitung des FB-WRRL wurden vom Vorhabenträger folgende Planfeststellungsunterlagen bereitgestellt:

- Erläuterungsbericht zum Vorhaben (Unterlage 1)
- Übersichtskarten und Pläne (Unterlage 2)
- Bauwerkspläne (Unterlage 7)
- Baustelleneinrichtungs- und -erschließungspläne (Unterlage 10)
- Erläuterungsbericht der wassertechnischen Berechnungen und Entwässerungslageplänen (Unterlage 12)
- Umweltverträglichkeitsstudie (Unterlage 16)
- Landschaftspflegerischer Begleitplan (Unterlage 17)
- FFH-Unterlagen (Unterlage 18)
- Unterlage für wasserwirtschaftliche Belange (Unterlage 27)
- Bodenbewertungs- und Entsorgungskonzept (Unterlage 38)
- Bodenschutzkonzept (Unterlage 39)
- Geotechnische Berichte (Unterlage 41)
- Kartierung Marin (Unterlage 47)
- Unterlage für die Einleitung von Niederschlagswasser in öffentliche Abwasseranlagen (Unterlage 49)
- Berichte zum hydrogeologischen Modell und Ergebnisdateien (Unterlage 51)

Neben den Daten, die von den Vorhabenträgern zur Verfügung gestellt wurden, wurden weitere Angaben des Landes Schleswig-Holstein für den Fachbericht verwendet. Zu nennen sind:

- Geodaten und inhaltliche Daten zum Themenbereich Wasser, Boden und Geologie des Umweltportals Schleswig-Holstein (MEKUN, 2023),
- Biotopkartierung Schleswig-Holstein (MELUND, 2023 und LLUR, 2022a),
- Auskünfte des Wasserzweckverbandes (ZVO, 2023, WBV, 2022),

- Datenbereitstellung des LfU - Chemische Analysewerte und Daten der biologischen Qualitätskomponenten der Küstenwasserkörper (LfU, 2023a-b) und Grundwasserstamm- und Analysedaten (LLUR, 2022a-c),
- die Landnutzungsdaten des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG, 2018)
- Vieljährige Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2023),
- Langjährige Daten zu den Niederschlagsmengen (LLUR, 2021a),
- Meteorologische Daten Wetterstation Fehmarn und Großenbrode (WetterKontor, 2023),
- Wasserkörpersteckbriefe des Bundesamtes für Gewässerkunde (BfG, 2022),
- Wasserkörpersteckbriefe des Landes Schleswig-Holstein (MELUND, 2021a).

Des Weiteren wurden durch die VHT beginnend im März 2023 bis April 2024 weitere monatliche Untersuchungen (Laufzeit 1 Jahr) im Küstenwasser und im Sediment durchgeführt. Diese fanden an den vorhandenen vier repräsentativen Messstellen der sieben, vom Bauvorhaben potenziell beeinflussten, Küstenwasserkörper statt.

Für die Bewertung der KWK in den Wasserkörpersteckbriefen werden von LfU die Daten (Sediment, Chemie, biologische QK, APC) an Landesmessstellen erhoben, welche entsprechend auf die repräsentativen Messstellen nach WRRL übertragen werden (siehe Kapitel 4.6.1). Die Daten der entsprechenden Messstellen gemäß Kapitel 4.6.1 Tabelle 25 sowie die Daten des ergänzenden Monitorings wurden für die in Kapitel 2.2.3 beschriebenen Berechnungsmethoden als IST-Zustand für die jeweiligen KWK angenommen. Zu beachten ist hier, wenn sowohl durch (LfU, 2023b) und durch das ergänzende Monitoring die gleichen Parameter bestimmt worden sind, wurden die Daten des (LfU, 2023b) verwendet, da diese deutlich geringe Bestimmungsgrenzen aufwiesen.

Westlich der geplanten Trasse durch den marinen Fehmarnsund wurde im Jahr 2024 eine Verlegung von 110 kV Kabelsystemen (DB Netz AG, 2023a) durchgeführt. Die Baggerarbeiten begannen nach Beendigung der Untersuchungen, eine Beeinflussung der Messungen wird ausgeschlossen.

Im Zusammenhang mit Baugrunduntersuchungen (Unterlage 41) wurden im Umfeld der künftigen Trogbauwerke im Auftrag der VHT 9 Grundwassermessstellen beprobt. Die Analyse der Proben im Rahmen der

Baugrundgutachten erfolgte mit dem Ziel der Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität und ausgewählter Einleitparameter. Zur umfassenderen Bewertung von Grundwassereinleitungen im FB-WRRL wurden ergänzend im Oktober und November 2024 erneute Beprobungen der Messstellen durchgeführt und die Proben auf Hauptionen, ausgewählte Halb- und Schwermetalle, Nährstoffe, abfiltrierbare Stoffe und die organischen Schadstoffgruppen BTEX, LHKW und PAK untersucht (Anlage 2).

## **2.2.2 Modelle**

### **2.2.2.1 Hydronumerische Modellierung**

Als Grundlage der Bewertungen der Auswirkungen von Nassaushub und Nassbaggergutverbringung wurde eine hydronumerische Modellierung (Unterlage 51.02) des Fehmarnsundes und der angrenzenden Gewässer vorgenommen. Die mit der Modellierung durchgeführten Untersuchungen betrachten die Schutzgüter Hydrografie Morphologie und Sedimente, Schwebstoffe und die Küstenmorphologie im Bereich des Fehmarnsunds. Im Einzelnen wurden dabei die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- Die Hydrografie beschreibt die Parameter Wasserstand, Strömung, Salzgehalt, Temperatur und See-gang, die den Wasserkörper physikalisch beschreiben,
- Für das Schutzgut Morphologie und Sedimente des Meeresbodens werden das Transportverhalten der Sedimente und Transportraten betrachtet. Hieraus lassen sich lokale Erosionen und Ablagerungen ermitteln.
- In der Wassersäule gelöste Schwebstoffe werden als Teil der Wasserqualität untersucht. Die gelösten Schwebstoffe haben einen großen Einfluss auf die Lichtdurchlässigkeit im Gewässer, die sich wiederum auf die biologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 1 in Verbindung mit Anlage 4 der OGewV auswirken können.
- Weiterhin wird die Küstenmorphologie betrachtet, die den Sedimenttransport speziell im Küstenbereich untersucht. Auf Grundlage des Sedimenttransportes entlang der Küste kann die Form und Verschiebungen der Küstenlinie bewertet werden (Unterlage 51.02).

Zur Beurteilung der hydrodynamischen Situation im Untersuchungsgebiet werden die Parameter Wasserstand, Durchfluss, Strömungsgeschwindigkeit und - richtung, Salzgehalt, Temperatur und Dichte betrachtet. Zur Berechnung der Parameter wird die Modellsoftware MIKE 3 HD FM genutzt. Das Programmsystem MIKE

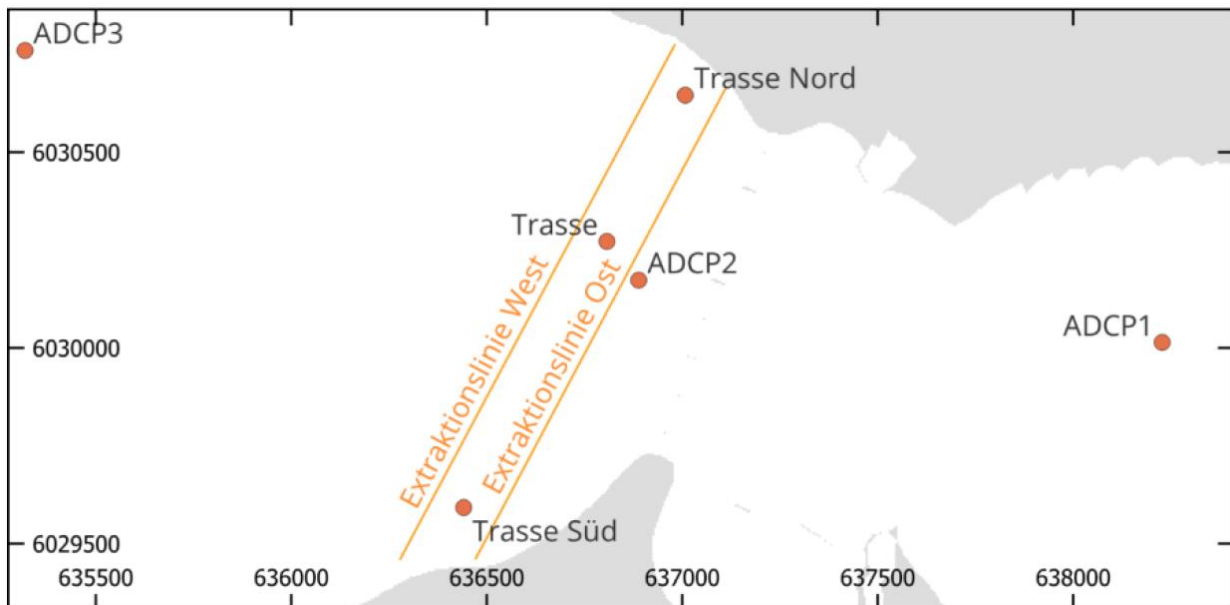
3 Hydrodynamic Module (HD) Flexible Mesh (FM; Flexible Mesh = unstrukturiertes Netz) wurde speziell für die Modellierung von dreidimensionalen, instationären Strömungsprozessen mit freier Oberfläche unter Berücksichtigung viskoser Effekte bei Newtonschen Fluiden (z.B. Wasser) in Ästuaren und Fließgewässern entwickelt (Unterlage 51.02).

Zur Beurteilung des Seegangs im Untersuchungsgebiet werden die Parameter Wellenhöhe, Wellenperiode und Wellenrichtung betrachtet. Zur Berechnung der Parameter wird die Modellsoftware MIKE 21 SW FM genutzt. MIKE 21 Spectral Waves (SW) Flexible Mesh (FM) ist ein spektrales Windwellenmodell, das unstrukturierte Gitter nutzt. Das Modell simuliert das Wachstum, den Abfall und die Transformation von Windwellen und Dünung in Offshore- und Küstengebieten (Unterlage 51.02).

Zur Beurteilung der Dynamik der Sohlformen und der sandigen Sedimente im Untersuchungsgebiet werden Erosion, Ablagerung und Sedimenttransport bewertet. Zur Berechnung der Parameter wird die Modellsoftware MIKE 21 FM ST genutzt. Das Sandtransport-(ST-)Modul von MIKE 21 FM beschreibt deterministisch Erosion, Transport und Ablagerung von Sand unter Einwirkungen von Strömungen und/oder Wellen. Es wird für Untersuchungen nicht-kohäsiver Sedimente angewandt. Die Sedimenttransportfelder wurden mit Hilfe des Wasserstandes, tiefengemittelter Strömungen und Wellen berechnet. Es berücksichtigt Geschiebetransport sowie den Transport von in Suspension befindlichen Sedimenten. Das Modul wird in ufernahen Bereichen sowie Ästuaren und Flüssen angewandt (Unterlage 51.02).

Für die Ermittlung des Schwebstofftransportes wird ein weiteres Modell, erstellt mit der Modellsoftware MIKE 3 FM MT verwendet. Das Mud-Transport-(MT-; MT: Schlick-Transport) Modul von MIKE 3 FM dient zur numerischen Abbildung von kohäsiven und nicht-kohäsiven Sedimenttransportprozessen und der zugehörigen morphologischen Veränderung an der Gewässersohle (Unterlage 51.02).

Die Auswertung der Modellergebnisse erfolgt neben flächigen, zweidimensionalen Betrachtungen, in den die Unterschiede zwischen dem Plan- und dem Ist-Zustand ausgewiesen werden, ebenfalls an Zeitreihen, die an verschiedenen Punkten im Untersuchungsgebiet miteinander verglichen werden. Dabei werden die minimalen, mittleren und maximalen Veränderungen der einzelnen Parameter tabellarisch aufgeführt (Unterlage 51.02). Die Lage der Extraktionspunkte und -linien ist in Abbildung 2 dargestellt.



**Abbildung 2:** Lage der Extraktionspunkte und -linien der hydronumerischen Modellierung aus (Unterlage 51.02)

#### 2.2.2.2 Grundwasserströmungsmodellierung

Die Modellierung der Grundwasserströmung erfolgte mit der Software GGU-2D-SSFLOW (Unterlage 27.02). Das Programm nutzt die Finite-Element-Methode und kann in zwei Systeme unterschieden werden. Bei einem horizontal ebenen System wird die Grundwasserströmung als Draufsicht und bei einem vertikal ebenen System mittel vertikalen Schnittes modelliert. Die Modellierung erfolgte hier mittels des horizontal ebenen Systems.

Die Modellierung erfolgte unter Ansatz einfacher Randbedingungen zur Darstellung der Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsbereich. Zur Erstellung des Modells wurde ein vereinfachtes Baugrundmodell basierend auf den durchgeführten Erkundungsergebnissen erstellt (Unterlage 27.02).

Für die durchgeführten Betrachtungen wurden hier zunächst die natürlichen Strömungsverhältnisse in beiden Grundwasserkörpern Kossau/Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) modelliert. Anschließend erfolgte die Modellierung mit den Bauwerken als ein wasserundurchlässiges Hindernis. Abschließend wurden beide Zustände miteinander verglichen und entsprechend ausgewertet. Dabei wurden sowohl für das Festland als auch für den Bereich auf der Insel Fehmarn ein separates Modell erstellt und entsprechend ausgewertet (Unterlage 27.02). Die Modellierung betrachtet die größten möglichen Auswirkungen auf das

Grundwasser durch das fertige Bauwerk. Gemäß (Unterlage 27.02) sind für den bauzeitlichen Zustand keine größeren Auswirkungen zu erwarten.

### **2.2.3      Berechnungsmethoden**

#### **2.2.3.1      Stoffliche Auswirkungen der Einleitungen gelöster Stoffe auf die zu betrachtenden Wasserkörper (Wasser)**

Im Gegensatz zur Berechnung von Auswirkungen der Einleitungen aus Straßenflächen in Fließgewässer (FGSV, 2021) stehen für die Berechnung der Auswirkungen von Einleitungen in durchströmte Küstenwasserkörper sowie zu den Auswirkungen von Einleitungen aus Gleisbereichen keine standardisierten Berechnungsverfahren zur Verfügung. Daher wurde durch die ARGE J&J eine an die Verfahren für Fließgewässer angelehnte Berechnungsmethodik abgeleitet.

Mit der Veröffentlichung der Teile 1 (12/2020), 2 (12/2020), 3 (10/2021) und 4 (3/2022) der Regelwerksreihe DWA-A/M 102 liegt nunmehr ein qualifiziertes Instrument zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer vor. Diese Arbeits- und Merkblattreihe widmet sich den wasserwirtschaftlichen Anliegen des Gewässerschutzes und beinhaltet u. a. emissions- und immissionsbezogene Grundsätze und Vorgaben zum Umgang mit niederschlagsbedingten Abflüssen.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht muss sichergestellt sein, dass Einleitungen aus Bahnanlagen auch außerhalb von Siedlungsgebieten keine nachteiligen Effekte auf Oberflächengewässer verursachen. Die Regelwerksreihe kann daher auch im Rahmen der Prüfung der Vereinbarkeit von Gewässerbenutzungen mit den Bewirtschaftungszielen herangezogen werden, indem es Anhaltspunkte für die Belastung bzw. Nichtbelastung von Niederschlagswasser bietet. Soweit nach der Regelwerksreihe von nicht behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser ausgegangen werden kann, ist auch eine Verschlechterung im Sinne von § 27 WHG auszuschließen.

Das Merkblatt DWA A 102 findet gemäß (FEB, 2024) des EBA auch außerhalb von Siedlungsgebieten Anwendung. Der gesamte Planungsbereich des PFA besteht mit Ausnahme des Tunnels und Bereichen in den Trögen aus Gleisanlagen mit Schotteroberbau auf freier Strecke mit bis 100.000 BRT (Bruttoregistertonnen)/(Tag \* Gleis) und wird damit gemäß Anhang A.1 der DWA-A 102-2 als Flächengruppe BG1 eingestuft, die der Belastungskategorie I (gering belastetes Niederschlagswasser, keine Behandlung erforderlich) entspricht.

Dadurch wird die emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 im Bereich mit Schotteroberbau stets bestätigen, dass das Niederschlagswasser nicht behandelt werden muss, sodass ein immissionsbezogener stofflicher Nachweis gemäß DWA M 102 Teil 3 nicht erforderlich ist. Die Bereiche der festen Fahrbahn (Tröge und Tunnel) werden als Flächengruppe BG2 eingestuft, die der Belastungskategorie II (mäßig belastetes Niederschlagswasser) entsprechen, wo ggf. eine Vorbehandlung vor Einleitung notwendig ist.

In den Gleisanlagen finden regelmäßig Vegetationskontrollen zur Erhaltung der Funktion des Schotterbettes und der Sicherheit des Eisenbahnbetriebes statt. Die chemische Vegetationskontrolle erfolgt zudem nach der Rahmenrichtlinie Integrierter Pflanzenschutz und den Leitlinien zum Integrierten Pflanzenschutz, die im Regelwerk der DB verankert sind. Diese orientieren sich inhaltlich an den Vorgaben der EU-Richtlinie 2009/128/EG, Anhang III über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden, um die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln noch sicherer zu machen. Die Deutsche Bahn verwendet die vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) speziell für diesen Bereich zugelassenen Produkte. Entsprechend der Produktzulassung hält sich die Deutsche Bahn sowohl an die Anwendungsvorschriften des BVL als auch an die gesetzlichen Vorgaben, die bei Verwendung von Pflanzenschutzmitteln zu beachten sind. Zusätzlich zu den gegenwärtig bereits seit längerem zugelassenen Herbiziden, hat das BVL Anfang 2023 die Anwendung des Wirkstoffs Pelargonsäure für den Gleisbereich genehmigt. Zusätzlich hat das EBA Studien in Auftrag gegeben, um den Eintrag u.a. von Herbiziden ins Grundwasser, wie auch in Oberflächenwasser zu erfassen. Der Forschungsbericht der chemischen Zusammensetzung der Gleiswässer kam zu dem Schluss, dass nur im unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang Herbizide im Gleisschotter nachgewiesen werden konnten. Auch sank die Herbizidkonzentration mit zunehmender Entfernung zum Gleisbett. Während im unmittelbaren Sickerwasserbereich Pflanzenschutzmittel und ihre Abbauprodukte nachgewiesen wurden, gelangten diese nicht in das Grundwasser. Teilweise wurden nach der Vegetationskontrolle ein Abschwemmen in querende Oberflächengewässer nachgewiesen. Untersuchungen an Gleiswässern in der Schweiz (Braun, 2013) kommen zu ähnlichen Ergebnissen.

Seit 2023 verzichtet die Deutsche Bahn auf den Einsatz von Glyphosat. Solange sich alternative Verfahren noch im Zulassungsprozess bzw. Entwicklungsstadium befinden, wird die DB auf den Einsatz anderer für den Gleisbereich zugelassener Herbizide zurückgreifen (z.B. Pelargonsäure und Bodenherbizide). Im Gleisbereich des PFA FSQ ist geplant, Pelagonsäure in Verbindung mit weiteren chemischen und mechanischen Methoden einzusetzen. Pelagonsäure ist eine Fettsäure die u.a. aus Rapsöl gewonnen wird. Ein Ölfilm legt sich auf die

Epidermis der Pflanzen und diese stirbt ab. Die Wirkung des Einsatzes hält 4 bis 8 Wochen an. Die Substanz wird als leicht biologisch abbaubar beschrieben.

Es bedarf weiterhin eines guten Umganges bei der Durchführung der Vegetationskontrolle, wie die Durchführung bei geeigneten Wetterbedingungen, d.h. an Tagen ohne Niederschläge und bei Windstille um ein Abschwemmen und eine Verdriftung der Stoffe zu vermeiden. Auch findet der Herbizidauftrag flächengenau im Schotterbett und an den angrenzenden Randflächen statt. An Bauwerken wie Brücken, Gewässerquerungen und Tunnel ist keine Behandlung vorgesehen.

Auf Basis des derzeit durch die DB eingesetzten Herbizids Pelagonsäure erfolgt nach Abstimmung mit der DB InfraGO AG die Einstufung in die Belastungskategorie 1 aufgrund eines Verkehrsaufkommens von < 100.000 BRT gemäß Regelwerk DWA-A 102-2, da für diese Herbizide keine Immissionsanforderungen in der OGewV definiert sind (Fußnote 9, S. 78, DWA-A 102-2). Für Regenwasserabflüsse der Belastungskategorie 1 ist keine Behandlung erforderlich, da der flächenspezifische Stoffabtrag  $b_{Ra, AFS63}$  für Flächen der Belastungskategorie 1 280 kg/(ha\*a) beträgt und somit dem zulässigen Wert nach DWA-A 102-2 entspricht.

Hieraus ergibt sich, dass für die angeschlossenen Flächen der Entwässerungsanlagen mit Gleisschotter entlang der PFA FSQ keine stoffliche Relevanz nach DWA-A/M 102-2/3 erwächst. Die Auswirkungen der nur hier stattfindenden Vegetationskontrolle können demnach vernachlässigt werden und werden in der Auswirkungsprognose nicht weiter betrachtet.

Da im Vorhaben Einleitungen in berichtspflichtige Gewässer (Küstenwasserkörper) gemeinsam aus Straße und Bahn erfolgen und bei der Bahn sowohl die Flächengruppen BG I als auch BG II vorliegen, werden die Auswirkungen der verbliebenen Schadstoffe auf die berichtspflichtigen Gewässer und das Grundwasser kumulativ berechnet und bewertet.

Die Entwässerungen der Straßen und Schienenbauwerke werden sowohl im Bau- als auch im Betriebszustand in Regenrückhaltebecken (Straße und Bahn) und Retentionsfilteranlagen (Straße) und bei der Flächengruppe BG2 (Bahn) zur Vorbehandlung über Absetzbecken geleitet und als Drosselabfluss in nicht-berichtspflichtige Gräben abgeführt. Dadurch kommt es zu einer weitestgehend gleichmäßigen Einleitmenge und Konzentration der eingeleiteten Stoffe. Spitzenabflüsse und -konzentrationen werden vermieden.



Im jährlichen Verlauf kommt es daher lediglich bei dem Parameter Chlorid aus dem Tausalzeintrag der Straße zu veränderten stofflichen Zusammensetzungen des eingeleiteten Niederschlagsabwassers aus den Entwässerungsanlagen.

Die Zusammensetzung des Straßenabwassers für mittlere und hohe Belastungen ist in Tabelle 1 aufgeführt (FGSV, 2021). Die mittlere Belastung und die hohe Belastung der Gleiswässer (Braun, 2013) sind in Tabelle 2 gelistet. Hierbei handelt es sich um eine Studie aus der Schweiz. Die von Bahn- (Bestands-)Strecken ausgehenden Belastungen in Deutschland werden derzeit noch untersucht. Mit (DSFZ, 2022) liegt ein Forschungsbericht zu Gefährdungspotentialen von Bahnstrecken vor. Es zeigte sich bei der Analyse der Bodenproben, dass insbesondere bei Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Mangan (Mn) sowie Nickel (Ni) eine eindeutige Abnahme der Gehalte mit zunehmender Gleisentfernung vorliegt. Für die Elemente Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Zink (Zn) trifft dieses nicht zu. Hier lassen die Ergebnisse bisher keinen eindeutigen räumlichen Bezug zum System Schiene zu. Dementsprechend waren auch die Ergebnisse der Sickerwasser-, Grund- und Oberflächenwasserproben nur hinsichtlich eines Gefährdungspotentials und nicht bzgl. der Eintragskonzentrationen bewertbar. Kohlenwasserstoffe in den bei den Untersuchungen des Forschungsberichtes in Gleisnähe gefundenen höheren Konzentrationen werden zum einen auf unvollständige Verbrennungsprozesse bei Dieselloks zurückgeführt und zum anderen auf imprägnierte und historisch verwendete Holzschwellen, die zu einer Anreicherung von PAK im Boden geführt haben. Für die Errichtung der Schienenstrecke FSQ werden ausschließlich Betonschwellen bzw. eine feste Fahrbahn aus Beton verwendet. Die Bestandsstrecke wird rückgebaut. Der Eintrag von PAK aus Teerölen (zur Behandlung von Holzschwellen) wird daher ausgeschlossen, die Emissionen werden im Vergleich zur Ausgangssituation bei PAK vorhabenbedingt verbessert. Eine mögliche Emission über Mineralölkohlenwasserstoffe ist zu vernachlässigen, da Bremssysteme von Schienenfahrzeugen konstruktiv als Druckluftbremssysteme ausgestattet sind. Für die in (DSFZ, 2022) gelisteten relevanten schienenbedingten Einträge aus Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu) sowie Nickel (Ni) liefert (Braun, 2013) Konzentrationsbereiche, die für die Berechnung der Auswirkungen herangezogen werden. Die Umweltrelevanz von Mangan (Mn) ist gering. Prüfwerte der OGewV existieren für Mangan nicht. Auf eine Bewertung wird verzichtet.

**Tabelle 1: Durchschnittliche Zusammensetzung des Straßenabwassers (nach FGSV, 2021)**

Parameter	mittlere Belastung	hohe Belastung	Einheit	JD-UQN	ZHK-UQN	Einheit	OGewV	Bemerkung
Cu	110		µg/l	160		mg/kg TS	Anlage 6	
Cr	30		µg/l	640		mg/kg TS	Anlage 6	
Zn	420		µg/l	800		mg/kg TS	Anlage 6	
Cd	0,6	1,2	µg/l	0,2	0,45	µg/l	Anlage 8	
Ni	35	70	µg/l	8,6	34	µg/l	Anlage 8	
Pb	30	60	µg/l	1,3	14	µg/l	Anlage 8	
Fe	5,5		mg/l			mg/l		
Phenanthren	0,2		µg/l	0,5		µg/l	Anlage 6	
Anthracen	0,09	0,18	µg/l	0,1	0,1	µg/l	Anlage 8	
Flouranthren	0,5	1	µg/l	0,0063	0,12	µg/l	Anlage 8	
Naphthalin	0,1	0,2	µg/l	2	130	µg/l	Anlage 8	
Benzo(a)pyren	0,18	0,36	µg/l	0,00017	0,027	µg/l	Anlage 8	
Benzo(b)flouranthren	0,3	0,6	µg/l		0,017	µg/l	Anlage 8	
Benzo(k)flouranthren	0,15	0,3	µg/l		0,017	µg/l	Anlage 8	
Benzo(g,h,i)-perylene	0,35	0,7	µg/l		0,00082	µg/l	Anlage 8	
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,26		µg/l	-		µg/l	Anlage 8	
PCB 28	0,0002		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	
PCB 52	0,0003		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	
PCB 101	0,0009		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	
PCB 138	0,0029		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	
PCB 153	0,002		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	
PCB 180	0,0014		µg/l	0,02		mg/kg TS	Anlage 6	

Parameter	mittlere Belastung	hohe Belastung	Einheit	JD-UQN	ZHK-UQN	Einheit	OGewV	Bemerkung
Nonylphenol	0,21	0,42	µg/l	0,3	2	µg/l	Anlage 8	
Octylphenol	0,05		µg/l	0,01		µg/l	Anlage 8	
DEHP (Bis(2-ethyl-hexy)phthalat)	10,2		µg/l	1,3		µg/l	Anlage 8	
Benzol	0,005	0,01	µg/l	8	50	µg/l	Anlage 8	
BSB <sub>5</sub>	15		mg/l					
TOC	20		mg/l					
Gesamt- P	0,5		mg/l	0,009* 0,0136**		mg/l	Anlage7	
oPO <sub>4</sub> -P	0,5		mg/l					Zuwachs in Bezug auf Gesamt-Phosphor zu bewerten
NH <sub>4</sub> -N	0,8		mg/l	0,13* 0,2**		mg/l	Anlage7	Zuwachs in Bezug auf Gesamt-Stickstoff zu bewerten
Salinität				14,3* 14,3**		PSU	Anlage7	14,3 PSU entsprechen ca. 8.091mg/l Chlorid
AFS	1.160		mg/l					
AFS63	110		mg/l					

\*Orientierungswert (Jahresdurchschnitt) sehr guter Zustand

\*\*Orientierungswert (Jahresdurchschnitt) guter Zustand

**Tabelle 2: Mittlere und hohe Belastung der Gleiswässer nach (Braun, 2013)**

Parameter	mittlere Belastung	Hohe Belastung	Einheit	UQN	Einheit	OGewV
Fe	0,9	2,6	mg/l			
Zn	0,057	0,16	mg/l	800	mg/kg TS	Anlage 6
Cu	0,018	0,02	mg/l	160	mg/kg TS	Anlage 6
Cr	0,004	0,0087	mg/l	640	mg/kg TS	Anlage 6
Ni	<0,005	<0,005	mg/l	8,6	µg/l	Anlage 8
PAK (EPA)	0,13	0,64	µg/l	Für Einzelstoffe	µg/l	Anlage 8
KW	0,19	0,34	mg/l			

Die ausgegrauten Konzentrationen in den Tabellen 1 und 2 von **Naphthalin, Phenanthren, Nonylphenol und Benzol** liegen bereits im abfließenden Niederschlagswasser vor der Einleitung in die KWK unter den JD-UQN und den ZHK-UQN der OGewV. Für die ausgegrauten Konzentrationen von BSB5, und TOC, Fe und Kohlenwasserstoffen (KW10-40) existieren in der OGewV für Küstenwasserkörper keine Vorgaben. Für PAK (EPA) und Kohlenwasserstoffe (KW) verweisen wir auf die Ausführungen über den Tabellen.

### Konzentrationen in Wasser gelöster Stoffe

Die mittels Durchströmungsrechnung ermittelten Konzentrationen bzw. Konzentrationserhöhungen in Wasser gelöster Stoffe werden wie folgt bewertet:

Gelöste Stoffe, deren ermittelte Ausgangskonzentrationen an den repräsentativen Messstellen der KWK unter den Bestimmungsgrenzen der jeweiligen Prüfwerte der OGewV liegen:

- Vergleich mit Prüfwerten nach OGewV Anlage 6, Anlage 7 als Bestandteil der Bewertung der Auswirkungen von Konzentrationsänderungen auf die BQK,
- Vergleich mit Prüfwerten nach OGewV Anlage 8 zur Bewertung der chemischen Gewässergüte,
- Bewertung eines messbaren Anstiegs im theoretischen Durchströmungsraum,
- Bewertung eines messbaren Anstiegs an den repräsentativen Messstellen.

Gelöste Stoffe, deren Bestimmungsgrenzen über den jeweiligen Prüfwerten der OGewV liegen:

- Bewertung eines messbaren Anstiegs im theoretischen Durchströmungsraum als Bestandteil der Bewertung der Auswirkungen von Konzentrationsänderungen auf die BQK bzw. zur Bewertung der chemischen Gewässergüte,
- Bewertung eines messbaren Anstiegs an den repräsentativen Messstellen,
- Bewertung einer möglichen Prüfwert-Überschreitung an den repräsentativen Messstellen.

Konzentrationsänderungen sind nicht messbar, wenn die Messunsicherheit (MEKUN, 2024) unterschritten wird. Es wird die nächstgelegene repräsentative Messstelle herangezogen, wenn diese in einem benachbarten Küstenwasserkörper liegt und deren Betroffenheit auch aus der Hydrodynamik noch vor der Betroffenheit liegt, der für den KWK eingerichteten repräsentativen Messstellen anzunehmen ist. Die Aussagen sind dann auf die repräsentative Messstelle des KWK übertragbar und es werden somit auch die Auswirkungen auf benachbarte Küstenwasserkörper geprüft.

Die Berechnungen der zu bewertenden resultierenden Konzentrationen gelöster Stoffe erfolgen unter **sehr konservativen Randbedingungen**, so dass diese Berechnungen auf der sicheren Seite liegen und nicht damit zu rechnen ist, dass die berechneten Konzentrationsveränderungen tatsächlich eintreten werden:

- Die Drosselabflüsse aus der Entwässerung wurden über ein Niederschlags- Abflussmodell für unterschiedliche Wiederkehrintervalle (mindestens jährlich, meist seltener) ermittelt. Da die Zeitdauern und mögliche Wiederholungseignisse der Drosselabflüsse aus den Regenrückhalteinrichtungen faktisch nicht prognostizierbar sind, werden für die Ermittlung der mittleren eingetragenen Massen die im Niederschlags-Abflussmodell ermittelten Drosselabflüsse als kontinuierliche Abflüsse aller statistisch im Jahresmittel auftretenden Regentage (108) angesehen, die in die Berechnungen eingestellten Wassermengen (und somit die Frachten) sind dadurch überhöht. Die Einleitmengen übersteigen durch diesen Ansatz den Niederschlagsabfluss aus den angeschlossenen Flächen in Nassjahren und überschätzen somit die Einträge sowohl in Jahren mit durchschnittlichen Niederschlagshöhen als auch in Nassjahren.

- Für die Bewertung nach ZHK-UQN werden die hohen Belastungen nach Tabelle 1 und Tabelle 2 zu Grunde gelegt, die für Bestandsstrecken ermittelt wurden. Die Drosselabflüsse werden über eine Dauer von 3 Tagen angesetzt (FGSV, 2021).

Erste überschlägige Berechnungen hatten deutlich gezeigt, dass die eingeleiteten Stofffrachten für die Gesamtvolumina der Küstenwasserkörper unterhalb der Messbarkeitsschwelle liegen. Daher ist es sinnvoller zu betrachten, wie großflächig die Auswirkungen der einzelnen Einleitungen unter konservativen Annahmen sein können und ob Konzentrationsänderungen überhaupt kleinräumig ableitbar sind.

Dazu erfolgt eine Berechnung der Auswirkungen der Einleitung je Einleitpunkt. Es werden für zu bewertende in Wasser gelöste Stoffe max. beeinflussbare Volumen abgeleitet und unter Berücksichtigung des strömungsbedingten Wasseraustausches und der Ausgangskonzentration im KWK für diese Volumina resultierende Konzentrationen abgeleitet. Der rechnerische Durchmesser der Volumina wird mit dem Abstand zur nächstgelegenen repräsentativen Messstelle verglichen. Wenn die Konzentrationsänderungen an dieser Messstelle nicht messbar sind, wird zusätzlich iterativ ermittelt, bis zu welchem Abstand vom Einleitpunkt diese messbar wären oder bis zu welchem Abstand von der Einleitstelle Umweltqualitätsnormen rechnerisch überschritten werden. Konzentrationsänderungen sind nicht messbar, wenn die Messunsicherheit (MEKUN, 2024) unterschritten wird. Gleiches gilt, wenn die in den Messungen 2023-2024 erreichten Nachweisgrenzen unterschritten werden und diese bereits niedriger als die durch die OGewV vorgegebenen Nachweisgrenzen waren (30 % der UQN (OGewV Anlage 9 Abs. 1 (Pkt. 1.3))).

Abschließend erfolgt eine Summierung der Konzentrationsanstiege aus allen Einleitpunkten an der repräsentativen Messstelle, um die kumulative Wirkung der Einleitungen abschätzen zu können.

Die pro Jahr eingetragenen Frachten (M) ergeben sich unter Berücksichtigung der Reinigungsleistungen wie folgt (1):

$$(1) \quad M = MS \cdot (1 - n_{RWBA}) + MG \cdot (1 - n_f)$$

mit

M                      Stoffeintrag [kg/a]

MS                     Stoffeintrag straßenseitig [kg/a];  $MS = Q_{ab} \cdot CS_{ab}$

---

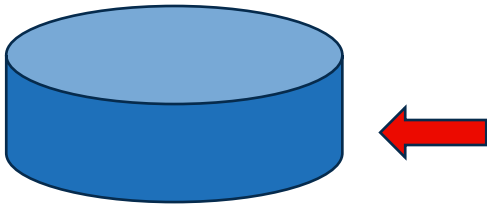
n, RWBA	Wirkungsgrad Regenwasserbehandlungsanlage, Straße
MG	Stoffeintrag Gleiswässer [kg/a]; $MG = Q_{ab} * C_{Gab}$
nf	Wirkungsgrad Regenwasserbehandlungsanlage, Bahn
Qab	Drosselabfluss [l/s]
CSab	Konzentration abfließende Wässer mittlere Belastung Straße [µg/l]
CGab	Konzentration abfließende Wässer mittlere Belastung Bahn [µg/l]

Eine Prognose der naturgemäß im Betriebszeitraum im Ergebnis der Niederschlagsereignisse schwankenden Einleitmengen im Jahr ist nur bedingt möglich. Daher wird als konservativer Ansatz für den Abgleich mit den Jahresdurchschnittswerten davon ausgegangen, dass an allen 108 Regentagen/Jahr (Climate-Data, 2022) der komplette Drosselabfluss der betriebszeitlichen Entwässerung anfällt. Die so resultierende Gesamteinleitmenge und -fracht überschätzt auch die von den angeschlossenen Flächen abfließenden Niederschlagsmengen in Nassjahren.

Bis zur Einleitung in die KWK versickern Einleitwässer in geringem Umfang in den Gräben oder sedimentieren, bzw. werden abgebaut. Auf die Berücksichtigung dieser geringen Minderung wird im Sinne eines konservativen Ansatzes bei der Abschätzung der Auswirkungen der Einleitungen verzichtet. Die Versickerung in das Grundwasser und die Auswirkungen auf die Grundwasserkörper werden in Kap. 2.2.3.3. betrachtet.

Im Ergebnis der durchgeführten Recherche konnten nur für wenige Parameter belastbare Angaben zu den Abbauraten im Meerwasser recherchiert werden. Daher wurde kein Abbau o.ä. berücksichtigt.

Die Einleitwässer fließen in den KWK und füllen in einem ersten Berechnungsgang ohne Berücksichtigung der Durchströmung des KWK ein definiertes Volumen ( $V_m$ ) mit Stoffmassen auf, bis die jeweiligen Prüfwerte erreicht sind. Vereinfacht wird davon ausgegangen, dass das beeinflusste Volumen einen Zylinder bildet (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Veranschaulichung beeinflusstes Volumen der Eileitungen in den KWK**

Das max. beeinflussbare Volumen ( $V_m$ ) der KWK pro Jahr ohne Berücksichtigung der Durchströmung und Vorbelastung wird nach (2) berechnet.

$$(2) \quad V_m = \frac{M}{JD \cdot UQN}$$

Mit

M            Stoffeintrag [kg/a] (siehe Formel (1))

$V_m$            max. beeinflusstes Volumen [m<sup>3</sup>/a]

JD UQN       Jahresdurchschnitts - Umweltqualitätsnorm (OGewV, Anlage 6 und 8) [µg/l], liegen ZHK-UQN vor, werden auch diese herangezogen (ggf. Verwendung Orientierungswerte, OGewV, Anlage 7)

Auf Grundlage der Bathymetrie wurde eine durchschnittliche Wassertiefe ( $m$ ) von 4 m angesetzt. Die max. beeinflusste Fläche des KWK ( $A$ ) ergibt sich mit (3):

$$(3) \quad A = \frac{V_m}{m}$$

Mit

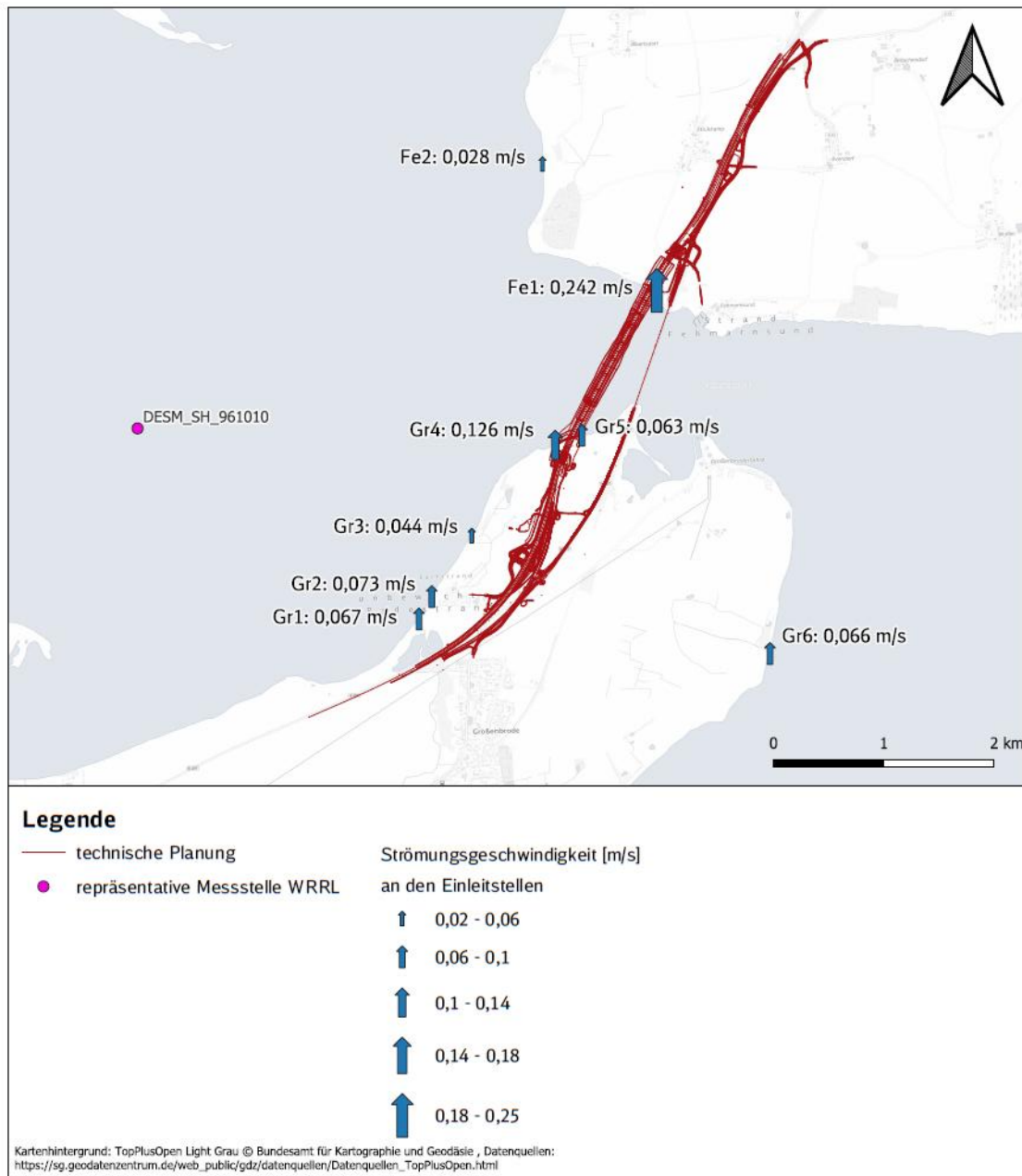
A            max. beeinflusste Fläche

$V_m$            max. beeinflusstes Volumen [m<sup>3</sup>/a]

m            mittlere Wassertiefe [m]

Aus der hydropnumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) wurden für die Einleitstellen mittlere Strömungsgeschwindigkeiten zur Verfügung gestellt (Abbildung 4), die im Sinne eines konservativen Ansatzes ausschließlich in die vorherrschende Strömungsrichtung gerichtet sind.





**Abbildung 4: Strömungsgeschwindigkeiten an den Einleitstellen**

Ergänzend wurden aufgrund der Strömungsgeometrie zwischen Orther Bucht und Fehmarn Sund W für den Wasseraustausch zwischen den KWK Orther Bucht und Fehmarn Sund W mit dem hydronumerischen Modell Austauschraten berechnet. Dazu wurde sowohl im Bereich der geplanten Einleitung in die Orther Bucht als auch im strömungstechnisch ungünstigsten nordwestlichen Bereich im hydronumerischen Modell ein Modelleintrag von Schwebstoffen (ohne Sickgeschwindigkeit) modelliert und bezüglich der Austauschraten

zwischen Orther Bucht und Fehmarn Sund W ausgewertet. Zur Abbildung der Ausbreitung gelöster Stoffe mit dem Schwebstoffmodell wurden folgende Ansätze gewählt:

- Modelltechnischer Eintrag von Schwebstoffen ohne Sinkgeschwindigkeit – somit keine Verringerung durch Ablagerung,
- Modellierung eines Tracers (kein Abbau, keine Retardation, keine chemischen Reaktionen) mit einer relativen Konzentration von 0,1
- Tiefengemittelte Auswertung,
- Wahl eines Zeitraums mit geringen Wellen (konservativer Ansatz).

Für die Einleitstelle in die Orther Bucht (Abbildung 5) wurde ein mittlerer Austrag von 14,9 % pro Tag und für den strömungstechnisch ungünstigen Bereich im Nordwesten (Abbildung 6) ein mittlerer Austrag von 13,1 % pro Tag in den KWK Fehmarn Sund W ermittelt. Als konservativer Ansatz wurde im Weiteren mit einer Austragsrate von 10% pro Tag und somit 36 Austauschzyklen pro Jahr gerechnet.

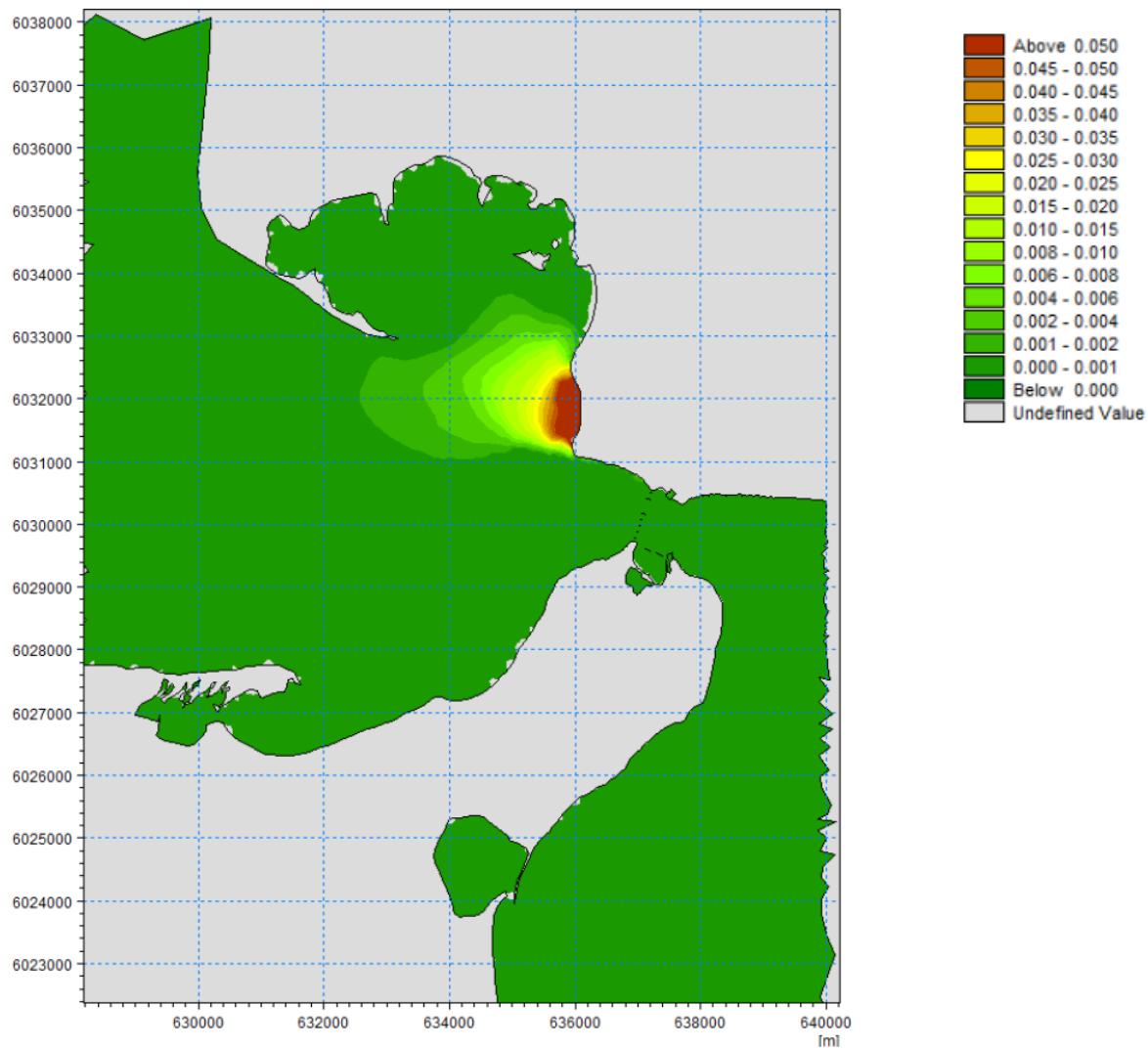
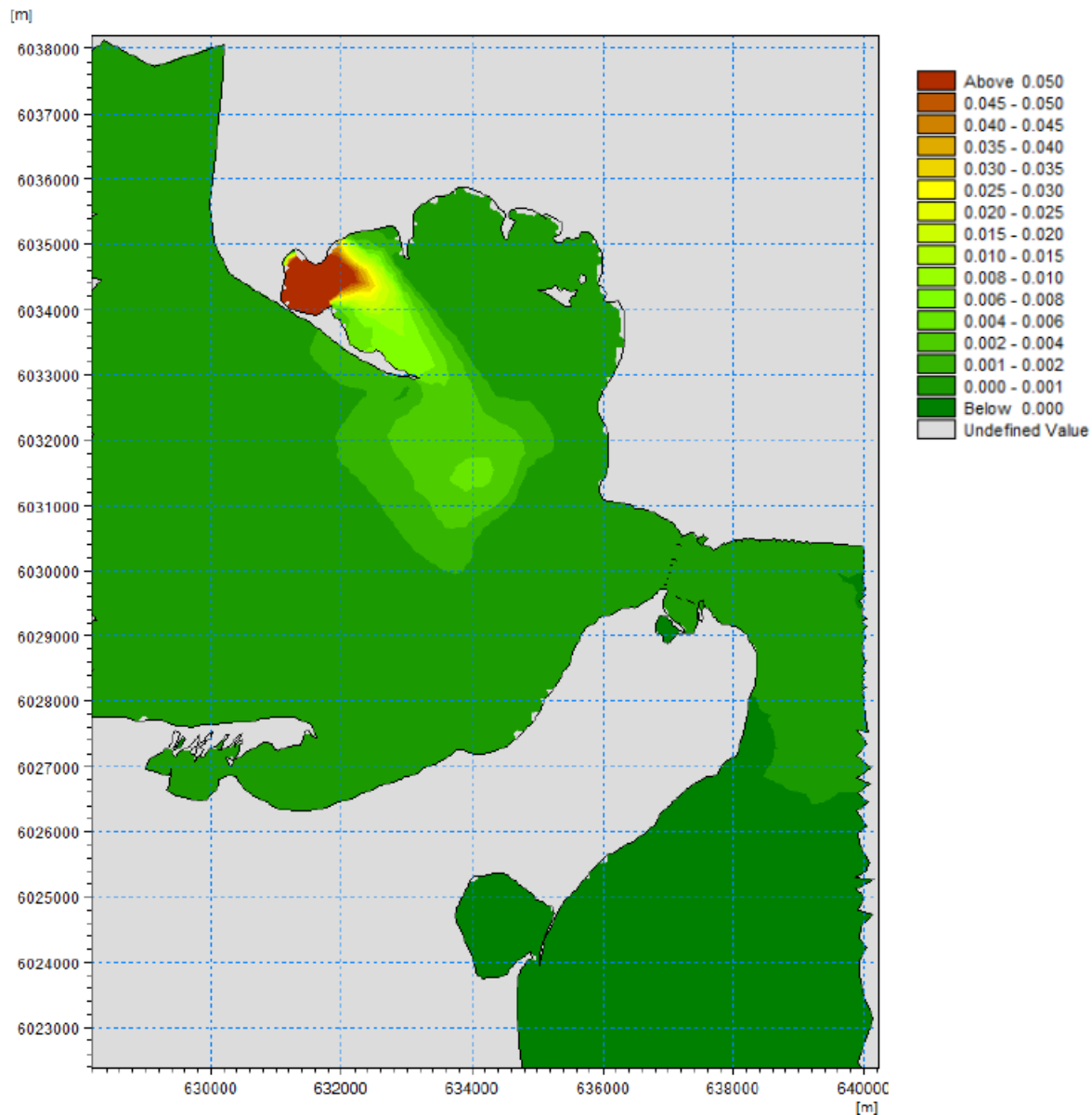


Abbildung 5: Modellierter Stoffverteilung nach Eintrag über die geplante Einleitstelle in der Orther Bucht



**Abbildung 6: Modellierter Stoffverteilung nach Eintrag über eine fiktive Einleitstelle im strömungstechnisch ungünstigen Bereich der Orther Bucht**

Aus der Abbildung 5 und der Abbildung 6 ist es auch ersichtbar, dass es zu keinen Stoff- Akkumulationen in der Orther Bucht kommt.

Die längste Fließstrecke im max. beeinflussten Volumen ist der Kreisdurchmesser. Die Zeit zum Durchströmen ( $t_D$ ) ergibt sich als Quotient von Durchmesser und Strömungsgeschwindigkeit (4):

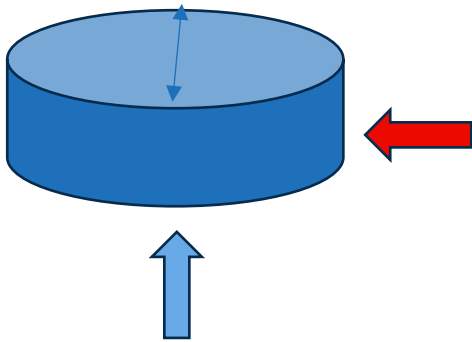


Abbildung 7: Veranschaulichung zur Berechnung der Zeit zum Durchströmen gemäß Formel (4)

$$(4) \quad t_D = \frac{D}{v}$$

mit

$t_D$  Durchströmungszeit [a]

$D$  Kreisdurchmesser [m]

$v$  Strömungsgeschwindigkeit [m/a]

Wenn der resultierende Kreisdurchmesser ( $D$ ) des maximal beeinflussbaren Volumens kleiner als die kürzeste Entfernung zur nächsten repräsentativen Messstelle ( $L$ ) ist, wird im Weiteren anstelle  $D$  in der Berechnung  $L$  verwendet und entsprechend ein Meerwasservolumen, welches sich auf  $L$  bezieht, um sicherzustellen, dass an der repräsentativen Messstelle keine höheren als die berechneten Mischwasserkonzentrationen auftreten können.

Die Anzahl der Wasseraustauschzyklen ( $AZ$ ) pro Jahr ergibt sich als Reziproke der Austauschzeit ( $t_A$ ) - hier 1 Jahr.

Die resultierende Mischwasserkonzentration ( $CR$ ) lässt sich somit wie folgt ableiten:

$$(5) \quad CR = \frac{M}{Vm \cdot AZ} + CA$$

Mit

CR resultierende Mischwasserkonzentration [ $\mu\text{g/l}$ ]

M Stoffeintrag [ $\text{kg/a}$ ] (siehe Formel (1))

$V_m$  max. beeinflusstes Volumen [ $\text{m}^3/\text{a}$ ] (siehe Formel (2))

CA Ausgangskonzentration im Meerwasser [ $\mu\text{g/l}$ ]

AZ Wasseraustauschzyklen

$$(6) \quad \Delta C = CR - CA$$

mit

$\Delta C$  mittlerer Konzentrationsanstieg

Die mit (6) ermittelten Konzentrationsanstiege sind in der Regel nicht nachweisbar. Daher wurde ergänzend abgeschätzt, bis zu welcher Fließlänge ( $DR$ ), ab Einleitpunkt, die Konzentrationsanstiege messbar wären oder zu einer Überschreitung der Prüfwerte führen würden. Dazu wurde in Gleichung (4) der Durchmesser ( $D$ ) (entspricht der Fließlänge) iterativ so lange verringert, bis die Prüfwerte gerade noch eingehalten wurden bzw. die Messbarkeit des Konzentrationsanstieges gegeben war. Wenn sich durch den verkürzten Fließweg auch eine verringerte mittlere Wassertiefe ergab, wurde diese auch in Gleichung (3) verringert.

$$(7) \quad CNWB = CA \cdot NWG$$

Mit

CA Ausgangskonzentration im Meerwasser [ $\mu\text{g/l}$ ]

CNWB Konzentration mit nachweisbarem Anstieg [ $\mu\text{g/l}$ ]

NWG Nachweisgrenze (MEKUN, 2024)

DR Fließweg mit Konzentration mit nachweisbarem Anstieg [m]

Für die Orther Bucht wurden an Stelle von Strömungsgeschwindigkeiten an der Einleitstelle, aufgrund einer möglicherweise den Wasseraustausch behindernden Buchtgeometrie des KWK, die Anzahl der Austauschzyklen des KWK Fehmarn Sund W angesetzt.

Für die Bewertung in der Bauzeit werden analog zur Bewertung im Betrieb die befestigten Flächen der Straßen (inklusive Baustraßen und Parkflächen) herangezogen. Da keine dem Betriebszustand vergleichbare umfassende Rückhaltung und Drosselung erfolgt, werden nicht die Drosselabflüsse multipliziert mit den Ablaufkonzentrationen herangezogen, sondern die auf die angeschlossenen Flächen bezogenen Frachten nach (FGSV, 2021). Der Stoffeintrag straßenseitig ( $MS$ ) für Formel (1) berechnet sich somit wie folgt

$$(8) \quad MS = BRW * AE$$

$$(9) \quad BRW = Cab * N$$

Mit

MS	Stoffeintrag straßenseitig [kg/a]
BRW	spezifische Schadstofffracht Regenabfluss [g/(ha*a)]
Cab	Ablaufkonzentrationen, mittlere Belastung [µg/l]
N	Mittlerer Gebietsniederschlag [mm/a], 600 mm/a
AE	Angeschlossene, befestigte Flächen [ha]

Für die Bewertung der ZHK-UQN werden hohe Belastungen nach Tabelle 1 und Tabelle 2 und ein Regenergeignis mit der Häufigkeit  $n=1$  und einer Dauer von 3 Tagen (FGSV, 2021) sowie eine resultierende Niederschlagshöhe von 41,4 mm (Unterlage 1.01) angesetzt.

Für die Bauzeit ist auf den neu entstehenden Bahnanlagen kein Bahnverkehr geplant. Ein Stoffeintrag findet hier nicht statt.

Auf den Flächen FL BF O-2 und FL BF O-5 entsteht ein Spülfeld, welches zeitlich begrenzt genutzt werden soll, bevor es als Bodenlagerfläche fungieren soll (Unterlage 1.01, siehe Übersichtlageplan BE Süd (Unterlage 10.01.001)). Nach dem Bodenmanagementkonzept (Unterlage 38.02) werden ca. 617.000 m<sup>3</sup> Sand an Land

gespült. Davon werden 300.000 m<sup>3</sup> Sand in anderen PFA genutzt. Bei dreifacher Spülwassermenge werden ca. 1,851 Mio. m<sup>3</sup> Wasser für das Spülen dem Fehmarnsund entnommen und dort wieder eingeleitet. Während des Spülens wird das Spülwasser in etwa der Einleitmenge entsprechen. Das Spülfeld wird ca. 13 Monate lang betrieben, wobei die Spülleitung aber nicht gleichmäßig in diesem Zeitraum genutzt wird, sondern je nach Fortschritt und Anfall von Sandaushub. In Spitzenzeiten können ca. 14.000 m<sup>3</sup> Sand pro Tag ausgebaut und auf das Spülfeld verbracht werden. Bei dreifacher Spülwassermenge sind das max. ca. 42.000 m<sup>3</sup>/d (Unterlage 1.01). Im Betriebszeitraum des Spülfelds und der Bruttogröße von 38 Tsd. m<sup>2</sup> ergibt sich eine zusätzliche Einleitmenge aus Regenwasser von ca. 23.500 m<sup>3</sup>. Die Gesamteinleitmenge beträgt demnach ca. 1,874 Mio. m<sup>3</sup>. Die Berechnung und Bewertung der Auswirkungen auf die Konzentrationen gelöster und partikulärer Stoffe in den KWK erfolgt analog zu den Berechnungen der Auswirkungen der Verbringung des Baggergutes auf das Meerwasser der KWK (Kap. 2.2.3.5).

### **Grundwasser aus Wasserhaltungen**

Bauzeitlich wird sowohl auf Großenbrode als auch auf Fehmarn Grundwasser im Rahmen der Wasserhaltungen gehoben und in die Küstenwasserkörper eingeleitet. Für die Auswirkungsprognose wurde davon ausgegangen, dass die Konzentrationen im Grundwasser die Schwellenwerte der GrwV und hilfsweise die GFS der LAWA (LAWA, 2016) erreichen. Die von den VHT im September/Okttober 2024 durchgeführten Probennahmen an Grundwassermessstellen der geplanten Wasserhaltungen und deren Analysen zeigten, dass es mit Ausnahme von Chlorid, Sulfat und Arsen hierbei um eine konservative Annahme handelt, da die bestimmten Parameter alle weit unter den Prüfwerten bestimmt wurden, bzw. nicht nachweisbar waren (Anlage 2 sowie Unterlage 41.04). Die erhöhten Chlorid- und Sulfat- Gehalte waren auf den Einfluss von Meerwasser zurückzuführen und sind für die Einleitung in den Fehmarnsund ohne Relevanz. Auch bei den in einzelnen Proben leicht erhöhten Arsen- Gehalten ist bei der Wasserhaltung davon auszugehen, dass die Konzentrationen im Mischwasser keine Prüfwerte überschreiten.

### **Bodenlagerflächen**

Zur Bereitstellung von Boden während der Bauzeit werden Bodenlagerflächen eingerichtet. Die Qualität des abfließenden Niederschlagswasser wird maßgeblich durch den zu lagernden Boden auf den BE- bzw. Bodenlagerflächen beeinflusst. Nach (Unterlage 1.01) ergeben sich aus der chemischen Untersuchung für die Böden, die bereitgestellt und wiedereingebaut werden sollen (Oberboden, Auffüllungsböden,



Geschiebemergel, Sande) oftmals erhöhte Sulfat- und Chloridgehalte, sowie resultierend erhöhte elektrische Leitfähigkeiten. Als mögliche Ursache wurde der Einfluss der Ostsee benannt, denn die Ostsee, mit ihrer höheren Salinität, korrespondiert mit den landeinwärts liegenden Grundwasserleitern und führt zu atmosphärischen Einträgen.

Niederschlag, der auf die Bodenmieten trifft, kann darin gebundene Sulfate und Chloride lösen. Es ist wahrscheinlich, dass das austretende Sickerwasser der Bodenmieten anfangs einen erhöhten Sulfat- und Chloridgehalt aufweist. Eine maximale Belastungshöhe kann nicht bestimmt werden (Unterlage 1.01). Mit der Zeit wird jedoch die ausgewaschene Sulfat- und Chloridmenge abnehmen. Der Gehalt wird dabei stets deutlich unter dem natürlichen Gehalt der Ostsee liegen, in den sämtliche Einleitstellen der bauzeitlichen Entwässerung letztlich abschlagen.

### **Einfluss der Tausalznutzung**

Die Frachten der Tausalznutzung wurden auf der Grundlage der Angaben der Tausalznutzung der Straßenmeisterei ebenfalls ausgehend von den angeschlossenen Flächen und für eine Frostperiode von 180 Tagen berechnet. Es wurde anschließend bewertet

- ob eine Konzentrationserhöhung messbar ist, die Auswirkungen auf biologische Qualitätskomponenten haben kann,
- ob Konzentrationserhöhungen an repräsentativen Messstellen messbar sind und
- ob sich Änderungen des Gewässertyps nach OGewV Anlage 7 Tabelle 1.3. ergeben.

Gegebenenfalls im Tausalz enthaltene Cyanide sind nach (FGSV, 2021) aufgrund ihrer geringen Konzentration nicht zu betrachten.

### 2.2.3.2 Stoffliche Auswirkungen der Einleitungen partikulärer Schadstofffracht auf die mittleren Schwebstoffkonzentrationen bzw. das Sediment

Die Aufgabe der Sedimentations- und Retentionsbodenfilteranlagen ist es, sedimentierbare und adsorbierbare Anteile der Stoffeinleitungen weitestgehend zu entfernen. Die in Tabelle 6 und in Tabelle 7 genannten verbleibenden gelösten Konzentrationen von PCB, Cu, Cr und Zn sind so gering, dass sie deutlich unter den Löslichkeiten der gelisteten Stoffe in Wasser liegen und somit in Lösung bleiben. Auch die weiteren Metalle werden ohne extreme Änderungen des geochemischen Milieus in Lösung bleiben. Für die Fällung von Metallen (Bildung schwerlöslicher Verbindungen) sind pH-Werte über 9, teilweise sogar über 10 notwendig. Die pH-Werte in den zu betrachtenden KWK betragen 7,9 bis 8,3 (LfU, 2023b). Eine quantifizierbare Belastung von Sedimenten durch gelöste Stoffe aus Einleitungen ist somit auszuschließen.

Für partikulär gebundene Stoffe weist (FGSV, 2021) eine Berechnungsmethodik für Fließgewässer aus, die für durchströmte Küstenwasserkörper in Analogie zur Berechnung der gelösten Konzentrationen modifiziert werden musste:

Für direkten Straßenabfluss und Sedimentationsanlagen (10):

$$(10) \quad C_{Sed,KWK,RW} = \frac{MQ \cdot SOWK \cdot C_{SedOWK} + BRW \cdot f_{part} \cdot AE \cdot (1 - n_{RWBA,AFS}) \cdot 10^6}{MQ \cdot SOWK + BRW \cdot AFS \cdot (1 - n_{RWBA,AFS})}$$

Für Abfluss aus Retentionsbodenfilteranlagen der Straßenentwässerung (11):

$$(11) \quad C_{Sed,KWK,RW} = \frac{MQ \cdot SOWK \cdot C_{SedOWK} + BRBFA_{ab} \cdot AE \cdot 10^6}{MQ \cdot SOWK + BRBFA_{ab} \cdot AFS \cdot AE}$$

Mit

$C_{Sed,KWK,RW}$	Konzentration KWK Schwebstoff nach Einleitung RW [mg/kg]
$C_{SedOWK}$	Ausgangs-Schadstoffkonzentration im Schwebstoff KWK [mg/kg]
$MQ$	Mittelwasserabfluss OWK [m³/a]
$SOWK$	Ausgangs-Schwebstoffkonzentration im KWK [g/m³]
$AE$	Angeschlossene, befestigte Fläche [ha]
$BRW$	Spezifische Schadstofffracht Regenabfluss [g/(ha*a)]

---

BRW, AFS	Spezifische AFS-Fracht (AFS = Abfiltrierbare Stoffe) [g/(ha*a)]
fpart	Partikulärer Anteil [-]
nRWBA,AFS	Wirkungsgrad der Regenwasserbehandlungsanlage bezogen auf AFS [-]
BRBFA,ab	Spezifische Schadstofffracht Regenabfluss RBFA [g/(ha*a)]
BRBFA,AFS	Spezifische AFS-Fracht Regenabfluss RBFA [g/(ha*a)]

Da mit den KWK kein Fließgewässer mit definiertem Mittelwasserabfluss ( $MQ$ ) vorliegt, wird in Anlehnung zur Berechnung der Konzentrationen der gelösten Stoffe folgende Vorgehensweise umgesetzt:

$$(12) \quad MQ = V_k * A_z$$

Mit

$MQ$  Mittelwasserabfluss [ $m^3/a$ ]

$V_k$  Küstenwasservolumen bis zur nächstgelegenen repräsentativen Messstelle [ $m^3$ ]

$A_z$  Austauschzyklen des Küstenwasservolumens innerhalb eines Jahres, siehe Formel (4)

Das Küstenwasservolumen ( $V_k$ ) bis zur nächstgelegenen repräsentativen Messstelle wird wie folgt berechnet:

$$(13) \quad V_k = m * \frac{\pi}{4} L^2$$

Mit

$V_k$  Küstenwasservolumen bis zur nächstgelegenen repräsentativen Messstelle [ $m^3$ ]

$L$  Abstand zur nächstgelegenen repräsentativen Messstelle [m]

$m$  küstennahe Wassertiefe KWK [m]

Die Transportlänge von Schwebstoffen (Entfernung) ergibt sich vereinfacht zum einen aus der Sinkgeschwindigkeit der Partikel und der Wassertiefe (vertikal) und der Strömungsgeschwindigkeit (horizontal).

Die Sinkgeschwindigkeit (Dauer pro m Wassertiefe, bzw. die Vertikalgeschwindigkeit) beträgt laut (Unterlage 12.01):

**Tabelle 3: Absetzdauer und Sinkgeschwindigkeit von Böden unterschiedlicher Korngrößen (Unterlage 12.01)**

Boden	Dauer /m	Geschwindigkeit [m/s]
Feinsand (0,2 mm)	26 s	0,038
Grober Schluff (0,06 mm)	6 min	0,0028
Schluff (0,05 mm) v. Rijn	9 min	0,0019
Mittlerer Schluff (0,02 mm)	45 min	0,00037
Schluff (0,01 mm) v. Rijn	220 min	0,000075
Feiner Schluff (0,006 mm)	600 min	0,000028

Je nach Material und Wassertiefe lässt sich so die Dauer der Aufenthaltszeit im Wasser bestimmen, bevor das Sedimentteilchen sich auf dem Boden absetzt.

Die Transportentfernung ergibt sich vereinfacht durch die mittlere Strömungsgeschwindigkeit multipliziert mit der Zeit, in der sich das Sedimentteilchen in Schwebelage befindet. Die mittleren tiefengemittelten Strömungsgeschwindigkeiten liegen im Fehmarnsund entlang der Trasse in den Flachwasserbereichen (<4 m Wassertiefe) bei rund 20 cm/s und im Bereich der Fahrrinne bei rund 35 cm/s (Unterlage 51.02). Somit würde sich Feinsand bei 3 m Wassertiefe bereits nach 1 min 18 s auf dem Boden ablagern und wäre in der Zeit im Flachwasserbereich 15,6 m weit verdriftet. Bei den oben aufgeführten konservativen Annahmen ergeben sich jedoch als weiteste Transportentfernungen für feinen Schluff, der aufgrund von vorheriger Filtration durch Regenwasserbehandlung und den teils längeren Strecken die überwiegende Fraktion darstellen müsste, ca. 250 km. Insofern stellt eine Verkleinerung der Transportlänge bis zu den nächstgelegenen repräsentativen Messstellen eine konservative Annahme dar.

Zur Berechnung der partikulären Schadstoffe in Abflüssen von Gleistrassen liegen keine Methodiken und spezifischen Schadstofffrachten (Stoffe siehe Tabelle 2) vor. Da die Abflüsse von Gleistrassen entweder nicht behandelt werden oder über Sedimentationsbecken geleitet werden und die Höhe der partikulären Anteile weitestgehend stoffabhängig ist, kann Gleichung (8) auch für diese Abflüsse herangezogen werden.

Die Bahn-spezifischen Schadstofffrachten werden auf der Grundlage der Angaben von Tabelle 2 wie folgt ergänzend berechnet:

$$(14) \quad BRW, G = \frac{MG}{AE}$$

Mit:

BRW, G      Spezifische Schadstofffrachten Gleis (Stoffe Tabelle 2) [g(ha\*a)]

AE            Angeschlossene befestigte Fläche [ha]

MG            Eingetragene Schadstoffmasse [kg/a]

Wobei MG wie folgt berechnet wird

$$(15) \quad MG = CG, ab * AE * N$$

Mit:

CG,ab        mittlere Ablaufkonzentration [mg/l] (Tabelle 2)

N            mittlerer Jahresniederschlag [m]

Die Berechnungen werden für jeden Entwässerungsabschnitt einzeln durchgeführt. Ergänzend werden iterativ die Abstände ausgehend von den Einleitstellen berechnet, innerhalb derer eine Überschreitung der UQN berechnet wird. An den Orten der repräsentativen Messstellen werden die resultierenden Konzentrationsänderungen durch die verschiedenen Einleitungen summiert, um eine kumulative Bewertung zu ermöglichen.

Die Bewertung erfolgt anhand der Umweltqualitätsnormen für Schwebstoffe/Sediment gemäß OGewV Anlage 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials):

- ob Konzentrationserhöhungen an repräsentativen Messstellen messbar sind und
- ob sich für den Betrachtungsraum eine Verschlechterung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials ergibt (Überschreitung von UQN oder messbare Anstiege bei überschrittenen UQN).

Für die Bewertung in der Bauzeit werden analog zur Bewertung im Betrieb die befestigten Flächen der Straßen (inklusive Baustraßen und Parkflächen) herangezogen.

Für die Bewertung der ZHK-UQN werden hohe Belastungen nach Tabelle 1 und Tabelle 2 sowie ein Regenergeignis mit der Häufigkeit  $n=1$  und einer Dauer von 3 Tagen (FGSV, 2021) mit einer resultierenden Niederschlagshöhe von 41,4 mm (Unterlage 1.01) angesetzt.

Während der Bauzeit findet kein Bahnbetrieb auf den neu zu errichtenden Bahntrassen statt. Ein Stoffeintrag ist somit nicht zu berücksichtigen.

Auf den Flächen FL BF O-2 und FL BF O-5 entsteht ein Spülfeld, welches zeitlich begrenzt genutzt werden soll, bevor es als Bodenlagerfläche fungieren soll. Eine Berechnung der Auswirkungen auf die Konzentrationen partikulärer Stoffe in den KWK für den Einleitpunkt ist nicht erforderlich, da die Konzentrationen im Aushub keine der anzusetzenden Prüfwerte der OGewV überschreiten. Für die kumulative Bewertung (bauzeitliche Einleitungen, Spülwasser, Wasser aus Grundwasserhaltungen, Einfluss der Nassbaggerung) erfolgte eine kumulative Berechnung der Konzentrationen in Schwebstoffen. Die Ausbreitung der Schwebstoffe wurde mit dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) ermittelt.

### **2.2.3.3 Beeinflussung der GWK durch Versickerung aus nicht-berichtspflichtigen Gräben**

Die gedrosselten Einleitungen aus Regenrückhalteeinrichtungen werden in der Regel über lokale, nicht berichtspflichtige Gewässer (bestehende Gräben) in die Küstenwasserkörper abgeleitet. Der stoffliche Eintrag ( $M_v$ ) über eine angenommene Versickerung in die GWK wurde konservativ wie folgt abgeschätzt:

$$(16) \quad M_v = Q * C$$

mit

C            summarische Stoffkonzentration nach Behandlung, gewichtet nach Anteilen Straße und Schiene

Q            Versickerung in den Gräben [ $\text{m}^3/\text{Jahr}$ ]

$$(17) \quad Q = k_f * I * b * f$$

mit

$k_f$             Durchlässigkeitsbeiwert Grabensohle [ $1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ ]

l	Gradient der Versickerung, [1]
b	Grabenbreite, [1 m]
f	Fließweg in den jeweiligen Abschnitten bis zu den Küstenwasserkörpern [m]

Die konservativen Ansätze beinhalten folgende Annahmen:

- die Versickerung aus den Einleitungen erfolgt ganzjährig,
- die versickerungswirksame Fläche unterschreitet meist die angesetzte Breite von 1 m und
- der tatsächliche hydraulische Gradient ist bei durch die Versickerung ansteigenden Wasserstände im Umfeld  $< 1$ .

Die Höhe der Versickerung und die resultierenden Frachten werden in der Bewertung in Relation zur Grundwasserneubildung der Grundwasserkörper gesetzt:

Für die Betrachtung der stofflichen Einträge in einen Grundwasserkörper (GWK) wird in (MEKUN, 2024) die Anwendung der folgenden Mischungsrechnung empfohlen:

$$(18) \quad C_{\text{Misch}} = \frac{cv \cdot GWN \cdot 0,2 \cdot AGWK + BRW \cdot AE}{GWN \cdot 0,2 \cdot AGWK}$$

$C_{\text{Misch}}$	Mischungskonzentration [mg/l]
cv	Konzentration im Grundwasserkörper (Ausgangszustand) [mg/l]
BRW	Fracht der Einleitung (entspricht $M_v$ in Gleichung (16)) [mg/a]
GWN	Grundwasserneubildung [l/a]
AE	Abflusswirksame Fläche für die Einleitungen [m <sup>2</sup> ]
AGWK	Fläche des Grundwasserkörpers, [m <sup>2</sup> ]

Um die Tatsache zu berücksichtigen, dass der Eintrag lokal erfolgt, wird nur ein Anteil von 20 % der Fläche des GWK betrachtet.

#### 2.2.3.4 Berechnung und Bewertung der stofflichen Auswirkungen der Nassbaggerung auf die KWK

Für die Erstellung des Absenktunnels wird ein Graben im Fehmarnsund von bis zu 16 m Tiefe und bis zu 150 m Breite und einer Länge von ca. 1,8 km erstellt. Dabei werden ausschließlich geogene Sedimente entnommen, da es im Fehmarnsund aufgrund der vergleichsweise hohen Fließgeschwindigkeiten keine relevante rezente Sedimentation gibt (Unterlage 51.02). Bei den Sedimenten handelt es sich um überwiegend bindige Böden (Mergel und Tarras-Tone und -Schluffe), mit einem resultierend hohen Schutz vor rezenten bzw. ubiquitären Kontaminationen. In Tabelle 4 wurde die im Ergebnis der Erkundung erwartete Zusammensetzung des marinen Bodenaushubs dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass geringdurchlässige Mergel (Mg) und Tone (Tarras) mehr als 70% des erwarteten Aushubs bilden. Lediglich im Norden – im Anschluss an die Insel Fehmarn – liegen nennenswerte Sandvorkommen vor.

**Tabelle 4: Mariner Bodenaushub (Unterlage 38.02)**

ca. Bau-km Bahn (Start)	ca. Bau-km Bahn (Ende)	Element	Abschnittslänge	Bodenarten		
				Sand	Mg	Tarras
Trockendock (Süden nach Norden)						
172,203	172,303		100 m	30 %	20 %	50 %
172,303	172,453		150 m		80 %	20 %
172,453	172,703		250 m	10 %	60 %	30 %
172,703	172,903		200 m		30 %	70 %
Absenktunnel (Süden nach Norden)						
172,872	173,0323	TE12	160,3 m		100 %	
173,0323	173,1926	TE11	160,3 m	30 %	60 %	10 %
173,1926	173,3529	TE10	160,3 m		90 %	10 %
173,3529	173,5132	TE9	160,3 m		100 %	
173,5132	173,6735	TE8	160,3 m	10 %	90 %	
173,6735	173,8338	TE7	160,3 m		50 %	50 %
173,8338	173,9941	TE6	160,3 m		30 %	70 %
173,9941	174,1315	TE5	137,4 m	20 %	70 %	10 %
174,1315	174,2689	TE4	137,4 m	80 %	10 %	10 %
174,2689	174,4063	TE3	137,4 m	90 %	10 %	
174,4063	174,5437	TE2	137,4 m	80 %	20 %	
174,5437	174,6811	TE1	137,4 m		50 %	50 %



Der Aushub wurde vorab in Bohrungen hinsichtlich der Grundparameter der GÜBAK beprobt (Unterlage 41.29). Die Konzentrationen aller analysierten Parameter liegen deutlich unter dem Richtwert 1 der GÜBAK. Ubiquitäre Schadstoffe wie Tributylzinn wurden nicht nachgewiesen. Nicht-ubiquitäre Schadstoffe wurden nur in sehr geringen Konzentrationen (PAK, Schwermetalle) unterhalb der Prüfwerte der OGewV nachgewiesen. PCB wurden lediglich in einer Probe im Bereich des künftigen Trockendocks leicht oberhalb der Nachweisgrenze und unterhalb der Prüfwerte der OGewV Anlage 7 nachgewiesen. Die geringen Konzentrationen der nachgewiesenen Kohlenwasserstoffe im Bereich der Nachweisgrenze sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf geogene Ursachen zurückzuführen. Die vorliegenden Messwerte ergeben insgesamt keine Anhaltspunkte für erhöhte Schadstoffgehalte in dem von den Bauarbeiten betroffenen Sediment. Angesichts des geogenen Ursprungs und der Bindigkeit des Materials ist daher eine baubedingte Freisetzung/Mobilisierung von nicht untersuchten Schadstoffen, die ausschließlich anthropogenen Ursprungs sind, nicht zu erwarten. Es fehlt damit an einem vorhabenbedingten Wirkpfad zwischen der geplanten Nassbaggerung und potenziell erhöhten Gehalten dieser Schadstoffe im Sediment, so dass auf eine weitere Analytik ausschließlich anthropogener Schadstoffe zu verzichten war.

Ungeachtet dessen würden die geplanten Maßnahmen zur Verringerung der Schwebstoffmobilisierung und -ausbreitung („032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“, (Unterlage 17.01)), die auf eine Verringerung der Schwebstoffkonzentrationen abzielen, sich auch auf potenzielle, tatsächlich nicht zu erwartende anthropogene Schadstoffe minimierend auswirken. Aufgrund dieser Maßnahmen ist mit signifikanten Auswirkungen dieser Schadstoffe auf die chemische Gewässergüte sowie den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial nicht zu rechnen, erst recht nicht an den repräsentativen Messstellen.

### **Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials**

Die Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials erfolgt für Stoffe, deren Konzentrationen im Sediment nach OGewV Anlage 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe) und für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 7 (allgemeine physikalisch- chemische Qualitätskomponenten) zu bewerten sind. Die flussgebietsspezifischen im Wasser gelösten Schadstoffe nach OGewV Anlage 6 sind weder bahn- oder straßenbürtig, noch werden sie aus dem Baggergut freigesetzt. Daher werden sie nicht weiter betrachtet. Der Berechnungsweg für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 7 (allgemeine physikalisch- chemische

Qualitätskomponenten) ist identisch mit dem Berechnungsweg der Abschätzung der maximalen Konzentrationen für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 8 (chemische Qualitätskomponenten).

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden im Sediment Arsen, Chrom, Kupfer, Zink und PCB (nur in einer Probe) nachgewiesen. Alle nachgewiesenen Konzentrationen liegen unterhalb des Prüfwertes 1 der GÜBAK für die Ostsee und unterhalb der Prüfwerte nach OGewV Anlage 6. Auf eine Berechnung der Schwebstoffkonzentrationen kann daher verzichtet werden (FGSV, 2021). Ermittelte max. Konzentrationen und Prüfwerte wurden in Tabelle 5 dargestellt.

**Tabelle 5: Konzentrationen im Sediment und Bewertung nach OGewV Anlage 6 und GÜBAK RW 1 Ostsee**

Parameter	Einheit	As	Cr	Cu	Zn	PCB
Max. Konzentration im Feststoff	mg/kg	16	82	55	179	0,00031
Prüfwert OGewV Anlage 6	mg/kg	40	640	160	800	0,02
Prüfwert GÜBAK RW 1	mg/kg	20	90	70	250	0,04

### Beurteilung des chemischen Zustands

Die Beurteilung des chemischen Zustands erfolgt für Stoffe, deren Konzentrationen für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 8 (chemische Qualitätskomponenten) zu bewerten sind. Schadstoffe, für die Biota-UQN Prüfwerte vorliegen, sind im Nassbaggergut nicht anzunehmen (siehe oben). Der Berechnungsweg für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 7 (allgemeine physikalisch- chemische Qualitätskomponenten) ist identisch mit dem Berechnungsweg der Abschätzung der maximalen Konzentrationen für gelöste Stoffe nach OGewV Anlage 8 (chemische Qualitätskomponenten).

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden im Sediment Blei, Cadmium, Nickel, Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> nachgewiesen. Alle nachgewiesenen Konzentrationen liegen unterhalb des Prüfwertes 1 der GÜBAK für die Ostsee. Für Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> wurden zusätzlich die S4-Eluate bestimmt. Die folgenden Berechnungen und Bewertungen werden zur Abschätzung resultierender maximaler Konzentrationen der aus dem Sediment bei der Nassbaggerung mobilisierten Konzentrationen im Wasser durchgeführt, um anschließend eine unterstützende Bewertung des ökologischen Potenzials / des ökologischen Zustandes nach Anlage 7 OGewV und eine Bewertung des chemischen Zustandes nach Anlage 8 OGewV durchführen zu können.

Für Wassertiefen bis 8 m wird bei der Nassbaggerung eine Freisetzung von 0,7 % des Aushubmaterials und unter 8 m von 2,5 % des Aushubmaterials angesetzt (Unterlage 51.02). Die Nassbaggerung erfolgt zur Verminderung des Schwebstoffaustrages unter Realisierung von Minderungsmaßnahmen („032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“, LBP (Unterlage 17.01)) mit einem Wirkungsgrad von 70 %. Es wird als konservative Annahme davon ausgegangen, dass:

- der primär durch die Nassbaggerung beeinflusste Bereich einen Zylinder mit einem Durchmesser von 100 m bis zur Begrenzung durch Minderungsmaßnahmen darstellt,
- die Minderungsmaßnahmen sich nicht vermindern auf die Lösung von Stoffen auswirken, sondern
- alle in den freigesetzten Schwebstoffen zu bewertenden Stoffe zu 100 % in Lösung gehen und
- die Stofffreisetzung stationär und nicht temporär erfolgt.

Die berechneten stofflichen Auswirkungen der Nassbaggerung überschätzen also auch insofern die tatsächlich zu erwartenden Auswirkungen erheblich.

Die Berechnungen werden zur Prüfung der Einhaltung der JD-UQN mit den mittleren Konzentrationen und für die Prüfung der Einhaltung der ZHK-UQN anhand der maximalen analysierten Konzentrationen durchgeführt.

In der Bauphase verringern sich im unmittelbaren Bereich der Baggerung die Strömungsgeschwindigkeiten aufgrund der Vergrößerung des Profils. Für den Austausch aus dem unmittelbar beeinflussten Bereich mit dem umgebenden Küstenwasserkörper werden die verringerten mittleren Strömungsgeschwindigkeiten der Bauphase angesetzt (geringe Geschwindigkeiten führen hier im Berechnungsergebnis zu höheren Konzentrationen, da die Verdünnung geringer ist). Die Strömungsgeschwindigkeiten wurden aus dem hydronumerischen Modell ausgelesen (Unterlage 51.02). Für den weiteren Transport zu den repräsentativen Messstellen sind Strömungsgeschwindigkeiten irrelevant, da hier die Verdünnung im durchströmten Volumen zu Grunde gelegt wird. Für die Berechnung der Auswirkungen der Nassbaggerung wurden die gleichen Annahmen zu Grunde gelegt, die auch der Modellierung der Schwebstoffausbreitung im hydronumerischen Modell zu den Tagesmengen und zur Aushubdicke herangezogen wurden.

Berechnungsweg:

Freigesetzte Stoffmenge ( $MG$ ) pro Tag

$$(19) \quad MG = MB * R * \rho * Cs$$

Mit

MG freigesetzte Stoffmenge pro Tag [kg]

MB Masse Aushub (14.000 m<sup>3</sup>/d) (Unterlage 51.02)

R Freisetzungsanteil 0,7 % bzw. 2,5 %

$\rho$  Dichte Aushub (2.000 kg/m<sup>3</sup>) (Unterlage 51.02)

Cs Maximale Feststoffkonzentration des jeweiligen Parameters (Hinweis: bei tlw. > 90 % Trockensubstanz wurden die Feststoffkonzentrationen generell auf die Originalsubstanz bezogen)

Die Fließstrecke im primär beeinflussten Volumen ist der Kreisdurchmesser. Die Zeit zum Durchströmen ( $t_D$ ) ergibt sich als Quotient von Durchmesser und Strömungsgeschwindigkeit in der Bauphase (20):

$$(20) \quad t_D = \frac{D}{v_b}$$

mit

$t_D$  Durchströmungszeit [d]

D Kreisdurchmesser [m]

$v_b$  Strömungsgeschwindigkeit Bauphase [m/s]

Die Anzahl der Wasseraustauschzyklen (AZ) pro Tag ergibt sich als Reziproke der Austauschzeit ( $t_A$ ) - hier 1 Tag.

Die resultierende Mischwasserkonzentration (CR) für das primär beeinflusste Volumen lässt sich wie folgt ableiten:

$$(21) \quad CR = \frac{MG}{Vm * AZ} + CA$$

mit:

---

CR	Mischwasserkonzentration für primär beeinflusstes Volumen (Vm) [µg/l]
MG	freigesetzte Stoffmenge pro Tag [kg]
CA	Ausgangskonzentration im Meerwasser [µg/l], Messungen der VHT oder ACP aus dem Messprogramm des Landes SH, wenn CA < NWG, dann CA= 0,5·NWG
Vm	Volumen Wassersäule [l]
AZ	Wasseraustauschzyklen primär beeinflusstes Volumen pro Tag

Für Phosphor<sub>ges.</sub> und Stickstoff<sub>ges.</sub> werden abweichend an Stelle der oben rechnerisch aus der Feststoffkonzentration ermittelten freigesetzten Stoffmengen direkt die maximalen Werte der im Labor ermittelten S4-Eluate verwendet, da diese den Prozess der Stofffreisetzung bei der Nassbaggerung labortechnisch abbilden:

$$(22) \quad CR = \frac{CS4}{AZ} + CA$$

mit:

CR	Mischwasserkonzentration für primär beeinflusstes Volumen (Vm) [µg/l]
CS4	maximale Stoffkonzentration im S4-Eluat [µg/l]
CA	Ausgangskonzentration im Meerwasser [µg/l], Messungen der VHT oder ACP aus dem Messprogramm des Landes SH, wenn CA < NWG, dann CA= 0,5·NWG

Die resultierende Mischwasserkonzentration (CM) an der repräsentativen Messstelle lässt sich wie folgt ableiten:

$$(23) \quad CM = \frac{CR \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D}{L - D/2} + CA$$

mit:

Cm	Mischwasserkonzentration [µg/l]
CR	Mischwasserkonzentration für primär beeinflusstes Volumen (Vm) [µg/l]

---

CA	Ausgangskonzentration im Meerwasser [ $\mu\text{g/l}$ ], Messungen der VHT oder ACP aus dem Messprogramm des Landes SH, wenn $CA < \text{NWG}$ , dann $CA = 0,5 \cdot \text{NWG}$
D	Kreisdurchmesser [m]
L	Geringster Abstand zur repräsentativen Messstelle [m]

Die ermittelten Konzentrationen bzw. Konzentrationserhöhungen in Wasser gelöster Stoffe werden wie folgt bewertet:

Gelöste Stoffe, deren ermittelte Ausgangskonzentrationen unter den Bestimmungsgrenzen der jeweiligen Prüfwerte der OGewV liegen:

- Vergleich mit Prüfwerten nach OGewV Anlage 7 oder Anlage 8
- Bewertung eines messbaren Anstiegs an den repräsentativen Messstellen

Gelöste Stoffe, deren Bestimmungsgrenzen über den jeweiligen Prüfwerten der OGewV liegen:

- Bewertung eines messbaren Anstiegs an den repräsentativen Messstellen
- Bewertung einer möglichen UQN-Überschreitung an den repräsentativen Messstellen

Als messbarer Konzentrationsanstieg werden die Messunsicherheiten nach (FGSV, 2021) bzw. identisch: (MEKUN, 2024) herangezogen. Die Messunsicherheit bezieht sich dabei auf den Messwert oder wenn kein Messwert ermittelt wurde auf die UQN.

Ergänzend wurde abgeschätzt, bis zu welcher Fließlänge ab Einleitpunkt, die Konzentrationsanstiege messbar wären oder zu einer Überschreitung der UQN führen würden. Dazu wurde in Gleichung (22) der Durchmesser (entspricht der Fließlänge) iterativ so lange verringert, bis die UQN gerade noch eingehalten wurden bzw. die Messbarkeit des Konzentrationsanstieges gegeben war.

### 2.2.3.5 Berechnung und Bewertung der stofflichen Auswirkungen der Verbringung des Nassbaggergutes auf die KWK

Das gewonnene Nassbaggergut wird, soweit es nicht beim Bau verwendet werden kann, wieder in die Ostsee verbracht.

Im Rahmen der Prognose der Auswirkungen dieser Verbringung wird davon ausgegangen, dass:

- der primär durch die Verbringung beeinflusste Bereich einen Zylinder mit einem Durchmesser von 50 m darstellt,
- als konservativer Ansatz alle in den freigesetzten Schwebstoffen zu bewertende Stoffe zu 100 % in Lösung gehen.

Die Berechnung erfolgt analog zur Entnahme (Kap. 2.2.3.4) mit folgenden Modifikationen:

Freigesetzte Stoffmenge ( $MG$ ) pro Tag:

$$(24) \quad MG = MV * R * \rho * Cs$$

$MG$  freigesetzte Stoffmenge pro Tag [kg]

$MV$  Masse Verbringung (15.720 m<sup>3</sup>/d) (Unterlage 51.04)

$R$  Freisetzungsanteil 10 % (Unterlage 51.04)

$D$  Durchmesser Verbringungsfläche pro Tag, 50 m

$\rho$  Dichte Aushub (1.800 kg/m<sup>3</sup>) (Unterlage 51.04)

$T$  Tiefe der Wassersäule nach Aufhöhung durch die Ablagerung, 17 m

## 2.2.4 Bewertungsmethoden

### 2.2.4.1 Schwebstoffe

#### 2.2.4.1.1 Datengrundlage

Die natürliche Hintergrundkonzentration der Schwebstoffe sind im Fehmarnsund während der Bestandsaufnahme ermittelt worden. Insgesamt vier Messreihen wurden an drei Messpunkten (siehe Abbildung 8) durchgeführt:

- Position Nord (mittlerer Horizont)
- Position Mitte (Horizont unten und oben)
- Position Süd (mittlerer Horizont)



Abbildung 8: Messpunkte der Parameter Trübung, Salzgehalt, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt zur Bestandsaufnahme 2023/ 2024 (IMP, 2024)



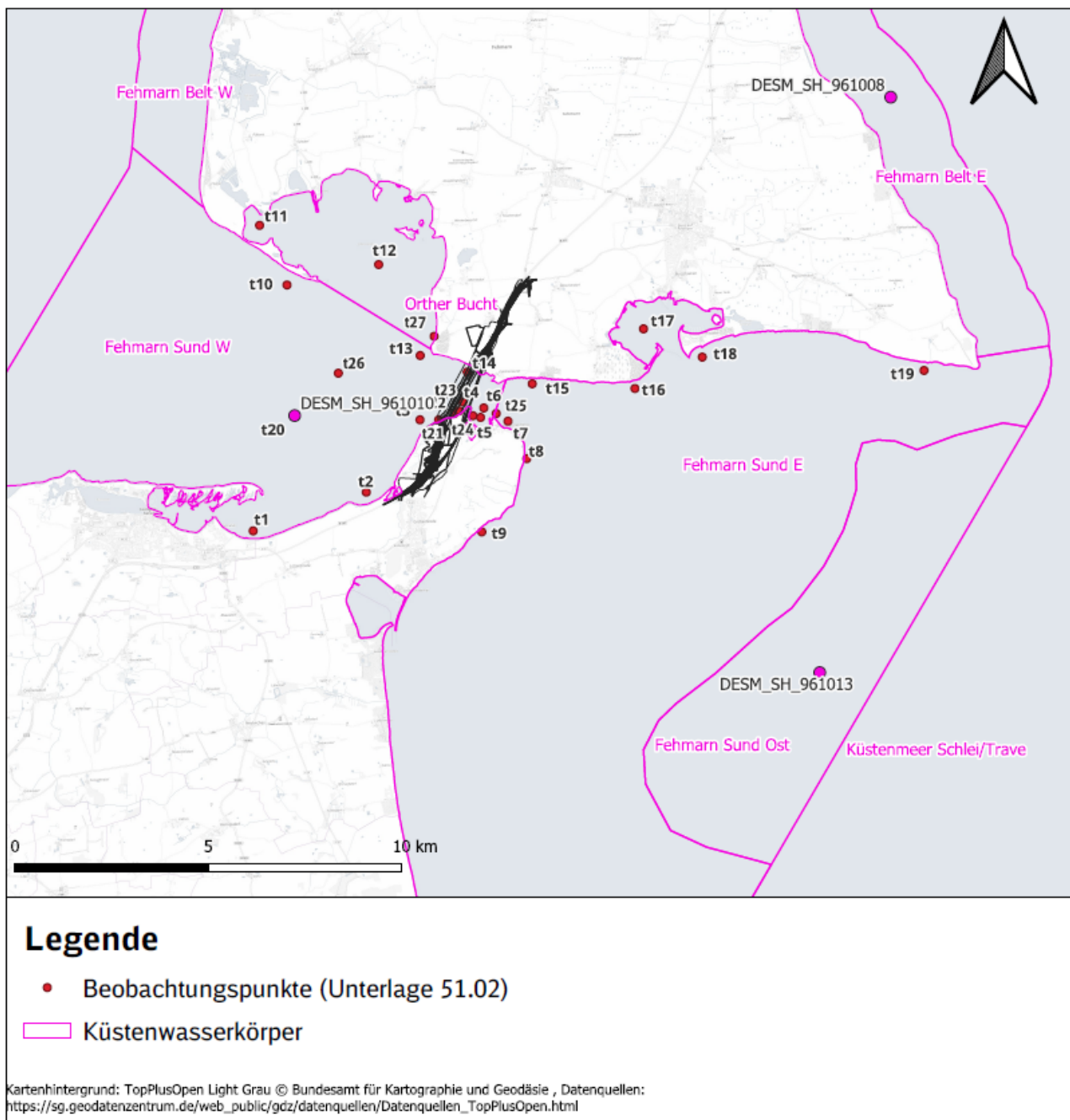
Die Trübung wurde hierbei in Formazin Nephelometric Units (FNU) gemessen. Auf Grundlage von messbegleitenden Wasserprobenahmen wurde eine Trübungs-Schwebstoffkorrelation zur Abschätzung der Schwebstoffkonzentration im Wasserkörper erstellt. Eine Umrechnung der Trübung (FNU) in Schwebstoffkonzentration (mg/l) ist anhand dieser Korrelation bis zu einem Wert von 12 FNU möglich, was etwa 80 mg/l entspricht. Damit sind etwa 85 % bis 97 % der Messdaten umrechnungsfähig (IMP, 2024).

Grundsätzlich zeigen die Daten, dass im Küstenbereich (Position Süd und Nord) die durchschnittlichen Schwebstoffgehalte höher sind als im Fehmarnsund (Position Mitte). Zudem sind die Schwebstoffgehalte in oberflächennahen Bereichen (Mitte oben) niedriger als in Bodennähe (Mitte unten). Im Sommer betragen die mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Küstenbereich ca. 15 mg/l und im Winter ca. 60 mg/l, während in der Fehmarnsundmitte die Werte im Sommer bei ca. 10 mg/l und im Winter bei ca. 20 mg/l liegen (Unterlage 18.04).

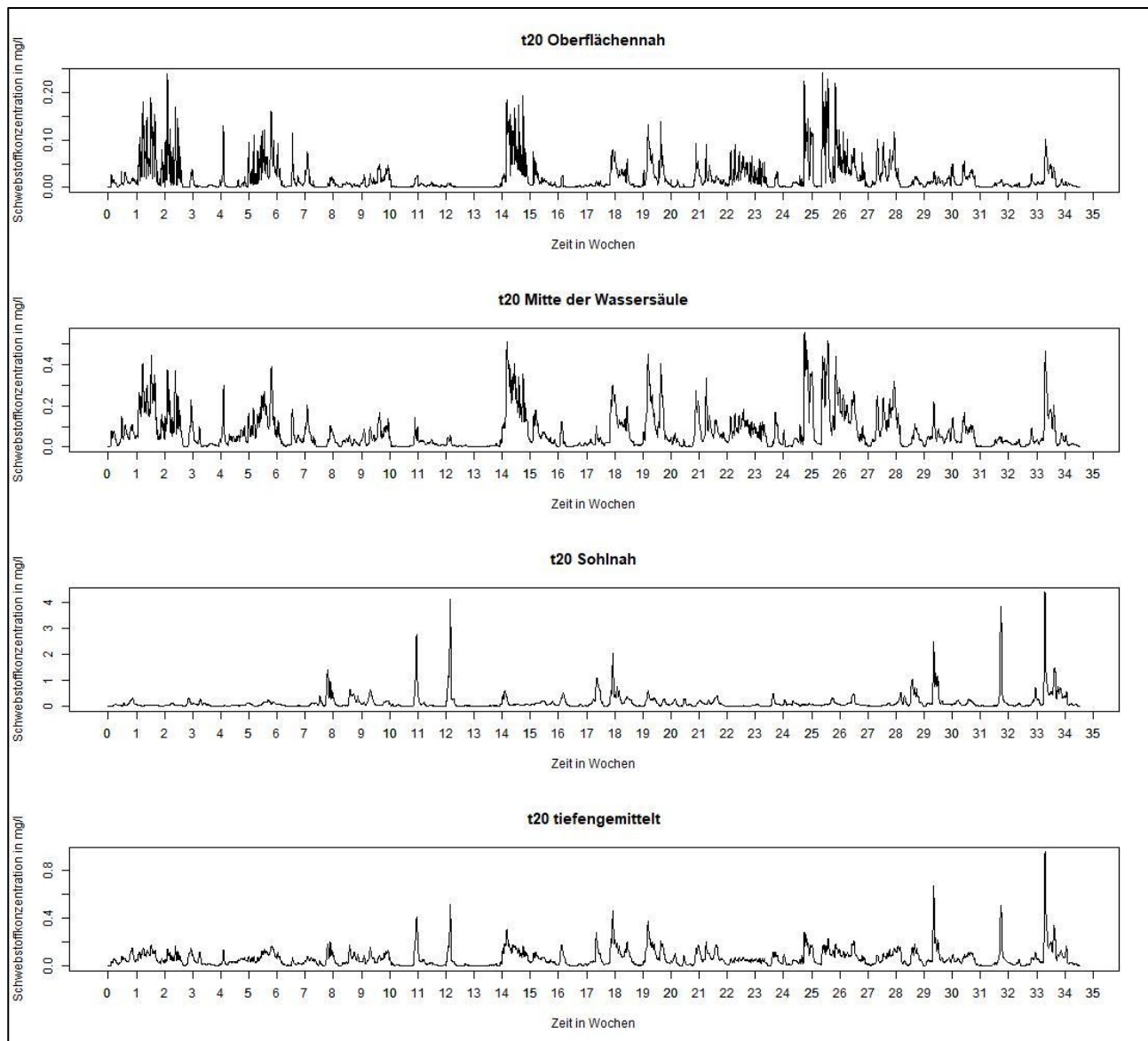
In der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) sind diese Hintergrundkonzentrationen nicht enthalten. Es werden nur die durch die Baumaßnahme verursachten Schwebstoffe modelliert. Für die Bewertung der durch die Baumaßnahme verursachten Schwebstoffe wurden an 27 Beobachtungspunkten (siehe Abbildung 9) Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen sohnah, in der mittleren Wassersäule und oberflächennah extrahiert. Der Punkt t20 bildet dabei den Ort der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 der KWK Fehmarn Sund W, Fehmarn Sund E und Orther Bucht ab. In Abbildung 10 sind exemplarisch die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen am Beobachtungspunkt t20 während der Nassbaggerung dargestellt.

Zur Bewertung des Wirkfaktors Schwebstoffgehalt werden für die biologischen QK Großalgen und Angiospermen sowie benthisch wirbellose Fauna die jeweiligen Wirkschwellen der Schwebstoffkonzentration mit den Ergebnissen der hydronumerischen Modellierung in den jeweiligen KWK verglichen. Die Beschreibung der Wirkschwellen der Schwebstoffkonzentration erfolgt im folgenden Kapitel.

Für den Bereich der Nassbaggergutverbringung wurde ebenfalls eine hydronumerische Modellierung (Unterlage 51.04) durchgeführt. Hier erfolgte die Ergebnisdarstellung anhand von diversen Abbildungen in Bezug auf die Konzentration und die Verbreitung der Schwebstoffe im Bereich der Verbringungsfläche und deren Umfeld.



**Abbildung 9:** Beobachtungspunkte der Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen während der Nassbaggerung gemäß (Unterlage 51.02)



**Abbildung 10:** Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen in mg/l am Beobachtungspunkt t20 (repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 im Fehmarn Sund W) während der Nassbaggerung in drei Tiefen (tiefengemittelt, sohl nah, mittlere Wassersäule, oberflächennah)

#### **2.2.4.1.2 Wirkschwellen**

##### **2.2.4.1.2.1 Großalgen und Angiospermen**

Übernommen aus (Unterlage 18.04):

Schwebstoffe in der Wassersäule bewirken eine Lichttrübung, die die Fotosyntheseleistung und damit das Wachstum von Makrophyten und Algen beeinträchtigen kann. Im Hinblick auf die charakteristischen Arten des FFH-Lebensraumtyps „flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)“ (LRT 1160) ist im Bereich des Fehmarnsund insbesondere das großflächigen Seegrasvorkommen relevant und als bedeutsam hervorzuheben. Entsprechend der spezifischen Erhaltungsziele für den LRT 1160 sind die Seegraswiesen und ihre Dynamik zu erhalten.

Für die Bewertungsrelevanz baubedingter Schwebstoff- und damit Trübungserhöhungen auf Makrophyten und Algen sind bestehende Hintergrundgehalte und natürliche Schwankungen zu berücksichtigen. So ist davon auszugehen, dass eine kurzzeitige Schwebstofferrhöhung von geringerer Relevanz ist als eine über einen längeren Zeitraum anhaltende Erhöhung, da es auch natürlicherweise tageweise zu erhöhten Schwebstoffgehalten kommen kann. Hinzu kommt, dass das Pflanzenwachstum neben dem Faktor Licht auch von der Wassertemperatur sowie dem Nähr- und Sauerstoffgehalt abhängt. Maximale Wachstumsraten werden nur erreicht, wenn alle limitierenden Faktoren im optimalen Bereich liegen. Daher sind Makrophyten und Algen grundsätzlich in der Lage, Mangelsituationen durch Reserven auszugleichen bzw. diese Zeiträume zu überdauern.

Submerse Makrophyten investieren zur Anpassung an Lichtmangelsituationen zunächst in den Blattaufbau, um die photosynthetische Kapazität zu maximieren (bei einer Dauer < 70 Tagen). Mit zunehmender Dauer kann Lichtstress zu Schädigungen und Verwelken von Blättern führen (GAO *et al.* 2023). Untersuchungen der Reaktionen von Seegras auf episodischen Lichtmangel (z. B. durch Baggerarbeiten) zeigten, dass die Pflanzen den Lichtstress besser bewältigen können, wenn regelmäßige Pausen zwischen den Lichtmangelsituationen liegen (WONG *et al.* 2021). Unter experimentellen Bedingungen führte eine ständige und starke Lichtreduktion zu einem Absterben der Sprosse nach 4-6 Wochen. Die minimale Lichtschwelle für das gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*) wurde bei über 20,12  $\mu\text{mol Photonen m}^{-2}\text{s}^{-1}$  festgestellt (BERTELLI & UNSWORTH 2018).

Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen Erkenntnisse wird die Schwelle zur Eingrenzung der Reichweite relevanter Wirkungen auf zusätzliche Schwebstoffkonzentrationen von >10 mg/l an mindestens 7 zusammenhängenden Tagen gesetzt. Da die vorhabensbedingten Trübungswerte im Bereich der Sohle deutlich höher sind als in der Mitte und im oberen Bereich der Wassersäule erfolgt die Abgrenzung der betroffenen

Bereiche anhand der von (Unterlage 51.02) modellierten vorhabensbedingten Schwebstoffkonzentrationen in Sohlhöhe. Dies stellt eine Betrachtung der maximal möglichen Auswirkungen dar, da für die Reduktion des Lichts aufgrund von Trübungen die gesamte Wassersäule relevant ist und tiefengemittelte Schwebstoffkonzentrationen deutlich niedriger wären als die Werte an der Sohle.

#### **2.2.4.1.2.2 Benthisch wirbellose Fauna**

Übernommen aus (Unterlage 18.04):

Muscheln und andere benthische Arten können insbesondere durch zusätzliche vorhabenbedingte Sedimentation betroffen sein, die zu einer Überdeckung der Organismen führt. Hohe Konzentrationen an suspendierten Sedimenten können Auswirkungen auf filtrierende und suspensionsfressende Arten haben. Die benthischen Organismen und insbesondere Muscheln sind nicht oder nur eingeschränkt mobil, so dass sie der Schwebstofffahne nicht ausweichen können. Da der Lebensraum der benthischen Fauna der Meeresboden ist, wird für die Bewertung der Auswirkungen die Schwebstoffkonzentration an der Sohle herangezogen. Die Schwebstoffkonzentration in der Wassersäule hat hingegen keine Relevanz für die Weichtiere am Meeresboden.

Bei Schwebstoffkonzentrationen unterhalb von 10 mg/l sind keine negativen Auswirkungen auf die benthische Fauna zu erwarten, da diese Werte im Bereich der natürlicherweise schwankenden Hintergrundkonzentration liegen. Weiter gibt es keine signifikanten Auswirkungen bei einer Dauer von bis zu einer Woche (7 Tage) bei Konzentrationen höher 10 mg/l. Benthos-Arten, die nicht ausschließlich ihre Nahrung aus dem Wasser beziehen, wie Sedimentfresser, Aasfresser und Räuber, sind entweder nicht betroffen oder können ihre Ernährungsweise anpassen. Suspensionsfresser, die ihre Nahrung aus dem Wasser filtern, können bis zu einer Woche ohne Nahrung überleben, ohne dass ein sofortiges Absterben beobachtet wird ((Essink, 1999), (Lisbjerg et al., 2002)). Zwar können die Wachstumsraten während der Zeit erhöhter Schwebstoffkonzentrationen beeinflusst werden, jedoch besitzen Suspensionsfresser generell eine hohe Wachstumsrate, wodurch die Biomasse nach Verringerung der Schwebstoffkonzentration schnell wieder aufgebaut werden kann. Daher kann eine kurzfristige Erhöhung der Schwebstoffkonzentration (bis zu einer Woche) keine relevanten Beeinträchtigungen hervorrufen.

Bei Schwebstoffkonzentrationen über 100 mg/l und einer Wirkungsdauer von einer Woche bis zu einem Monat (7-30 Tage) sind Auswirkungen möglich (Purchon, 1937), diese beschränken sich jedoch hauptsächlich auf reduzierte Wachstumsraten, vor allem bei Suspensionsfressern. Eine erhöhte Sterblichkeit wird nicht

erwartet (Navarro & Widdows, 1997; Velasco & Navarro, 2002). Ab einer Wirkungsdauer von mehr als 30 Tagen und Schwebstoffkonzentrationen > 100 mg/l kann auch mit einer erhöhten Sterblichkeit benthischer Arten gerechnet werden.

#### **2.2.4.2 Sedimentation**

##### **2.2.4.2.1 Wirkschwellen**

##### **Benthisch wirbellose Fauna**

Übernommen aus (Unterlage 18.04):

Die Reaktionen benthischer Organismen auf Überdeckung sind variabel und artenspezifisch. In der wissenschaftlichen Literatur findet sich eine Vielzahl von Untersuchungen zu den ökologischen Auswirkungen von Sedimentation und der damit zusammenhängenden Sterblichkeit von benthischen Faunagemeinschaften (z.B. (Maurer et al., 1986), (Essink, 1999), (Gibbs & Hewitt, 2004), (Powilleit et al., 2009), (Hutchison et al., 2016)). Die Empfindlichkeit der Organismen hängt von Faktoren wie Sedimenttyp, Sedimentationshöhe und -dauer, dem natürlichen Habitat und der Beweglichkeit und Fähigkeit zur vertikalen Migration ab. Benthische Gemeinschaften sind oft an natürliche Sedimentdynamiken angepasst. Mobile, schnell grabende Fauna zeigt eine höhere Überlebensrate nach Verschüttung als sesshafte Arten ((Essink, 1999), (Hinchey et al., 2006), (Powilleit et al., 2009)). Die Widerstandsfähigkeit und Überlebensrate der Organismen nimmt mit steigender Sedimentationshöhe exponentiell ab, was auf die verstärkte Konsolidierung des Sediments (Abnahme der Porosität und des Porenvolumens) mit zunehmendem Überlagerungsdruck zurückzuführen ist. Dieser Effekt kann erhebliche Auswirkungen auf das Überleben der verschütteten Organismen haben, sowohl aus physiologischen als auch aus mechanischen Gründen. Durch Sedimentation wird der Zugang zu verfügbarem Sauerstoff reduziert, was physiologischen Stress für die benthische Fauna verursachen kann. Der erhöhte Druck und die Zusammensetzung des Sediments können auch zu mechanischer Belastung führen. Sofern die Sedimentation mit Material aus dem eigenen Habitat und einer gewohnten örtlichen Zusammensetzung erfolgt, ist von einer biochemischen Belastung nicht auszugehen (Hinchey et al., 2006).

Die meisten makrozoobenthischen Arten werden nicht beeinträchtigt, solange die Sedimentablagerung 0,2–0,3 m nicht überschreitet (Essink, 1999). Jedoch lässt sich keine allgemeingültige Wirkschwelle bei Sedimentation für die benthische Fauna festlegen. Besonders sensitiv sind sessile Arten und suspensionsfiltrierende Arten. Innerhalb der im Fehmarnsund vorkommenden Arten kann die gemeine Miesmuschel (*Mytilus edulis*)

als eine der empfindlichsten Arten herangezogen werden, weshalb diese im Weiteren stellvertretend für alle charakteristischen Arten betrachtet wird. Die *Mytilus edulis* kann vor der Sedimentation nicht fliehen und besitzt auch kein Siphon, wodurch sie schlecht mit Sedimentation umgehen kann. Verschiedene Laborexperimente zeigen jedoch, dass auch *M. edulis* plötzliche Überdeckungen von bis zu 2 cm vertragen kann. Erst bei einer höheren Überdeckung ist von einer erhöhten Sterblichkeit der Art auszugehen ((Hinchey et al., 2006), (Cottrell et al., 2016), (Hutchison et al., 2016)).

## **2.2.5 Vorgehen**

### **2.2.5.1 Küstenwasserkörper**

Der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial der Wasserkörper ist maßgeblich für die Gewässer-einstufung. Hier sind die biologischen QK Phytoplankton, die weitere aquatische Flora (Makrophyten, Großalgen oder Angiospermen) und Makrozoobenthos (benthische wirbellose Fauna) bestimmend. Vom Land Schleswig-Holstein (LfU, 2023b) und dem Vorhabenträger wurden die aktuell verfügbaren Daten zu den biologischen und chemischen QK der Küstenwasserkörper für das Jahr 2020 zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden an den Messstellen des Bundeslandes Schleswig-Holstein erhoben und nicht, wie bei den zusätzlichen Untersuchungen der Vorhabenträger, an den repräsentativen Messstellen der Wasserkörper. Die Messwerte der Landesmessstellen werden durch die Behörde auf die repräsentativen Messstellen übertragen, sodass eine Vergleichbarkeit gewährleistet werden kann. 2019 wurden die KWK Fehmarn Belt und Fehmarn Sund in je zwei KWK unterteilt. Bei denen uns vorliegenden Daten (Stand 2020) wurden die Messwerte auf beide Teile der oben genannten KWK übertragen. Die Bewertung des ökologischen Zustandes erfolgt anhand von biologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 1 in Verbindung mit Anlage 4 der OGewV, unterstützt von den hydromorphologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 2 der OGewV, den Umweltqualitätsnormen nach Anlage 3 Nummer 3.1 in Verbindung mit Anlage 6 der OGewV und den allgemein chemisch- physikalischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 3.2 in Verbindung mit Anlage 7 der OGewV. Die Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton erfolgt an den gleichen Landesmessstellen, an den auch die chemischen Parameter gemessen werden.

In Abstimmung mit dem LfU Schleswig-Holstein im März 2023 werden die vorhandenen Daten aus dem Jahr 2020 zur Bewertung der Küstenwasserkörper für die Planfeststellung genutzt.

#### **2.2.5.2 Oberflächenwasserkörper – Umgang mit nicht berichtspflichtigen Gewässern**

Im Vorhabengebiet sind keine natürlichen Fließgewässer vorhanden. Das geplante Bauvorhaben beeinflusst somit kein berichtspflichtiges Fließ- oder Stillgewässer. Angelegte Grabensysteme entwässern die Großenbroder Landzunge und den südlichen Fehmarnen Inselteil, in dem sich das Vorhabengebiet befindet.

Die Gräben sind im Landes- Gewässerverzeichnis nummeriert, jedoch liegen keine ökologischen, chemischen oder mengenmäßigen Informationen zu den Gewässern vor.

Als Oberflächenwasserkörper, die einer Berichtspflicht unterliegen, werden Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet von mehr als 10 km<sup>2</sup> oder stehende Gewässer (Seen) mit einer Fläche von 50 ha ausgewiesen (vgl. Anlage 1, Nummern 2.1 und 2.2 der OGewV). Im PFA FSQ (Untersuchungsraum) befinden sich keine berichtspflichtigen Fließgewässer oder Seen. Der Untersuchungsraum wird im Folgenden mit der Fläche aller potenziell beeinflussten Gewässerkörper definiert.

Nach dem Gerichtsurteil BVerwG 9 A 2.18 vom 12.06.2019 muss das Verschlechterungsverbot für Kleingewässer nicht geprüft werden, auch wenn in diese Gewässer eingeleitet wird. Entscheidend für die Bewertung der Einleitung ist die repräsentative Messtelle des berichtspflichtigen Oberflächenwasserkörpers, in den das Kleingewässer mündet (BVerwG 9 A 2.18).

Die Entwässerung des geplanten Bauwerks findet über die Ableitung von Niederschlagswasser der Verkehrsanlagen über Regenrückhaltebecken (Bahn) oder Retentionsbodenfilteranlagen (Straße) statt (Unterlage 12). Im Ergebnis von Abstimmungen mit den Wasser- und Bodenverbänden Großenbrode und Avendorf wurde eine gedrosselte Einleitung in die vorhandenen kleinen Gewässer in der Höhe des derzeitigen Landschaftsabflusses geplant.

Niederschlagswasser der Verkehrsaußenflächen werden zum Teil ungedrosselt in die Gewässer geleitet und zum Teil mit über die Retentionsanlagen geleitet (Unterlage 12).

Es liegen keine Informationen über den chemischen und ökologischen Zustand sowie den Durchfluss der Gewässer 1 und 5 in Großenbrode, wie auch 5 und 7 auf Fehmarn vor. Es wird nicht ausgeschlossen, dass die Kleingewässer temporär trockenfallen. Gewässer 5 befindet sich in einem Landschaftsschutzgebiet und teilweise in Natura 2000 Gebieten.

Kleinere, nicht-berichtspflichtige Gewässer unterliegen keinen eigenen Bewirtschaftungszielen. Jedoch darf die Bewirtschaftung dieser Gewässer nicht die ökologischen und chemischen QK der sich anschließenden berichtspflichtigen Wasserkörper verschlechtern oder deren Zielerreichung gefährden (OGewV, 2020).



Alle Einleitgewässer entwässern letztlich in die berichtspflichtigen Küstenwasserkörper Fehmarn Sund W, Fehmarn Sund E und Orther Bucht. Eine Bewertung der Einleitungen findet somit für die KWK und deren repräsentative Messstellen statt.

### **2.2.5.3 Grundwasserkörper**

Die Einordnung des mengenmäßigen Zustands richtet sich nach §§ 4 GrwV nach dem Verhältnis der Grundwasserentnahme zum nutzbaren Grundwasserdargebot. Ein guter mengenmäßiger Grundwasserzustand setzt nach § 4 Abs. 2 GrwV zunächst voraus, dass die Entwicklung der Grundwasserstände oder Quellschüttungen zeigt, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme das nutzbare Grundwasserdargebot nicht übersteigt (Nr. 1). Zudem müssen die weiteren Voraussetzungen des § 4 Abs. 2 Nr. 2 GrwV vorliegen. Danach darf die Entnahme nicht dazu führen, dass Oberflächengewässer, die in Kontakt mit dem Grundwasser stehen, ihre Bewirtschaftungsziele verfehlen oder dass sich ihr Zustand signifikant verschlechtert. Ebenso dürfen grundwasserabhängige Landökosysteme nicht signifikant geschädigt werden. Die Entnahme darf auch nicht dazu führen, dass Grundwasser durch eine räumliche und zeitlich begrenzte Änderung der Grundwasserströmungsrichtung mit Salz oder Schadstoffen verunreinigt wird.

Die Beurteilung des chemischen Zustandes erfolgt nach § 7 GrwV. Ein guter Grundwasserzustand ist erreicht, wenn die Schwellenwerte der Anlage 2 der GrwV (Nährstoffe, Schwermetalle und PSM und deren Metaboliten und Biozide, LHKW) an allen repräsentativen Messstellen nicht überschritten werden und es darüber hinaus keine Anzeichen auf den Eintrag von Schadstoffen durch den Menschen gibt. Auch darf es durch den Grundwassereinfluss zu keiner signifikanten, durch den chemischen Zustand des GWK verursachten, Verschlechterung von grundwasserbeeinflussten Oberflächengewässern oder Landökosystemen kommen. Wird ein Schwellenwert erreicht oder überschritten, kann der gute chemische Zustand unter verschiedenen Voraussetzungen dennoch erreicht werden. Hier spielt die zeitliche und räumliche Begrenzung der Überschreitung der Parameter und Stoffgruppen eine wesentliche Rolle oder aber, dass die Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers nicht wesentlich beeinträchtigt werden.

## **2.2.6      Prüfschritte**

Der Fachbeitrag WRRL setzt folgende Prüfschritte in der aufgeführten Reihenfolge um:

- 1)    Ableitung und Beschreibung der Wirkfaktoren im Hinblick auf potenzielle Auswirkungen auf die ökologischen QK und den chemischen und mengenmäßigen Zustand der Wasserkörper auf Basis der Datenerbereitstellung der aktuellen Planungen – Kap. 3.4
- 2)    Identifizierung der zu berücksichtigenden Wasserkörper (Grund-, Oberflächen- und Küstenwasserkörper) – Kap. 4.1 bis 4.4
- 3)    Beschreibung des ökologischen und chemischen sowie des mengenmäßigen Zustands bzw. Potentials der zu betrachtenden Wasserkörper – Kap. 4.6 bis 4.7
- 4)    Bewertung der Wirkungen des Vorhabens auf die Küsten - und Grundwasserkörper – Kap. 5
- 5)    Prüfung auf Verstoß gegen das Zielerreichungsgebots und Trendumkehrung – Kap. 6

### **3. Beschreibung des Vorhabens und der damit verbundenen Wirkfaktoren sowie Ermittlung möglicher Vorkehrungen**

#### **3.1 Vorhabenbeschreibung**

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Zuordnung der einzelnen Vorhabenbestandteile aus Kap. 3.1. zu den Wirkfaktoren in Kap. 3.4 werden diese im Folgenden in eckigen Klammern nummeriert: [L1 bis L21] Vorhabenbestandteile auf dem Festland und [M1-M14] küstennahe und marine Vorhabenbestandteile.

##### **3.1.1 Arbeiten und Maßnahmen auf dem Festland**

###### **3.1.1.1 Errichtung von Schienen und Straßen**

###### **3.1.1.1.1 Schienen**

Der Planfeststellungsabschnitt PFA FSQ ist Teil der geplanten neuen Schienenanbindung zur Festen Fehmarnbeltquerung (FFBQ). Der Planungsumfang umfasst den Neubau der Strecke 1100 auf einer Länge von ca. 6.612 m. Die neue FSQ ist zweigleisig und elektrifiziert geplant. Die Streckengestaltung im PFA FSQ – Fehmarnsundquerung wird im Wesentlichen durch die Lage und Bauart des neuen Querungsbauwerks (Absenktunnel) sowie dessen Einbindepunkte in die anschließenden Streckenabschnitte bestimmt. Mit der neuen FSQ wird der durchgängige, zweigleisige, elektrische Zugverkehr nach einheitlichem Streckenstandard bis an die neue Feste Fehmarnbeltquerung (FFBQ) realisiert (Unterlage 16.01).

Der Aus- bzw. Neubau der Strecke erfolgt im Planfeststellungsabschnitt mit Schotteroberbau oder Einsatz einer Festen Fahrbahn [L1: Neubau Bahnkörper]. Der Schotteroberbau wird auf Erdbauwerken und Trogstrecken realisiert. Die Feste Fahrbahn wird im Tunnel und an den daran anschließenden Trogstrecken bis hin zu den Rettungsplatzzufahrten errichtet (Unterlage 1.01).

Der Bahnkörper für die Neubauabschnitte der Strecke 1100 ist für die Bereiche zwischen der jeweiligen Planfeststellungsgrenzen und dem entsprechenden Troganfang bzw. -ende neu herzustellen. Auf dem Festland verläuft die Strecke von der Geländegleiche am Bahnhof Großenbrode im Einschnitt Richtung Trog. Auf der Insel kommt die Strecke aus dem Trog und verläuft bis zur Grenze zum PFA 6 wechselnd in Einschnitt- oder Dammlage. Für den Schotteroberbau wird eine abzusichernder Tragbereich mit 2,5 m unter

Schienenoberkante (SO) realisiert. Für die Herstellung der Tragbereiche wird ein Bodenaustausch mit kiesig-rolligem Erdstoffmaterial bis zu einer Höhe von 2,5 m unter SO vorgenommen. Auf diesem Erdstoffmaterial wird anschließend eine Schutzschicht, bestehend aus einer Planum-Schutzschicht mit einer Mindestdicke von 0,2 m über einer Frostschutzschicht mit einer Mindestdicke von 0,25 m, aufgetragen. Neben dem Bodenaustausch kann es in Bereichen mit einer weitestgehend homogenen Bodenschichtung – in dem vorliegenden Fall sind dies die als Geschiebemergel bezeichneten Böden - auch zu Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Kalkens kommen. Bei einer Bodenverbesserung mit Kalk wird dieser bis in eine Tiefe von 0,50 m eingefräst und dadurch der anstehende Boden in seinem Tragverhalten verbessert. Die verbesserte Bodenschicht befindet sich dabei unter den Schutzschichten. Die Vorhabenträgerin strebt an, eine Kombination aus Bodenverbesserung mittels Kalkeinarbeitung und Bodenaustausch vorzunehmen, wird dies aber in Abhängigkeit der anzutreffenden Böden erst im Rahmen der Bauausführung entscheiden können. Tendenziell ist auf der Festlandsseite auf ca. 40 % der Streckenlänge ein Bodenaustausch erforderlich. Die verbleibenden Abschnitte wie auch die überwiegenden Teile auf der Inselseite sind hingegen mittels Kalkeinfräsung zu verbessern (Unterlage 1.01). [L1: Neubau Bahnkörper, L2: Lokale Bodenverbesserung durch Bodenaustausch und/oder Kalken].

Das Planum des Bahnkörpers auf dem Erdbauwerk wird mit einer Breite von etwa 12 m geplant. Darin enthalten sind die Gleise mit der Schotterbettung sowie die Kabelführungssysteme, die im Randbereich in Form von Betontrögen mit innenliegenden Deckeln angeordnet werden. Daran schließen außenliegende Entwässerungseinrichtungen an. Die Entwässerung erfolgt über beidseitig neben der Strecke angeordnete Sickerleitungen. Die geschlitzten Sickerleitungen nehmen das vom Planum und angrenzenden Böschungen abfließende Niederschlagswasser auf und leiten es zu den Regenrückhaltebecken. Aus den Regenrückhaltebecken erfolgt die gedrosselte Einleitung in die Vorfluter (Unterlage 1.01). Eine detaillierte Beschreibung der Entwässerung des Bahnkörpers erfolgt in Kapitel 3.2. [L3: Entwässerung des Bahnkörpers].

#### **3.1.1.1.2 Straße**

Der Planungsumfang für die Fehmarnsundquerung umfasst den Neubau der B 207 auf einer Länge von 6.581 m als zweibahnige, vierstreifige Strecke für eine Richtgeschwindigkeit von 100 km/h in der freien Strecke und 80 km/h im Tunnel und den Tunnelvorfeldern. Die Trasse der B 207 beginnt südlich der vorhandenen AS Großenbrode auf der Festlandseite und endet auf der Insel Fehmarn südlich der AS Avendorf. Der Beginn und das Ende schließen jeweils an den planfestgestellten Planungsabschnitt „vierstreifiger Ausbau der B 207

zwischen Heiligenhafen-Ost und Puttgarden“ an. Das Bauvorhaben enthält eine Umplanung und Verschiebung der teilplanfreien Anschlussstelle AS Großenbrode (B 207 mit Kreisstraße K 42) nach Norden. Nach Herstellung der neuen Fehmarnsundquerung wird der LaV (langsam fahrende Verkehr) auf der Bestandstrasse der heutigen B 207 verlaufen. Parallel zum LaV wird ein gemeinsamer Geh- und Radweg auf der Ostseite geführt (Unterlage 1.01) [L4: Versiegelung durch Straßenneubau].

Bei Puttgarden schließt die planfestgestellte Feste Fehmarnbeltquerung (FFBQ) von Fehmarn nach Dänemark an, die als Autobahn 1 gewidmet wird. Die B207 wird vierstreifig und anbaufrei ausgebaut. Die Anbindung der ausgebauten B 207 an das nachgeordnete Straßennetz erfolgt über die Anschlussstellen Großenbrode, Avendorf, Burg und Puttgarden. Der LaV wird vom Ortsausgang Großenbrode parallel an der künftigen Bahnstrecke geführt und über einen neu geplanten Kreisverkehrsplatz an die Überführung der K 42 angeschlossen (AS Großenbrode neu). Der LaV verläuft dann weiter in Richtung Norden auf der Bestandstrasse der B 207 und wird auf die vorhandene Fehmarnsundbrücke geführt. Inselseitig überführt der LaV die umverlegte Straße Strukkamp mit dem Bauwerk 6.3.4. Für die künftige Straße des langsam fahrenden Verkehrs und der Ortsverbindung zwischen Strukkamp und Fehmarnsund-Südstrand ist eine teilplangleiche Lösung – ein Kreisverkehrsplatz mit Verbindungsrampe vorgesehen. Weiterhin wird das Wasserwerk von dem LaV auf der Ostseite umfahren. Dort wird eine vierarmige plangleiche Kreuzung ohne Lichtsignalanlage mit Linksabbiegespur vorgesehen, womit auch die Anbindung nach Avendorf angeschlossen wird. Am Bauende werden der LaV, die L 217, die K 43 nach Blieschendorf und die K 43 nach Avendorf durch einen Kreisverkehrsplatz auf der Ostseite der AS Avendorf verbunden (Unterlage 18.01).

Das allgemeine Entwässerungskonzept der Fehmarnsundquerung VA-Straße ist, die Entwässerungssysteme der freien Strecke der B 207, der Tröge und des Tunnels möglichst zu trennen und die Straßenoberflächenwässer wo möglich direkt in die Ostsee (den Fehmarnsund) zu leiten. Eine detaillierte Beschreibung der Entwässerung der Straßen erfolgt in Kapitel 3.2. [L5: Entwässerung der Straßen].

### **3.1.1.2      Brücken- und Durchlassbauwerke**

#### BW 6.3.1 – Brücke K 42 über Bahntrasse 1100 bei Großenbrode

Für die Überführung der Kreisstraße 42 (K 42) über die Bahntrasse 1100 wird der Bau einer Straßenüberführung (SÜ) in Form eines Brückenbauwerks erforderlich.

Das Brückenbauwerk wird als 1-feld-Bauwerk vorgesehen. Der Überbau wird als zweistegiger Plattenbalken in Spannbetonbauweise konzipiert. Als Unterbauten dienen klassische Kastenwiderlager mit Parallelfügeln. Die Unterbauten werden flachgegründet. Als Absturzsicherungen dienen beidseitig 1,30 m hohe Füllstabgeländer. Direkt vor und hinter dem Brückenbauwerk schließt jeweils ein Kreisverkehr an. Zur Bauwerksunterhaltung ist jeweils parallel zur nördlichen Flügelwand Böschungstreppen vorgesehen (Unterlage 1.01) [L21: Brückenbauwerke].

#### BW 6.3.2 – Brücke K 42 über die B 207 bei Großenbrode

Für die Überführung der Kreisstraße 42 (K 42) über die B 207 ist der Bau eines Brückenbauwerks erforderlich. Für das Brückenbauwerk ist ein gelagertes 2-Feld-Bauwerk vorgesehen. Der Überbau wird als zweistegiger Plattenbalken in Spannbetonbauweise konzipiert. Als Unterbauten dienen klassische Kastenwiderlager mit Parallelfügeln und Mittelpfeiler im Mittelstreifen der B 207. Die Unterbauten werden flachgegründet. Als Absturzsicherungen dienen beidseitig 1,30 m hohe Füllstabgeländer. Direkt vor und hinter dem Brückenbauwerk schließt jeweils ein Kreisverkehr an. Zur Bauwerksunterhaltung sind an allen vier Flügelwänden Böschungstreppen vorgesehen. Direkt vor und hinter dem Brückenbauwerk schließt jeweils ein Kreisverkehr an. Zur Bauwerksunterhaltung sind an allen vier Flügelwänden Böschungstreppen vorgesehen (Unterlage 1.01) [L21: Brückenbauwerke].

#### BW 6.3.4 – Brücke LaV über Straße „Strukkamp“

Für die Überführung des langsam geführten Verkehrs (LaV) über die neu herzustellende Straße „Strukkamp“ ist der Bau eines Brückenbauwerks erforderlich. Für das Brückenbauwerk ist ein gelagertes 1-Feld-Bauwerk vorgesehen. Der Überbau wird als zweistegiger Plattenbalken in Spannbetonbauweise konzipiert. Als Unterbauten dienen klassische Kastenwiderlager mit Parallelfügeln. Derzeit wird von einer Flachgründung der Unterbauten ausgegangen. Als Absturzsicherungen dienen beidseitig 1,30 m hohe Füllstabgeländer. Zur

Bauwerksunterhaltung sind an allen vier Flügelwänden Böschungstreppen vorgesehen (Unterlage 1.01) [L21: Brückenbauwerke].

#### Durchlässe:

Sowohl auf dem Festland als auch inselseitig wird ein Düker/Durchlass errichtet. Der Düker Großenbrode dient der Querung der Verkehrsanlagen (Bahnstrecke 1100, Fahrbahn der neuen B207, Hochwasserschutzdeich) durch das Gewässer 5. Aufgrund der niedrigen Bestandsgeländehöhen und dem Neubau der oberirdisch liegenden Verkehrsanlagen sowie des Hochwasserschutzdeiches wird der Düker / Durchlass Großenbrode vorzugsweise in einer offenen Bauweise errichtet. Für Wartungszwecke kann das Auslassbauwerk über den Außendeichweg des Hochwasserschutzdeichs erreicht werden. Zusätzliche Ausrüstungen wie z. B. Rückstauklappe und Absperrschieber sind ebenfalls vorgesehen. Im Bereich des Hochwasserschutzdeichs ist der Durchlass in einem Schutzrohr zu verlegen. Der Düker dient der Entwässerung der Einzugsbiete östlich der neu geplanten Verkehrsanlagen (Unterlage 1.01) (Unterlage 49.03.003).

Der vorhandene Durchlass auf Fehmarn des Gewässers Nr. 7 unterhalb der Bundesstraße B 207/Europastrasse E 47 wird durch einen neuen Durchlass unmittelbar nördlich ersetzt. Von Osten nach Westen werden der LaV, die Bahnstrecke 1100 sowie die freie Strecke B 207 vom Durchlass Fehmarn unterquert. Im Bereich der freien Strecke B 207 liegt der neue Durchlass bis zu ca. 9 m unterhalb der derzeit vorhandenen Geländeoberkante (Unterlage 1.01).

Des Weiteren werden insgesamt 35 weitere Durchlässe entlang des Bauvorhabens errichtet. (Unterlage 4.01) [L6: Durchlässe für Kleingewässer].

#### **3.1.1.3 Hochwasserschutzdeich**

Auf der Festlandseite sind die geplanten Trogbauwerke, das Tunnelportal und das Betriebsgebäude aufgrund der vorhandenen Topografie ohne weiteren Schutz nicht hochwassersicher. Aus diesem Grund ist entlang des hochwassergefährdeten Bereichs die Errichtung eines 1.080 m langen Hochwasserschutzdeiches geplant. Er verläuft parallel zur Straßentrasse in nordöstliche Richtung und umschließt das Tunnelportal sowie das Betriebsgebäude, bis er auf der Ostseite des Tunnelportals an ausreichend hoch gelegenes natürliches Gelände anschließt.

Für die Ermittlung der Höhe des Hochwasserschutzdeiches wurde ein Hochwasser mit einer Jährlichkeit von 200 Jahren (HW200) zugrunde gelegt. Für den Planungsbereich hat das Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig- Holstein (MEKUN) einen Wasserstand HW200 von NHN +2,45 m definiert. Aufgrund der geplanten Lebensdauer des Tunnels von 130 Jahren wurde ein Vorsorge- maße zur Berücksichtigung des zukünftigen Meeresspiegelanstieges bis 2150 von 1,35 m eingerechnet. Dar- über hinaus wurden zusätzliche Freibordhöhen für den bemessungsrelevanten Seegang von 1,90 m berück- sichtigt. Die notwendige Höhe des Hochwasserschutzdeiches ergibt sich demzufolge mit NHN +5,70 m.

Die Breite des geplanten Hochwasserschutzdeiches variiert in Abhängigkeit der vorhandenen Topografie zwi- schen 20 m und 55 m. Die Deichabdeckung ist als 1,0 m starke mineralische Dichtung geplant [L7: vorhaben- bedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode].

Im Gegensatz zum Festland liegt das Tunnelportal auf Fehmarn ausreichend hoch, so dass dort auf eine Hoch- wasserschutzanlage verzichtet werden kann (Unterlage 1.01).

### **3.1.2 Arbeiten und Maßnahmen im küstennahen und marinen Bereich**

#### **3.1.2.1 Tunnelbauwerke/Trogbauwerke, Trockendock, Bauhafen, Absenktunnel**

##### **3.1.2.1.1 Bauwerksabfolge**

Die zukünftige Fehmarnsundquerung besteht aus einem Tunnelbauwerk mit beidseitig angeschlossenen Trogbauwerken.

Der gesamte Tunnel soll in einer Wannenlage mit Tiefpunkt im Bereich des Fehmarnsunds errichtet werden. Um das Bauwerk gegen eindringendes Grundwasser abzudichten, sind Trogbauwerke erforderlich. Die B 207 und die Bahnstrecke 1100 werden dabei so lange in Trogbauwerken geführt, bis das Risiko von eindringen- dem Wasser erdseitig ausgeschlossen werden kann.

Bei dem Bau der Tunnel, Trogbauwerke und des Trockendocks ergibt sich von Süden nach Norden folgende Bauwerksreihenfolge:

- getrennte Trogbauwerke für Eisenbahn und Straße Großenbrode (TR-GS, TR-GB)
- gemeinsamer Trogquerschnitt Großenbrode (TR-G)
- Tunnel in offener Bauweise Großenbrode (TOG)
- Absenktunnel



- Tunnel in offener Bauweise Fehmarn (TOF)
- gemeinsamer Trogquerschnitt Fehmarn (TR-F)
- getrennte Trogbauwerke für Eisenbahn und Straße Fehmarn ((TR-FS, TR-FB)

### 3.1.2.1.2 Tunnelbauwerke/Trogbauwerke

#### 3.1.2.1.2.1 Festland

Auf der Festlandseite ist nördlich hinter der Anschlussstelle (AS) Großenbrode im Verlauf der Zuwegung zum Absenktunnel der Fehmarnsundquerung ein Trogbauwerk zwischen der freien Strecke der Bahn und dem temporären Bauwerk des Trockendocks geplant in dem die Bahnstrecke verlaufen soll. Die freie Strecke mündet in einen Trog, der in offener Bauweise hergestellt wird (Tunnel in offener Bauweise (TOG)). Der Tunnel wird auf einer Auffüllung mit Kies oder Schotter gegründet. In den nördlichen 100 m des TOG bis zur Schnittstelle zum Absenktunnel erfolgt eine Baugrundverbesserung mittels Bohrpfählen, welche jedoch nicht strukturell mit dem Tunnelbauwerk verbunden sind. Nach Herstellung des TOG wird der Tunnel seitlich und oben mit Sand verfüllt (Unterlage 1.01) [L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle TOG] [L9: Bauwerk TOG].

Die Bahngleise und die Straße verlaufen zunächst in getrennten Trögen, Straßentrog (TR-GS) und Bahntrog (TR-GB), bevor in einem gemeinsamen Trog (TR-G) übergehen (Unterlage 1.01). Der TR – GS weist eine Länge von ca. 286 m und der TR-GB von ca. 989 m auf.

Die Trogbauwerke werden flachgegründet in Stahlbeton hergestellt. Auf dem Festland wird der Straßentrog im Trockendock hergestellt. Zur Sicherung gegen Auftrieb wird der Trog hier mit Ballastbeton beschwert. Auch der Bahntrog wird in diesem Bereich mit Ballastbeton beschwert. Der Anfang des festlandseitigen Bahntroges wird in einer offenen Baugrube hergestellt. Im weiteren Verlauf bis zum Trockendock wird der Bahntrog in einer ausgesteiften Schlitzwandbaugrube hergestellt (Unterlage 1.01).

#### 3.1.2.1.2.2 Inselseitig

Der nördliche Teil des Tunnelbauwerks auf der Insel Fehmarn wird als Trogbauwerk in offener Bauweise errichtet und nachfolgend als Tunnel offener Bauweise Fehmarn (TOF) bezeichnet. Er beginnt an der Schnittstelle zum nördlich angrenzenden Trogbauwerk und endet mit der Schnittstelle zum Absenktunnel auf dem dazugehörigen Tunnelwiderlager. Diese Schnittstelle ist zugleich die Schlussfuge des Absenktunnels.

Ausgehend von dem Absenktunnel verlaufen die Straßen und die Bahntrasse in einem gemeinsamen Trogbauwerk (TR-F), bevor es sich in zwei Bauwerke aufteilt. Das gemeinsame Trogbauwerk weist eine Länge von 70 m auf. Auf der Insel Fehmarn verläuft die B 207 in dem Bauwerk Straßentrog (TR-FS), welcher eine Länge von ca. 394 m aufweist. Das Bauwerk Bahntrog (TR-FB) weist eine Länge von ca. 658 m auf (Unterlage 1.01).

Die Trogbauwerke werden flachgegründet in Stahlbeton hergestellt. Auf der Insel wird sowohl der Straßen- als auch der Bahntrog vollständig innerhalb einer ausgesteiften Schlitzwandbaugrube hergestellt. Nach Fertigstellung der Tröge dienen die Schlitzwände sowohl festland- als auch inselseitig der Ballastierung (dauerhafter Anschluss der Schlitzwände mittels Knaggenkonstruktionen an die Trogwände) (Unterlage 1.01) [L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen TOF]; [L11: Bauwerk TOF].

### **3.1.2.1.3 Trockendock**

Das bauzeitlich zu errichtende Trockendock ist ein wesentlicher Bestandteil der Baumaßnahme. Es befindet sich im Baufeld Großenbrode und dient der Herstellung der 12 Absenktunnelelemente. Nach Fertigstellung der Tunnelelemente dient es als Baugrube für die Errichtung des Tunnels in offener Bauweise und der gemeinsamen Tröge. Hierfür wird das Trockendock festlandseitig in der Trasse des zukünftigen Tunnels hergestellt. Das nördliche Ende des Trockendocks befindet sich im Fehmarnsund. Im Endzustand wird die Fläche des Trockendocks wiederaufgefüllt und der Tunnel in offener Bauweise abgedeckt. Hier entsteht zudem das Betriebsgebäude Großenbrode (Unterlage 1.01).

Der Boden oberhalb des Wasserspiegels im Fehmarnsund (NHN +0,06 m) wird zur Herstellung des Trockendocks landseitig ausgehoben und im bauzeitlichen Bodenlager je nach Wiederverwendungszweck zwischengelagert (Maßnahme „016\_V Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Mineralboden aus landseitigem und marinem Aushub“, LBP (Unterlage 17.01)). [M1: Bodenaushub für das Trockendock, Trockenbaggerung], [L12: Errichtung und Betrieb von Bodenlagerflächen].

Der Boden unterhalb des Meeresspiegels wird wasserseitig mithilfe von Schwimmbaggern ausgehoben. [M2: Nassbaggerung Trockendock]. Der dabei anfallende Boden wird mit der Hilfe von Klappschuten auf die dafür vorgesehene Fläche in der Ostsee verbracht oder im Fall von sandigen Schichten auf dem Baufeld Großenbrode aufgespült (Unterlage 1.01). Nach Erreichen der Endaushubtiefe werden die Fangedämme und das Trockendocktor hergestellt und anschließend das Trockendock gelenzt. Im Weiteren erfolgt dann der Ausbau des Trockendocks.

Die Unterkante der Trockendocksohle liegt in der Tiefe von -12,85 m NHN. Eine 2,0 m mächtige Drän- und Gründungsschicht aus Kies mit eingelegter Stahlbetonplatte in den Bereichen der Betonierplätze der Absenktunnelelemente dient als Arbeitsplanum. Der Aufbau von unten nach oben besteht aus einer 0,65 m dicken Schotterschicht, einer 0,35 m dicken Stahlbetonplatte und einer 1,0 m mächtigen Schottertragschicht (Unterlage 1.01). Zur Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen dem angrenzenden Gelände und der Trockendocksohle werden Böschungen ausgebildet, welche örtlich durch Bodenvernagelungen mit Stahlträgern stabilisiert und mit einer Deckschicht aus Wasserbausteinen an der Oberfläche gegen Erosion geschützt werden. Entlang der Böschungsoberkante des Trockendocks sind auf der West-, Süd- und Ostseite Dichtwände (Schlitzwände mit eingestellten Stahlträgern) geplant, um einen Zutritt von Grundwasser über die Böschungsflächen zu unterbinden. Der wasserseitige Verschluss des Trockendocks (Nordseite) erfolgt über Fangedämme und ein Caisson-Tor mit einer Breite von etwa 53 m. Oberhalb der Böschung des Trockendocks, sowie auf den Fangedämmen, werden insgesamt 9 Winden für das Ausschwimmen und Stabilisieren der Elemente beim Fluten des Trockendocks platziert. Die Winden werden dabei auf Betonsohlen mit Flach- oder Tiefgründungen montiert, um die Elemente an Ort und Stelle zu halten. Die Fangedämme bestehen aus 2 mit Ankern verbundenen Spundwänden. Das Caisson-Tor, bestehend aus einer Kombination aus Stahl und Stahlbeton, ist auf einer Gründungsplatte aus Stahlbeton, deren Unterkante in einer Tiefe von -13,25 m NHN geplant ist, aufgelagert. Die Platte wird auf Pfählen tiefgegründet [M3: Bauwerk Trockendock].

Zum Ausschwimmen der im Trockendock gefertigten Tunnelelemente wird das Trockendock mit Ostseewasser geflutet. Mögliche Kontaminationsquellen werden vorher entfernt (Maßnahme „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, LBP (Unterlage 17.01)). Das Caisson-Tor bleibt nach der Flutung so lange geschlossen, bis eine organoleptische Einschätzung und eine Analyse des Trogwassers die Unbedenklichkeit der Einleitung des Trogwassers in die Ostsee nachweisen. Nach dem Ausschwimmen der jeweiligen Elemente wird das Trockendock wieder geschlossen und gelenzt, wobei begleitende Analytik die Unbedenklichkeit der Einleitung überwacht [M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks].

Das Tunnelportal sowie das erste Element des Tunnels liegen im Bereich des Trockendocks und werden nach Fertigstellung der Absenkstrecke hergestellt. Südlich des Tunnelportals schließt – ebenfalls noch im Bereich des Trockendocks liegend – der Trogabschnitt an (Unterlage 41.02).

Das Trockendock dient im Anschluss an die Herstellung der letzten Tunnelelemente als Baugrube für den Tunnel in offener Bauweise.

Im Bereich des Trockendocks wurde überwiegend undurchlässiger Geschiebemergel mit zum Teil großen Einschlüssen bzw. Lagen von Tarraston als brauner oder grüner Tarraston erkundet. Die Anlage des Trockendocks ist an Land daher in offener Baugrube möglich. Vorhandene Schichten aus weichem Lehm oberhalb des Sohlaufbaus im Bereich des Trockendocks werden entfernt und ausgetauscht (Unterlage 18.01) [M5: Bodenverbesserung Trockendock].

Sobald ein Teil des Tunnels in offener Bauweise hergestellt ist, wird dieser verfüllt und gegen den Fehmarnsund mit einer Sickerschürze abgegrenzt. Anschließend wird der nördlichste Teil des Trockendockdamms und der Fangedamm zurückgebaut. Zum Schutz der Küstenlinie verbleiben ausreichende Abschnitte. Sobald der Tunnel angeschlossen, verfüllt und die weiteren Arbeiten abgeschlossen sind, wird das gesamte Trockendock zurückgebaut und die Küstenlinie in ihrem ursprünglichen Verlauf wiederhergestellt (Unterlage 18.01).

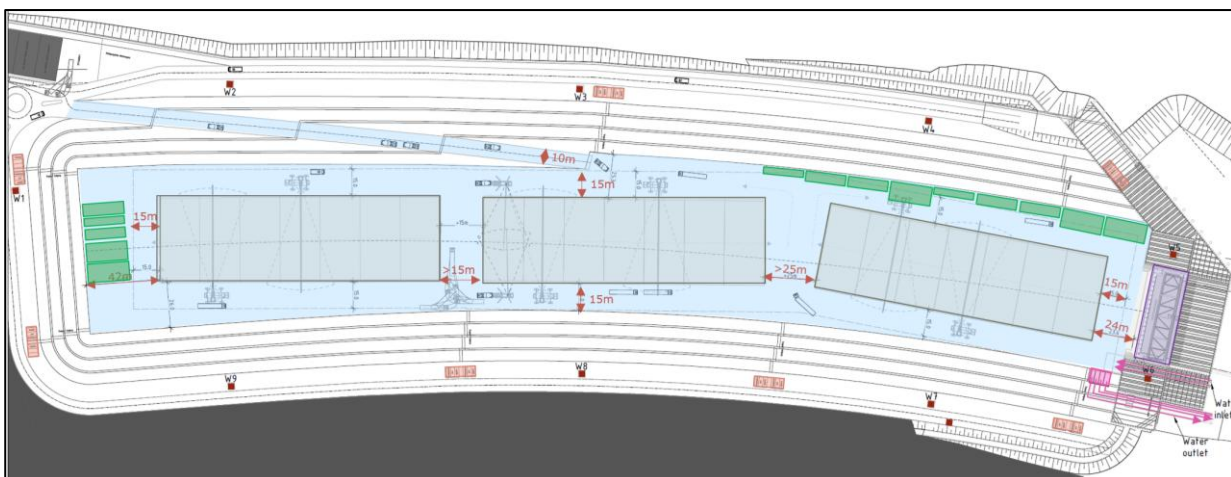


Abbildung 11: Trockendock-Layout gemäß (Unterlage 1.01)

#### 3.1.2.1.4 Bauhafen

Der Bauhafen besteht aus einer Kaianlage und dem davor befindlichen Hafenbecken. Die bauzeitliche Kaianlage liegt im nordwestlichen Übergang vom Trockendock zum Fehmarnsund und wird für den Umschlag von Baumaterialien, insbesondere Betonzuschlagstoffen, genutzt. Die Ausstattung der Kaianlage umfasst eine auf die erwarteten Schiffsgrößen abgestimmte Anordnung der Fender, Poller, Geländer und Beleuchtung. Ein Förderband verbindet den Bauhafen mit dem Betonmischwerk. Die Kaianlage ist in Spundwandbauweise geplant. Die Fläche des Arbeitshafens ist mit einer asphaltbedeckten Tragschicht ausgestattet und längsseitig mit einem Stahlholm eingefasst. Eine ebenso hergestellte Baustraße führt per Anrampung zum Arbeitshafen.

Auf dem Arbeitshafen werden mobile Baugeräte zur Entladung der Schiffe und Beschickung des Förderbands eingesetzt. Der Arbeitshafen dient zugleich dem kurzfristigen Festmachen des Schwimmtores während der Öffnung des Trockendocks. Hierfür ist eine Wassertiefe von NHN -7,60 m, im Übergang zum Absenkgraben bis zu NHN -9,00 m erforderlich (Unterlage 1.01) [M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen].

#### **3.1.2.1.5 Absenktunnel**

Zur Herstellung des Absenktunnels im Fehmarnsund wird ein Absenkgraben mittels Nassbaggerung im Meeresgrund des Fehmarnsunds ausgehoben. Die relative Aushubtiefe des Absenkgrabens variiert entlang der Tunnelachse entsprechend der heutigen Bathymetrie und der vertikalen Tunnelgradienten zwischen ca. 8,00 m und ca. 16,00 m. An der Sohle hat der Absenkgraben eine Breite von ca. 50 m. Die Böschungsneigung beträgt einheitlich 1:3. Die Breite des Grabens inklusive der Böschungen variiert auf der gesamten Länge und beträgt auf Höhe des Meeresbodens zwischen 120 m und 150 m. (Unterlage 1.01) [M7: Nassbaggerung der Absenkrinne].

Der Absenktunnel ist ca. 1.809 m lang und besteht aus 12 segmentierten Tunnelementen – TE01 bis TE12. Nach aktueller Planung gibt es fünf Elemente mit einer Länge von ca. 137 m (TE01 bis TE05) und sieben Elemente mit einer Länge von ca. 160 m (TE06 bis TE12). Alle Elemente sind ca. 49 m breit und ca. 10 m hoch. Die Absenktunnelemente werden aus jeweils 6 (TE01 bis TE05) bzw. 7 (TE06 bis TE12) Stahlbetonsegmenten mit einer Länge von ca. 23 m (Betonierabschnitte) errichtet. Die Tunnelsegmente werden im Trockendock produziert und abschließend mittels temporärer Vorspannung miteinander schwimmstabil verbunden. Nach der Konstruktion und Vorspannung werden die Tunnelemente an beiden Enden mit Querschotten wasserdicht mit Endschotten verschlossen und mit einem Wasserballastsystem versehen. Während des Flutens des Trockendocks werden die Wasserballasttanks gefüllt, um die Tunnelemente an Ort und Stelle zu halten und die Wasserdichtheit der temporären Endschotten wird überwacht. Die Elemente werden dann zur Immersionsstelle transportiert und in den im Meeresboden gebaggerten Graben abgesenkt (Unterlage 1.01). Der Unterwassereinbau der Tunnelemente erfolgt sukzessive im Vorlauf (Tragschicht) bzw. Nachgang des Einbaus der Absenktunnelemente. Um eine wirksame und gleichmäßige Lagerung der Tunnelemente zu gewährleisten, wird das Kiesbett im ausgebagerten Tunnelgraben durch reihenweise Kiesschüttungen aus gleichmäßig abgestuftem Material eingebaut. Die nominale Steingröße liegt im Bereich von 40 mm bis 75 mm und hat eine vorhersehbare Setzungscharakteristik, keine langfristige Konsolidierung und keine Neigung zur Verflüssigung. Das Kiesbett wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelemente mittels

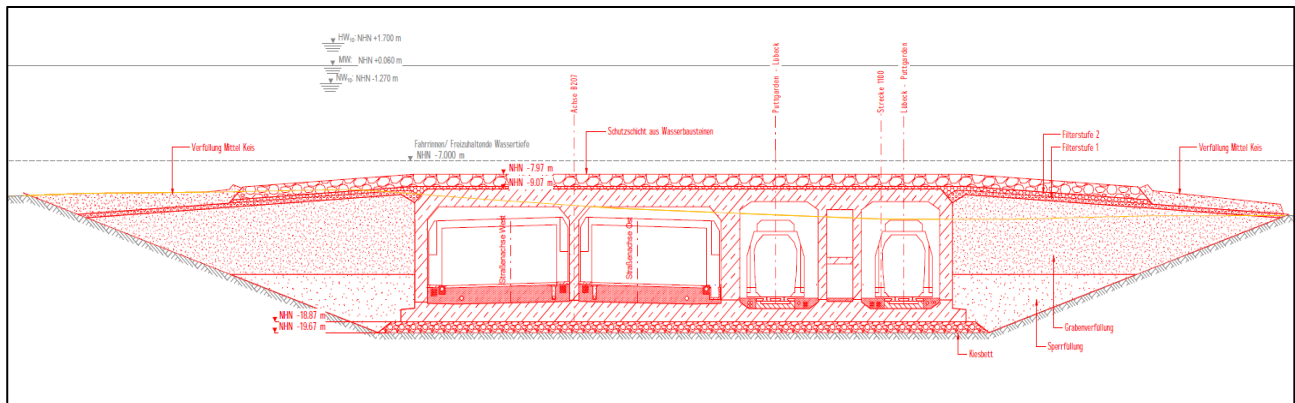
Fallrohrs eingebaut. Dies verhindert, dass die Gründungsschicht durch Strömungen, vorbeifahrende Schiffe oder Sedimentation gestört wird (Unterlage 18.01).

Zwischen den abgesenkten Tunnelelementen, sowie zwischen dem Tunnel offener Bauweise Fehmarn (TOF) und dem erstem abgesenkten Tunnelsegment (TE01), wird es Immersionsfugen geben. Die Schnittstelle zwischen dem TE01 und dem TOF wird ca. 330 m landeinwärts von der Küstenlinie Fehmarns liegen.

Die Schnittstelle zwischen dem letzten versenkten Tunnelelement (TE12) und dem Tunnel in offener Bauweise Großenbrode (TOG) befindet sich auf dem tiefgegründeten Tunnelwiederlager. Dieses besteht aus einer Betonplatte auf Bohrpfählen, seitlichen Stahlbetonwänden und besonderen Vorrichtungen zur Übertragung der Längskräfte vom Absenktunnel zum TOG sowie Dichtungen für die bauzeitliche und permanente Situation [M8: Bauwerk Absenktunnel].

Die positionierten Tunnelelemente werden zunächst seitlich mit einer Sperrschicht grobkörniges Material mit max. Korngröße 150 mm) lagegesichert. Die weitere Verfüllung des Absenkgrabens erfolgt nach der Platzierung und Verbindung sämtlicher Absenktunnelelemente. Dabei wird der Tunnel zunächst seitlich mit Sand bis an die Oberkante Tunnel angefüllt. Über dem Tunnel werden zwei Filterschichten eingebaut, welche beidseitig über den Tunnelrand mindestens 15 m weitergeführt werden. Zum Schutz des Absenktunnels vor Ankerwurf und möglicher Kolkbildung ist eine Schutz-/ Deckschicht (Material LMB 40/200) mit einer Einbaumächtigkeit von ca. 0,90 m auf der Tunneldecke und einer Breite von beidseitig ca. 15,00 m ab der Tunnelaußenkante vorgesehen (Unterlage 1.01). Ein allgemeiner Querschnitt der geplanten Wiederverfüllung ist in Abbildung 12 dargestellt [M8: Bauwerk Absenktunnel].

Der Einbau der Verfüllung erfolgt mittels Saugbagger. Die Schutz- wie auch die Filterschichten und die abschließende Wiederverfüllung bis auf Ursprungsniveau werden von Pontons aus eingebracht. Nach Positionierung der Tunnelelemente werden Schotte, Wasserballasttanks und andere Absenkvorrichtungen abgebaut und entfernt.



**Abbildung 12: Querschnitt L-L, kombinierter Absenktunnel, Verfüllung im Graben im Bereich der Fahrrinne (Querschnitt M 1: 200, Strecke 1100 Bau-km 173.949, gemäß Unterlage 7.02.032)**

Zur Sicherheit und Lagestabilität des Tunnels sowie als Grundlage zur Wiederherstellung des natürlichen Ausgangszustandes wird abschließend der Tunnelgraben bis auf Höhe des Ursprunggeländes, bzw. nördlich der Schifffahrtsrinne auch darüber hinaus, unter wie auch über Wasser aufgefüllt und beidseitig die Küstenlinie wiederhergestellt (Siehe Kapitel 3.3, Maßnahme LBP „057\_K Naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens“). Die Verfüllung und die Schutzschicht werden das natürliche Niveau des Meeresbodens in der Regel nicht überschreiten. Ausgenommen sind Tiefwasserabschnitte im südlichen Bereich der Schifffahrtsrinne sowie nördlich angrenzend an die Schifffahrtsrinne. Hier erfolgt aus umweltfachlichen Gesichtspunkten ein abschließender Auftrag von ca. 1,0 m über heutigem Meeresgrund mit Platzierung natürlicher Steine und Findlinge zur Rekultivierung der Riffstruktur (Siehe Kapitel 3.3, Maßnahme LBP „062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung“). Das Wiederverfüllmaterial stammt aus zugelassenen Sand- und Kiesgewinnungsgebieten in der deutschen oder dänischen ausschließlichen Wirtschaftszone und ist unbelastet (Unterlage 1.01).

Zur Wiederherstellung der Küstenlinie wird eine grobkörnige, kiesige Deckschicht über dem Tunnelbauwerk in das Landesinnere gezogen und hinter der heutigen Abbruchkante deichförmig bis ca. NHN +1,20 m (MHW) aufgeschüttet. Dies erfolgt um die landseitige Wiederverfüllung des Absenkgrabens bzw. Trockendocks mit zwischengelagertem Ausgangsmaterial (Geschiebemergel, Oberboden) bis auf das heutige Geländeniveau zu erlauben [M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens].

Wasserseitig wird der Strandbereich bis an die Aufschüttung mit dem zwischengelagerten Aushubmaterial des betroffenen Bereichs (Sand/ schluffiger Sand) verfüllt und angeglichen (Unterlage 1.01).

### **3.1.2.2 Nassbaggergutverbringung**

Die Nassbaggerung für den nördlichen Teil des Trockendocks und das spätere Trogbauwerk Großenbrode sowie den Absenktunnel ergibt ein Volumen von über 3,0 Mio. m<sup>3</sup> an Aushubmaterial. Dieser Boden soll fast vollständig innerhalb eines definierten Gebietes östlich von Fehmarn in der Ostsee (Küstenmeer Schlei/Trave) verbracht werden. Die vorgesehene Fläche grenzt im Südosten an die Landesschüttstelle Staberhuk an. Die Verbringungsfläche hat eine Größe von 50 ha. Nach Beendigung der Nassbaggergutverbringung ergeben sich maximale Ablagerungshöhen von ca. 6,7 m (Unterlage 51.04).

Der Nassbaggerguttransport vom Eingriffsbereich zur Verbringungsstelle im Küstenmeer Schlei/Trave soll vom 16. April – 14. Oktober über die Route westlich um Fehmarn herum nach Nordosten erfolgen. Aufgrund der ausgedehnten Flachwasserzonen vor Westfehmar, die sensible Rastgebiete darstellen und den Rastvögeln störungsfreie Ausweichräume bieten sollen, ist vom 15. Oktober bis 15. April die Westroute zu meiden und der baubedingte Schiffsverkehr soll über die Ostroute erfolgen. Dabei sind ganzjährig 150 m Abstand zu den FFH-Gebieten Staberhuk und Küstenlandschaft Großenbrode zum Schutz von Meeressäugern und zudem 500 m Abstand im Zeitraum vom 15. Oktober bis 15. April zu den Flachwasserzonen (<10 m Wassertiefe) außerhalb des Sundes und betonnter Schifffahrtsrouten bis zur Nordgrenze des FFH-Gebietes Staberhuk einzuhalten (Unterlage 17.01) [M12: Nassbaggergutverbringung]. Der Verbringungsverfahren wird ca. 8 Monate dauern.

### **3.1.3 Baustellenmanagement**

#### **3.1.3.1 Landseitiges Baustellenmanagement**

##### **3.1.3.1.1 Flächen für die Baustelleneinrichtung**

Die Festlegung der Baufelder orientiert sich zwingend an der Lage des Bauwerks, während für die Anordnung der Baustelleneinrichtungsflächen die Nähe zu den Baufeldern und die örtlichen Gegebenheiten entscheidend sind, welche hier durch das Vorhandensein von Schutzgebieten für Natur, Landschaft und Wasser limitiert werden. Die Baumaßnahme der FSQ hat zwei landseitige Baufelder, welche sich jeweils am südlichen bzw. nördlichen Ende des Tunnels befinden. Die Einteilung der Baufelder erfolgt in Lagerflächen für anfallendes Aushub- und Einbaumaterial, bauzeitliche Hauptbaustraßen und Flächen der Bauausführung sowie



sonstige Baustelleneinrichtungsflächen (siehe Unterlagen 10.01 und 10.02) (Unterlage 1.01). [L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung]; [L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen].

#### **3.1.3.1.2 Bodenlagerflächen**

Die für die Bodenlagerung des Aushubes vorgesehenen Flächen sind so konzipiert, dass sie eine den anerkannten Regeln der Technik entsprechende Lagerung und Handhabung des Bodenaushubs sicherstellen (siehe auch Maßnahmen „001\_V Schonende Behandlung der bei Bauarbeiten anfallenden Bodenmaterialien“ und „016\_V Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Mineralboden aus landseitigem und marinem Aushub“ des LBP (Unterlage 17.01)). Die Bodenaushübe werden auf Mieten mit Satteldächern aufgeschüttet. Es erfolgt kein Abtrag von Oberboden unterhalb der Bodenlagerstätten (Bodenmieten). Des Weiteren wird beim Aufbau von Unterbodenmieten eine 0,4 m mächtige Trennschicht aus Geotextil und Material wie Kies zwischen dem Mietkörper und dem darunter befindlichen Oberboden eingebracht, während bei Oberbodenmieten darauf verzichtet wird. Diese Maßnahme trägt dazu bei, eine sortenreine Trennung, entsprechende Aufbereitung und potenzielle Wiederverwendung der ausgehobenen Materialien zu ermöglichen, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung des Oberbodens kommt. Der Oberboden wird dabei auf ca. 2 m hohen Mieten und der Unterboden auf ca. 4 m hohen Mieten gelagert. Die Oberbodenmieten werden bepflanzt und durch Entwässerungsgräben gegen Vernässung geschützt. Insgesamt stehen auf dem Festland ca. 427.000 m<sup>2</sup> und auf Fehmarn 280.000 m<sup>2</sup> Lagerfläche zur Verfügung (Unterlage 1.01) L12: Errichtung und Betrieb von Bodenlagerflächen], [L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen].

#### **3.1.3.1.3 Spülfeld**

Östlich des Trockendocks im Baufeld Großenbrode wird zwischenzeitlich ein ca. 34.000 m<sup>2</sup> großes Spülfeld eingerichtet. Die Spülfeldfläche wird in zwei etwa gleichgroße Spülfelder aufgeteilt. Oberboden wird temporär entfernt und Spülfelddeiche aus Geschiebemergel errichtet, um das Spülfeld zu begrenzen und zu unterteilen. Die Gesamtkapazität der einzelnen Spülfeldabschnitte ermöglicht keine Einmalbefüllung, weshalb sie serienweise befüllt und das entwässerte Material zwischenzeitlich auf Bodenmieten gelagert wird, bevor die nächste Befüllung erfolgt. Für die Baumaßnahme wie auch angrenzende Planfeststellungsabschnitte wird Sand mittels Nassbaggerverfahren in der Tunneltrasse im Fehmarnsund gewonnen und an Land gespült. Dabei wird etwa das Dreifache an Spülwasser im Vergleich zum Spülgut verwendet. Die Spülrohrleitung wird ca.

300 m bis zur Koppelstelle in den Fehmarnsund geführt. Aufgrund der Sandbeschaffenheit erfolgt eine schnelle Entwässerung und Rückführung des Spülwassers. Die Entwässerung des Spülfelds, inklusive Niederschlags- und Spülwasser, erfolgt durch Auslaufbauteile (Mönch). Das Überschusswasser fließt in ein temporäres Sammelbecken mit einem Speichervolumen von ca. 2.800 m<sup>3</sup>, welches zwischen den beiden Spülfeldern gelegen ist und über Spundwände von den Spülfeldern getrennt ist, östlich des Trockendocks. Die Entwässerung erfolgt über mindestens drei Entwässerungsbauwerke (Spundbohlen oder Kippwehre), die in die Spundwände eingebracht werden. Dieses Becken dient als zusätzliches Sedimentationsbecken zur Reduzierung des Feststoffgehalts im Rückflusswasser. Gleichzeitig erfolgt die Entwässerung des Sandes über ein unterirdisches Drainagesystem, bestehend aus einer DN 150 Drainageleitung unter einer 0,3 m mächtigen Kiesschicht. Das Wasser aus dem Drainagesystem wird in das Sammelbecken eingeleitet und anschließend über eine Rückwasserleitung in die Einleitstelle nordöstlich des Trockendocks im Bereich des Absenkgrabens am nördlichen Dalben der späteren Tunnelelementparkposition in den Fehmarnsund geleitet. Während des Spülfeldbetriebs handelt es sich hauptsächlich um salzhaltiges Wasser der Ostsee, gegebenenfalls gemischt mit Niederschlagswasser. Die Gesamteinleitmenge beträgt über die Betriebszeit des Spülfelds von ca. 13 Monaten beträgt etwa 1,87 Mio. m<sup>3</sup>. Nach Beendigung der Spülfeldnutzung erfolgt eine Nutzung der Flächen als bauzeitliches Bodenlager (Unterlage 1.01) [M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung], [L16: Versickerung von Spülwassern], [M10: Einleitung von Spülwasser in die Ostsee].

#### **3.1.3.1.4 Herstellung von Baustraßen**

Die Erschließung der beiden Baufelder (Großenbrode, Fehmarn) für Baustellentransporte und Zwischenlagerung von Aushubböden auf Bodenlagerflächen innerhalb der Baufelder erfolgt mittels diverser temporärer Baustraßen. Die geplante Nutzungsintensität der Baustraßen entscheidet über die Konstruktionsmethode. Für die Realisierung der Maßnahme FSQ kommen drei verschiedenen Konstruktionsmethoden (hohe Nutzintensität: Asphaltstraßen und Betonstraßen, geringe Nutzintensität: Schotterstraßen) zur Anwendung. Diese unterscheiden sich in den verwendeten Materialien und den spezifischen Ausführungstechniken (siehe Unterlage 1.01). Eine Kronenbreite von etwa 7 Metern ist vorgesehen, flankiert von jeweils 1,5 Meter breiten Banketten auf beiden Seiten. Zur Entwässerung sind Drainageleitungen oder Gräben entlang beider Seiten eingeplant. Die Dicke der Tragschicht wird an die lokalen Bodenverhältnisse angepasst und in Abstimmung mit der bodenkundlichen Baubegleitung sowie gemäß den Richtlinien des Bodenschutzkonzepts festgelegt.

(Unterlage 1.01) (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung, LBP (Unterlage 17.01)). [L17: Versiegelung durch Baustraßen], [L18: Entwässerung von Baustraßen].

### **3.1.3.1.5 Baugruben**

Die festlandseitigen Ingenieurbauwerke werden im Trockendock nach dessen Fertigstellung errichtet, ohne zusätzliche Baugrube. Das Trockendock wird teilweise aufgefüllt und für den Tunnelbau in offener Bauweise Großenbrode (TOF-G) sowie für die einen Teil des gemeinsamen Troges der Bahn und Straße (TR-G) genutzt. Südlich des Trockendocks schließt sich der Bahntrog an, der in einer Schlitzwandbaugrube verläuft und in eine offene Baugrube bis zur zukünftigen Anschlussstelle B 207 / K 42 Großenbrode übergeht (Unterlage 1.01).

Unterteilung der Baugrubenabschnitte:

- Bau-km 172,263 und km 172,872: Trockendock, keine zusätzliche Baugrube
- Bau-km 171,899 bis km 172,263: Schlitzwandbaugrube
- Bau-km 171,547 bis km 171,899: geböschte Baugrube

Die offene, geböschte Baugrube für den südlichen Trogabschnitt weist eine Sohltiefe von ca. 4 m unter GOK beim südlichen Baugrubenbeginn bis ca. 8 m unter GOK am Übergang zur verbauten Baugrube auf. Sie befindet sich gemäß Geotechnischem Bericht (Unterlage 25.4.2) in bindigem Baugrund mit sehr geringer Wasserdurchlässigkeit. Die Baugrubensohle wird durch eine Kiesschicht ertüchtigt, welche zugleich als Dränschicht für die bauzeitliche Wasserhaltung genutzt wird. Der Baugrubenverbau des Baugrubenabschnitts 2 besteht aus einer ausgesteiften Schlitzwandbaugrube. Die Schlitzwände binden in bindige, gering wasserdurchlässige Schichten ein, sodass der horizontale und vertikale Grundwasserzufluss in Grundwasserleitern unterbunden ist. Die Baugrubensohle ist hydraulisch offen, es erfolgt eine offene Wasserhaltung für Niederschlags- und Sickerwasser. Die Sohltiefe nimmt hier weiterhin in nördlicher Richtung auf ca. 10 m unter GOK im Übergang zum Baugrubenabschnitt innerhalb des Trockendocks zu.

Die Baugrubenwände werden abschließend Teil des dauerhaften Trogbauwerks. Sie werden mittels Knaggen (Konstruktionselemente zwischen Trog- und Baugrubenwand) an die Tröge angeschlossen. Hierdurch wirken sie mit ihrem Eigengewicht positiv gegen den anstehenden Auftrieb der Tröge und mindern die erforderliche Dicke der Trogsohle in diesem Teilabschnitt (Unterlage 1.01).

Auf Fehmarn sind für die inselseitigen Ingenieurbauwerke ebenfalls Baugruben erforderlich. Dies betrifft:

- Küstenlinie bis Bau-km 174,681, landseitiger Absenkgraben: geböschte Baugrube, wassergefüllt
- Bau-km 174,681 bis km 174,858, Tunnel in offener Bauweise Fehmarn (TOB-F), Schlitzwandbaugrube
- Bau-km 174,858 bis km 175,061, Kombiniertes Trog Fehmarn (TR-F), Schlitzwandbaugrube
- Bau-km Str. 4+580 bis 4+863, Straßentrog Fehmarn (TR-FS), Schlitzwandbaugrube
- Bau-km 175,0+61 bis km 175,6+08, Bahntrog Fehmarn (TR-FB), Schlitzwandbaugrube

Die Tunnel- und Trogbaugruben werden in Schlitzwandbauweise ausgeführt. Sie sind hochliegend mittels Steifen und tiefliegend mittels Querwände (unbewehrte Schlitzwände) ausgesteift. Die Schlitzwände der Trogbaugruben werden Teil des finalen Trogbauwerks. Sie werden mittels Knaggen an die Tröge angeschlossen (Unterlage 1.01).

Die Baugrube für den TOB-F führt stirnseitig am Südeinde in den Absenkgraben und wird dort temporär durch einen Erddeich mit eingestellter Spund- oder Dichtwand wasserdicht verschlossen. Nach Fertigstellung und Verschluss des TOB-F wird der temporäre Erddeich am Ende der Baugrube entfernt. Die Baugrube wird hergestellt, indem sowohl die Schlitzwände als auch die Querwände vom vorausgehobenen und nivellierten Geländeniveau aus errichtet werden. Die Oberkante der Schlitzwände verbleibt im wiederverfüllten Endzustand ca. 1 m unterhalb der neuen Geländeoberkante. Die Tiefe der Schlitzwände liegt bis etwa 20 – 25 m unter dem Gelände. Nach Aushub der Baugrube und anschließenden abpumpen des eingeschlossenen Grundwassers wird auf der Baugrubensohle eine Fundaments- und Dränageschicht aus kiesigem Material eingebracht. Die Baugrubensohle ist hydraulisch offen und die Schlitzwände nicht allseitig bis in bindige, gering durchlässige Schichten geführt. Eine offene Wasserhaltung für Niederschlags- und Sickerwasser führt das anfallende Wasser ab.

Die Baugrube des TR-F schließt nördlich an die Baugrube des TOB-F an und wird in ähnlicher Bauweise weitergeführt. Ab ca. Bau-km 175,069 teilt sich die Baugrube des TR-F in zwei getrennte Baugruben für den Straßen- (TR-FS) und den Bahntrog (TR-FB). An dieser Stelle beträgt der horizontale Abstand der beiden Tröge ca. 2,0 m. In der sich aufweitenden Lücke wird eine zusätzliche Schlitzwand entlang der Bahntrogaußenkante hergestellt. Der in nordwestliche Richtung fortgeführte TR-FS erfordert eine kürzere Baugrube als der TR-FB.

Sämtliche Schlitzwände sind Teil des Ingenieurbauwerks und werden mit Knaggen (Konstruktionselemente zwischen Trog- und Baugrubenwand) als zusätzlicher Ballast an die Trogbauwerke angehängt.

Nördlich des Bahntroges ist in östlicher Richtung bis ca. Bau-km 175,809 eine mehrfach rückverankerte Stützwand erforderlich während in westlicher Richtung eine Böschung ausgebildet wird. Diese Böschung befindet sich zwischen den Verkehrsträgern Bahn und Straße. Die Stützwand wird als Schlitzwand ausgeführt. Erdseitig ist während der Bauphase eine Abböschung sowie eine Wasserhaltung zur Reduktion des statischen Wasserdrucks auf die Wand erforderlich. Die Wasserhaltung erfolgt für das anfallende Regen- und Stauwasser mittels Dränageleitungen und Gräben (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)) (Unterlage 1.01).

[L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben], [L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung].

### **3.1.3.2 Marines Baustellenmanagement bei der Herstellung des Tunnelgrabens**

Im Fehmarnsundbereich sind für die Herstellung der FSQ bauzeitliche Flächeninanspruchnahmen notwendig. Der Tunnelgraben inklusive der seitlichen Böschungen hat eine Breite von im Durchschnitt ca. 140 m. Die tatsächliche Breite variiert mit der Aushubtiefe in Bezug auf die bestehende Bathymetrie. Bei einer Tunnellänge von 1,8 km beträgt die direkte Eingriffsfläche ca. 250.000 m<sup>2</sup> im Fehmarnsund. An der Böschungsoberkante des Absenkgrabens schließt eine Sicherheitszone von ca. 60 m Breite an, welche planmäßig nicht beansprucht werden darf. Sie dient dem Schutz der Böschung. Darüber hinaus wird einer Ankerzone ausgewiesen. In bis zu 250 m Entfernung zur Tunnelachse werden Ankerpunkte für den Absenkvorgang der Elemente benötigt. Je Tunnelement werden temporär ca. 6 bis 13 Anker gesetzt, wobei einige Punkte mehrfach verwendet werden können. Als Anker werden voraussichtlich Schleppanker verwendet. Hierbei ist zu beachten, dass die beanspruchte Fläche des Meeresgrunds für die Anker nur punktuell und zeitlich begrenzt ist. [M13: Ankerzone mit Ankerpunkten]. Angrenzend an das Trockendock im Baufeld Großenbrode wird ein Bauhafen zur Unterstützung der Baustellenlogistik errichtet. Zugleich dient dieser dem Zwischenparken des Schwimmers bei geöffnetem Trockendock. Nach dem Ausschwimmen der Absenkelemente werden diese an Dalben, welche im Absenkgraben positioniert sind, festgemacht und bis zum Absenken zwischengeparkt (Unterlage 1.01).

Der Aushub des Tunnelgrabens im Fehmarnsund erfolgt mit geeignetem schwimmendem Gerät. Die genaue Gerätetechnik ergibt sich im Verlauf der Ausführungsplanung und wird so gewählt, dass alle behördlichen Auflagen (z. B. zu Umweltschutz oder durch das WSV) erfüllt werden. Der Unterwasseraushub erfolgt in mehreren Schritten. Von der Schifffahrtsrinne im Fehmarnsund aus in Richtung Süden erfolgt zunächst ein Vorraushub mit einer Sohlbreite von 50 m. Dieser erzeugt einen Zugangskanal für die schwimmenden Einheiten

der Nassbaggerarbeiten im Bereich des Trockendocks. Der Zugangskanal gestattet eine Wassertiefe von 7,00 m für die Arbeitsschiffe. Im weiteren Verlauf der Arbeiten erfolgt der verbleibende Aushub des Absenkgrabens auf erforderliche Tiefe und Größe. Der Absenkgraben wird für den Einbau des Absenktunnels vorbereitet. Das bedeutet, dass vorlaufend zum Einbau der Tunnelelemente der Graben von Sedimenten per Saugrohrleitung gereinigt und die Gründungsschicht per Fallrohr eingebaut und nivelliert wird. Beide Aufgaben werden voraussichtlich mittels so genanntem Multi-Purpose-Ponton und andienenden bzw. aufnehmenden Schuten erfolgen. Kurz vor dem Einbau der Absenktunnelelemente wird der Graben nochmals von Sedimenten gereinigt. (Unterlage 1.01) [M14: Transport des Baggergutes].

### 3.1.4 Flächeninanspruchnahme

Die Neuversiegelung ist nach den Geodaten für die verschiedenen Flächen in Tabelle 6 dargestellt.

**Tabelle 6: Betriebszeitliche Flächeninanspruchnahme geplantes Bauvorhaben**

Abschnitt	Flächennutzung	Fläche	
		ha	km <sup>2</sup>
Großenbrode	anlagenbedingt	19,88	0,20
	davon versiegelt	18,30	0,18
	Rückbau Straßen	2,94	0,03
	<i>Summe versiegelte Flächen</i>	<i>15,36</i>	<i>0,15</i>
Fehmarn	anlagenbedingt	17,93	0,18
	davon versiegelt	14,41	0,14
	Rückbau Straßen	1,33	0,01
	<i>Summe versiegelte Flächen</i>	<i>13,08</i>	<i>0,13</i>

**Tabelle 7: Bauzeitliche Flächeninanspruchnahme geplantes Bauvorhaben**

Abschnitt	Flächennutzung	Fläche	
		ha	km <sup>2</sup>
Großenbrode	Bauwerke Bahn und Straße	41,12	0,41
	Lagerungs- und Arbeitsflächen	85,92	0,86
	<b><i>Summe beanspruchte Flächen</i></b>	<b><i>127,04</i></b>	<b><i>1,27</i></b>
Fehmarn	Bauwerke Bahn und Straße	33,67	0,34
	Lagerungs- und Arbeitsflächen	55,55	0,55
	<b><i>Summe beanspruchte Flächen</i></b>	<b><i>89,22</i></b>	<b><i>0,89</i></b>
Fehmarnsund	Tunnelgraben mit Böschung	20,84	0,21
	Sicherheitszone	18,11	0,18

Abschnitt	Flächennutzung	Fläche	
		ha	km <sup>2</sup>
	Ankerzone	33,84	0,34
	Trockendock	0,78	0,008
	<b>Summe beanspruchte Flächen</b>	<b>73,57</b>	<b>0,74</b>

### 3.1.5 Bauablaufplan

Die Bauzeit für das Tunnelbauwerk und der Anschlussinfrastruktur beträgt inklusiver der Inbetriebnahme ca. 6 Jahre.

Die Bauphasen teilen sich in zwölf Hauptbauphasen, sowie sieben Umleitungsphasen, in welchen kritische Veränderungen an der Verkehrsführung vorgenommen werden. Die Aktivitäten der einzelnen Phasen werden hier aufgeführt: Folgende Hauptbauphasen für den Tunnelbau sind vorgesehen (Unterlage 1.01):

- Bauphase 0: Vertragsabschluss und Baubeginn
- Bauphase 1: Mobilisierung und vorbereitende Arbeiten (Dauer ca. 1 Monat)
- Übergangsphase 1: Verschiebung B 207 Struckkamp (Dauer ca. 3 Wochen)
- Übergangsphase 2: Umleitung B 207 Festland (Dauer ca. 6,5 Monate)
- Übergangsphase 3: Umleitung B 207 Fehmarn und Herstellung der Dalben zum wasserseitigen Parken der Tunnelelemente (Dauer ca. 1 Woche)
- Bauphase 2: Fertigstellung Trockendock (Dauer ca. 2,5 Monate)
- Bauphase 3: Herstellen, Verholen und Parken Elemente 1 -3 (Dauer ca. 6,5 Monate)
- Bauphase 4: Herstellen, Verholen und Parken Elemente 4 -6 und Absenken Elemente 1 -3 (Dauer ca. 6 Monate)
- Bauphase 5: Herstellen, Verholen und Parken Elemente 7 -9 und Absenken Elemente 4 -6 (Dauer ca. 6,5 Monate)
- Bauphase 6: Herstellen Elemente 10 -12 und Absenken Elemente 7 -9 (Dauer ca. 2 Monate)
- Übergangsphase 4: Umleitung B 207 Großenbrode über die neuen Brücken (Dauer ca. 1 Woche)
- Übergangsphase 5: Umleitung B 207 nach Abriss Brücke Großenbrode (Dauer ca. 1 Monat)
- Bauphase 7: Herstellen und Fertigstellung Tunnel Elemente 10 – 12 (Dauer ca. 2,5 Monate)

- Bauphase 8: Transport und Absenken Elemente 10 – 12 und Herstellen Schlussfuge (Dauer ca. 2 Monate)
- Bauphase 9: Herstellen TOG, Herstellung Betriebsgebäude (Dauer ca. 9 Monate)
- Übergangsphase 6: Einbau Technische Ausrüstung und Inbetriebnahme Umleitung Verbindung Avendorf (Dauer ca. 8,5 Monate)
- Übergangsphase 7: Ausrüstung und Inbetriebnahme Straßen- und Bahntunnel (Dauer ca. 12 Monate)
- Bauphase 10: Inbetriebnahme Bahntunnel, Verkehrsumleitung für BW 6.3.4 (Dauer ca. 1 Monat)
- Bauphase 11: Abschlussarbeiten und Vertragsvervollständigung (Dauer ca. 8 Monate)

### **3.1.6 Auflistung von Vorhabenbestandteilen mit Relevanz für den Fachbeitrag WRRL**

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Zuordnung der einzelnen Vorhabenbestandteile aus Kap. 3.1. zu den Wirkfaktoren in Kap. 3.4. wurden im Kapitel 3.1. folgende Vorhabenbestandteile mit Bezug zum FB WRRL identifiziert:

#### Vorhabenbestandteile auf dem Festland:

- L1: Neubau Bahnkörper
- L2: lokale Bodenverbesserung durch Bodenaustausch und/oder Kalken
- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L5: Entwässerung der Straßen
- L6: Durchlässe für Kleingewässer
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L11: Bauwerk TOF
- L12: Errichtung und Betrieb Bodenlagerflächen
- L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung



- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwassern
- L17: Versiegelung durch Baustraßen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung
- L21: Brückenbauwerke

küstennahe und marine Vorhabenbestandteile:

- M1: Bodenaushub für das Trockendock, Trockenbaggerung
- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M5: Bodenverbesserung Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten
- M14: Transport des Baggergutes

## **3.2 Beschreibung der wasserwirtschaftlichen Belange**

### **3.2.1 Geplante bauzeitliche Entwässerung**

#### **3.2.1.1 Geplante Entwässerungssysteme Festland**

##### **3.2.1.1.1 Oberflächenentwässerung**

Die Niederschlagsbehandlung und -ableitung erfolgt für die Bahn- und Straßenanlage getrennt.

Im Bauzustand findet kein Betrieb der Bahn im Projektgebiet statt, sodass durch den Bahnbetrieb keine zu behandelnden Wassermengen verursacht werden. Im Bereich der Verkehrsanlagen der Straße findet ein bauzeitlicher Betrieb statt, sodass die auf diesen Flächen anfallenden Wassermengen vor der Einleitung in die umliegenden Gewässer zu behandeln sind (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)). Die Berechnung der anfallenden Wassermengen erfolgt mithilfe einer Niederschlag-Abfluss-Modellierung (NA-Modellierung). Es handelt sich dabei um ein hydrologisches Modell, welches zur Berechnung von Scheiteldurchflüssen in Abhängigkeit der Gebietseigenschaften erstellt wird.

Während der Bauzeit erfolgt eine kombinierte Entwässerung der Bahnanlagen, der allgemeinen Baustelleneinrichtungsflächen und der Bodenlagerflächen.

Das anfallende Niederschlagswasser wird über Gräben dem natürlichen Gefälle über Einleitstellen in die Vorfluter eingeleitet. Auf dem Festland erfolgt die bauzeitliche Entwässerung vor allem über das Gewässer 5 und den Fehmarnsund. Darüber hinaus wird in das Gewässer 1 entwässert.

Auf dem Festland ist eine Einleitung in die Vorfluter nur mit einem gedrosselten Scheiteldurchfluss von 1,2 l/s\*ha zulässig. Daher ist für einige Einleitstellen (siehe Abbildung 13) der Bau eines Rückhalterumes erforderlich. Diese Rückhalteräume wurden ebenfalls mit Hilfe der NA-Modellierung dimensioniert. Weiterhin werden im Planungsgebiet Sedimentationsanlagen positioniert, um das Oberflächenwasser, welches auf intensiv genutzten Bauflächen und in den Baugrubenbereichen anfällt, vorzubehandeln (Unterlage 1.01).

Anfallendes Prozesswasser der Betonmischanlage wird separat in Tanks bzw. Auffangwannen aufgefangen und mittels Abfuhr entsorgt. Anfallendes Niederschlagswasser und Oberflächenwasser auf der Fläche des Betonwerks bzw. auf Lagerflächen für Zuschlagsstoffe wird gezielt ab- und in die vorhandenen Sedimentationsanlagen eingeleitet, wobei kontinuierliche Qualitätskontrollen durchgeführt werden (Maßnahme „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)). Gleichmaßen ist mit dem Oberflächenwasser,

welches in Bereichen mobiler Tankstellen anfällt, zu verfahren. Tropfmengen des Tankvorgangs werden in separaten Auffangbehältern gespeichert und anschließend entsorgt (Maßnahme „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, LBP (Unterlage 17.01)) (Unterlage 1.01).

Im Bereich der Verkehrsanlagen der Straße wird das anfallende Wasser vor der Einleitung in die Vorfluter durch Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) oder aber durch Bankette, Dammböschungen und Mulden aufgefangen und behandelt (Maßnahme „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)).

Die Einleitstellen auf dem Festland sind in Tabelle 8 und in Abbildung 13 dargestellt. Die Rückhaltung und/oder Behandlung der entsprechenden Einleitungen sind sowohl für die Bahn- als auch Straßenanlagen ebenfalls in Tabelle 8 benannt.

**Tabelle 8: Einleitstellen der Entwässerung der Bahn- und Straßenanlagen in lokale Gräben auf dem Festland (Unterlage 1.01)**

<b>Zuordnung</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Gewässer (Ordnung / Kennzahl)</b>	<b>Spitzenabfluss, [l/s]</b>	<b>Angeschlossene Fläche [ha]</b>	<b>Kommentar</b>
Bahn	G1	Ostsee-Fehmarnsund	915	25,07	
Bahn	G2	Gewässer Nr. 1 (2. Ordnung)	6	5,26	Rückhaltung über bestehenden Teich
Bahn	G3	Großenbroder Aue	731	8,31	
Bahn	G5	Gewässer Nr. 5 (2. Ordnung)	19	16,21	Rückhaltung über RRB 7 und vorgeschaltetes Retentionsfilterbecken (G7-BZ) für die Behandlung des anfallenden Wassers der Lagerflächen des Betonwerks
Bahn	G6	Ostsee-Fehmarnsund	142	2,82	
Straße	GS-4 / G4	Gewässer Nr. 5.1.1 (2. Ordnung)	7,8	6,5	Behandlung über RBFA 1
Straße	GS-7	Gewässer Nr. 5 (2. Ordnung)	6,6	5,5	Rückhaltung über RRB S-2, Behandlung über Bankette/Böschung/ Mulde
Straße	GS-5	Gewässer Nr. 1 (2. Ordnung)	2	1,6	Rückhaltung über RRB S-5, Behandlung über Bankette/Böschung/ Mulde

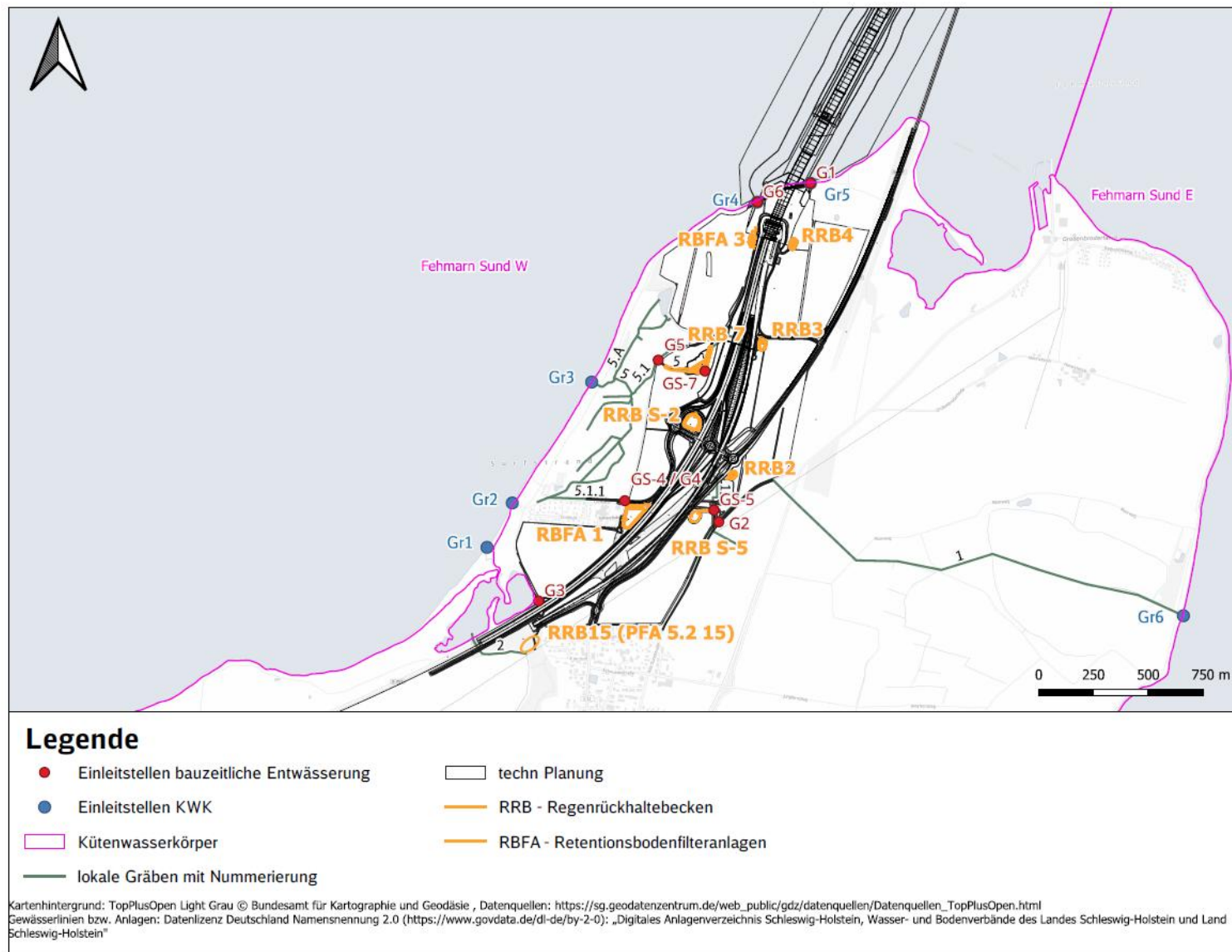


Abbildung 13: Bauzeitliche Entwässerungsplanung Großenbrode (Unterlage 1.01)

### 3.2.1.1.2 Wasserhaltungen

Im Zuge der Baumaßnahme werden erforderliche Baugruben zur Herstellung der Tröge, Tunnel in offener Bauweise und dem Trockendock großflächig und in Tiefen bis zu NHN –13,00 m errichtet. Die Trockenhaltung dieser Baugruben erfolgt mittels offener Wasserhaltung und Schwerkraftbrunnen innerhalb der Baugruben. Das anfallenden Schichten- und Oberflächenwasser wird dabei durch die topologische Ausrichtung in Richtung des Fehmarnsunds im freien Gefälle bzw. unterstützt durch Pumpen entwässert. Aus tiefliegenden Trögen und Baugruben soll das Wasser mittels Tagwasserhaltung, das heißt in mehreren Pumpensümpfen gesammelt, in anliegende Gräben/Rohren gepumpt und in den Sund geleitet werden (Unterlage 1.01) (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)). Bei Notwendigkeit werden zusätzlich zu den Pumpensümpfen Absetzmulden installiert.

Die Entwässerung der Baugrube für zur Herstellung der Stützwand auf Fehmarn erfolgt über Drainageleitungen unter Zuhilfenahme von Pumpen, da dieser Bereich, anders als zuvor beschrieben, topologisch nicht in Richtung des Fehmarnsunds ausgerichtet ist. Anfallendes Schichten- und Oberflächenwasser werden mittels Drainageleitungen in das Gewässer Nr.7 geleitet (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)) (Unterlage 1.01).

Gegebenenfalls auftretende artesisch gespannte Linsen unter den Baugrubensohlen sind in dem Zuge zu entspannen. Das geförderte Wasser wird in den Fehmarnsund eingeleitet (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)) (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9: Baugruben und anfallende Mengen aus Niederschlag und Wasserhaltung auf dem Festland (Unterlage 1.01)**

Baugrube	Einleitstelle	Niederschlagsmenge (60 min, T = 5 a) [m³]	Bemessungswassermenge aus Wasserhaltung [l/s]	Dauer (d)
Großenbrode, offene Bauweise	G1	214	0	430
Großenbrode, Trog Schlitzwand	G1	198	5,6	650
Großenbrode, Trockendock	G1	2.898	80,7	1.450

Nach Überlagerung mit dem Bauzeitenplan ergeben sich als maximale Einleitmenge in den Fehmarnsund 86,3 l/s und als max. Einleitmenge über ein Kalenderjahr ca. 2,7 Mio. m<sup>3</sup>.

### **3.2.1.1.3 Spülfeld**

Östlich des Trockendocks im Baufeld Großenbrode wird zwischenzeitlich ein ca. 34.000 m<sup>2</sup> großes Spülfeld eingerichtet (Beschreibung Aufbau siehe Kapitel 3.1.3.1.3).

Für das Spülen wird ca. die dreifache Menge Wasser im Verhältnis zum Bodenvolumen benötigt. Nach dem Bodenmanagementkonzept (Unterlage 38.02) werden ca. 617 Tsd. m<sup>3</sup> Sand (in-situ Menge beim Ausbau ca. 590 Tsd. m<sup>3</sup>) an Land gespült. Entsprechend werden ca. 1,85 Mio. m<sup>3</sup> Wasser für das Spülen dem Fehmarnsund entnommen und dort wieder eingeleitet. Anfallendes Regenwasser im Bereich der Spülfelder kann aus betriebstechnischen Gründen nicht getrennt erfasst werden. Stattdessen wird es über die Entwässerung der Spülfelder dem Rückflusswasser zugeführt. Es ergibt sich hier eine zusätzliche Einleitmenge von ca. 23.500 m<sup>3</sup>. Insgesamt werden demnach über die Spülleitung ca. 1,87 Mio. m<sup>3</sup> in den Fehmarnsund eingeleitet. Während des Spülens wird das Spülwasser in etwa der Einleitmenge entsprechen. Das Spülfeld wird ca. 13 Monate lang betrieben, wobei die Spülleitung aber nicht gleichmäßig in diesem Zeitraum genutzt wird, sondern je nach Fortschritt und Anfall von Sandaushub. In Spitzenzeiten können ca. 14 Tsd. m<sup>3</sup> Sand pro Tag ausgebaut und auf das Spülfeld verbracht werden. Bei dreifacher Spülwassermenge sind das max. ca. 42.000 m<sup>3</sup>/d, bzw. ca. 583 l/s bei angenommener konstanter Einleitung über 20 h (= Tagesleistung Aushub). Da das Spülfeld eine nutzbare Größe von ca. 34.000 m<sup>2</sup> hat und der Ausbau und Abtransport zur Zwischenlagerung der limitierende Faktor ist, wird die durchschnittliche Tagesleistung geringer sein. Es wird von einer ca. 50 % der maximal möglichen Tagesleistung gerechnet (7.000 m<sup>3</sup>/d). Mit einer dreifachen Spülwassermenge von 21.000 m<sup>3</sup> bzw. 291,5 l/s. Die Entwässerung des Spülguts erfolgt nach dessen Absetzvorgang innerhalb der mindestens 4 h Spülpause. Hierbei wird das Spülfeld sukzessive über Dränagen und Auslaufbauwerke in das Speicherbecken und von dort über die Rückflussleitung in den Fehmarnsund entwässert (Maßnahme „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)).

### **3.2.1.2 Geplante Entwässerungssysteme Insel**

#### **3.2.1.2.1 Oberflächenentwässerung**

Die Niederschlagsbehandlung und –ableitung erfolgt für die Bahn- und Straßenanlage getrennt.

Im Bauzustand findet kein Betrieb der Bahn im Projektgebiet statt, sodass durch den Bahnbetrieb keine zu behandelnden Wassermengen verursacht werden. Im Bereich der Verkehrsanlagen der Straße findet ein bauzeitlicher Betrieb statt, sodass die auf diesen Flächen anfallenden Wassermengen vor der Einleitung in die umliegenden Gewässer zu behandeln sind (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)).

Während der Bauzeit erfolgt eine kombinierte Entwässerung der Bahnanlagen, der allgemeinen Baustelleneinrichtungsflächen und der Bodenlagerflächen (Unterlage 49.03.003).

Das anfallende Niederschlagswasser wird über Gräben dem natürlichen Gefälle über Einleitstellen in die Vorfluter eingeleitet. Auf der Insel erfolgt die bauzeitliche Entwässerung vor allem über das Gewässer 7 und den Fehmarnsund. Im Bereich der Verkehrsanlagen der Straße wird das anfallende Wasser vor der Einleitung in die Vorfluter durch Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) oder aber durch Bankette, Dammböschungen und Mulden aufgefangen und behandelt (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)) (Unterlage 49.03.003).

Die Einleitstellen auf der Insel sind in Tabelle 10 zusammengefasst und in Abbildung 14 dargestellt. Die Rückhaltung und/oder Behandlung der entsprechenden Einleitungen sind sowohl für die Bahn- als auch Straßenanlagen ebenfalls in Tabelle 10 benannt.



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

**Unterlage  
 20.01.001**

**Tabelle 10: Einleitstellen der Entwässerung der Bahn- und Straßenanlagen in lokale Gräben auf der Insel (Unterlage 1.01)**

<b>Zuordnung</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Gewässer (Ordnung / Kennzahl)</b>	<b>Spitzenabfluss, [l/s]</b>	<b>Angeschlossene Fläche [ha]</b>	<b>Kommentar</b>
Bahn	F1	Ostsee-Fehmarnsund	1.097	27,94	
Bahn	F4	Gewässer Nr. 7.3	15	12,56	Rückhaltung über RRB 8
Straße/Bahn	F-12 / F2	Gewässer Nr. 7 (2. Ordnung)	14	11,5	bauzeitliche Umfahrung Straße: Rückhaltung über RRB S-6, Behandlung über Bankette/ Böschung/ Mulde  Bahn: Drosselung über Grabenführung/Rigolen

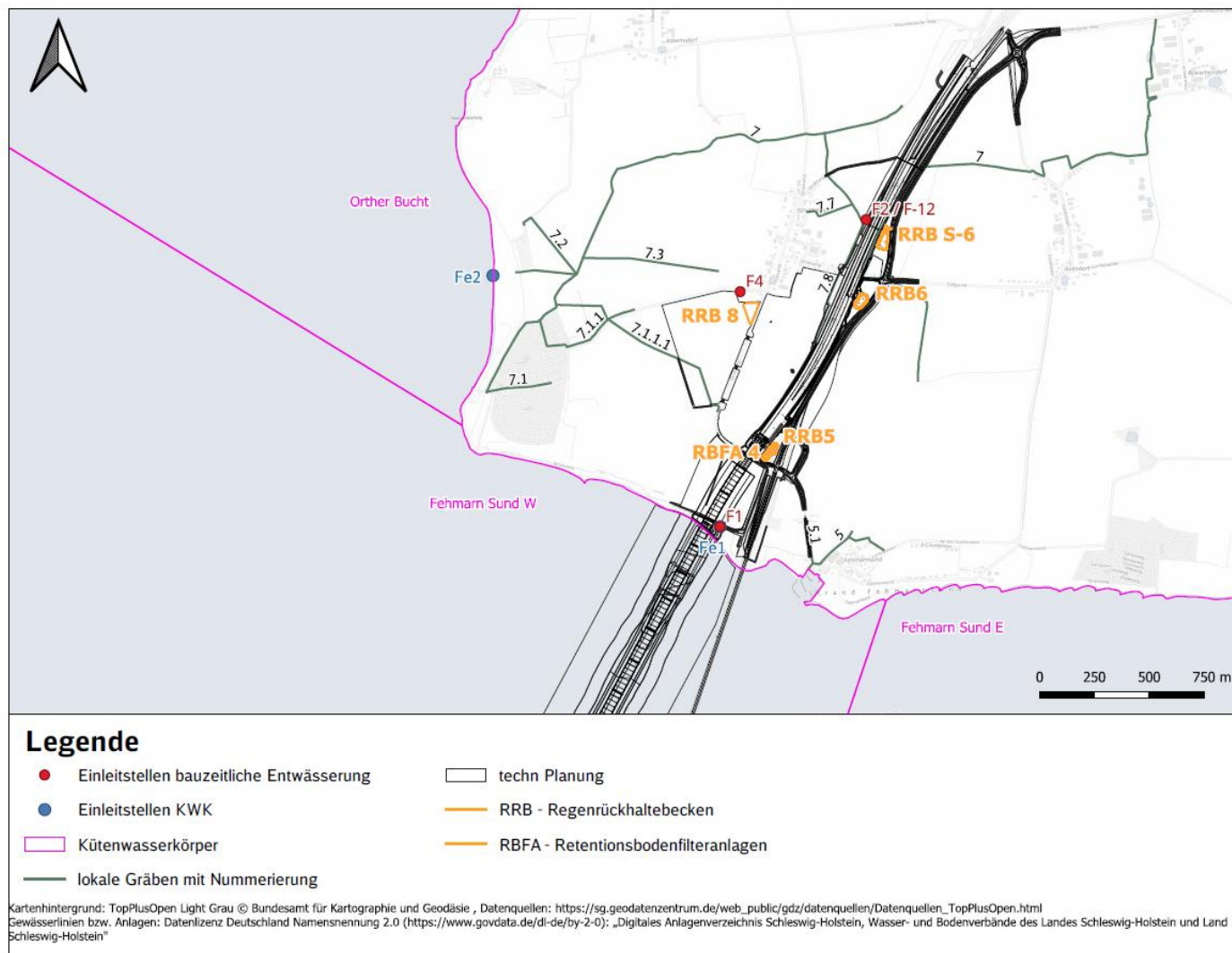


Abbildung 14: Bauzeitliche Entwässerungsplanung Fehmarn (Unterlage 01.01)

### 3.2.1.2.2 Wasserhaltungen

Zur Errichtung des Troges als Anbindung an den Absenktunnel auf Fehmarn ist die Herstellung zweier Schlitzwandtrassen vorgesehen (Unterlage 49.03.003). Die umschlossenen Baugruben weisen eine hydraulisch offene Sohle auf, welche eine Tagwasserhaltung beinhaltet. Artesisch gespanntes Grundwasser in Sandlinsen unterhalb der Baugrubensohle wird durch Entspannungsbohrungen auf ein Druckniveau unterhalb der Baugrubensohle gehalten. Das aufgefangene Stauwasser soll mittels Gräben und Drainagerohren in den Fehmarnsund eingeleitet werden (Unterlage 1.01). Bei Notwendigkeit werden Absetzmulden genutzt (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)).

**Tabelle 11: Baugruben und anfallende Mengen aus Niederschlag und Wasserhaltung auf dem Festland (Unterlage 1.01)**

Baugrubenabschnitt	Einleitstelle	Niederschlagsmenge (60 min, T = 5 a) [m³]	Bemessungswassermenge aus Wasserhaltung [l/s]	Dauer (d)
Fehmarn, Tunnel offene Bauweise (TOB)	F-1	240	7	370
Fehmarn, Gemeinsamer Trog Straße & Bahn	F-1	271	7,8	220
Fehmarn, Trog Straßenstrecke	F-1	226	6,4	650
Fehmarn, Trog Bahnstrecke	F-1	219	6,6	820
Fehmarn, Rückverankerung Stützwand	F-12/F-2	82	2,1	150

Nach Überlagerung mit dem Bauzeitenplan ergeben sich als maximale Einleitmenge in den Fehmarnsund 21 l/s und als max. Einleitmenge über ein Kalenderjahr 475.000 m³.

### **3.2.2 Geplante betriebszeitliche Entwässerungssysteme**

#### **3.2.2.1 Geplante Entwässerungssysteme Festland**

Im Bereich Großenbrode, welcher sich vom Beginn des Planfeststellungsabschnittes FSQ südlich der Anschlussstelle Großenbrode bis zum Portal Süd und der Küstenlinie des Fehmarnsundes erstreckt, werden fünf neue Regenrückhaltebecken (RRB) und zwei Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) errichtet (siehe Abbildung 15). Im Betriebsfall werden diese Becken über Heber / Pumpwerke mit Abwässern aus den Verkehrsanlagen gespeist. Ein besonderer Aspekt dieses Bereiches ist das Regenrückhaltebecken 15 der Bahn. Dieses Becken wird im Planfeststellungsabschnitt FSQ mit genutzt, ist jedoch im Planfeststellungsabschnitt 5.2 (PFA 5.2) enthalten (Unterlage 12.01). Die Entwässerungen der Bahn- und Straßenanlagen werden in getrennten Systemen geführt.

Das anfallende Niederschlagswasser wird über Gräben dem natürlichen Gefälle über Einleitstellen in die Vorfluter eingeleitet. Auf dem Festland sind die Gewässer Nr. 1, 5.3, 5.3.1, 5.4 und ein verrohrter Teil des Gewässers 5 von der Baumaßnahme betroffen. Auf dem Festland ist eine Einleitung in die Vorfluter nur mit einem gedrosselten Scheiteldurchfluss von 1,2 l/s\*ha zulässig. Es wird ein Düker (Düker Großenbrode) zur Querung der Verkehrsanlagen (Bahnstrecke 1100, Fahrbahn der neuen B207, Hochwasserschutzdeich) durch das Gewässer 5 auf dem Festland errichtet (siehe Kapitel 3.1.1.2). Der Düker dient der Entwässerung der Einzugsgebiete östlich der neu geplanten Verkehrsanlagen (Unterlage 1.01).

Die Einleitstellen auf dem Festland sind in Tabelle 12 und in Abbildung 15 dargestellt. Die Rückhaltung und/oder Behandlung der entsprechenden Einleitungen sind sowohl für die Bahn- als auch Straßenanlagen ebenfalls in Tabelle 12 benannt.

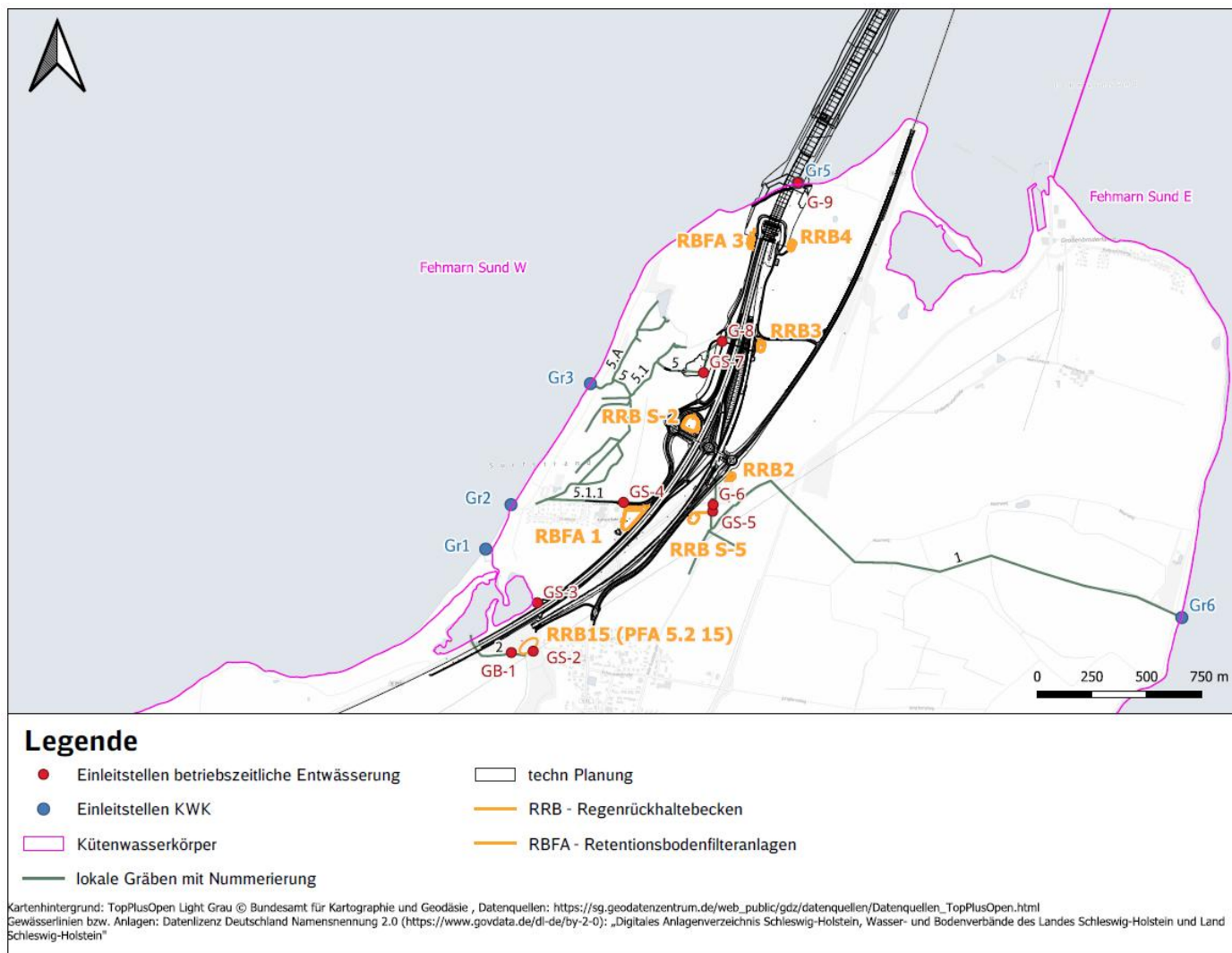


Abbildung 15: Betriebszeitliche Entwässerungsplanung Großenbrode (Unterlage 12.01)

**Tabelle 12: Betriebszeitliche Entwässerungspunkte Planabschnitt Großenbrode mit Abflüssen angeschlossener befestigter Flächen (nach Unterlage 12.01 und Unterlage 12.04)**

	Bahn		Straße				Gesamt		Anmerkungen
	vorbe-handelt	unbe-handelt	vorbe-handelt	unbehan-delt	vorbe-handelt	unbe-handelt	vorbe-handelt	unbe-handelt	
	Festland								
Einleitgewässer Gewässer 2 über Gr1 in den KWK Fehmarn Sund W									
Einleitstelle	GB-1		GS-2		GS-3				
freier Abfluss (l/s)					5,0		5,0		
gedrosselter Abfluss (l/s)		6,4	4,4				4,4		GB-1: RRB15 aus PFA 5.2
Summe (l/s)							9,4		
Einleitgewässer Gewässer5.1.1 über Gr2 in den KWK Fehmarn Sund W									
Einleitstelle			GS-4						
freier Abfluss (l/s)									
gedrosselter Abfluss (l/s)			7,9*				7,9*		Behandlung über RBFA 1
Summe (l/s)							7,9*		*Abfluss befestigte + unbe-festigte Fläche = 10 l/s
Einleitgewässer Gewässer 1 über Gr6 in den KWK Fehmarn Sund E									
Einleitstelle	G-6		GS-5						
freier Abfluss (l/s)									G-6: Rückhaltung über RRB 2
gedrosselter Abfluss (l/s)		4,9	7,8				7,8	4,9	GS-5: Rückhaltung über RRB S-5, Behandlung über Ban-kette/Böschung/Mulde
Summe (l/s)							7,8	4,9	
Einleitgewässer Gewässer 5 über Gr3 in den KWK Fehmarn Sund W									

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

**Unterlage**  
**20.01.001**

	Bahn		Straße				Gesamt		Anmerkungen
	vorbe-handelt	unbe-handelt	vorbe-handelt	unbehandelt	vorbe-handelt	unbe-handelt	vorbe-handelt	unbe-handelt	
Einleitstelle	G-8		G-8		GS-7				
freier Abfluss (l/s)		30	21				21	30	G-8: Rückhaltung über RRB 3
gedrosselter Abfluss (l/s)		25,2			6,6		6,6	25,2	GS-7: Rückhaltung über RRB S-2, Behandlung über Bankette/Böschung/Mulde
<b>Summe (l/s)</b>							<b>27,6</b>	<b>55,2</b>	
<b>Einleitgewässer Ostsee (KWK Fehmarn Sund W) Gr5</b>									
Einleitstelle	G-9								
freier Abfluss (l/s)									
gedrosselter Abfluss (l/s)	15,2						15,2		Bahn: Behandlung über das Absetzbecken des RRB 4 Straße: Behandlung über die RBFA 3
<b>Summe (l/s)</b>							<b>15,2</b>		
<b>Summe Festland (l/s)</b>							<b>106,2</b>	<b>65,3</b>	

### **3.2.2.2 Geplante Entwässerungssysteme Insel Fehmarn**

Auf Fehmarn erstreckt sich der Abschnitt von der Küstenlinie des Fehmarnsundes 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 Gewässersystem 7 des WBV Avendorf entwässert. Es sind drei Regenrückhaltebecken sowie eine Retentionsbodenfilteranlage vorgesehen (siehe Abbildung 16). Im Betriebsfall werden diese Becken über Heber / Pumpwerke mit Abwässern aus den Verkehrsanlagen gespeist. Der vorhandene Durchlass auf Fehmarn wird durch einen neuen Düker ersetzt (Unterlage 12.01).

Das anfallende Niederschlagswasser wird über Gräben dem natürlichen Gefälle über Einleitstellen in die Vorfluter eingeleitet. Auf der Insel Fehmarn sind die Gewässer Nr. 7 und 7.9. von der Baumaßnahme betroffen. Generell ist eine Einleitung in die Vorfluter nur mit einem gedrosselten Scheiteldurchfluss von 1,2 l/s\*ha zulässig.

Die Einleitstellen auf der Insel sind in Tabelle 13 und in Abbildung 15 dargestellt. Die Rückhaltung und/oder Behandlung der entsprechenden Einleitungen sind sowohl für die Bahn- als auch Straßenanlagen ebenfalls in Tabelle 13 benannt.



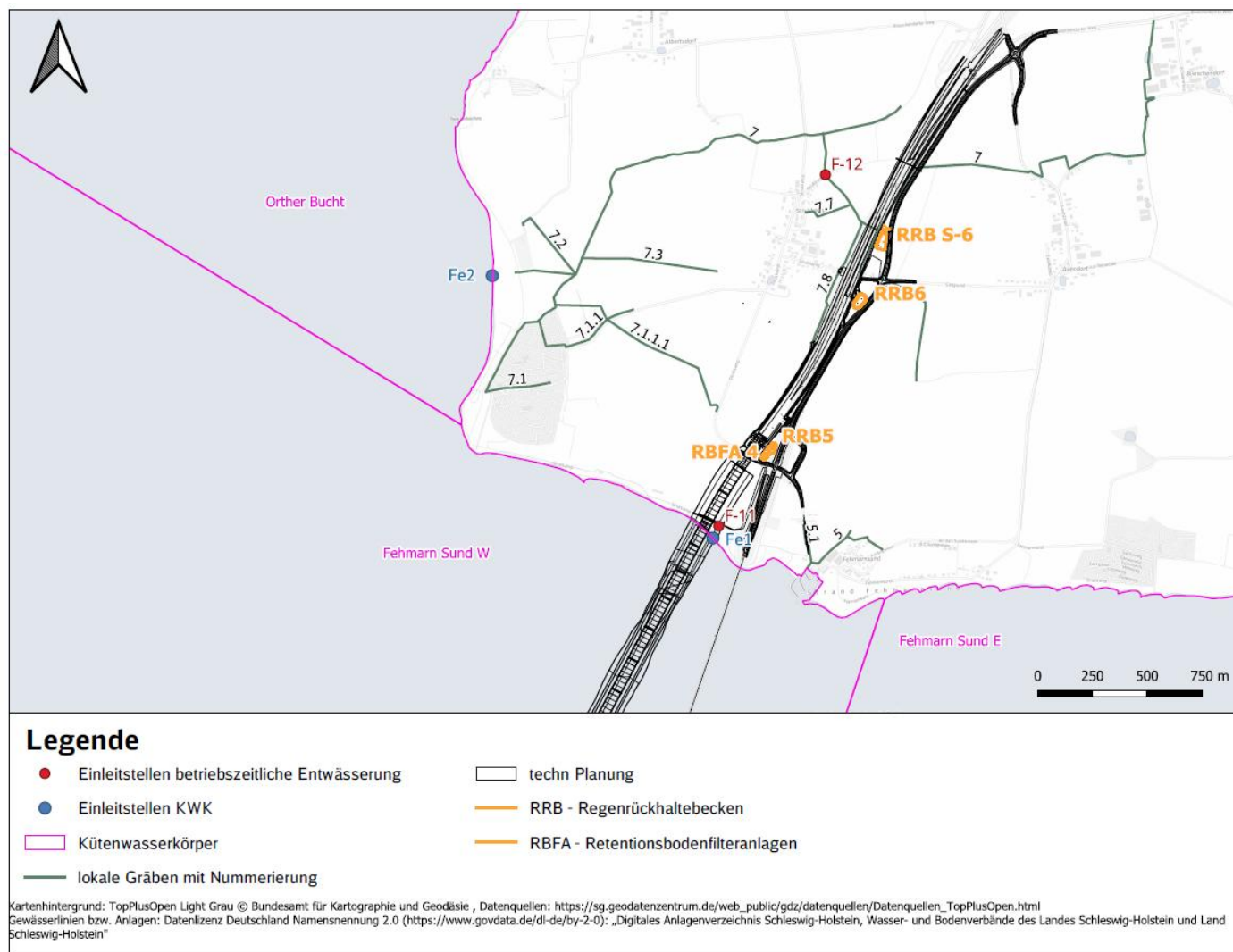


Abbildung 16: Betriebszeitliche Entwässerungsplanung Fehmarn (Unterlage 12.01)

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

**Unterlage  
 20.01.001**

**Tabelle 13: Betriebszeitliche Entwässerungspunkte Planabschnitt Fehmarn (nach Unterlage 12.01 und Unterlage 12.04.)**

	Bahn		Straße		Gesamt		Anmerkungen
	vorbe- handelt	unbehandelt	vorbe- handelt	unbehandelt	vorbe- handelt	unbehandelt	
<b>Insel</b>							
<b>Einleitgewässer Ostsee (KWK Fehmarn Sund W) Fe1</b>							
Einleitstelle	F-11		F-11				
freier Abfluss (l/s)			490		490		Behandlung über das Absetzbecken des RRB 5 sowie über die RBFA 4
gedrosselter Abfluss (l/s)	10	1,2	7,7		17,7	1,2	
<b>Summe (l/s)</b>					<b>507,7</b>	<b>1,2</b>	
<b>Einleitgewässer Gewässer 7.1.1.1</b>							
Einleitstelle	Indirekteinleitung						Indirekteinleitung Abflüsse des Portals Fehmarn
freier Abfluss (l/s)	70				70		Bau-km 172,68
gedrosselter Abfluss (l/s)							
<b>Summe (l/s)</b>					<b>70</b>		
<b>Einleitgewässer Gewässer 7 über Fe2 in den KWK Orther Bucht</b>							
Einleitstelle	F-12		F-12				
freier Abfluss (l/s)		173				173	Rückhaltung über RRB 6 sowie RRB S-6
gedrosselter Abfluss (l/s)		10,9	10,7		10,7	10,9	
<b>Summe (l/s)</b>					<b>10,7</b>	<b>183,9</b>	
<b>Summe Insel (l/s)</b>					<b>588,4</b>	<b>185,1</b>	

### **3.2.2.3 Geplante Entwässerung Absenktunnel**

Das im Tunnel anfallende Schleppwasser der Bahnanlage wird jeweils über die rechte Fahrbahnseite abgeführt und einer Sammelleitung zugeführt. Die Sammelleitungen werden im Tiefpunkt des Absenktunnels in einen Pumpensumpf geleitet. Vom Pumpensumpf wird das Schleppwasser in ein Becken am Portal Großenbrode gepumpt und von dort in das RRB4 geführt (Unterlage 1.01).

Die Entwässerung des Straßentunnels erfolgt wie die des festlandseitigen Trogbereiches. 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 (Unterlage 12.01).

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 (Unterlage 12.01).

### **3.3 Vorkehrungen (Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen sowie Kompensationsmaßnahmen) und deren Wirkungsweise gemäß des Landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP)**

Um den Anforderungen des § 14 ff sowie des §34 ff BNatSchG in Verbindung mit § 8 LNatSchG nach Vermeidung, Ausgleich und Ersatz innerhalb einer bestimmten Frist zu entsprechen, werden begleitend zum Bauvorhaben bzw. nach dessen Abschluss landschaftspflegerische Maßnahmen zur Eingriffskompensation durchgeführt. Erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft sind gemäß § 13 BNatSchG vom Verursacher vorrangig zu vermeiden. Nicht vermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen sind durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen oder, soweit dies nicht möglich ist, durch einen Ersatz in Geld zu kompensieren (Unterlage 17.01). In Tabelle 14 sind die sich aus (Unterlage 17.01) ergebenden relevanten Maßnahmen für den FB WRRL zusammengefasst. Eine detaillierte Beschreibung kann dem LBP (Unterlage 17.01) sowie den einzelnen Maßnahmenblättern (Unterlage 17.02) entnommen werden.

**Tabelle 14: Übersicht für den FB WRRL relevanter landschaftspflegerischer Maßnahmen aus (Unterlage 17.01)**

<b>Maßnahmennr.</b>	<b>Maßnahmenbezeichnung</b>
<b>Vermeidungsmaßnahmen</b>	
001_V	Schonende Behandlung der bei Bauarbeiten anfallenden Bodenmaterialien
002_V	Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
003_V	Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung
004_V	Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern
007_V	Schutz des Bodens während der Baumaßnahme
008_V	Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase
016_V	Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Mineralboden aus landseitigem und marinem Aushub
032_V	Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten
<b>Kohärenzmaßnahmen</b>	
057_K	Naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens
061_K	Neuanlage von Riffen auf externer Riffkompensationsfläche
<b>Ausgleichsmaßnahmen</b>	
045_A	Entsiegelung
050_A	Wiederherstellung bauzeitlich beanspruchter Flächen (inkl. Bodenrekultivierung)
052_A	Entwicklung eines Kleingewässers nach bauzeitlicher Wasserhaltung
059_A	Wiederherstellung und Wiederansiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich
062_A	Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung

### 3.4 Wirkfaktoren

#### 3.4.1 Allgemeines

Aufgrund der Komplexität des Vorhabens (sowohl landseitige als auch marine Bauarbeiten) wurde das Vorhaben mehreren Merkmalen mit den entsprechenden Fallgruppen gemäß (MEKUN, 2024) Anlage C1 zugeordnet (siehe Tabelle 15). Auf die in (MEKUN, 2024) vorgeschlagene Beschränkung auf ein wesentliches Merkmal des Vorhabens wurde verzichtet, da kein Merkmal als überwiegendes Merkmal identifiziert werden konnte. Im Kapitel 4 erfolgt eine thematische Abschichtung auf die einzelnen Wasserkörper, so sich einzelne Wirkfaktoren oder ganze Fallgruppen des Vorhabens für die einzelnen Wasserkörper ausschließen lassen.

**Tabelle 15: Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens gemäß (MEKUN, 2024)**

Kürzel	Merkmal des Vorhabens	Fallgruppe
G-3	Gewässerausbau (inkl. Anlagen)	Neubau von Anlagen/ Umbau von Anlagen im Talraum
E-1	Einleitung	Mit vorrangig stofflicher Wirkung
E-3		Mit vorrangig hydraulischer Wirkung
A-1	Ausleitung/Entnahme von Wasser	Mit Wiedereinleitung
A-2		Ohne Wiedereinleitung
K-1	Einbringung	Einbringung fester Stoffe
K-2	Entnahme	Entnahme fester Stoffe

Die Wirkfaktoren wurden entsprechend Tabelle C 5 gemäß (MEKUN, 2024) den jeweiligen Fallgruppen zugeordnet und werden in den folgenden Kapiteln auf das Vorhaben präzisiert und in Bezug auf deren Ursachen beschrieben. Dabei werden in baubedingte, anlagenbedingte und betriebsbedingte Wirkfaktoren unterschieden. Ebenso werden die Wirkfaktoren im marinen Bereich und auf dem Festland separat betrachtet.

*Baubedingte Wirkfaktoren* umfassen die Baustelleneinrichtungen und den Baustellenbetrieb (inkl. Entwässerung der Baustelle), sowie die mit dem Betrieb von Baumaschinen und dem Materialtransport auf der Baustelle verbundenen stofflichen Emissionen und Störwirkungen, die während der Bauzeit auftreten können.

*Anlagenbedingte Wirkfaktoren* umfassen dauerhafte Wirkungen, die auf das Bauwerk und die damit verbundenen Standortveränderungen im geplanten Projektgebiet und im unmittelbaren Umfeld dessen zurückzuführen sind.

*Betriebsbedingte Wirkfaktoren* umfassen dauerhafte Wirkungen, die auf die Unterhaltung und den Betrieb der Anlagen zurückzuführen sind.

Ergänzend zu den Vorgaben nach (MEKUN, 2024) werden im vorliegenden Fachbeitrag WRRRL die Auswirkungen der Wirkfaktoren im Landbereich auf grundwasserabhängige Landökosysteme dargestellt.

Die in Kapitel 3.1 identifizierten Vorhabenbestandteile werden in Tabelle 16 den entsprechenden Fallgruppen des Vorhabens (Tabelle 15) zugeordnet und die daraus resultierenden Projektwirkungen in den folgenden Kapiteln Fallgruppen bezogen beschrieben.

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

**Unterlage**  
**20.01.001**

**Tabelle 16: Zuordnung der Vorhabensbestandteile zu den Fallgruppen der Wirkfaktoren**

Kürzel Fallgruppe	Zugeordnete Vorhabensbestandteile		
	bauzeitlich	anlagenbedingt	betriebsbedingt
G-3: Gewässeraus- bau (inkl. Anla- gen)	M2: Nassbaggerung Trockendock	L6: Durchlässe für Kleingewässer	
	M3: Bauwerk Trockendock	L9: Bauwerk TOG	
	M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen	L11: Bauwerk TOF	
	M7: Nassbaggerung der Absenkrinne	M8: Bauwerk Absenktunnel	
	M8: Bauwerk Absenktunnel	M12: Nassbaggergutverbringung (Ablage- rungskörper)	
	M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens	L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutz- maßnahmen auf Großenbrode	
	L1: Versiegelung durch Bahnkörper		
	L4: Versiegelung durch Straßenneubau		
	L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG		
	L9: Bauwerk TOG		
	L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF		
	L11: Bauwerk TOF		
	L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung		
	L17: Versiegelung durch Baustraßen		
L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben			
E-1: Einleitung mit vorrangig stofflicher Wir- kung	L3: Entwässerung des Bahnkörpers		L3: Entwässerung des Bahnkörpers
	L5: Entwässerung der Straßen		L5: Entwässerung der Straßen
	L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen		
	L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen		

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

**Unterlage**  
**20.01.001**

<b>Kürzel Fallgruppe</b>	<b>Zugeordnete Vorhabensbestandteile</b>		
	<b>bauzeitlich</b>	<b>anlagenbedingt</b>	<b>betriebsbedingt</b>
	L16: Versickerung von Spülwassern		
	L18: Entwässerung von Baustraßen		
	L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben		
	L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung		
E-3: Einleitung mit vorrangig hydraulischer Wirkung	L3: Entwässerung des Bahnkörpers		L3: Entwässerung des Bahnkörpers
	L5: Entwässerung der Straßen		L5: Entwässerung der Straßen
	L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen		
	L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen		
	L18: Entwässerung von Baustraßen		
	L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung		
	M10: Einleitung von Spülwasser		
A-1: Ausleitung/Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung	M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks		
	M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung		
	M10: Einleitung von Spülwasser		
A-2: Ausleitung/Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung	L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben		
	L2: Bodenaustausch mit lokaler Bodenverbesserung durch Kalken		



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

**Unterlage**  
**20.01.001**

Kürzel Fallgruppe	Zugeordnete Vorhabensbestandteile		
	bauzeitlich	anlagenbedingt	betriebsbedingt
K-1: Einbringung fester Stoffe	L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode		
	L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG		
	L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF		
	M12: Nassbaggeregutverbringung		
K-2: Entnahme fester Stoffe	M2: Nassbaggerung Trockendock		
	M3: Bauwerk Trockendock		
	M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen		
	M7: Nassbaggerung der Absenkrinne		
	M8: Bauwerk Absenktunnel		
	M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens		
	L1: Versiegelung durch Bahnkörper		
	L4: Versiegelung durch Straßenneubau		
	L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG		
	L9: Bauwerk TOG		
	L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF		
	L11: Bauwerk TOF		
	L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung		
	L17: Versiegelung durch Baustraßen		
	L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben		

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)

Neubau der B 207

PFA Fehmarnsundquerung (FSQ)

---

**Unterlage**

**20.01.001**

### **3.4.2 Baubedingte Wirkfaktoren**

#### **3.4.2.1 Baubedingte Wirkfaktoren im marinen Bereich**

##### **3.4.2.1.1 Fallgruppe G–3: Gewässerausbau (inkl. Anlagen)**

###### **3.4.2.1.1.1 WF Wasserspiegellage / Tidenhub**

###### **Definition:**

Veränderungen der Wasserspiegellagen und des Tidenhubs in Folge von Aus-/Neubau von Querbauwerken mit Regulierung von Abfluss und Wasserspiegellagen, ggf. Veränderungen des Tidenhubs in Folge von natur- nahem oder naturfernem Gewässerausbau (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen potenziell die Projektwirkung Wasserspiegellage / Tidenhub:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

###### **Stärke der Projektwirkung:**

Der Wirkfaktor Wasserspiegellage /Tidenhub resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Veränderungen der Wasserspiegellage wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Es wurden minimale, mittlere und maximale Änderungen des Wasserstandes an den Extraktionspunkten (Lage siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2) bestimmt. Im Mittel wurden keine Änderungen des Wasserstandes durch das Modell berechnet. Die maximalen Differenzen stellen sich am Extraktionspunkt Trasse (innerhalb der Tunneltrasse) mit +3 cm ein. Die minimale Differenz stellt sich an der Position ADCP2 (unmittelbar östlich der Trasse) mit -2 cm ein.

Die Auswirkungen des Tunnelbaus auf den Wasserstand sind somit gering, beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und treten nur bei starken Windereignissen auf.

Die Auswertung des Wirkfaktors Wasserspiegellage in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.1.2      WF Seegang / Exposition**

##### **Definition:**

Veränderungen des Seegangs (Wellenhöhen) und der Exposition in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer sowie in Folge von naturnahen und naturfernen Gewässerausbau.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Seegang / Exposition:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Veränderungen des Seeganges wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Bei der Auswertung werden die Parameter signifikante Wellenhöhe, Peak-Wellenperiode, maximale Wellenhöhe nach der Nulldurchgangsmethode (Peak-Wellenhöhe) und die mittlere Wellenrichtung betrachtet.

Die Auswirkungen auf die mittlere signifikante Wellenhöhe beschränken sich im Mittel auf die ufernahen Bereiche innerhalb der Trasse (siehe Abbildung 17). In diesen Bereichen erhöht sich die mittlere signifikante Wellenhöhe um maximal 0,07 m (siehe Tabelle 17). In den restlichen Bereichen liegen die Änderungen absolut unter 0,02 m (Unterlage 51.02).

Die Änderungen in den maximalen Wellenhöhen sind auf die größeren Wassertiefen im Tunnelgraben zurückzuführen, da in tieferen Bereichen weniger Energie verloren geht (siehe Abbildung 18).

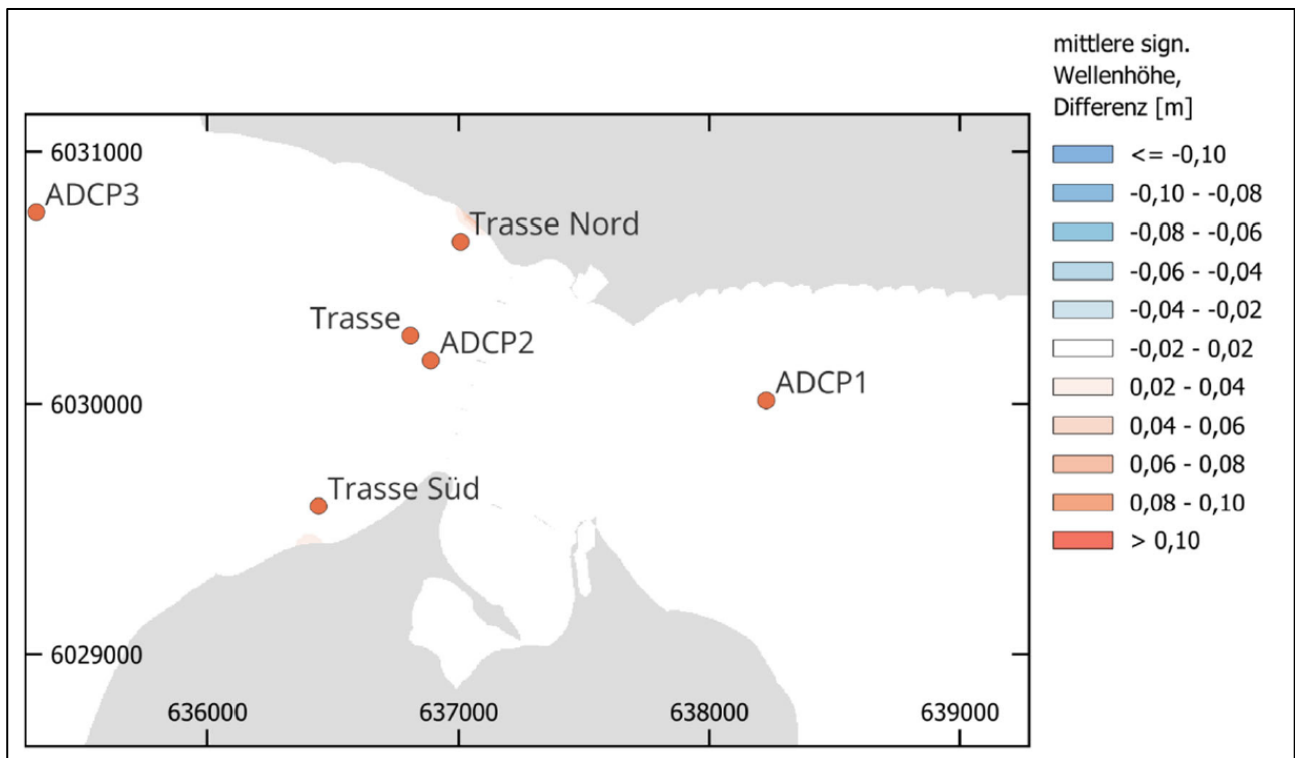
Die stärkste Erhöhung der maximalen Wellenhöhen findet am Uferbereich auf Fehmarn Seite statt. Hier ergeben sich sehr lokal im Bereich der Tunneltrasse Erhöhungen von bis zu 30 cm. Im südlichen Bereich des

Fehmarnsundes ergeben sich entlang der Tunneltrasse Erhöhungen von bis zu 16 cm (siehe Abbildung 18, Tabelle 17).

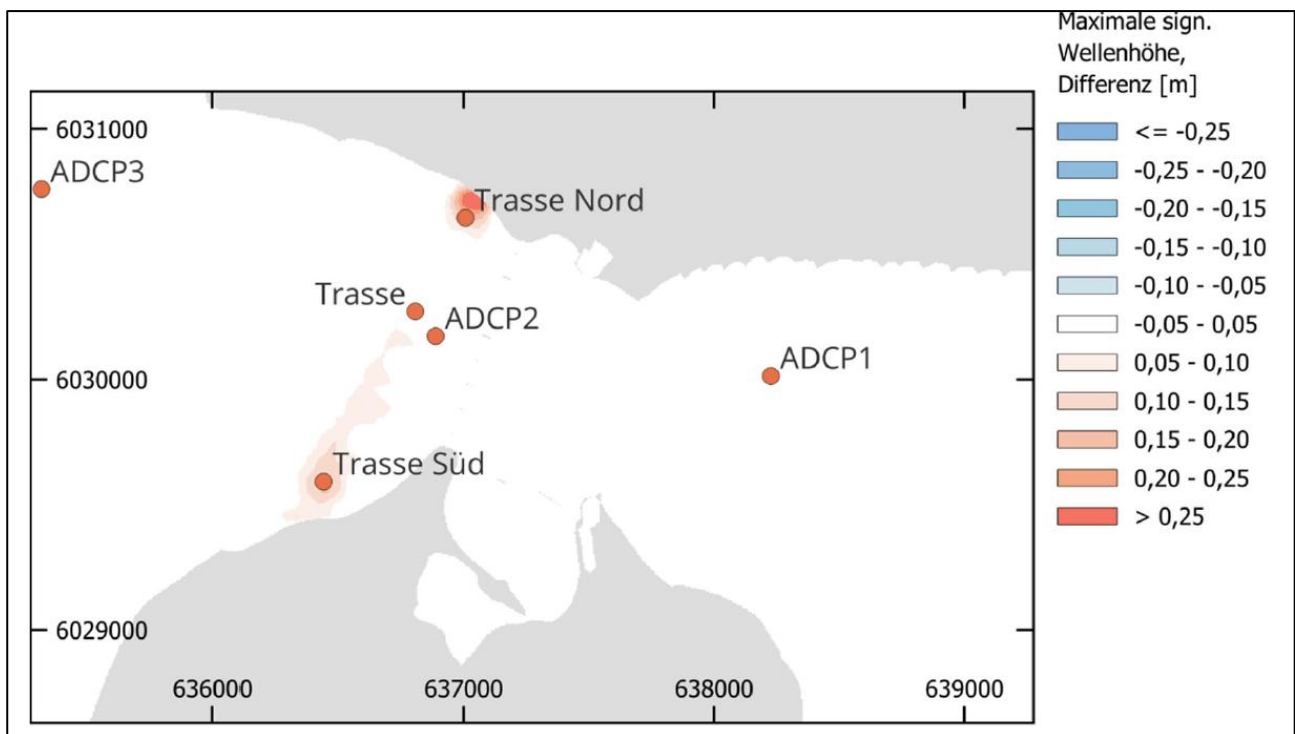
Eine messbare Änderung in den Wellenrichtungen erfolgt nur im Trassenbereich des Tunnels bis minimal - 5,0° im südlichen Bereich der Trasse (siehe Tabelle 17). In der Mitte und am nördlichen Ende der Trasse betragen die Abweichungen nur +1,6° bzw.+0,9° (Unterlage 51.02).

**Tabelle 17: Änderungen der signifikanten Wellenhöhe, der Peak-Wellenperiode und der mittleren Wellenrichtung an den Extraktionspunkten gemäß (Unterlage 51.02)**

Extraktionspunkt		Änderung signifikante Wellen- höhe [m]	Änderung Peak Wellenperiode [s]	Änderung mittlere Wellenrichtung [°]
Trasse	Minimum	-0,34	-2,1	
	Maximum	+0,27	+2,8	
	Mittel	-0,01	-0,1	+1,6
Trasse Nord	Minimum	-0,25	-3,2	
	Maximum	+0,29	+2,1	
	Mittel	±0,00	-0,2	+0,9
Trasse Süd	Minimum	-0,23	-4,3	
	Maximum	+0,23	+3,9	
	Mittel	±0,00	-0,3	-5,0
ADCP2	Minimum	-0,36	-2,0	
	Maximum	+0,26	+2,5	
	Mittel	-0,01	-0,1	-0,2



**Abbildung 17:** Änderung der mittleren signifikanten Wellenhöhe im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)



**Abbildung 18:** Änderung der maximalen signifikanten Wellenhöhe im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)

Die Auswertung des Wirkfaktors Seegang/Exposition in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.1.3 WF Durchgängigkeit (küstenparallel / küstennormal)**

##### **Definition:**

Die Veränderungen der Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal) für aquatische Organismen und das Sediment in Folge von Veränderungen des Profils (z. B. Neubau oder Rückbau von Seebrücken). Die Veränderungen der lateralen Durchgängigkeit im Sinne der Quervernetzung von Küstengewässer und dem Ufer in Folge von Gewässerausbau (z. B. Gewässerregulierung, Deichbau) (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden Aktivitäten der baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Durchgängigkeit (küstenparallel / küstennormal):

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Durch die Errichtung des Tunnelgrabens ändert sich die Durchgängigkeit sowohl küstenparallel als auch küstennormal während der Bauzeit im Bereich des Grabens.

Im Küstenbereich der Festlandseite wird der Sedimenttransport durch den offenen Tunnelgraben in Richtung Osten um ca. 7.500 m<sup>3</sup>/a reduziert. Weiterhin wird die Leeanlandung zwischen Tunnelgraben und Brückenpfeiler reduziert. Ein Bypass um die Brückenrampe während der Bauphase wird erhalten bleiben. Dieser dürfte sich auf ca. 4.700 m<sup>3</sup>/a belaufen. Zwischen Tunnelgraben und Brückenrampe wird es zu Abtragungen kommen. Wie groß diese ausfallen, hängt von der Dauer der Baumaßnahme ab. Wenn die Bauphase innerhalb eines Jahres bis zur Abdeckung der Tunneltrasse abgeschlossen ist, werden somit ca. 4.700 m<sup>3</sup>/a um die Brückenrampe befördert werden, die während der Bauphase nicht wieder aufgefüllt werden. Östlich der Brücke sind keine Einflüsse zu erwarten, da der Sedimenttransport teilweise Richtung Brückenrampe, also

gegen den durch die Tunneltrasse beeinflussten Sedimenttransportes gerichtet ist und sehr gering ausfällt. Die Brückenrampe verhindert eine direkte Beeinflussung durch den Tunnelgraben (Unterlage 51.02).

Auf der Nordseite des Fehmarnsunds wird der Küstenlängstransport ebenfalls unterbunden. Da hier aber kaum Sedimenttransport stattfindet (auf F1 373 m<sup>3</sup>/a Richtung Osten, siehe Abbildung 44) sind Auswirkung in Sedimenttransportrichtung nur sehr gering. Den 373 m<sup>3</sup>/a (Profil F1) stehen 86 m<sup>3</sup>/a (Profil F2) aus dem Transport aus Osten gegenüber. Es fehlen somit maximal 287 m<sup>3</sup>/a (Differenz Profil F1 – F2) als Bypass um die Brückenrampe. Östlich der Brückenrampe findet der Sedimenttransport nahezu ausschließlich Richtung Westen statt (318 m<sup>3</sup>/a auf Profil F3, siehe Abbildung 44), welcher durch die Hafenbauten in den tieferen Bereich des Fehmarnsundes abgelenkt werden. Eine Beeinflussung durch den Tunnelbau ist daher in diesem Bereich ausgeschlossen (Unterlage 51.02).

Der Graben dient während der Bauzeit als Sedimentationssenke, sodass sich das in den Graben transportierte Material an den Böschungen des Grabens absetzen wird. Dabei wird sich das mit der Strömung von Ost nach West transportierte Material an der östlichen Böschung absetzen, und bei Strömung von West nach Ost am westlichen Hang (Unterlage 51.02).

Die Durchgängigkeit für die sich an dem Boden fortbewegenden Organismen wird ebenfalls aufgrund der Profiländerung durch den Aushub des Grabens geändert. Da diese im Bereich der Trasse durch die Ausbaggerung bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren haben, ist die Durchgängigkeit für die Organismen für die Bauzeit als nebensächlich zu betrachten.

Durch die Fertigstellung des Tunnelbauwerks und die anschließende Verfüllung des restlichen Tunnelgrabens wird das ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt, sodass die ursprüngliche Durchgängigkeit wieder hergestellt wird.

Die Auswertung des Wirkfaktors Durchgängigkeit in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.



#### **3.4.2.1.1.4 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Definition:**

Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer sowie in Folge von naturnahen und naturfernen Gewässerausbau. Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Das Modell wurde sowohl im Hinblick auf den Durchfluss im Fehmarnsund und Fehmarnbelt als auch auf die generell während der Bauzeit vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten ausgewertet. Auch hier erfolgte ein Vergleich der modellierten Ergebnisse für die Bauzeit mit dem Ist-Zustand. Bei den Strömungsgeschwindigkeiten erfolgte die Auswertung an der Gewässersohle und tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Die Auswertung wurde sowohl flächig als auch an den Extraktionspunkten vorgenommen.

##### Durchfluss:

Die Änderungen des Durchflusses werden entlang einer Extraktionslinie entlang der Bestandsbrücke ausgewertet, da hier die der größten Einengung im Fehmarnsund vorherrscht. Der Auswertungsort erlaubt eine bessere Beurteilung der Veränderung des Durchflusses als entlang der neu geplanten Tunneltrasse, da der Gewässerquerschnitt entlang der Extraktionslinie in allen betrachteten Zuständen unverändert bleibt (Unterlage 51.02).

Im Ergebnis zeigt sich eine Verringerung des mittleren Durchflusses im Fehmarnsund, sowohl für die westwärts als auch für die ostwärts gerichteten Strömungen. Die Durchflussmengen verringern sich bei westwärts gerichteter Strömung um  $-33,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (  $-2,0 \%$  ) und bei ostwärts gerichteter Strömung um  $-41,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (  $-2,3 \%$  ) (Unterlage 51.02).

Im Fehmarnbelt stellt sich bei westwärts gerichteter Strömungsrichtung eine sehr geringe mittlere Änderung des Durchflusses von  $-9,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $\pm 0 \%$ ) und bei ostwärts gerichteter Strömungsrichtung eine ebenfalls geringe Änderung von  $+72,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $+0,1 \%$ ) ein. Die prozentuale Änderung beträgt demnach weniger als  $-0,1 \%$  bzw.  $+0,1\%$ . Sie ist somit numerisch ersichtlich, aber nicht durch Messungen nachweisbar (Unterlage 51.02).

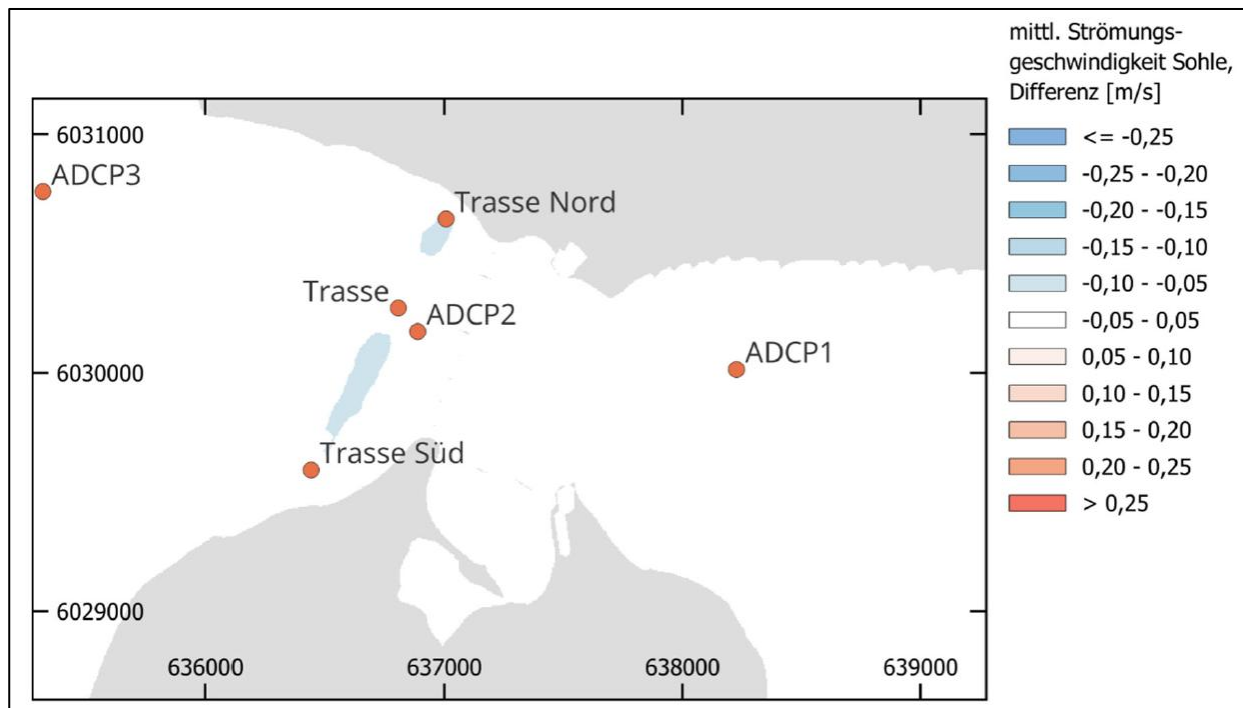
#### Strömungsgeschwindigkeiten:

Die größten mittleren Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit an der Sohle stellen sich im Bereich der Tunneltrasse nördlich und südlich der Fahrrinne ein. Dies sind die Orte mit den größten Änderungen der Bathymetrie. Die mittleren Änderungen liegen dort im Bereich von  $-0,05 \text{ m/s}$  bis  $-0,10 \text{ m/s}$  (siehe Abbildung 19). Am Extraktionspunkt Trasse liegen die mittleren Änderungen bei lediglich  $-0,01 \text{ m/s}$ .

Außerhalb der Trasse sind an der Station ADCP2 im Bereich der Sohle noch sehr geringe Änderungen von  $0,01 \text{ m/s}$  zu verzeichnen. Sonst treten keine Änderungen der mittleren Geschwindigkeiten an der Sohle außerhalb der Trasse auf. Auch an den repräsentativen Messstellen der Küstenwasserkörper gibt es keine Änderung der mittleren Geschwindigkeit an der Sohle durch den Bauzustand.

Am Extraktionspunkt Trasse treten kurzzeitig Änderungen in den Geschwindigkeiten an der Gewässersohle gegenüber dem Ist-Zustand von maximal  $0,39 \text{ m/s}$  und minimal  $-0,42 \text{ m/s}$  auf. Dies ist durch die starken Änderungen in der Geometrie im Bauzustand begründet.

An den Stationen ADCP1 bis ADCP3 liegen die kurzzeitigen Änderungen in den Strömungsgeschwindigkeiten zwischen maximal  $0,11 \text{ m/s}$  und minimal  $-0,16 \text{ m/s}$  (Unterlage 51.02).

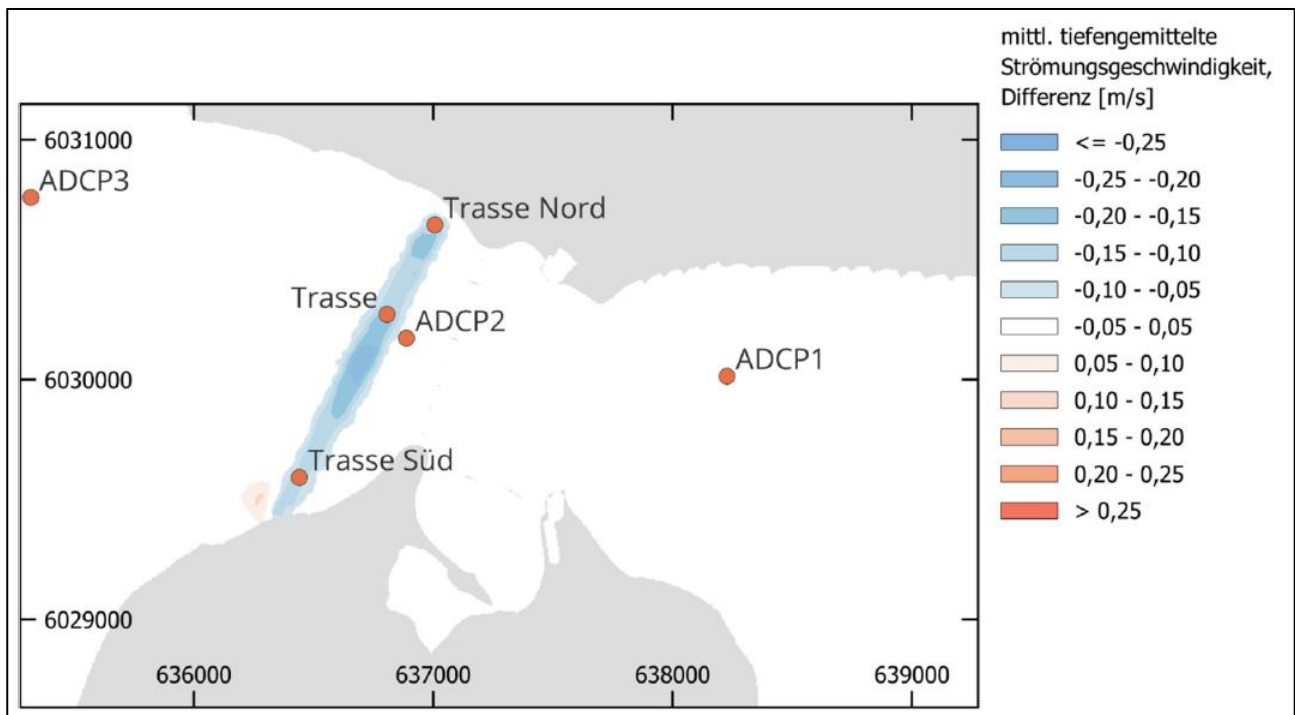


**Abbildung 19: Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit an der Gewässersohle im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)**

Die größten mittleren Änderungen tiefengemittelt in der Wassersäule ergeben sich im Bereich der ausgebaggerten Tunneltrasse (siehe Abbildung 20). Die größten Verringerungen der Strömungsgeschwindigkeit liegen im Bereich der größten Bathymetrieänderungen und betragen maximal -0,23 m/s. Am südlichen Ufer stellt sich im Bereich westlich des ausgebaggerten Grabens auf Grund von lokalen Strömungsänderungen ein kleiner Bereich mit vernachlässigbaren Erhöhungen der Strömungsgeschwindigkeit von maximal 0,11 m/s (siehe Abbildung 20).

Die Verringerung der Strömungsgeschwindigkeiten am Extraktionspunkt Trasse beträgt kurzzeitig bis zu -0,71 m/s.

Außerhalb der Trasse liegen die Änderungen in einem Bereich von < 0,05 m/s absoluter Änderung der Strömungsgeschwindigkeit. Auch an den repräsentativen Messstellen der Küstenwasserkörper liegen die Änderungen der tiefengemittelten mittleren Strömungsgeschwindigkeit durch den Bauzustand unter 0,001 m/s und somit in einem nicht messbar nachweisbaren Bereich (Unterlage 51.02).



**Abbildung 20:** Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit tiefengemittelt in der Wassersäule im Bauzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)

Die Auswertung des Wirkfaktors Strömungsgeschwindigkeit in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### 3.4.2.1.1.5 WF Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)

##### Definition:

Die Veränderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und/oder Uferbereich in Folge von naturnahem und naturfernem Gewässerausbau (z. B. Einbau oder Rückbau von Ufersicherung) ggf. auch im unmittelbaren Gewässerumfeld sowie in Folge von Neubau/Ausbau von Bauwerken am Standort der Anlage.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral):

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen

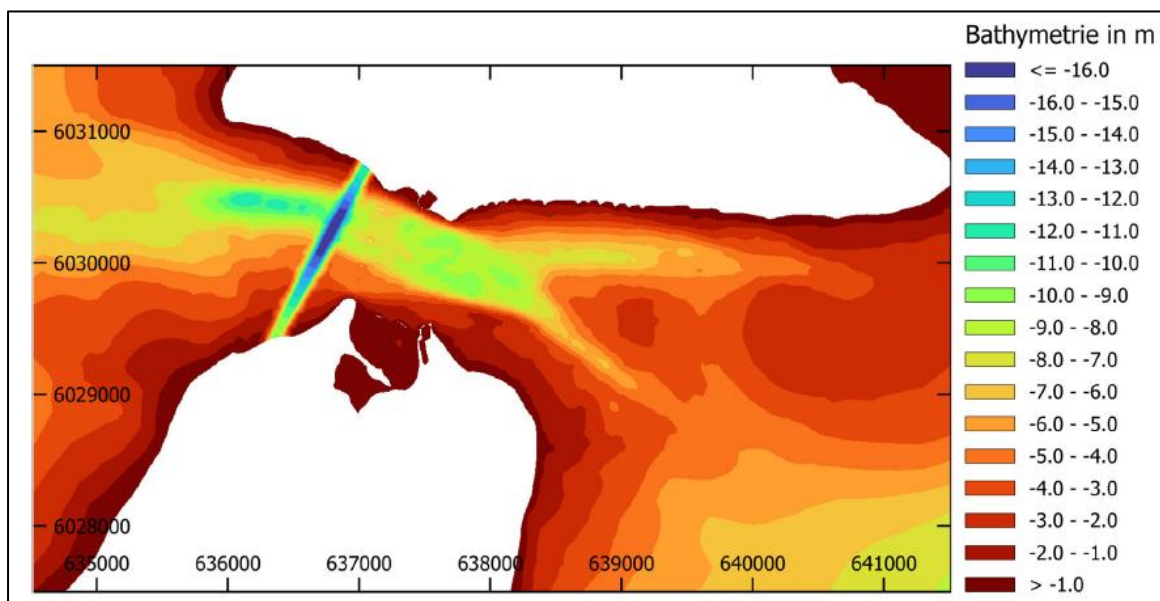
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

### Stärke der Projektwirkung:

Im Bereich des Tunneltrasse wird der ursprüngliche Meeresboden (Sublitoral) entfernt. Dabei kommt es zu einem Habitat- und Funktionsverlust, da der größte Teil der im Bereich des Tunnelgrabens siedelnden benthischen Gemeinschaft durch die Bauaktivitäten absterben.

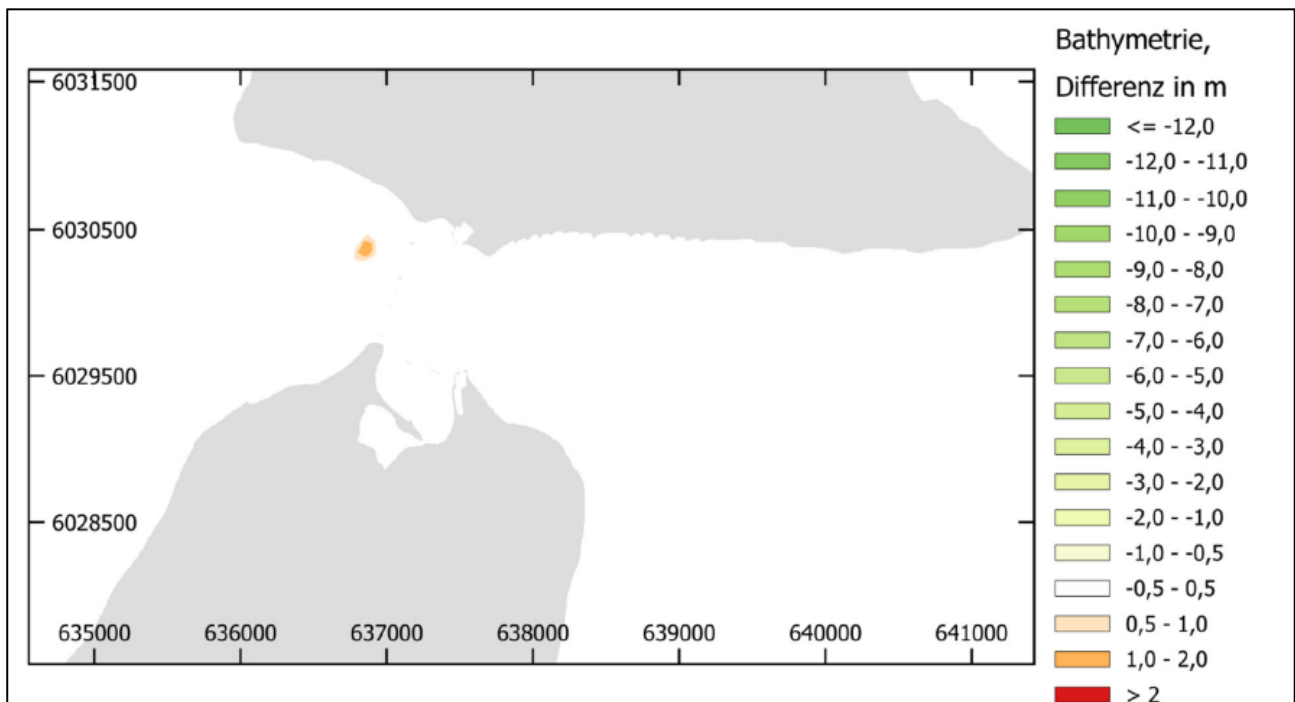
Für das Trockendock und den Arbeitshafen erfolgt der Aushub von der Meerseite aus, sodass für den gesamten Bereich vom Tunnelgraben bis zum Trockendock ebenfalls ein temporärer Habitat- und Funktionsverlust für die dort ansiedelnde Flora und Fauna entsteht. Die ursprünglichen Küstenform wird durch die Baggerarbeiten im Bereich des Trockendocks und des Arbeitshafens für den Zeitraum der Bauarbeiten zerstört. Nach dem Rückbau des Trockendocks und des Arbeitshafens wird die ursprüngliche Küstenlinie wieder hergestellt.

Durch den Aushub des Tunnelgrabens, sowie den Bau des Trockendocks und des Arbeitshafens kommt es zu einer temporären Änderung der Wassertiefe. Der Tunnelgraben wird je nach vorherrschender Bathymetrie um ca. 8 bis 16 m auf eine Breite von 120 -150 m ausgehoben (Siehe Abbildung 20).



**Abbildung 21:** Bathymetrie im bauzeitlichen Zustand im Bereich des KWK Fehmarn Sund W mit vollständig ausgehobener Tunneltrasse gemäß (Unterlage 51.02)

Nach der vollständigen Absenkung der 12 Tunnelelemente erfolgt die Wiederverfüllung des Tunnelgrabens. Dabei wird der Tunnel zunächst seitlich mit Sand bis auf die Oberkante Tunnel angefüllt. Über dem Tunnel werden zwei Filterschichten eingebaut, welche beidseitig über den Tunnelrand mindestens 15 m weitergeführt werden. Zum Schutz des Absenktunnels vor Ankerwurf und möglicher Kolkbildung ist eine Deck-/Schutzschicht mit einer Einbaumächtigkeit von ca. 0,90 m auf der Tunneldecke und einer Breite von beidseitig ca. 15,00 m ab der Tunnelaußenkante vorgesehen. Abschließend wird der Tunnelgraben bis auf Höhe des Ursprunggeländes, bzw. nördlich der Schifffahrtsrinne auch darüber hinaus, unter wie auch über Wasser aufgefüllt und es wird beidseitig die Küstenlinie wiederhergestellt (Unterlage 1.01). Durch die Fertigstellung des Tunnelbauwerks und die anschließende Verfüllung des restlichen Tunnelgrabens wird ebenfalls das ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt (siehe Abbildung 22, (Unterlage 51.02).



**Abbildung 22: Änderung der Bathymetrie zum Ist-Zustand im Plan-Zustand nach Beendigung der Baumaßnahme gemäß (Unterlage 51.02)**

Durch die Maßnahme „057\_K naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens“ (Unterlage 17.01) erfolgt eine vollständige Verfüllung des Tunnelgrabens bis zur Höhe des ursprünglichen Meeresbodens. Hierbei wird das Wiederverfüllmaterial oberhalb der Deck-/ Schutzschicht bis zu einer Mindestbedeckung von ca. 30 cm eingebracht. In den zentralen Bereichen des Fehmarnsundes, in denen das ursprüngliche Niveau bereits durch die Schutzschicht wieder erreicht wird, werden lediglich die Lücken zwischen den Steinen der Deck-/Schutzschicht mit dem Wiederverfüllmaterial verfüllt. Das Einbringen des Wiederverfüllmaterial in den küstennahen Bereichen erfolgt in Abstimmung zu der Maßnahme „059\_A Wiederherstellung und

Wiederansiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich“. Hierfür wird auf den für die Bepflanzung vorgesehenen Flächen Feinsand, welcher als Substrat für die Seegraswiesen erforderlich ist, mit einer Mindesthöhe von 20 cm eingebracht. In den tieferen Bereichen wird das ursprüngliche Sohlprofil mit Riffen im Rahmen der Ausgleichmaßnahme „062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung“ auch wieder hergestellt, indem die vor der Baumaßnahme im Eingriffsbereich geborgenen Steine anschließend an die Maßnahme 057\_K wieder im Eingriffsbereich eingebracht werden, sodass nach der Wiederverfüllung des Tunnelgrabens dieser Bereich wiederbesiedelt werden kann.

Ca. 2,5 % der gesamten Fläche der Ankerzone wird durch einzelne Ankerpunkte beansprucht. Hier wird die Oberfläche des Meeresbodens zerstört, welcher sich nach Entfernung der Ankerpunkte natürlich regenerieren werden.

Eine zusätzliche Beeinflussung des Meeresbodens kann durch die Freisetzung von Schwebstoffen während der Bauphase und deren anschließende Sedimentation entstehen. Die Auswirkungen der Schwebstoffe und der daraus resultierenden Sedimentation während der Bauphase werden in Kapitel 3.4.2.1.1.6 beschrieben.

Die Küstenmorphologie (Eulitoral) wird ebenfalls durch die Änderung der küstenparallelen Durchgängigkeit (Kapitel 3.4.2.1.1.3) im speziellen durch die Änderung der Sedimenttransportraten beeinflusst. Während der Bauzeit wird der nach Osten gerichtete Sedimenttransport nahezu vollständig durch die Tunneltrasse unterbrochen, sodass sich westlich der Tunneltrasse deutlich weniger Sedimente während der Bauzeit ablagern.

Die Auswertung des Wirkfaktors Morphologische Verhältnisse in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.1.6      WF Schwebstoffgehalt**

##### **Definition:**

Die Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer und/oder naturnahen und naturfernen Gewässerausbau (nach (LAWA; 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

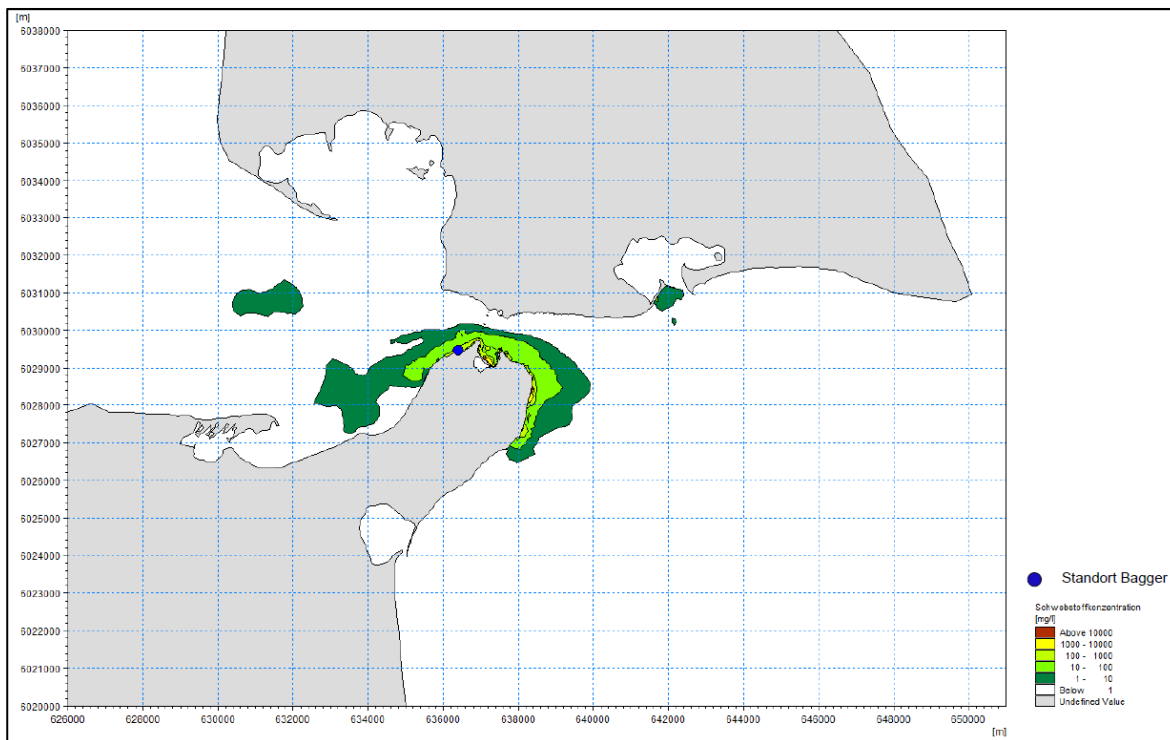
- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel

- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

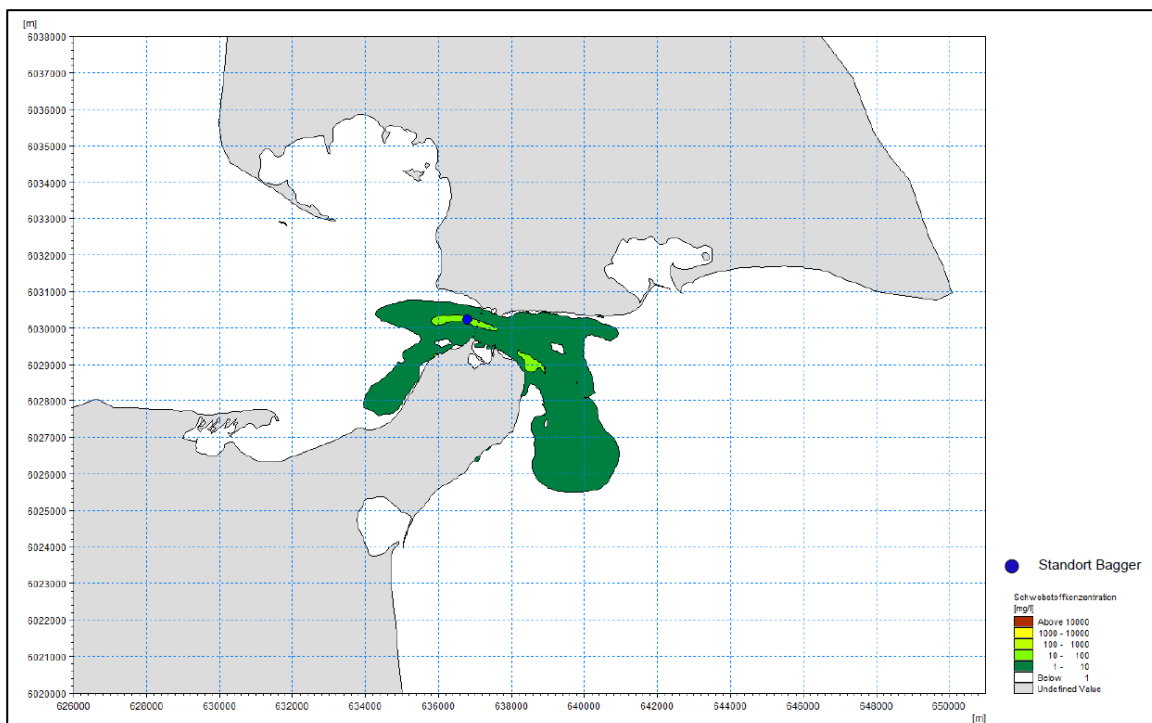
### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Veränderungen des Schwebstoffgehaltes durch die Nassbaggerung [M2; M7] sowie die Auswirkungen der Einleitungen von Spülwässern [M10] (Beschreibung Auswirkungen siehe Kapitel 3.4.2.1.2.3) wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet (Unterlage 51.02). Für die Auswertung der Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen wurden an 27 Beobachtungspunkten (siehe Kapitel 2.2.4.1.1, Abbildung 9) Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen sohnah, in der mittleren Wassersäule und oberflächennah sowie flächenhafte Verteilungen der durch die Nassbaggerung erzeugten Schwebstoffverteilungen aus dem Modell extrahiert. Die größten flächenhaften Ausbreitungen sind dabei an der Gewässersohle zu verzeichnen. In der Abbildung 23 bis Abbildung 25 sind die Verbreitungen der Schwebstoffkonzentrationen zu Zeitpunkten der Nassbaggerung mit großen Ausbreitungsradien von hohen Schwebstoffkonzentrationen aus Unterlage 51.02 exemplarisch dargestellt. Für Auswertungen der resultierenden Schwebstoffkonzentrationen wurde mit der Unterlage 18.04 ein Schwellenwert von >10 mg/l an mindestens 7 zusammenhängenden Tagen für die Bewertung der Auswirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten hergeleitet (siehe Kapitel 2.2.4.1.2.1 und 2.2.4.1.2.2) Anhand dieses Schwellenwertes erfolgt auch die Auswertung in diesem FB WRRL in den Kapiteln 5.1 bis 5.3.

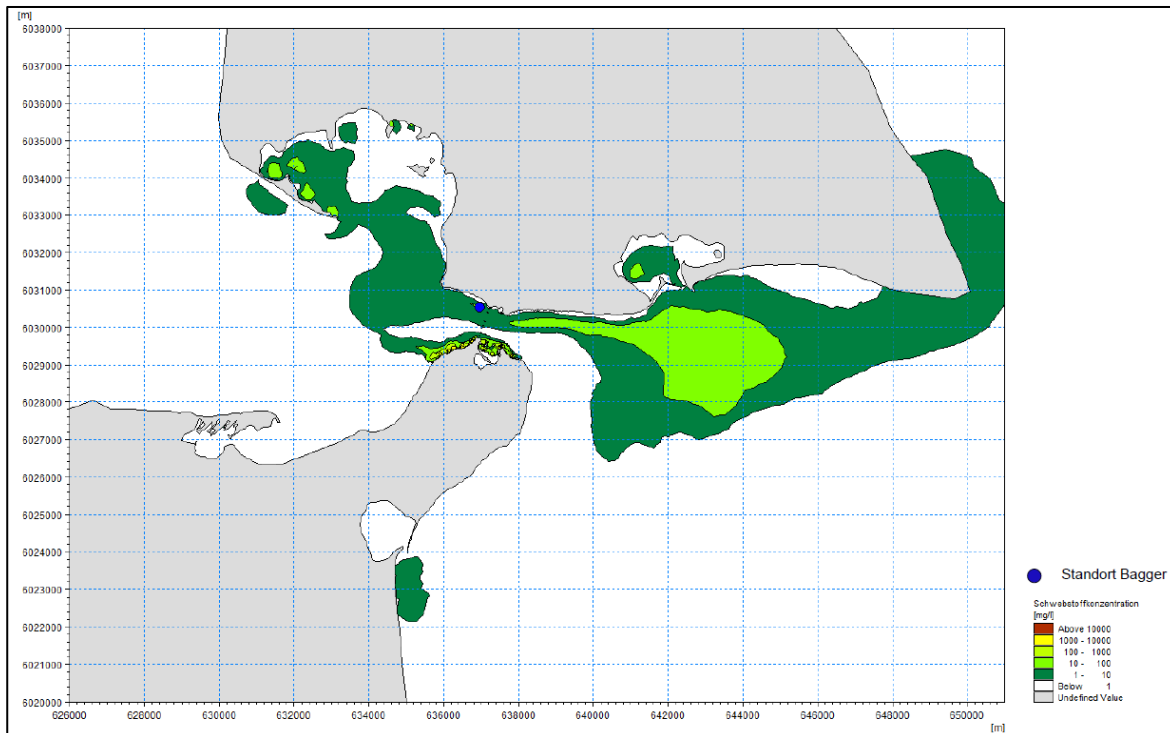




**Abbildung 23:** Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten im Bereich des Trockendocks (aus (Unterlage 51.02)



**Abbildung 24:** Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten zur Herstellung des Tunnelgrabens in der Mitte des Fehmarnsundes (aus (Unterlage 51.02)



**Abbildung 25: Schwebstoffkonzentrationen (gleitendes Mittel über 6 Stunden) an der Gewässersohle in mg/l während der Nassbaggerarbeiten zur Herstellung des Tunnelgrabens auf Fehmarn Seite (aus (Unterlage 51.02))**

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kie- ses (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) und des gezielten Einbaus des Kie- ses ist die Menge der Freisetzung von Schwebstoffen während der Herstellung des Kiesbettes unerheblich und führt zu keiner relevanten Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen und somit zu keinen Auswirkungen in den Küstenwasserkörpern.

Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllungen, Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Verfüllung sowie durch den gezielten Einbau des Ma- terials die Freisetzung von Schwebstoffen und einer damit verbundenen Erhöhung unerheblich. Auswirkun- gen auf die Küstenwasserkörper durch das Wiederverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausge- schlossen werden.

Des Weiteren kann die Änderung der Schwebstoffkonzentration zu weiteren Veränderungen in den KWK führen.

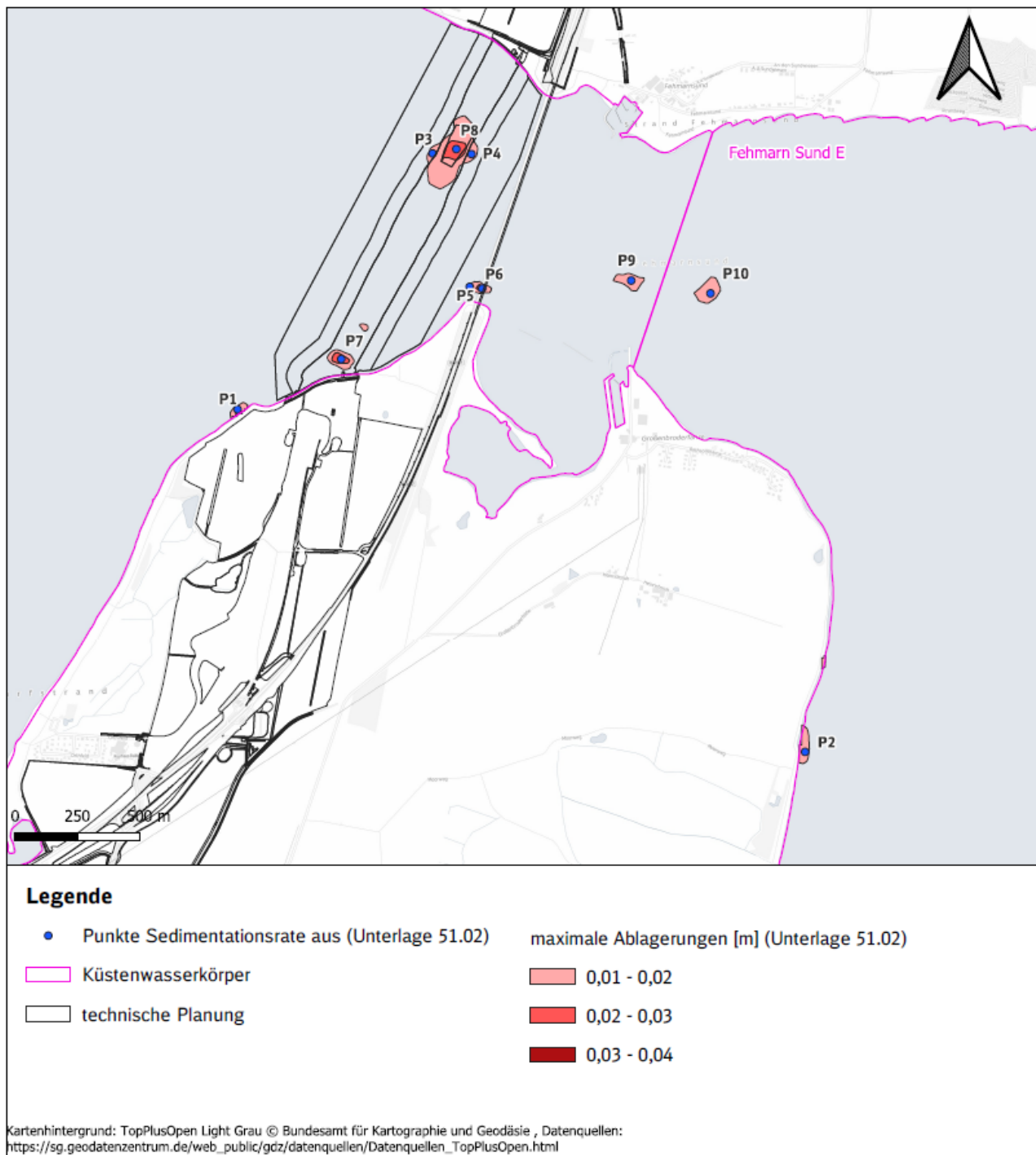
- Änderung der Trübung und damit zur Änderung der Sichttiefe

- Änderung der Schadstoffkonzentration durch Freisetzung aus den Schwebstoffen
- Änderung der durch Schwebstoffe hervorgerufenen Sedimentation

Die **Sedimentation** beschreibt den Vorgang der Ablagerung der Schwebstoffe auf der Gewässersohle. Durch die Nassbaggerung wird ein Teil des Baggergutes als Schwebstoffe in die Wassersäule eingetragen, verdriftet und setzt sich in Form von Sedimentation wieder ab und wird ggf. resuspendiert.

Die Sedimentation resultierend aus der Nassbaggerung wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Die Modellierung zeigt, dass die größten Ablagerungen innerhalb der ausgebagerten Tunneltrasse von 2,7 cm stattfinden. Westlich und östlich der Tunneltrasse lagern sich im Bereich der Fahrrinne Sedimente mit einer Sedimentationshöhe von 1 cm bis 4 cm ab. Die größten Ablagerungen außerhalb der Trasse ergeben sich östlich der Trasse am südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund. Hier werden lokale Ablagerungen direkt am Pfeiler von bis zu 4 cm berechnet (Unterlage 51.02) (siehe Abbildung 26). Die maximalen Sedimentationsraten, des durch die Baumaßnahme in die Wassersäule gelangende Schwebstoffe, betragen ca. 0,06 cm/d bis 0,65 cm/d.

Während der Bauarbeiten stellt der ausgehobene Graben eine natürliche Sedimentationssenke dar. Durch (Unterlage 51.02) wurden die natürlichen Rückfüllraten im Bereich der Grabenhänge abgeschätzt. Die berechneten jährlichen Rückfüllraten betragen 2,2 cm/a (unterer Grenzwert) bis 6,8 cm/a (oberer Grenzwert).



**Abbildung 26: Berechnete maximale Ablagerungen in m gemäß (Unterlage 51.02)**

Die Auswertung des Wirkfaktors Schwebstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.1.7 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Definition:**

Veränderungen der Nährstoffverhältnisse in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer, naturnahen und naturfernen Gewässerausbau und durch Freisetzungen aus dem Schwebstoff in der Wassersäule (nach (LAWA; 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffverhältnisse:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Änderungen der Nährstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Schadstoffen aus den marinen Sedimenten bei den Nassbaggerarbeiten erfolgen. Es wurden Berechnungen zum Eintrag aus den Nassbaggerarbeiten durchgeführt (Kapitel 2.2.3.4) und entsprechend ausgewertet.

Die Ist-Zustände der Nährstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Auswertung des Wirkfaktors Nährstoffverhältnisse in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kiesel (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) ist nur eine unerhebliche Menge an zusätzlich freigesetzten Nährstoffen zu erwarten. Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllungen, Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Verfüllung sowie durch den gezielten Einbau des Materials die Freisetzung von Nährstoffen und einer damit verbundenen Erhöhung unerheblich. Auswirkungen auf die Küstenwasserkörper durch die Einbringung des Kiesbettes und durch das Wiederverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausgeschlossen werden.

Der Stahl-/Beton, welcher für die Bauelemente und Spundwände der einzelnen Bauwerke verwendet wird, ist wasserunlöslich und emittiert demnach keine Nährstoffe in das Küstenwasser. Auswirkungen können hier ebenfalls ausgeschlossen werden.

#### **3.4.2.1.1.8      WF Sauerstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer, naturnahen und naturfernen Gewässerausbau sowie durch Freisetzungen aus dem Schwebstoff in der Wassersäule (nach (LAWA; 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen potenziell die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

##### **Stärke der Projektwirkung:**

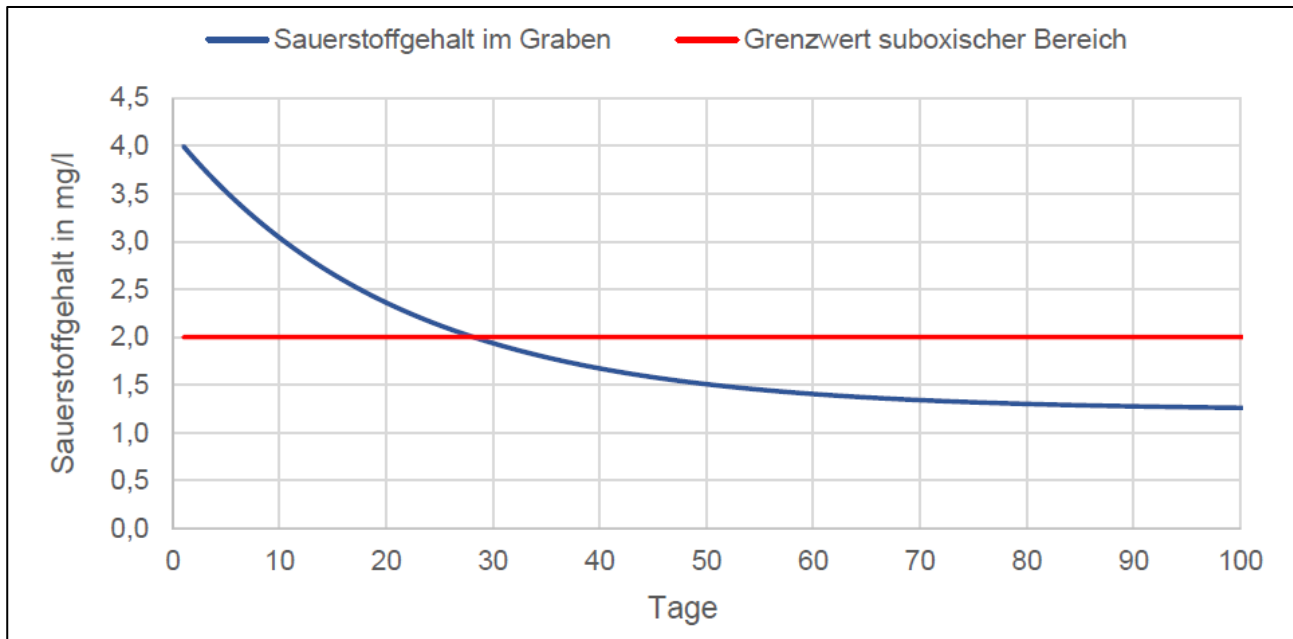
Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Bereich des Tunnelgrabens wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Der offene Tunnelgraben bildet während der Bauzeit eine geringe Sedimentsenke. In dieser Zeit wird sich auch organisches Material im Graben sammeln. Der Organik-Anteil in den zur Beweissicherung durchgeführten Schwebstoffmessungen und Probennahmen ist als gering einzustufen. Aufgrund der geringen Ansammlung von organischem Material wird im ausgehobenen Tunnelgraben auch die Sauerstoffzehrung im Vergleich zu den natürlichen Verhältnissen im Fehmarnsund leicht erhöht sein (Unterlage 51.02). Für die hydronumerische Modellierung ergab eine Literaturrecherche, dass bei einer geringen Menge von organischer Substanz von einer Sauerstoffzehrungsrate von rund 0,005 ml/(l\*d) ausgegangen werden kann. Für die hydronumerischen Berechnungen wurde konservativ allerdings von einer Sauerstoffzehrung von 0,1 ml/(l\*d) ausgegangen, dies entspricht 0,143 mg/(l\*d). Des

Weiteren wurden Austauschraten des im Graben befindlichen Wassers für verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten berechnet, indem die berechneten Salzgehalte an der tiefsten Stelle des Tunnelgrabens mit den Salzgehalten außerhalb des Tunnelgrabens verglichen wurden. Für den im Modell ungünstigsten Fall, bei einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit, wo der Wasseraustausch sehr gering ist, wurde eine Austauschrate von  $60 \text{ m}^3/(\text{l} \cdot \text{d})$  bei einem angenommenen Querschnitt des Grabens von  $1.300 \text{ m}^3/\text{m}$  ermittelt, sodass das Wasser im Graben alle 21,7 Tage komplett ausgetauscht wird.

Zur Berechnung der Entwicklung des Sauerstoffgehaltes wird von den folgenden Annahmen ausgegangen, die sowohl einzeln als auch zusammen eine sehr kritische Situation bezüglich des Sauerstoffgehaltes im Graben beschreiben. Die unten aufgeführten Annahmen stellen einen stark konservativen Ansatz dar (Unterlage 51.02).

- Hohe Sauerstoffzehrung von  $0,143 \text{ mg}/(\text{l} \cdot \text{d})$  trotz geringer Verfügbarkeit von organischem Material über gesamte Zeit im gesamten Graben
- Sauerstoffgehalt des dem Graben zuströmenden Wassers im Fehmarnsund konstant mit Sauerstoffgehalt von nur  $4 \text{ mg/l}$  – Tagesmittel der Messwerte liegen durchgängig über  $4 \text{ mg/l}$
- Dauerhaft niedrige Sohlgeschwindigkeiten und keine kleineren Einströmereignisse berücksichtigt
- Keine Durchmischung im Graben durch Bautätigkeit (Durchfahrt Schuten, Baggertätigkeit, Einschwimmen der Tunnelelemente) berücksichtigt

Der auf Grundlage einer einfachen Mischrechnung ermittelte zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehaltes aus (Unterlage 51.02) ist in Abbildung 27 dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Sauerstoffgehalt im Graben erst nach 29 Tagen ein suboxisches Level (Sauerstoffgehalt  $< 2 \text{ mg/l}$ ) erreicht. Anoxische Zustände (Sauerstoffgehalt  $< 0 \text{ mg/l}$ ) stellen sich aufgrund eines ausreichend Zustroms von sauerstoffreicherem Wasser nicht ein. Trotz der konservativ gewählten Randbedingungen der Berechnung stellen sich im ausgebagerten Tunnelgraben keine anoxischen Zustände ein. Suboxische Zustände können theoretisch nach mehreren Tagen unter sehr kritischen Randbedingungen eintreten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle konservativ gewählten Annahmen zeitgleich und im angenommenen Maße auftreten ist jedoch sehr gering (Unterlage 51.02).



**Abbildung 27: Berechneter Sauerstoffgehalt im Graben während kritischer Randbedingungen aus (Unterlage 51.02)**

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kie- ses (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) ist nur eine geringe Menge an zusätz- lichen sauerstoffzehrenden Stoffen zu erwarten. Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllun- gen, Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Ver- füllung sowie durch den gezielten Einbau des Materials die Freisetzung von sauerstoffzehrenden Stoffen sehr gering. Auswirkungen auf die Küstenwasserkörper durch die Einbringung des Kiesbettes und durch das Wie- derverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausgeschlossen werden.

Der Stahl-/Beton, welcher für die Bauelemente und Spundwände der einzelnen Bauwerke verwendet wird, ist wasserunlöslich und emittiert demnach keine sauerstoffzehrenden Stoffe in das Küstenwasser. Auswir- kungen können hier ebenfalls ausgeschlossen werden.

Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurden über Verdünnungsrechnungen des chemischen Sauerstoffbe- darfes (CSB) nach Kap. 2.2.3.4 abgeschätzt.

Die Auswertung des Wirkfaktors Sauerstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.



#### **3.4.2.1.1.9 WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer, naturnahen und naturfernen Gewässerausbau sowie durch Freisetzungen aus den Schwebstoffen in der Wassersäule (nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schadstoffkonzentrationen in der Wassersäule und im Sediment. Änderungen der Schadstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Schadstoffen aus den dem marinen Sedimenten bei den Nassbaggerarbeiten bzw. aus den Sedimenten, die zur Wiederverfüllung verwendet werden, erfolgen.

Das Wiederverfüllmaterial (M8: Bauwerk Absenktunnel) aller Schichten, die in den Tunnelgraben eingebracht werden, sowie das Material, welches zur Wiederherstellung des Küstenstreifens (M11) verwendet wird, stammen aus Sand- und Kiesgewinnungsgebieten in der deutschen oder dänischen ausschließenden Wirtschaftszone und ist dementsprechend unbelastet (Unterlage 1.01). Eine Freisetzung von Schadstoffen über die Freisetzungsraten des Baggergutes hinaus ist hier nicht zu erwarten.

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton und den aus der Bauphase in das Bauwerk übernommenen Schlitzwänden finden in vernachlässigbarem Umfang primär in der Bauphase statt. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton –

insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet und eine feste Matrix bildet.

Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte, die entstehen, CSH und die entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

In beiden oben genannten Fällen ist ein Eintrag von Schadstoffen demnach ausgeschlossen.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Alle weiteren Baustoffe müssen den Anforderungen der Ersatzbaustoffverordnung entsprechen und dürfen demnach keine Schadstoffe emittieren.

Die Auswirkungen der Nassbaggerung und der Verbringung des Baggergutes wurden über Verdünnungsrechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 abgeschätzt.

Die Ist-Zustände der Schadstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK wurden in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Auswertung des Wirkfaktors Schadstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### 3.4.2.1.1.10 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft

##### Definition:

Veränderungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft in Folge von Aus-/Neubau von Anlagen im Gewässer, naturnahen und naturfernen Gewässerausbau sowie durch Veränderungen des Schwebstoffgehaltes, des Sauerstoffgehaltes, des Nährstoffgehaltes und des Schadstoffgehaltes in der Wassersäule und an der Gewässersohle. Des Weiteren kann die Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft durch das Einbringen von gebietsfremden Arten erfolgen.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Veränderung der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften:

- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

##### Stärke der Projektwirkung:

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken (siehe Tabelle 18). Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der **Ausprägung der aquatischen Lebensform** aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung dieser führen.

Die Auswirkungsprognose der biologischen QK erfolgt KWK bezogen in den Kapiteln 5.1 bis 5.6.

### **3.4.2.1.2 Fallgruppe E-1: Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

#### **3.4.2.1.2.1 WF Sauerstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (LAWA, 2020).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- L5: Entwässerung von Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Es ist kein Bahnbetrieb auf der neu zu errichtenden Trasse in der Bauzeit geplant.

Die Entwässerung des sukzessiven neu errichteten Bahnkörpers führt ausschließlich zu unbelastetem, belüfteten Niederschlagswasser und wird daher nicht weiter betrachtet.

Der Straßenbetrieb bleibt weiterhin bestehen. Es werden zusätzliche Baustraßen errichtet und genutzt. Über die bauzeitliche Entwässerung werden sowohl die Straßenabwässer als auch das Wasser der bauzeitlichen Wasserhaltungen abgeführt, behandelt und in die KWK eingeleitet (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ und „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, LBP (Unterlage 17.01)).

Das in der Oberflächenentwässerung gefasste abfließende Niederschlagswasser weist aufgrund der Belüftung aerobe Eigenschaften und keine relevante Sauerstoffzehrung auf. Die Auswirkungen der Freisetzung sauerstoffzehrender Verbindungen bei der Einleitung von Spülwässern und von Grundwasser aus der Wasserhaltung wurden in Analogie zur sonstigen Stofffreisetzung entsprechend dem Vorgehen von Kapitel 2.2.3.4 rechnerisch abgeschätzt.

#### **3.4.2.1.2.2      WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Definition:**

Veränderungen des Nährstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffgehalt:

- L5: Entwässerung von Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen aus den Entwässerungen (Oberflächenentwässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) resultieren.

Es ist kein Bahnbetrieb auf der neu zu errichtenden Trasse in der Bauzeit geplant. Der Straßenbetrieb bleibt weiterhin bestehen, es sind keine Änderungen zu bewerten. Es werden zusätzliche Baustraßen errichtet und genutzt.

Die Betrachtung der stofflichen Auswirkungen der Einleitungen auf den jeweiligen KWK erfolgte wie in Kapitel 2.2.3.1. beschrieben.

Die Ist-Zustände der Nährstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Auswertung des Wirkfaktors Nährstoffverhältnisse in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

### **3.4.2.1.2.3      WF Schwebstoffgehalt**

#### **Definition:**

Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

- L5: Entwässerung von Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schwebstoffkonzentration. Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen (Oberflächenentwässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) in die KWK resultieren.

Es ist kein Bahnbetrieb auf der neu zu errichtenden Trasse in der Bauzeit geplant. Der Straßenbetrieb bleibt weiterhin bestehen, es sind keine Änderungen zu bewerten. Es werden zusätzliche Baustraßen errichtet und genutzt.

Die Entwässerung des sukzessiv neu errichteten Bahnkörpers führt ausschließlich zu unbelastetem, belüfteten Niederschlagswasser und wird daher nicht weiter betrachtet.

Die stofflichen Auswirkungen der partikulären Schadstofffracht wurden wie in Kapitel 2.2.3.2 beschrieben berechnet.

Die Auswertung des Wirkfaktors Schwebstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.2.4 WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L5: Entwässerung von Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schadstoffkonzentration. Es können Schadstoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen (Oberflächenentwässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) in die KWK resultieren (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ und „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)).

Es ist kein Bahnbetrieb auf der neu zu errichtenden Trasse in der Bauzeit geplant. Der Straßenbetrieb bleibt weiterhin bestehen, es sind keine Änderungen zu bewerten. Es werden zusätzliche Baustraßen errichtet und genutzt.

Die Betrachtung der stofflichen Auswirkungen der Einleitungen auf den jeweiligen KWK erfolgte wie in Kapitel 2.2.3.1. beschrieben.

Die Ist-Zustände der Schadkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Auswertung des Wirkfaktors Schadstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

### **3.4.2.1.3 Fallgruppe E-3: Einleitungen mit vorrangig hydraulischer Wirkung**

#### **WF Morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral)**

##### **Definition:**

Die Veränderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und/oder Uferbereich in Folge von Wasser mit einem gegenüber dem Vorfluter abweichenden Fließverhalten (nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral):

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Zur Ermittlung der Stärke dieser Projektwirkung müssen die Abflussgeschwindigkeiten der in die KWK fließenden Gewässer, welche durch die bauzeitliche Entwässerung gespeist werden, oder der Direktleitungen mit den im KWK vorherrschenden Strömungsverhältnissen verglichen werden, um die Veränderungen ermitteln zu können.

Die Einleitung aus der Oberflächenentwässerung der Baufelder, Bodenlagerflächen und angeschlossenen Verkehrsflächen erfolgt über lokale Gräben oder direkt in die Ostsee. Die Einleitung aus dem Spülfeld und aus den Wasserhaltungen erfolgt direkt in die Ostsee. Bei der Einleitung über lokale Gräben werden die Einleitungen in die Gräben auf den Landschaftsabfluss begrenzt und bei Notwendigkeit gedrosselt. Damit findet keine Änderung des Spitzenabflusses bei Einleitung und keine relevante Änderung der Gewässerstruktur im Sohl- und Uferbereich der betrachteten KWK statt. Bei den Einleitungen aus der Grundwasserhaltung in die Ostsee wird die Einleitgeschwindigkeit auf 0,8 m/s begrenzt. Relevante Änderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und Uferbereich der betrachteten KWK sind somit ebenfalls ausgeschlossen. Auf die weitere Betrachtung der Auswirkungen wird daher verzichtet.



#### **3.4.2.1.4 Fallgruppe A-1: Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

##### **3.4.2.1.4.1 WF Temperaturverhältnisse**

###### **Definition:**

Eine Veränderung der mittleren und/ oder saisonalen Wassertemperatur durch die Ausleitung/Entnahme von Abflussanteilen und räumlich und/oder zeitlich versetzter Wiedereinleitung in i. d. R. gleicher Menge in das gleiche Gewässer (nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Temperaturverhältnisse:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

###### **Stärke der Projektwirkung:**

Das Trockendock wird mit Meerwasser aus dem Fehmarnsund geflutet und die fertigen Tunnelelemente ausgeschwommen. Anschließend wird das Trockendock wieder wasserdicht verschlossen und entleert. Bei der Entleerung des Trockendocks, soll dessen gesamtes Volumen von 850.000 m<sup>3</sup> in 72 h in den Fehmarnsund eingeleitet werden.

Während der Flutung und der Ausschwemmung bleibt das Schwimmtor geöffnet, sodass ein Austausch mit Meerwasser während des gesamten Vorgangs gegeben ist, sodass es im Bereich des Trockendocks zu keiner signifikanten Temperaturänderung kommen kann. Füllung, Ausschwimmen der Elemente und Lenzen des Trockendocks nehmen eine Zeitdauer von 24 bis 38 Tagen ein. Nach Verschluss des Schwimmtores wird das Wasser mit einem Mindestabfluss von ca. 12.000 m<sup>3</sup>/h in den Fehmarnsund gepumpt. Die Globalstrahlung kann rechnerisch innerhalb von 30 Tagen zu einem Temperaturanstieg um 10 K im Wasser des Trockendocks führen. Die Auswirkungen einer Einleitung in den Fehmarnsund wurden anhand von Mischungsrechnungen analog der Gleichungen für die Stoffkonzentrationen (13) bis (15) abgeschätzt. Im Ergebnis zeigt sich, dass sich aufgrund der Strömung im Fehmarnsund die messbaren Temperatúrauswirkungen auf einen Bereich von kleiner 10 m Radius um die Einleitstelle beschränken.

Auf den Flächen FL BF O-2 und FL BF O-5 entsteht ein Spülfeld, welches zeitlich begrenzt genutzt werden soll, bevor es als Bodenlagerfläche fungieren soll. Nach Bodenmanagementkonzept (Unterlage 38.02.) werden ca. 617.000 m<sup>3</sup> Sand an Land gespült. Entsprechend werden ca. 1,85 Mio. m<sup>3</sup> Wasser für das Spülen dem Fehmarnsund entnommen und dort anschließend unmittelbar nach dem Spülen wieder eingeleitet. Während des Spülens wird das Spülwasser somit in etwa der Einleitmenge entsprechen. Das Spülfeld wird ca. 13 Monate lang betrieben, wobei die Spüleleitung aber nicht gleichmäßig in diesem Zeitraum genutzt wird, sondern je nach Fortschritt und Anfall von Sandaushub. In Spitzenzeiten können ca. 14.000 m<sup>3</sup> Sand pro Tag ausgebaut und auf das Spülfeld verbracht werden. Bei dreifacher Spülwassermenge sind das max. ca. 42.000 m<sup>3</sup>/d. Nimmt man als konservativen Ansatz eine Temperaturerhöhung beim Spülen um 5 K an, kann vereinfacht nach Durchmischung max. eine 5-fache Menge des eingeleiteten Wassers um 1 K erwärmt werden. Ergänzend zur Abschätzung der Stoffausbreitung wurden daher auch Verdünnungsrechnungen zur Ermittlung der Temperaturentwürfen durchgeführt.

#### **3.4.2.1.4.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Definition:**

Eine Veränderung der Nährstoffverhältnisse durch die Ausleitung/Entnahme von Abflussanteilen und räumlich und/oder zeitlich versetzter Wiedereinleitung in i. d. R. gleicher Menge in das gleiche Gewässer (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffverhältnisse:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Während des Vorgangs der Flutung und der Entleerung des Trockendocks kann eine Veränderung der Nährstoffverhältnisse im Wasser nur durch externe Eintragungen hervorgerufen werden. Bevor das Trockendock geflutet wird, wird es von allen emittierenden Quellen bereinigt. Die einzige Eintragsquelle ist der natürliche Niederschlag, welcher immer auf das Meerwasser einwirkt. Eine Veränderung der Nährstoffverhältnisse kann

demnach hier ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen der Nährstoffeinträge durch die Spülung werden entsprechend Kap. 2.2.3.1 über eine Verdünnungsrechnung abgeschätzt.

#### **3.4.2.1.4.3      WF Schwebstoffgehalt**

##### **Definition:**

Eine Veränderung des Schwebstoffgehaltes durch die Ausleitung/Entnahme von Abflussanteilen und räumlich und/oder zeitlich versetzter Wiedereinleitung in i. d. R. gleicher Menge in das gleiche Gewässer (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Während des Vorgangs der Flutung und der Entleerung des Trockendocks kann es zu keinen signifikanten Eintragungen von Schwebstoffen kommen, daher kann diese Projektwirkung ausgeschlossen werden. Die Einleitung von Spülwässern wurde in das hydronumerische Modell (Unterlage 51.02) integriert. Die Auswirkungen auf den Schwebstoffgehalt und die Sedimentation sind Teil der beschriebenen Ergebnisse in Kapitel 3.4.2.1.1.6. Bei der hydronummerischen Modellierung wurde eine Einleitkonzentration von 100 mg/l Schwebstoff berücksichtigt. Die Auswirkungsbewertung erfolgt in Kap. 5 betrachtet.

#### **3.4.2.1.4.4      WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Eine Veränderung des Schadstoffgehaltes durch die Ausleitung/Entnahme von Abflussanteilen und räumlich und/oder zeitlich versetzter Wiedereinleitung in i. d. R. gleicher Menge in das gleiche Gewässer (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Während des Vorgangs der Flutung und der Entleerung des Trockendocks kann es durch Leckagen, durch den Umgang mit Baumaschinen sowie durch Havarien zu Eintragungen von zum Beispiel Leichtflüssigkeiten (Z.B. Öl, Schmierstoffe, Treibstoffe) kommen. Für diesen Fall werden Havariekonzepte entwickelt und das verunreinigte Wasser muss entsprechend behandelt und entsorgt werden. Durch den wasserdichten Verschluss zum KWK und durch die Restwasserhaltung kann eventuell verunreinigtes Wasser im Trockendock sicher von dem KWK und dem Grundwasser getrennt werden (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „004\_V Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)). Die Auswirkungen der Einleitung von Spülwässern auf Schadstoffgehalte wurden mit Verdünnungsrechnungen abgeschätzt und werden in der Auswirkungsbewertung in Kap. 5 betrachtet.

#### **3.4.2.1.5 Fallgruppe K-1: Einbringung fester Stoffe**

##### **3.4.2.1.5.1 WF Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)**

#### **Definition:**

Die Veränderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und/oder Uferbereich in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral):

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel

- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

### **Stärke der Projektwirkung:**

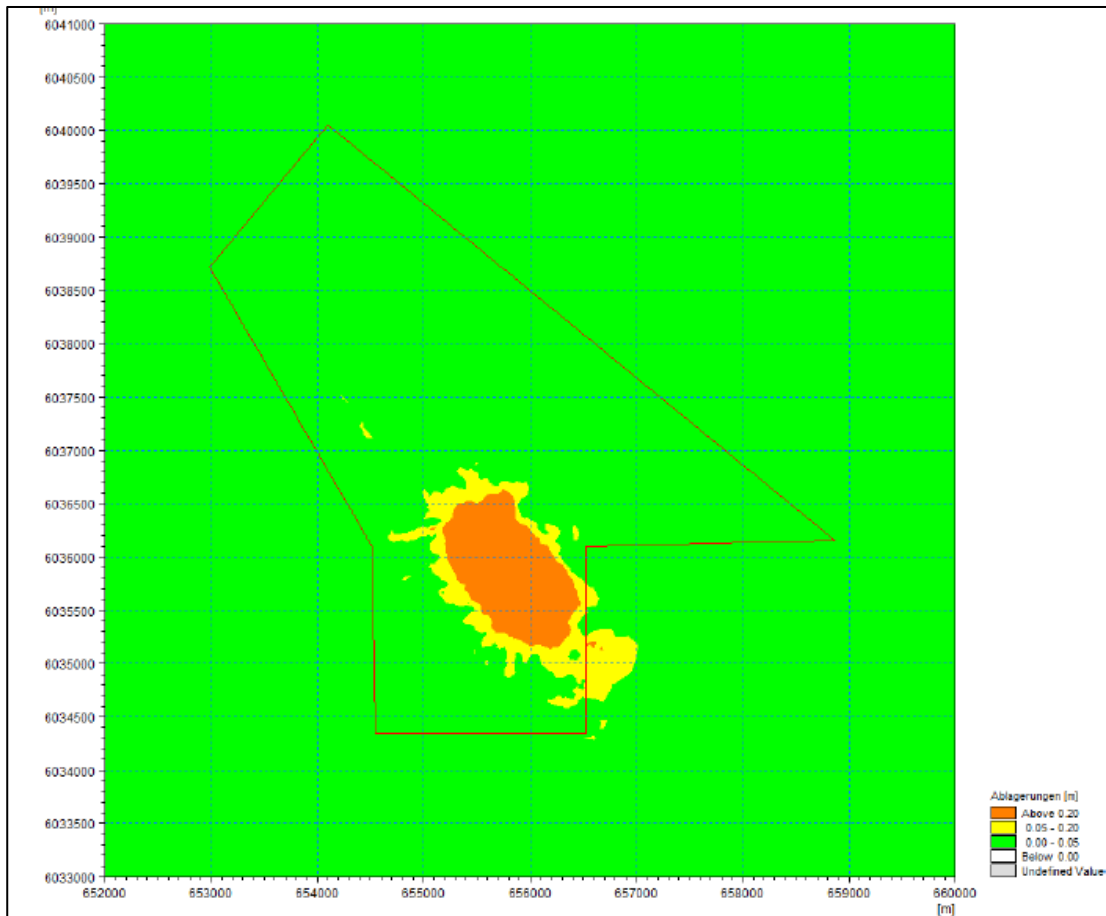
#### Baumaßnahmen Absenktunnel:

Beschreibung Auswirkungen der einzubringenden festen Stoffe der Vorhabenmerkmale M8, M11 und M13 siehe Kapitel 3.4.2.1.1.5.

#### Nassbaggergutverbringung:

Der im Bereich der Tunneltrasse anfallende Nassaushub wird im Küstenmeer Schlei /Trave verbracht (Verbringungsfläche ca. 50 ha, siehe Abbildung 28). Durch diese Verbringung und der damit verbundenen Ablagerung des Sedimentes verändert sich lokal die Morphologie des Meeresbodens. Es wird sowohl die Sohlhöhe als auch die Beschaffenheit des Untergrundes verändert. Weiterhin ist durch Bewegung der Sedimente am Meeresgrund und Verdriftung der in der Wassersäule gelösten Schwebstoffe während des Absenkvorgangs mit einer Ablagerung von Sedimenten auch im angrenzenden Bereich außerhalb der Verbringungsfläche zu rechnen (Unterlage 51.04).

In Abbildung 28 sind die relevanten Ablagerungshöhen resultierend aus der Verbringung des Nassbaggergutes im Bereich der Verbringungsfläche gemäß (Unterlage 51.04) dargestellt. Die Ablagerungen erstrecken sich über die Grenze der 50 ha großen Verbringfläche. In einem Bereich von 219 ha ergeben sich Ablagerungen von mehr als 5 cm. Der Bereich, in dem sich Ablagerungen von mehr als 20 cm einstellen, beträgt 115 ha. Punktuell ergeben sich im Modell Ablagerungshöhen von bis zu 6,7 m. Dies entspricht an dieser Stelle einer neuen Wassertiefe von -16,8 m NHN.



**Abbildung 28:** Bereiche mit relevanten Ablagerungshöhen resultierend aus der modellierten Verbringung (Verbringungsfläche rote Umrandung) gemäß (Unterlage 51.04)

#### 3.4.2.1.5.2 Nährstoffverhältnisse

##### Definition:

Die Veränderungen der Nährstoffverhältnisse in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffverhältnisse:

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung

- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen.

#### Baumaßnahmen Absenktunnel:

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kie-  
ses (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) ist nur eine geringe Menge an zusätz-  
lichen freigesetzten Nährstoffen zu erwarten. Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllungen,  
Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Verfüllung  
sowie durch den gezielten Einbau des Materials die Freisetzung von Nährstoffen und einer damit verbunde-  
nen Erhöhung unerheblich. Auswirkungen auf die Küstenwasserkörper durch die Einbringung des Kiesbettes  
und durch das Wiederverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausgeschlossen werden.

Der Stahl-/Beton, welcher für die Bauelemente und Spundwände der einzelnen Bauwerke verwendet wird,  
ist wasserunlöslich und emittiert demnach keine Nährstoffe in das Küstenwasser. Auswirkungen können hier  
ebenfalls ausgeschlossen werden.

#### Nassbaggergutverbringung:

Änderungen der Nährstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Schadstoffen aus den marinen  
Sedimenten bei der Verbringung erfolgen. Es wurden Berechnungen zum Eintrag von Nährstoffen aus dem  
Baggergut bei der Verbringung durchgeführt (Kapitel 2.2.3.5) und entsprechend ausgewertet.

Die Ist-Zustände der Nährstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Auswertung des Wirkfaktors Nährstoffverhältnisse in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

### **3.4.2.1.5.3      WF Schwebstoffgehalt**

#### **Definition:**

Die Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

#### **Stärke der Projektwirkung:**

##### Baumaßnahmen Absenktunnel:

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kiesel (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) und des gezielten Einbaus des Kiesel mittels Fallrohrs ist die Menge der Freisetzung von Schwebstoffen während der Herstellung des Kiesbettes sehr gering und führt zu keiner relevanten Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen und somit zu keinen Auswirkungen in den Küstenwasserkörpern.

Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllungen, Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Verfüllung sowie durch den gezielten Einbau des Materials die Freisetzung von Schwebstoffen und einer damit verbundenen Erhöhung unerheblich. Auswirkungen auf die Küstenwasserkörper durch das Wiederverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausgeschlossen werden.



#### Nassbaggergutverbringung:

Im Küstenmeer Schlei/Trave erfolgt die Verbringung des durch die Nassbaggerung gehobenen Materials. Bei dem Prozess der Verbringung wird das Material je nach Zusammensetzung der Bestandteile des Materials unterschiedlich schnell und weit absinken und verdriften. Mit der (Unterlage 51.04) ist durch eine hydronumerische Modellierung die Verbreitung der durch die Verbringung freigesetzten Schwebstoffe modelliert worden.

Des Weiteren kann die Änderung der Schwebstoffkonzentration zu weiteren Veränderungen in den KWK führen.

- Änderung der Trübung und damit zur Änderung der Sichttiefe
- Änderung der Schadstoffkonzentration durch Freisetzung aus den Schwebstoffen
- Änderung der durch Schwebstoffe hervorgerufenen Sedimentation

In Abbildung 28 sind die relevanten Ablagerungshöhen resultierend aus der Verbringung des Nassbaggergutes im Bereich der Verbringungsfläche gemäß (Unterlage 51.04) dargestellt. Die Ablagerungen erstrecken sich über die Grenze der 50 ha großen Verbringfläche. In einem Bereich von 219 ha ergeben sich Ablagerungen von mehr als 5 cm. Der Bereich, in dem sich Ablagerungen von mehr als 20 cm einstellen, beträgt 115 ha. Punktuell ergeben sich Ablagerungshöhen von bis zu 6,7 m (Unterlage 51.04).

Die Auswertung der Modellierungsergebnisse erfolgt KWK bezogen in den Kapiteln 5.4 und 5.7.

#### **3.4.2.1.5.4      WF Sauerstoffgehalt**

##### **Definition:**

Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

##### **Stärke der Projektwirkung:**

###### Baumaßnahmen Absenktunnel:

Das Kiesbett, welches unterhalb der Tunnelelemente eingebracht wird, wird erst direkt vor dem Platzieren und Absenken der Tunnelelemente mittels Fallrohrs eingebaut. Aufgrund der Materialeigenschaften des Kie- ses (geringer Feinkornanteil, geringer Anteil an organischem Material) ist nur eine geringe Menge an zusätz- lichen sauerstoffzehrenden Stoffen zu erwarten. Der Einbau der Verfüllung (Sperrfüllung, Grabenverfüllun- gen, Filterschichten) erfolgt mittels Saugbagger. Auch hier ist aufgrund der Materialeigenschaften der Ver- füllung sowie durch den gezielten Einbau des Materials die Freisetzung von sauerstoffzehrenden Stoffen un- erheblich. Auswirkungen auf die Küstenwasserkörper durch die Einbringung des Kiesbettes und durch das Wiederverfüllen des Tunnelgrabens können demnach ausgeschlossen werden.

Der Stahl-/Beton, welcher für die Bauelemente und Spundwände der einzelnen Bauwerke verwendet wird, ist wasserunlöslich und emittiert demnach keine sauerstoffzehrenden Stoffe in das Küstenwasser. Auswir- kungen können hier ebenfalls ausgeschlossen werden.

#### Nassbaggergutverbringung:

Während der Nassbaggerung und Verbringung des Nassbaggergutes werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt.

Das ausgebaggerte Sediment aus der Tunneltrasse soll im Küstenmeer Schlei/Trave verbracht werden. Die Untersuchungen der Sedimente des Meeresbodens (Unterlage 41.29). Es wurden Abschätzungen zum Umfang der Sauerstoffzehrung aus dem Baggergut durchgeführt (Kapitel 2.2.3.4) und entsprechend ausgewertet. Die Riffkompensation soll mit inertem Material aus dem Ostseeraum erfolgen und ist daher ohne Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt.

Die Auswertung des Wirkfaktors Sauerstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.5.5      WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Die Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten

##### **Stärke der Projektwirkung:**

#### Baumaßnahmen Absenktunnel:

Das Wiederverfüllmaterial (M8: Bauwerk Absenktunnel) aller Schichten, die in den Tunnelgraben eingebracht werden, sowie das Material, welches zur Wiederherstellung des Küstenstreifens (M11) verwendet wird,

stammt aus Sand- und Kiesgewinnungsgebieten in der deutschen oder dänischen ausschließenden Wirtschaftszone und ist dementsprechend unbelastet (Unterlage 1.01). Eine Freisetzung von Schadstoffen über die Freisetzungsraten des Baggergutes hinaus ist hier nicht zu erwarten.

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton und den aus der Bauphase in das Bauwerk übernommenen Schlitzwänden finden in vernachlässigbarem Umfang primär in der Bauphase statt. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton – insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet, und eine feste Matrix bildet.

Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte die entstehen, CSH und die entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

In beiden oben genannten Fällen ist ein Eintrag von Schadstoffen demnach ausgeschlossen.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Alle weiteren Baustoffe müssen den Anforderungen der Ersatzbaustoffverordnung entsprechen und dürfen demnach keine Schadstoffe emittieren.

#### Nassbaggergutverbringung:

Das ausgebaggerte Sediment aus der Tunneltrasse soll im Küstenmeer Schlei/Trave verbracht werden. Die Untersuchungen der Sedimente des Meeresbodens (Unterlage 41.29). Die Konzentrationen aller analysierten Parameter liegen deutlich unter dem Richtwert 1 der GÜBAK. Ubiquitäre Schadstoffe wie Quecksilber und Tributylzinn wurden nicht nachgewiesen. Nicht-ubiquitäre Schadstoffe wurden entweder nicht nachgewiesen (PAK) oder nur in sehr geringen Konzentrationen (Schwermetalle) unterhalb der Prüfwerte der OGewV. PCB wurden lediglich in einer Probe im Bereich des künftigen Trockendocks leicht oberhalb der Nachweisgrenze und unterhalb der Prüfwerte der OGewV Anlage 7 nachgewiesen. Die geringen Konzentrationen der nachgewiesenen Kohlenwasserstoffe im Bereich der Nachweisgrenze sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf geogene Ursachen zurückzuführen. Die vorliegenden Messwerte ergeben insgesamt keine Anhaltspunkte für erhöhte Schadstoffgehalte in dem von den Bauarbeiten betroffenen Sediment. Angesichts des geogenen Ursprungs und der Bindigkeit des Materials ist daher eine baubedingte Freisetzung/Mobilisierung von Schadstoffen nicht zu erwarten. Es wurden Berechnungen zur Lösung von Schadstoffen aus dem Baggergut durchgeführt (Kapitel 2.2.3.4) und entsprechend ausgewertet.

Die Auswertung des Wirkfaktors Schadstoffgehalt in den einzelnen KWK erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.5.6 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Definition:**

Die Veränderungen der Ausprägung der aquatischen Lebensformen in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (z.B. Baggergut, Steine etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft:

- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M11: Wiederherstellung Küstenstreifen
- M12: Nassbaggergutverbringung
- M13: Ankerzone mit Ankerpunkten
- M14: Transport des Baggergutes

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Der der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken (siehe Tabelle 18). Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der **Ausprägung der aquatischen Lebensform** aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechende Auswirkungen auf die Beurteilung der biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung eben dieser führen.

Die Auswirkungsprognose der biologischen QK erfolgt KWK bezogen in den Kapiteln 5.1 bis 5.6.

#### **3.4.2.1.6 Fallgruppe K-2: Entnahme fester Stoffe**

Die Entnahme fester Stoffe wird im Kapitel 3.4.2.1.1. (Gewässerausbau) mit betrachtet.

#### **3.4.2.2 Baubedingte Wirkfaktoren im Landbereich**

##### **3.4.2.2.1 Fallgruppe G-3: Gewässerausbau (Inkl. Anlagen)**

###### **3.4.2.2.1.1 WF Wasserspiegellage**

###### **Definition:**

Veränderungen der Wasserspiegellagen des GWK in Folge von Aus-/Neubau von Bauwerken und den damit verbundenen baulichen Maßnahmen (wasserfeste Baugrube, Wasserhaltungen etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Wasserspiegellage:

- L1: Versiegelung durch Bahnkörper
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L7: Vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L11: Bauwerk TOF
- L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung
- L17: Versiegelung durch Baustraßen

- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Stärke des Einflusses der Bauwerke (L9, L11) auf den Grundwasserspiegel wird mit Unterlage 27.02 mit einem Grundwasserströmungsmodell (Kapitel 2.2.2.2) untersucht und ausgewertet. Dabei werden die Grundwasserstände der Zustände der einzelnen Bauwerksbereiche ohne Bebauung mit dem Zustand mit Bebauung verglichen und ausgewertet.

Des Weiteren können bei den Wasserhaltungen der jeweiligen Baugruben lokale Änderungen des Grundwasserspiegels auftreten. Dafür wurden entsprechenden Reichweiten der Wasserhaltungen in der (Unterlage 27.02) bestimmt.

Durch die Neuversiegelung von Flächen (L1, L4, L7, L9, L11, L13, L17) kommt es lokal zu einer Verminderung der Grundwasserneubildung. Des Weiteren erfolgt eine Entsiegelung von Flächen durch den Rückbau von Gleiskörpern und Straßen, sodass diese entsiegelten Flächen zur Grundwasserneubildung beitragen können (Maßnahme „045\_A Entsiegelung“, LBP (Unterlage 17.01)). Die Grundwasserneubildung hat Einfluss auf den Grundwasserstand.

Die Auswertung der Ergebnisse der Modellierungen, der Einflüsse der Wasserhaltungen und der Neuversiegelung/ Entsiegelung von Flächen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 erfolgt in den Kapiteln 5.7 und 5.8.

#### **3.4.2.2.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Definition:**

Veränderungen der Grundwasserströmungsgeschwindigkeit des GWK in Folge von Aus-/Neubau von Bauwerken und den damit verbundenen baulichen Maßnahmen (wasserfeste Baugrube, Wasserhaltungen etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Strömungsgeschwindigkeit:

- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF

- L11: Bauwerk TOF
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Querschnittsverringering im durch Grundwasser durchflossenen Bereich unterhalb des TOG durch die Bohrpfähle [L8] ist aufgrund ihres geringen Durchmessers unerheblich. Die Stärke des Einflusses der Bauwerke (L9, L11) auf die Grundwasserströmungsgeschwindigkeit wird mit Unterlage 27.02 mit einem Grundwasserströmungsmodell (Kapitel 2.2.2.2) untersucht und ausgewertet. Dabei werden die Grundwasserströmungsregime des Zustandes ohne Bebauung mit dem Zustand mit Bebauung verglichen und ausgewertet.

Die Auswertung der Ergebnisse der Modellierungen sowie der Einflüsse der Wasserhaltungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 erfolgt in den Kapiteln 5.7 und 5.8.

#### **3.4.2.2.1.3      WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen der Schadstoffgehalte der GWK in Folge von Aus-/Neubau von Bauwerken und den damit verbundenen baulichen Maßnahmen (wasserfeste Baugrube, Wasserhaltungen etc.).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L2: Bodenaustausch mit lokaler Bodenverbesserung durch Kalken
- L7: Vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L11: Bauwerk TOF



### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schadstoffgehalte im Grundwasser.

Sowohl die Bodenverbesserungsmaßnahmen im Zuge des Gleisaufbaus (L2, L8, L10) als auch das Einbringen von Material zum Gleisaufbau (L9, L11) führen zu einer Einbringung von festen Materialien in den Untergrund. Diese Materialien entsprechen dem Standard der LAGA und bringen keine Schadstoffe in den Untergrund ein, welche in das Grundwasser gelangen können (Maßnahme „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, LBP (Unterlage 17.01)).

Der Einbau von Spund- und Schlitzwänden für die Baugruben führt ebenfalls zu einem potenziellen Eintrag von festen Stoffen in den Untergrund. Diese können in direkten Kontakt mit dem Grundwasser gelangen. Auch diese Stoffe müssen den einschlägigen Normen entsprechen und emittieren keine wasserunverträglichen Stoffe. Durch den Umgang mit Baumaschinen sowie durch Havarien zu Eintragungen über das Sickerwasser von zum Beispiel Leichtflüssigkeiten (Z.B. Öl, Schmierstoffe, Treibstoffe) kommen. Für diesen Fall werden Havariekonzepte entwickelt, um den Schaden so gering wie möglich zu halten und entsprechend schnelle Gegenmaßnahmen einzuleiten. Das verunreinigte Material muss entsprechend behandelt und entsorgt werden (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)).

In den oben genannten Fällen ist ein Eintrag von Schadstoffen demnach ausgeschlossen.

Durch die Grundwasserabsenkung in der Nähe des KWK kann aufgrund des Potenzialgefälles eine Salzwasserintrusion in den Absenkbereich nicht ausgeschlossen werden. Das küstennahe Grundwasser und das Meerwasser stehen aufgrund der Gezeiten bereits im unmittelbaren Uferbereich in einem natürlichen Austausch. Nach Abschluss der Baumaßnahmen wird durch das sich wiedereinstellende natürliche und überwiegend zum KWK gerichtete hydraulische Gefälle diese Wirkung wieder abschwächen. In den Kap. 5.1. und 5.7. werden die max. zusätzlich durch die Salzwasserintrusion beeinflussten Flächen abgeschätzt und bewertet.

Für den Bau des Hochwasserschutzdeiches werden Baustoffe auf dem Festland zu einem Deich aufgeschüttet. Als Deichabdeckung ist eine ca. 1m mächtige mineralische Dichtung geplant. Die aufgetragenen Baustoffe müssen dem Standard nach LAGA bzw. der Ersatzbaustoffverordnung entsprechen und emittieren keine Schadstoffe, welche über den Oberflächenabfluss und eine spätere Versickerung ins Grundwasser gelangen.

### **3.4.2.2.2 Fallgruppe E-1: Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

#### **3.4.2.2.2.1 WF Sauerstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwässern
- L18: Entwässerung von Bastraßen

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Das in der Oberflächenentwässerung des Bahnkörpers, der Straßen und Bastraßen, der Baustelleneinrichtungsflächen und Bodenlagerflächen gefasste abfließende Niederschlagswasser weist aufgrund der Belüftung aerobe Eigenschaften und keine relevante Sauerstoffzehrung auf.

Die Auswirkungen der Versickerung von Spülwässern, welche lediglich auf dem Festland stattfinden und sich somit auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) auswirken kann, werden nach Kap. 2.2.3. abgeschätzt und in dem Kapitel 5.8 bewertet.

#### **3.4.2.2.2.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Definition:**

Veränderungen der Nährstoffverhältnisse in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffverhältnisse:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwassern
- L18: Entwässerung von Baustraßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe hier vorrangig Nitrat als Stickstoffverbindung und Orthophosphat als Phosphorverbindungen. Beide gehören zu den in Straßenabflüssen zu beachtenden Stoffen und sind auch im anteilig versickernden Spülwasser enthalten.

Es wurden Berechnungen zur Versickerung von Stoffen aus den nicht berichtspflichtigen Gräben durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.3.3) und ihre Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.7 und 5.8 beschrieben.

#### **3.4.2.2.2.3      WF Schwebstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwassern

- L18: Entwässerung von Bastraßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Es wird kein Wasser direkt in das Grundwasser eingeleitet. Es gelangt Wasser über den Sickerweg in das Grundwasser. Der Boden sowie das anstehende Sediment dienen als natürliche Filter, sodass die Schwebstoffe auf ihrem Fließweg in der Bodenpassage zurückgehalten werden und nicht ins Grundwasser gelangen.

#### **3.4.2.2.4 WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwassern
- L18: Entwässerung von Bastraßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Es wird kein Wasser direkt in das Grundwasser eingeleitet. Es gelangt Wasser über den Sickerweg aus den für die bauzeitliche Entwässerung genutzten Fließgewässern in das Grundwasser (Maßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, LBP (Unterlage 17.01)).

Es wurden Berechnungen zur Versickerung von Schadstoffen aus Straßenwässern und Chlorid aus der Tausalznutzung aus den nicht berichtspflichtigen Gräben durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.3.3) und ihre

Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.7 und 5.8 beschrieben. Weiterhin wurden die Auswirkungen der Spülwasserversickerung betrachtet.

#### **3.4.2.2.3 E-2: Ausleitung/Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung**

##### **WF Änderung der Wasserspiegellage**

###### **Definition:**

Veränderungen der Wasserspiegellagen des GWK in Folge der Entnahme von Grundwasser ohne eine Wiedereinleitung in den GWK.

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Wasserspiegellage:

- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

###### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Stärke des Einflusses der Bauwerke auf den Grundwasserspiegel wird mit (Unterlage 27.02) in mit Grundwasserströmungsmodell (Kapitel 2.2.2.2) untersucht und ausgewertet. Dabei werden die Grundwasserstände des Zustandes ohne Bebauung mit dem Zustand mit Bebauung verglichen und ausgewertet.

Des Weiteren können bei den Wasserhaltungen der jeweiligen Baugruben lokale Änderungen des Grundwasserspiegels auftreten. Dafür wurden entsprechenden Reichweiten der Wasserhaltungen in der (Unterlage 27.02) bestimmt.

Die Auswertung der Ergebnisse der Modellierungen sowie der Einflüsse der Wasserhaltungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 erfolgt in den Kapiteln 5.7 und 5.8.

#### **3.4.2.2.4 K-1: Einbringung fester Stoffe**

##### **WF Schadstoffgehalt**

###### **Definition:**

Die Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Einbringung von festen Stoffen (Spundwände, Bodenverbesserungsmaßnahmen).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L2: Bodenaustausch mit lokaler Bodenverbesserung durch Kalken
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L11: Bauwerk TOF

###### **Stärke der Projektwirkung:**

Sowohl die Bodenverbesserungsmaßnahmen im Zuge des Gleisaufbaus (L2, L8, L10) als auch das Einbringen von Material zum Gleisaufbau führen zu einer Einbringung von festen Materialien in den Untergrund (L9, L11). Diese Materialien entsprechen dem Standard der LAGA und bringen keine Schadstoffe in den Untergrund ein, welche in das Grundwasser gelangen können (Maßnahme „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, LBP (Unterlage 17.01)).

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton und den aus der Bauphase in das Bauwerk übernommenen Schlitzwänden finden in vernachlässigbarem Umfang primär in der Bauphase statt und sind auch als Auswirkung der Anlage lokal begrenzt. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton – insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet, und eine feste Matrix bildet.

Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte die entstehen, CSH und die entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

In beiden oben genannten Fällen ist ein Eintrag von Schadstoffen demnach ausgeschlossen.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Für den Bau des Hochwasserschutzdeiches werden Baustoffe auf dem Festland zu einem Deich aufgeschüttet. Als Deichabdeckung ist eine ca. 1m mächtige mineralische Dichtung geplant. Die aufgetragenen Baustoffe müssen dem Standard nach LAGA bzw. der Ersatzbaustoffverordnung entsprechen und emittieren keine Schadstoffe, welche über den Oberflächenabfluss und eine spätere Versickerung ins Grundwasser gelangen.

#### **3.4.2.2.5 Einfluss auf grundwasserabhängige Landökosysteme**

Gemäß (GrwV,2016) war zu prüfen, ob die Grundwasserkörper und dabei auch grundwasserabhängige Landökosysteme beeinträchtigt. Grundwasserabhängige Landökosysteme wurden bislang im Bereich des Vorhabens nicht erfasst. Um eine Bewertung vornehmen zu können, wurden grundwasserabhängige Landökosysteme auf der Grundlage öffentlich verfügbarer Daten und der Kartierungen der VHT ermittelt.

Grundlage für die Ermittlung grundwasserabhängiger Landökosysteme ist das Vorhandensein von grundwasserbeeinflussten Biotopen in und an Mooren, an Quellen, Bruch- und Feuchtwäldern und feuchten Standorten (LLUR, 2022a).

Der Einfluss der marinen Ostsee spiegelt sich in den Biotoptypen wider. Da diese jedoch nicht vorrangig grundwasserabhängig sind, sondern vielmehr dem Einfluss der Ostsee unterliegen; werden sie als nicht-grundwasserabhängig betrachtet. Hierunter fallen alle Küsten- und Strandbiotoptypen, sowie Dünen.

Die Bodenübersichtskarte (BUEK250, 2023) definiert die Bereiche, in denen grundwasserabhängige Landökosysteme auf stauwasser- oder grundwassergespeisten Boden existieren können.

Im Untersuchungsgebiet herrschen vor allem die sehr ertragreichen Tschernosem-Pseudogleyen vor. Der hohe Humusanteil des Tschernosems (Schwarzerden) und die gute Wasserhaltefähigkeit der Pseudogleye bewirken, dass Niederschlagswasser kaum in den Untergrund versickern kann. Die baugrundgutachterlichen Gutachten, die im Rahmen der FSQ angefertigt wurden, bestätigte einen stark lehmigen Boden (Unterlage 25). In der Hydrogeologischen Übersichtskarte Schleswig-Holsteins (MEKUN, 2023) ist eine mehr als 10 bis 20 m mächtige bindige Deckschicht über den grundwasserführenden Schichten im Süden des Abschnittes auf dem Festland ausgebildet. Auf der Insel Fehmarn beträgt diese 5 bis 10 m.

Im Landbereich Großenbrode und Fehmarn wurden die grundwasserabhängigen Landökosysteme aus der Landesweiten Biotopkartierung Schleswig-Holstein (LLUR, 2022b) und der aktuelleren von der Vorhabenträgern in Auftrag gegebenen Kartierung (Unterlage 46.01) extrahiert. Diese liegen vornehmlich in den Bereichen der grundwasserabhängigen Böden wie Niedermoor, Gley und Gley-Regosol, die von hohen Grundwasserspiegeln abhängig sind.



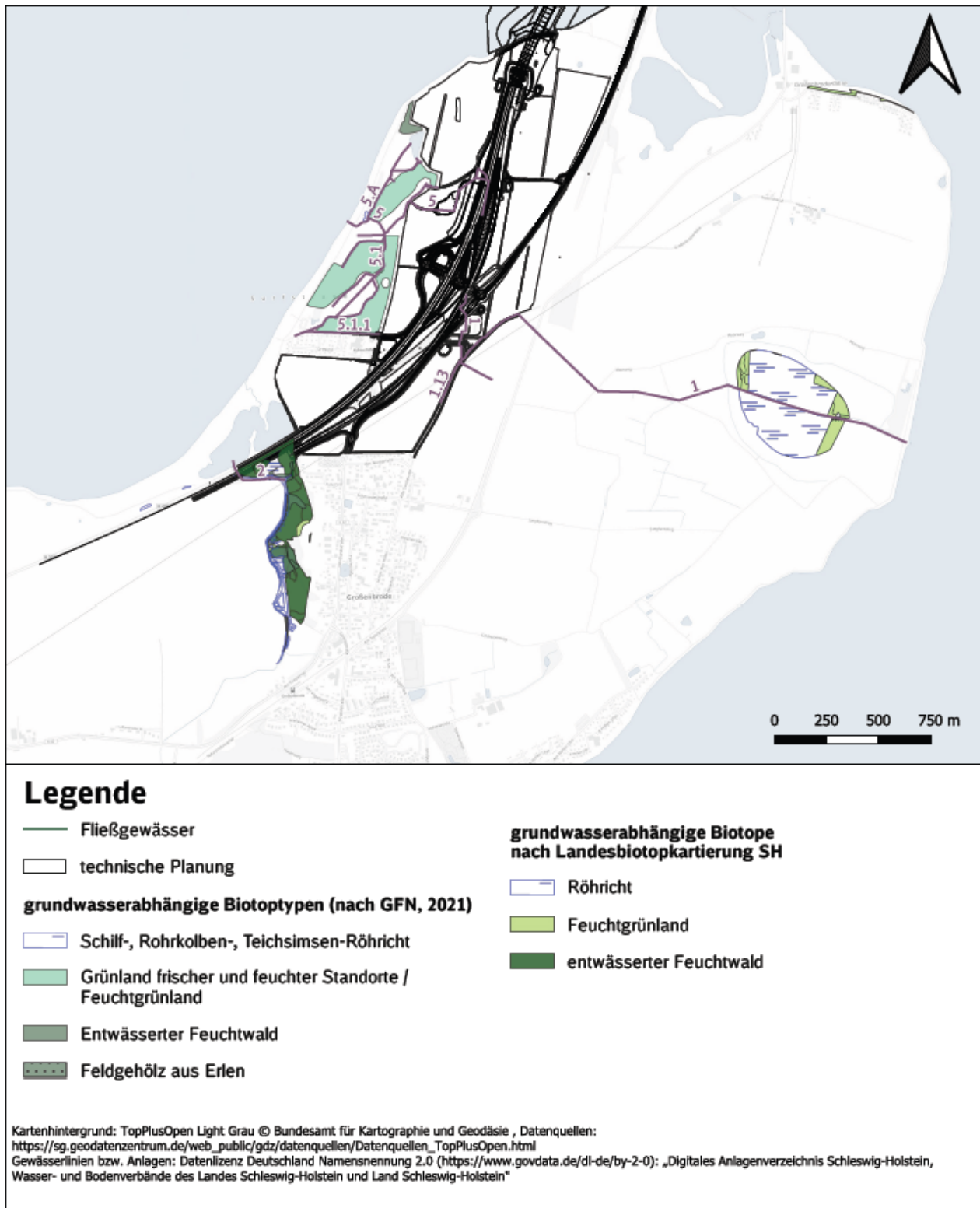
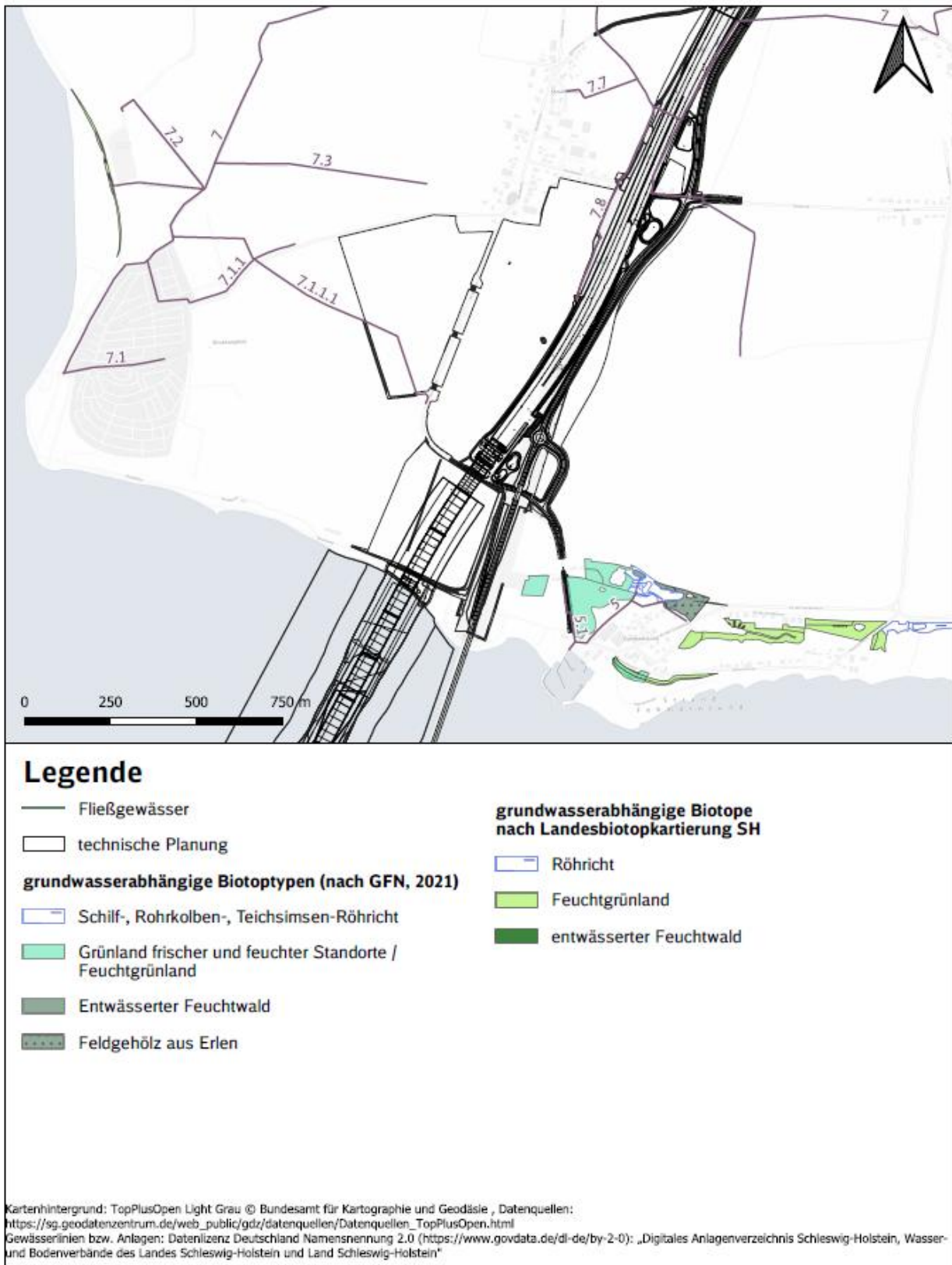


Abbildung 29: Grundwasserabhängige Landökosysteme im Bereich Großenbrode mit Röhrichten, Feuchtwäldern und Grünland mit Darstellung des geplanten Vorhabens

Es gibt im südlichen Teil der Trasse (Festland) vorwiegend vier Bereiche mit grundwasserabhängigen Landökosystemen (Abbildung 29). Am südlichen Randbereich der Trasse dominieren entwässerte Feuchtwälder mit vereinzelt Röhricht- und Grünlandbereichen. Östlich der Trasse befindet sich das Große Moor, ein Niedermoor mit Röhrichten und Seggen, in den Randbereichen mit feuchtem und frischem Grünland und Flutrasen. An der Westküste des südlichen Untersuchungsraums befinden sich vereinzelt kleine Biotop von Röhrichten und Weiden, wie auch artenreiche frische Mähweiden (Grünland). Letztere befinden sich auf dem Tschernosem-Pseudogley Stauboden.



**Abbildung 30: Grundwasserabhängige Landökosysteme im Bereich Fehmarn mit Röhrichten, Erlen und Grünland mit Darstellung des geplanten Vorhabens**

Auf der Insel Fehmarn beschränkt sich im Umfeld des Vorhabens das Vorhandensein der Röhrichtgemeinschaften, wie auch von Grünland und einer Erlengruppe auf den östlichen Sundbereich (vgl. Abbildung 30). Im Nordwesten des Gebietes nördlich von Albertsdorf säumen Röhrichte das Gewässer. Die Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.8 und 5.9 beschrieben.

#### **3.4.2.3 Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren**

In Tabelle 18 sind die potentiellen baubedingten Wirkfaktoren in Bezug auf ihre möglichen Wirkzusammenhänge in einen KWK und/oder GWK gemäß den Vorgaben des EBA (EBA, 2023) zusammengefasst. Welcher Wirkfaktor dabei eine potenzielle Wirkung auf die entsprechen Qualitätskomponente bzw. auf den ökologischen bzw. chemischen Zustand des KWK hat wurde hier aus den Tabellen C4 bis C6 aus (MEKUN, 2024) entnommen.

Sowohl den Fallgruppen als auch den zur Fallgruppe zugehörigen Wirkfaktoren wurden in Tabelle 18 zur besseren Übersicht IDs zugeordnet. Die erste Ziffer beschreibt dabei die Fallgruppe und die zweite Ziffer den entsprechenden Wirkfaktor. In den an Tabelle 18 anschließenden Erläuterungen der Positionen erfolgt eine Zuordnung der Vorhabensbestandteile zu den einzelnen Fallgruppen.

**Tabelle 18: Baubedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörpern (nach MEKUN, 2024; EBA, 2023)**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)			
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>									
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	x	x		x	x			x	
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	x	x		x	x				
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)	x	x		x					
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x			x	
1.5	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x				
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x	x	x				
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x				
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		x
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x						

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)			
2	E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung									
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x				
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x				
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		x
3	E –3 Einleitung von Wässern mit vorrangig hydraulischer Wirkung									
3.1	Änderung morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral)									
4	A - 1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung									
4.1	Änderung Temperaturverhältnisse	x	x	x		x				
4.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
4.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x				
4.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		
5	A – 2 Ausleitung/ Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung									

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)			
5.1	Änderung der Wasserspiegellage								x	
6	K – 1 Einbringung fester Stoffe									
6.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x				
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x				
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x				
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		x
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x						
7	K – 2 Entnahme fester Stoffe									
7.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x					
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x				

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

Unterlage  
 20.01.001

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)			
7.4	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x				
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		x
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x						

Erläuterung Positionen:

ID	Beschreibung
1	M2: Nassbaggerung Trockendock M3: Bauwerk Trockendock M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen M7: Nassbaggerung der Absenkrinne M8: Bauwerk Absenktunnel M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens L1: Versiegelung durch Bahnkörper L4: Versiegelung durch Straßenneubau L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG L9: Bauwerk TOG



ID	Beschreibung
	L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF L11: Bauwerk TOF L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung L17: Versiegelung durch Baustraßen L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben
2	L3: Entwässerung des Bahnkörpers L5: Entwässerung der Straßen L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen L16: Versickerung von Spülwassern] L18: Entwässerung von Baustraßen L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung
3	L3: Entwässerung des Bahnkörpers L5: Entwässerung der Straßen L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen L18: Entwässerung von Baustraßen L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung M10: Einleitung von Spülwasser
4	M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung M10: Einleitung von Spülwasser
5	L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben
6	L2: Bodenaustausch mit lokaler Bodenverbesserung durch Kalken L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF M12: Nassbaggergutverbringung
7	M2: Nassbaggerung Trockendock M3: Bauwerk Trockendock

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

---

**Unterlage**  
**20.01.001**

ID	Beschreibung
	M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen M7: Nassbaggerung der Absenkrinne M8: Bauwerk Absenktunnel M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens L1: Versiegelung durch Bahnkörper L4: Versiegelung durch Straßenneubau L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOG L9: Bauwerk TOG L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF L11: Bauwerk TOF L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung L17: Versiegelung durch Baustraßen L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

### **3.4.3 Anlagenbedingte Wirkfaktoren**

#### **3.4.3.1 Anlagenbedingte Wirkfaktoren im marinen Bereich (Fallgruppe G-3: Gewässerausbau inkl. Anlagen)**

##### **3.4.3.1.1 WF Wasserspiegellage / Tidenhub**

###### **Definition:**

Veränderungen der Wasserspiegellagen und des Tidenhubs hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Wasserspiegellage/ Tidenhub hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggertgutverbringung (Ablagerungskörper)
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode

###### **Stärke der Projektwirkung:**

###### Bauwerk Absenktunnel:

Die Veränderungen der Wasserspiegellage wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Es wurden minimale, mittlere und maximale Änderungen des Wasserstandes an den Extraktionspunkten (Lage siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2) bestimmt. Im Mittel wurden keine Änderungen des Wasserstandes durch das Modell berechnet. Die maximalen Differenzen stellen sich am Extraktionspunkt ADCP1 (östlich der Tunneltrasse) mit +1 cm ein. Die minimale Differenz stellt sich am Extraktionspunkt Trasse (innerhalb der Trasse) mit -1 cm ein. Die Auswirkungen beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und treten nur bei starken Windereignissen auf.

Die Auswirkungen der fertigen Anlage auf den Wasserstand sind somit sehr gering und liegen innerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches (Unterlage 51.02).

#### Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper):

Die Veränderungen der Wasserspiegellage wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.04) berechnet und ausgewertet. Es wurden minimale, mittlere und maximale Änderungen des Wasserstandes nach Abschluss der Verbringung gegenüber dem Ist-Zustand berechnet.

Im Mittel werden keine Änderungen des Wasserstandes aufgrund der Nassbaggergutverbringung durch das Modell berechnet. Die minimalen und maximalen Differenzen sind deutlich kleiner 1 cm und nur im Modell nachweisbar. Auch bei starken Windereignissen ergeben sich keine Wasserstandsänderungen außerhalb der potenziellen Verbringungsfläche. Der Vergleich der Modellergebnisse an der repräsentativen Messstelle Fehmarnbelt E nach Abschluss der Verbringung gegenüber dem Ist-Zustand zeigt keine Beeinflussung des Wasserstandes. Die Auswirkungen auf den Wasserstand sind somit gering, beschränken sich auf den Bereich der Verbringfläche und treten nur bei starken Windereignissen auf.

#### Hochwasserschutzmaßnahmen:

Die vorhabenbedingten Hochwasserschutzmaßnahmen bei Großenbrode haben aufgrund ihrer Lage auf dem Festland keine Auswirkungen auf Wasserspiegellagen und den Tidenhub.

#### **3.4.3.1.2 WF Seegang / Exposition**

##### **Definition:**

Veränderungen des Seegangs (Wellenhöhen) und der Exposition hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Seegang / Exposition hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

## Stärke der Projektwirkung:

### Bauwerk Absenktunnel:

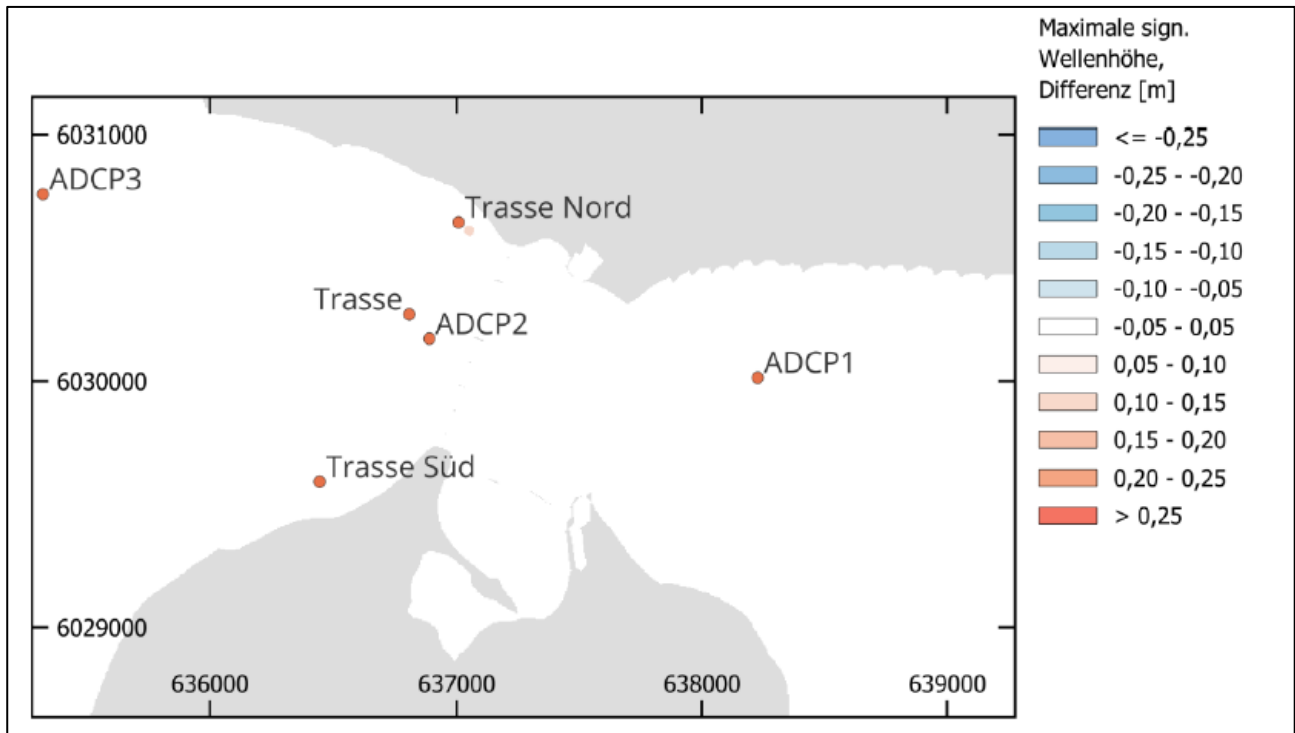
Die Veränderungen des Seeganges wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Bei der Auswertung werden die Parameter signifikante Wellenhöhe, Peak-Wellenperiode, maximale Wellenhöhe nach der Nulldurchgangsmethode (Peak-Wellenhöhe) und die mittlere Wellenrichtung ausgewertet.

Die im Vergleich zum Ist-Zustand nur leicht geänderte Bathymetrie führt zu einer sehr geringen Änderung der Wellenhöhen. Die Änderungen der mittleren Wellenhöhen liegen im gesamten Gebiet unter 0,01 m. Relevante Änderungen von mehr als 5 cm in den maximalen Wellenhöhen ergeben sich nur in einem sehr kleinen Bereich südöstlich des Extraktionspunktes Trasse Nord. Dort ergeben sich um bis zu 6 cm höhere maximale Wellenhöhen (siehe Abbildung 31, Tabelle 19).

Eine messbare Änderung in den Wellenrichtungen erfolgt nur im Bereich des Tunnels im Mittel maximal bis +0,7° im nördlichen Bereich der Trasse und im Mittel minimal bis -1,8° im südlichen Bereich der Trasse (siehe Tabelle 19, Lage der Extraktionspunkte siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2).

**Tabelle 19: Änderungen der signifikanten Wellenhöhe, der Peak-Wellenperiode und der mittleren Wellenrichtung an den Extraktionspunkten gemäß (Unterlage 51.02)**

Extraktionspunkt		Änderung signifikante Wellenhöhe [m]	Änderung Peak Wellenperiode [s]	Änderung mittleren Wellenrichtung [°]
Trasse	Minimum	-0,02	-0,1	
	Maximum	+0,01	+1,7	
	Mittel	±0,00	±0,00	+0,3
Trasse Nord	Minimum	-0,02	-1,7	
	Maximum	+0,03	+2,3	
	Mittel	±0,00	±0,00	+0,7
Trasse Süd	Minimum	±0,00	-4,4	
	Maximum	+0,04	+1,5	
	Mittel	±0,00	±0,00	-1,8
ADCP2	Minimum	-0,02	-1,5	
	Maximum	+0,01	+0,3	
	Mittel	±0,00	±0,00	±0,00



**Abbildung 31:** Änderung der maximalen signifikanten Wellenhöhe im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)

Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper):

Durch die Nassbaggergutverbringung verringert sich die ursprüngliche Sohlhöhe um maximal 6,7 m, liegt aber immer noch in einer Tiefe von -16,8 m. Aufgrund der geschaffenen Erhöhung kommt es zu einer geringfügigen, aber messtechnisch schwer nachweisbaren Wellenerhöhung. "Aufgrund der Wassertiefe lässt sich ausschließen, dass die Welle direkt in den Kontakt mit dem verbrachten Material in 14 m Wassertiefe kommt oder dadurch direkt beeinflusst wird. Dennoch können die o.g. sekundären Strömungen eine Beeinflussung erfahren. Dies kann zu einer geringen lokalen Erhöhung (wenige cm) der Wellenhöhe führen. [...] In der Natur wird sich der Effekt nicht oder nur schwer nachweisen lassen. Hier handelt es sich um rechnerische Änderungen, die messtechnisch nicht oder nur schwer zu erfassen wären." (DMT, 2025).

#### **3.4.3.1.3 WF Durchgängigkeit (küstenparallel / küstennormal)**

##### **Definition:**

Die Veränderungen der Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal) für aquatische Organismen und das Sediment hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Durchgängigkeit hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Durch die Fertigstellung des Tunnelbauwerks und die anschließende Verfüllung des restlichen Tunnelgrabens wird im Bereich der Küste (Wassertiefen <2 m) die ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt, sodass hier keine Auswirkungen auf den Küstenlängstransport zu erwarten sind.

In den tieferen Bereichen wird das ursprüngliche Sohlprofil ebenfalls vollständig wieder hergestellt und somit auch die Durchgängigkeit gewährleistet.

Durch den komplett wiederverfüllten Tunnelgraben stellen sich keine Veränderungen im Sedimenttransport an der Gewässersohle im Untersuchungsgebiet ein. Lokale Auswirkungen durch den Bereich der erhöhten Sohle im nördlichen Bereich der Fahrrinne werden sich nicht auf die generelle Dynamik des Sedimenttransport auswirken. Das wiedereingebrachte Material ist lagestabil und steht somit nicht für den Sedimenttransport im Untersuchungsgebiet zur Verfügung. Der natürliche Sedimenttransport kann somit ungestört über den wiederverfüllten Tunnelgraben hinweg wie im Ist-Zustand stattfinden (Unterlage 51.02).

#### **3.4.3.1.4 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Definition:**

Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Strömungsgeschwindigkeit hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

### **Stärke der Projektwirkung:**

#### Bauwerk Absenktunnel:

Die Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Das Modell wurde sowohl im Hinblick auf den Durchfluss im Fehmarnsund und Fehmarnbelt als auch auf die generell vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten ausgewertet. Auch hier erfolgte ein Vergleich der modellierten Ergebnisse für den Planzustand mit dem Ist-Zustand. Bei den Strömungsgeschwindigkeiten erfolgte die Auswertung an der Gewässersohle und tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Die Auswertung wurde sowohl flächig als auch an den Extraktionspunkten vorgenommen.

#### Durchfluss:

Der Durchfluss wird entlang einer Extraktionslinie entlang der Bestandsbrücke ermittelt, da hier die der größten Einengung im Fehmarnsund vorherrscht. Der Auswertungsort erlaubt eine bessere Beurteilung der Veränderung des Durchflusses als entlang der neu geplanten Tunneltrasse, da der Gewässerquerschnitt entlang der Extraktionslinie in allen betrachteten Zuständen unverändert bleibt (Unterlage 51.02).

Im Ergebnis zeigt sich eine Verringerung des mittleren Durchflusses im Fehmarnsund, sowohl für die westwärts als auch für die ostwärts gerichteten Strömungen. Die Durchflussmengen verringern sich im Mittel bei westwärts gerichteter Strömung um  $-2,27 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $-0,1 \%$ ) und bei ostwärts gerichteter Strömung im Mittel um  $-3,32 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $-0,2 \%$ ) (Unterlage 51.02).

Im Fehmarnbelt stellt sich sowohl für die westwärts als auch ostwärts gerichtete Strömung eine in der Natur nicht nachweisebare Änderung des Durchflusses ein ( $<0,01 \%$ ) (Unterlage 51.02).

#### Strömungsgeschwindigkeiten:

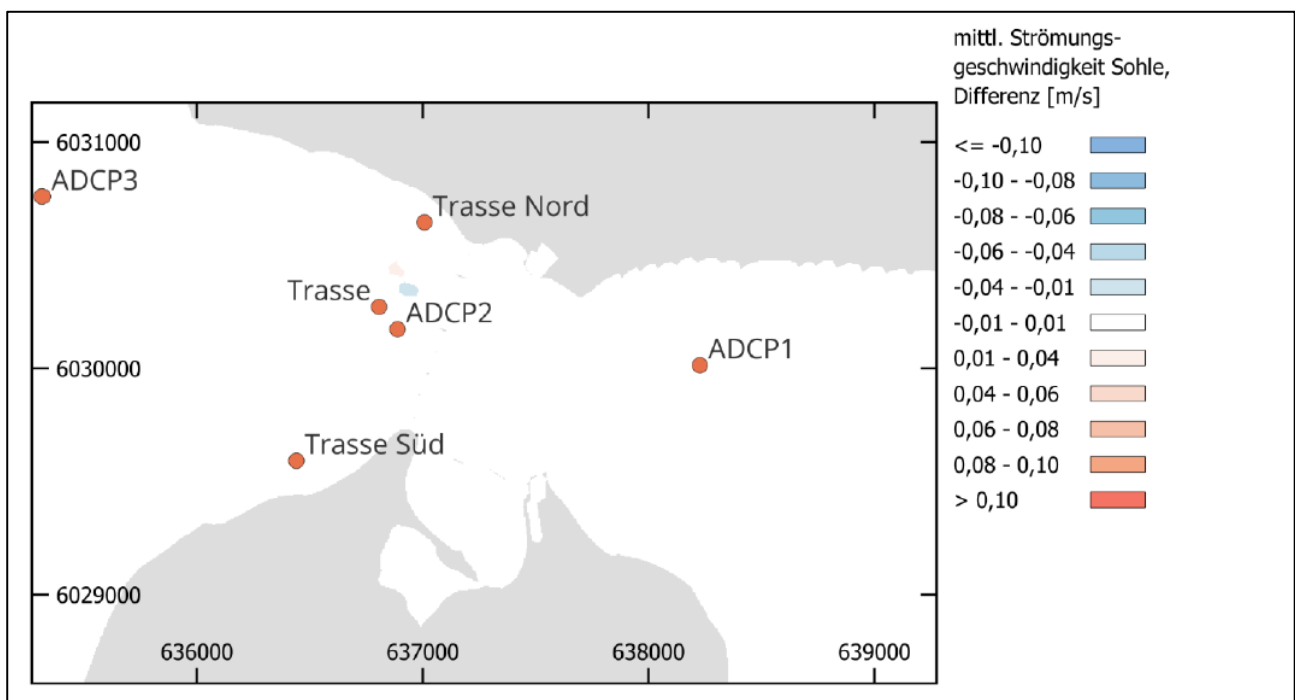
Die größten mittleren Änderungen an der Sohle stellen sich im Bereich der ehemaligen Tunneltrasse zwischen den Extraktionspunkten Trasse und Trasse Nord ein. Dies sind die Orte mit den größten Änderungen der Bathymetrie. Die mittleren Änderungen liegen dort im Bereich von  $-0,02 \text{ m/s}$  bis  $+0,01 \text{ m/s}$  (siehe Abbildung 32). Am Extraktionspunkt Trasse liegen die mittleren Änderungen bei  $\pm 0,00 \text{ m/s}$ .



Außerhalb der Trasse sind die mittleren Änderungen in allen Bereichen  $<0,01$  m/s. Auch an den repräsentativen Messstellen der Küstenwasserkörper gibt es keine Änderung der mittleren Geschwindigkeit durch den Planzustand.

Am Extraktionspunkt Trasse treten kurzzeitig Änderungen in den Strömungsgeschwindigkeiten gegenüber dem Ist-Zustand von maximal 0,06 m/s und minimal -0,13 m/s auf.

An den Stationen ADCP1 bis ADCP3 (Lage siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2) liegen die kurzzeitigen Änderungen in den Strömungsgeschwindigkeiten zwischen maximal 0,08 m/s und minimal -0,05 m/s.

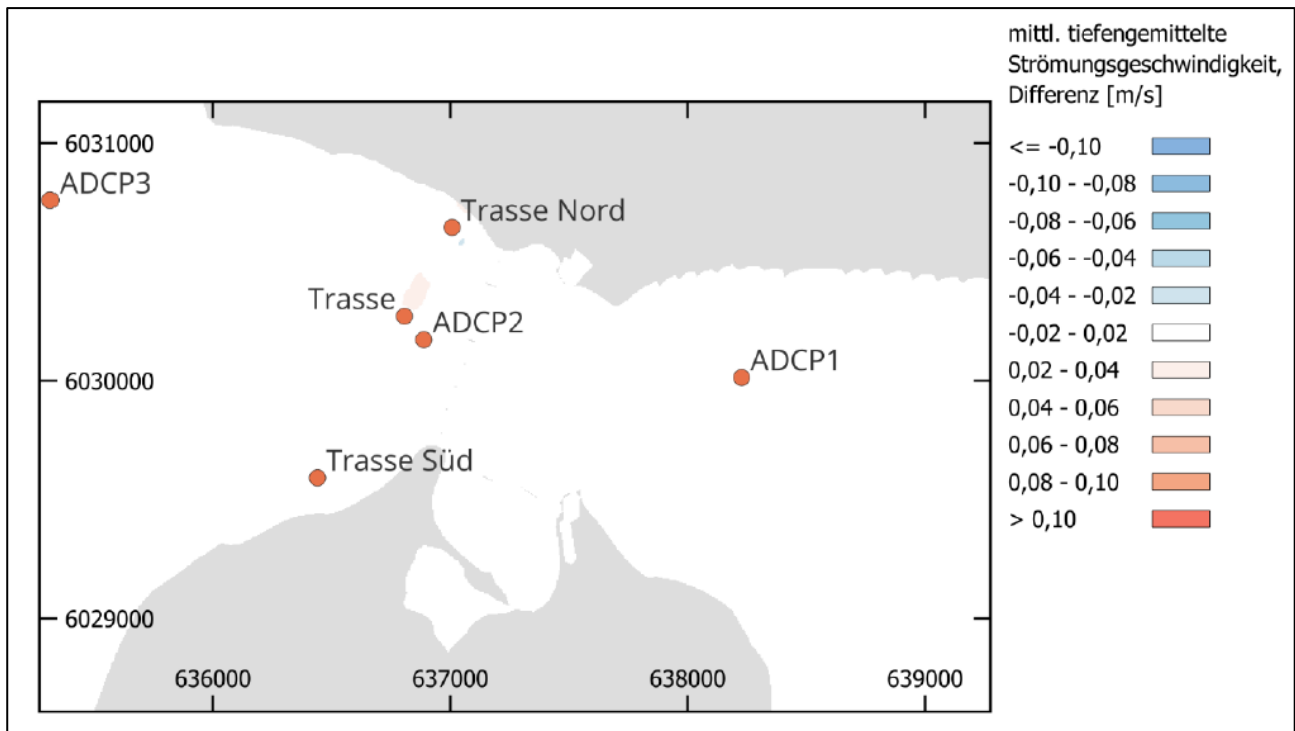


**Abbildung 32:** Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit an der Gewässersohle im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)

Die größten mittleren Änderungen tiefengemittelt in der Wassersäule ergeben sich im Bereich der ehemaligen Tunneltrasse (siehe Abbildung 33), in dem Bereich wo die Ankerschicht höher liegt als der ursprüngliche Meeresboden im Ist-Zustand. Aus dem verringerten Fließquerschnitt an dieser Stelle ergibt sich lokal eine maximale Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit von bis zu +0,01 m/s (Unterlage 51.02).

Die Änderung der Strömungsgeschwindigkeiten am Extraktionspunkt Trasse beträgt kurzzeitig zwischen -0,03 m/s und +0,03 m/s.

Außerhalb der Trasse liegen die Änderungen in einem vernachlässigbaren Bereich ( $\leq \pm 0,02$  m). Auch an den repräsentativen Messstellen der Küstenwasserkörper gibt es keine relevanten Änderungen der tiefengemittelten mittleren Geschwindigkeit durch den Planzustand.



**Abbildung 33: Berechnete Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit tiefengemittelt in der Wassersäule im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand gemäß (Unterlage 51.02)**

#### Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper):

Die Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten resultierend aus der Nassbaggergutverbringung wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.04) berechnet und ausgewertet. Das Modell wurde sowohl im Hinblick auf den Durchfluss im Fehmarnsund und Fehmarnbelt als auch auf die generell vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten ausgewertet. Auch hier erfolgte ein Vergleich der modellierten Ergebnisse für den Planzustand mit dem Ist-Zustand. Bei den Strömungsgeschwindigkeiten erfolgte die Auswertung tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule.

#### Durchfluss:

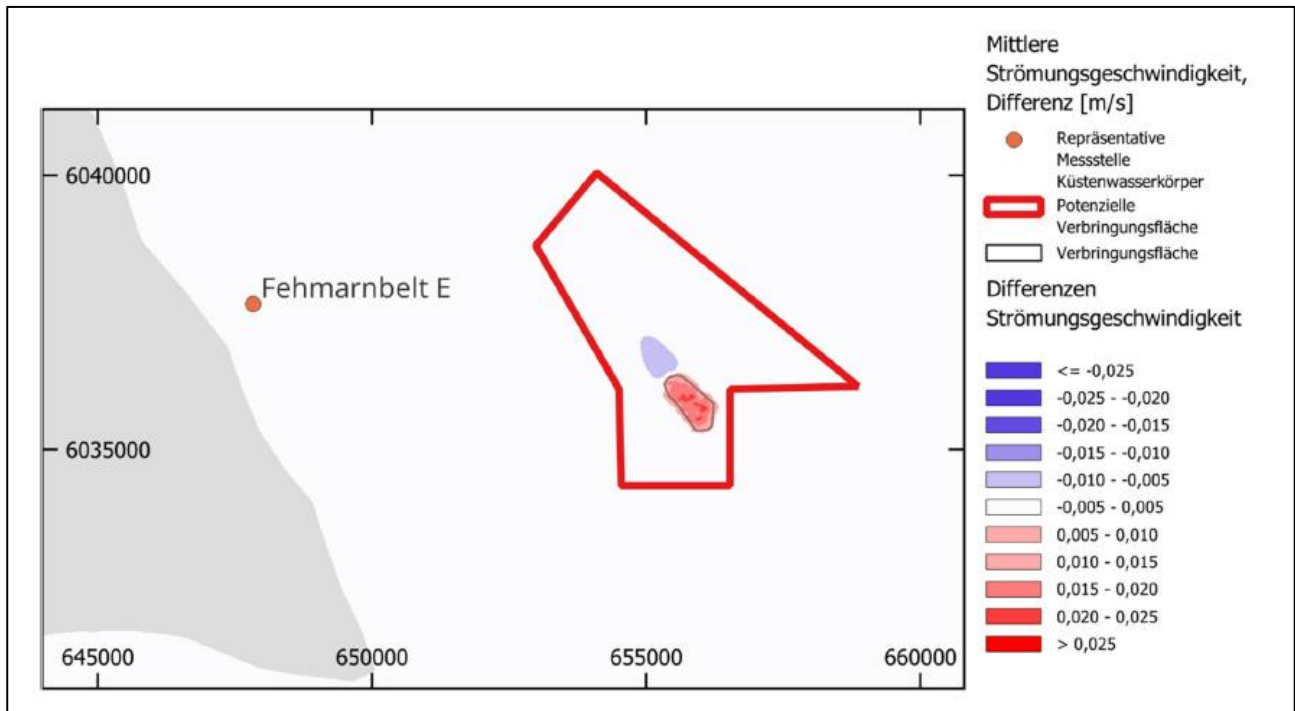
Der Durchfluss wird entlang einer Extraktionslinie entlang der Bestandsbrücke ermittelt, da hier die der größten Einengung im Fehmarnsund vorherrscht. Hierbei sind die westwärts und ostwärts gerichteten Durchflüsse separat ausgewertet worden.

Es zeigt sich eine Verringerung des mittleren Durchflusses im Fehmarnsund ( $-1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und Fehmarnbelt ( $-9,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) für westwärts gerichtete Strömungen. Die Durchflussmengen erhöhen sich bei ostwärts gerichteter Strömung im Fehmarnsund ( $+1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und Fehmarnbelt ( $+11,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in einer vergleichbaren Größenordnung. Die prozentuale Änderung beträgt damit im Fehmarnsund weniger als  $-0,1 \%$  bzw.  $+0,1 \%$  und im Fehmarnbelt weniger als  $-0,01 \%$  bzw.  $+0,01 \%$  und wird durch Messungen nicht nachweisbar sein (Unterlage 51.04).

#### Strömungsgeschwindigkeit:

Für die tiefengemittelten Geschwindigkeiten werden die mittleren Änderungen flächig ausgewiesen. Eine Auswertung mit Angabe der minimalen, mittleren und maximalen Unterschiede der Strömungsgeschwindigkeiten wird am Mittelpunkt der Verbringungsfläche durchgeführt.

Die größten mittleren Änderungen ergeben sich im Bereich der Verbringungsfläche. In diesem Bereich erhöht sich die mittlere, tiefengemittelte Geschwindigkeit um maximal  $0,02 \text{ m/s}$ . Die Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeiten am Mittelpunkt der Verbringungsfläche beträgt kurzzeitig bis zu  $+0,13 \text{ m/s}$ , die größte kurzzeitige Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeiten beträgt  $-0,07 \text{ m/s}$ . Entlang der Hauptströmungsrichtung reduziert sich die mittlere tiefengemittelte Geschwindigkeit im Bereich vor und nach der durch die Verbringung geschaffenen Erhöhung um maximal  $0,01 \text{ m/s}$ . Außerhalb der Verbringungsfläche liegen die Änderungen in einem vernachlässigbaren Bereich. Auch an der repräsentativen Messstelle der Küstenwasserkörper Fehmarnbelt E gibt es keine relevanten Änderungen der tiefengemittelten mittleren Geschwindigkeit durch den Zustand nach Abschluss der Verbringung.



**Abbildung 34:** Änderung der mittleren tiefengemittelten Strömungsgeschwindigkeit nach Abschluss der Verbringung im Vergleich zum IST-Zustand gemäß (Unterlage 51.04)

#### 3.4.3.1.5 WF Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)

##### Definition:

Die Veränderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und/oder Uferbereich hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können die Morphologische Verhältnisse beeinflussen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel

##### Stärke der Projektwirkung:

Nach dem Rückbau des Trockendocks und des Arbeitshafens wird die ursprüngliche Küstenlinie wieder hergestellt.

Durch die Fertigstellung des Tunnelbauwerks und die anschließende vollständige Verfüllung (technische Verfüllung, sowie Kohärenzmaßnahme „057\_K Naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens“,

sowie Ausgleichsmaßnahme „062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung“ (LBP, Unterlage 17.01)) des restlichen Tunnelgrabens wird das ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt. Lediglich in einem kleinen Bereich nördlich der Schifffahrtsrinne erfolgt eine Erhöhung der Meeresbodensohle um 1- 2m aufgrund der technischen Verfüllung des Tunnelgrabens in diesem Bereich (siehe Abbildung 22). Im Bereich der Tunneltrasse variieren die Meeresbodenhöhen bereits im Ist-Zustand um wenige Meter (siehe Abbildung 43). Diese kleinräumige Änderung liegt demnach im natürlichen Schwankungsbereich.

#### **3.4.3.1.6 WF Schwebstoffgehalt**

##### **Definition:**

Die Veränderungen des Schwebstoffgehaltes hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Schwebstoffgehalt hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

##### **Stärke der Projektwirkung:**

###### Absenktunnel:

Im Planzustand wird die natürliche Schwebstoffkonzentration im Untersuchungsgebiet nicht verändert. Das zur Wiederverfüllung verwendete Material ist lagestabil und kann daher nicht zu einer Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen im Fehmarnsund beitragen. Es werden durch die Anlage des Bauwerks keine Sedimente in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt, sodass diese Projektwirkung ausgeschlossen werden kann.

###### Nassbaggergutverbringung:

Nach Abschluss der Verbringungen ist davon auszugehen, dass Teile von der Oberfläche des abgelagerten Materials durch die örtlichen Strömungsverhältnisse gelöst werden und Feinpartikel in die Wassersäule

resuspendiert werden. Gemäß (Unterlage 51.04) kann bei dem verbrachten Material von einer annähernden Lagestabilität ausgegangen werden. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit von lösbarem Material wird von keiner Beeinflussung der Schwebstoffkonzentration außerhalb des Nahbereiches des Ablagerungskörpers ausgegangen (Unterlage 51.04). Der geringe Anteil von Schwebstoffen der gelöst wird, wird dem natürlichen Sedimenttransport zugefügt. Die Sedimente werden langsam in Richtung des Arkona Beckens, an den Rand der Mecklenburger Bucht und in die tieferen Zonen des südlichen Kleinen Belts (Lillebælt) zwischen Als und Ærø transportiert, und konsolidieren sich dort (Unterlage 51.04).

#### **3.4.3.1.7 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Definition:**

Veränderungen der Nährstoffverhältnisse hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Nährstoffverhältnisse hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Im Planzustand wird die natürliche Nährstoffkonzentration im Untersuchungsgebiet nicht verändert. Es werden durch die Anlagen keine Sedimente in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt. So dass hier ebenfalls keine Nährstoffe freigesetzt werden.

Diese Projektwirkung kann demnach ausgeschlossen werden.

#### **3.4.3.1.8 WF Sauerstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im KWK hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Sauerstoffgehalt hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

**Stärke der Projektwirkung:**

Im Planzustand wird der natürliche Sauerstoffgehalt im KWK nicht verändert. Es werden durch die Anlage keine Sedimente in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt. Sodass hier ebenfalls keine Änderungen des Sauerstoffgehaltes auftreten werden.

Diese Projektwirkung kann demnach ausgeschlossen werden.

**3.4.3.1.9 WF Schadstoffgehalt**

**Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Schadstoffgehalt hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

**Stärke der Projektwirkung:**

Im Planzustand wird die natürliche Schadstoffkonzentration im Untersuchungsgebiet nicht verändert. Es werden durch die Anlage keine Emissionen in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt. So dass hier ebenfalls keine Änderungen des Schadstoffgehaltes auftreten werden.

Diese Projektwirkung kann demnach ausgeschlossen werden.

#### **3.4.3.1.10 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft**

##### **Definition:**

Veränderungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Ausprägung der aquatischen Lebensform hervorrufen:

- M8: Bauwerk Absenktunnel

##### **Stärke der Projektwirkung:**

In Bezug auf die potenzielle Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet.

Mit der Wiederverfüllung des Tunnelgrabens und der Wiederherstellung der Küstenlinie können die Bereiche, die während der Bauphase einen Habitatverlust erfahren haben, wiederbesiedelt werden.

Die Auswirkungsprognose der biologischen QK erfolgt KWK bezogen in dem Kapitel 5.3 bis 5.6.

#### **3.4.3.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren im Landbereich (Fallgruppe G-3: Gewässerausbau inkl. Anlagen)**

##### **3.4.3.2.1 WF Wasserspiegellage**

##### **Definition:**

Veränderungen der Wasserspiegellagen des GWK hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Wasserspiegellage hervorrufen:

- L1: Versiegelungen durch Bahnkörper
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L6: Durchlässe für Kleingewässer
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L9: Bauwerk TOG



- L11: Bauwerk TOF

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Stärke des Einflusses der Bauwerke (L9, L11) auf den Grundwasserspiegel wird mit Unterlage 27.02 mit einem Grundwasserströmungsmodell (Kapitel 2.2.2.2) untersucht und ausgewertet. Dabei werden die Grundwasserstände des Zustandes ohne Bebauung mit dem Zustand mit Bebauung verglichen und ausgewertet.

Durch die Neuversiegelung von Flächen (L4, L7, L9, L11) kommt es lokal zu einer Verminderung der Grundwasserneubildung. Die Grundwasserneubildung hat Einfluss auf den Grundwasserstand.

Die Auswertung der Ergebnisse der Modellierungen und der Neuversiegelung von Flächen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 erfolgt in den Kapiteln 5.7 und 5.8.

Sowohl auf dem Festland als auch inselseitig wird ein Düker/Durchlass errichtet (L6). Der Düker Großenbrode dient der Querung der Verkehrsanlagen (Bahnstrecke 1100, Fahrbahn der neuen B207, Hochwasserschutzdeich) durch das Gewässer 5. Das Gewässer 7 wird auf Fehmarn über einen Düker an die Entwässerung der Bahn angeschlossen. Dabei werden keine bestehenden hydraulischen Randbedingungen der nicht berichtspflichtigen Kleingewässer verändert.

#### **3.4.3.2.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Definition:**

Veränderungen der Grundwasserströmungsgeschwindigkeit des GWK hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Wasserspiegellage hervorrufen:

- L9: Bauwerk TOG
- L11: Bauwerk TOF

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Stärke des Einflusses der Bauwerke auf die Grundwasserströmungsgeschwindigkeit wird mit (Unterlage 27.02) in mit Grundwasserströmungsmodell (Kapitel 2.2.2.2) untersucht und ausgewertet. Dabei werden die Grundwasserströmungsregime des Zustandes ohne Bebauung mit dem Zustand mit Bebauung verglichen und ausgewertet.

Die Auswertung der Ergebnisse der Modellierungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 erfolgt in den Kapiteln 5.7 und 5.8.

#### **3.4.3.2.3 WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes im GWK hervorgerufen durch das Bauwerk und anlagenbedingte Veränderungen im unmittelbaren Umfeld.

Folgende Anlagen können den Wirkfaktor Schadstoffgehalt hervorrufen:

- L6: Durchlässe für Kleingewässer
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L9: Bauwerk TOG
- L11: Bauwerk TOF

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton und den aus der Bauphase in das Bauwerk übernommenen Schlitzwänden finden in vernachlässigbarem Umfang primär in der Bauphase statt. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton – insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet, und eine feste Matrix bildet. Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte die entstehen, CSH und die

entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

In beiden oben genannten Fällen ist ein Eintrag von Schadstoffen demnach ausgeschlossen.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Alle weiteren Baustoffe müssen den Anforderungen der Ersatzbaustoffverordnung entsprechen und dürfen demnach keine Schadstoffe emittieren.

Die für den Bau des Hochwasserschutzdeiches verwendeten Baustoffe müssen dem Standard nach LAGA entsprechen und emittieren keine Schadstoffe, welche über den Oberflächenabfluss und eine spätere Versickerung ins Grundwasser gelangen.

Dieser Wirkfaktor kann demnach ausgeschlossen werden.

### **3.4.3.3 Zusammenfassung anlagenbedingte Wirkfaktoren**

In Tabelle 20 sind die potentiellen anlagenbedingten Wirkfaktoren in Bezug auf ihre möglichen Wirkzusammenhänge in einen KWK und/oder GWK gemäß den Vorgaben des EBA (EBA, 2023) zusammengefasst. Welcher Wirkfaktor dabei eine potenzielle Wirkung auf die entsprechen Qualitätskomponente bzw. auf den ökologischen bzw. chemischen Zustand des KWK hat wurde hier aus den Tabellen C4 bis C6 aus (MEKUN, 2024) entnommen.

Sowohl den Fallgruppen als auch den zur Fallgruppe zugehörigen Wirkfaktoren wurden wie in Tabelle 18 zur besseren Übersicht IDs zugeordnet. Die erste Ziffer beschreibt dabei die Fallgruppe und die zweite Ziffer den entsprechenden Wirkfaktor. In den an Tabelle 18 anschließenden Erläuterungen der Positionen erfolgt eine Zuordnung der Vorhabenbestandteile zu den einzelnen Fallgruppen.

Bei der Betrachtung der anlagenbedingten Wirkfaktoren entfallen die Fallgruppen E-1, E-3, A-1, A-2., K-1 und K-2.

**Tabelle 20: Anlagenbedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörper (nach MELLUND, 2022; EBA, 2023)**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)			
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>									
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	x	x		x	x			x	
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	x	x		x	x				
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)									
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x			x	
1.5	Änderung Morphologie (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x				
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt					x				
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse									
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt									
1.9	Änderung Schadstoffgehalt									

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)			
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x						

Erläuterung Positionen:

ID	Beschreibung
1	L6: Durchlässe für Kleingewässer L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode L9: Bauwerk TOG L11: Bauwerk TOF M8: Bauwerk Absenktunnel M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

### **3.4.4 Betriebsbedingte Wirkfaktoren**

#### **3.4.4.1 Betriebsbedingte Wirkfaktoren im marinen Bereich**

##### **3.4.4.1.1 Fallgruppe E-1: Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

###### **3.4.4.1.1.1 WF Sauerstoffgehalt**

###### **Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (LAWA, 2020).

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

###### **Stärke der Projektwirkung:**

Das in der Oberflächenentwässerung gefasste abfließende Niederschlagswasser weist aufgrund der Belüftung aerobe Eigenschaften und keine relevante Sauerstoffzehrung auf. Auswirkungen aufgrund des WF können daher ausgeschlossen werden und werden nachfolgend nicht mehr betrachtet.

###### **3.4.4.1.1.2 WF Nährstoffverhältnisse**

###### **Definition:**

Veränderungen des Nährstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßengewässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Die Betrachtung der stofflichen Auswirkungen der Einleitungen auf den jeweiligen KWK erfolgte wie in Kapitel 2.2.3.1. Die Ergebnisse werden in den Kapiteln 5.3 bis 5.6 beschrieben. Die stofflichen Auswirkungen der partikulären Schadstofffracht wurden wie in Kapitel 2.2.3.2 beschrieben berechnet und in den Kapiteln 5.3 bis 5.6 ausgewertet.

Die Ist-Zustände der Nährstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

#### **3.4.4.1.1.3 WF Schwebstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Schwebstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schwebstoffkonzentration. Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen in die KWK resultieren.

Die stofflichen Auswirkungen der partikulären Schadstofffracht wurden wie in Kapitel 2.2.3.2 beschrieben berechnet und in den Kapiteln 5.3 bis 5.6 ausgewertet.



#### **3.4.4.1.1.4      WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem Vorfluter vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit.

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

##### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Schadstoffkonzentration. Es können Straßen- und gleisbedingte Schadstoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen in die KWK resultieren.

Die Betrachtung der stofflichen Auswirkungen der Einleitungen auf den jeweiligen KWK erfolgte wie in Kapitel 2.2.3.1. Die Ergebnisse werden in den Kapiteln 5.3 bis 5.6 beschrieben.

Die Ist-Zustände der Schadstoffkonzentrationen in den jeweiligen KWK ist in Kapitel 4.6 beschrieben.

#### **3.4.4.1.2      Fallgruppe E-3: Einleitungen mit vorrangig hydraulischer Wirkung**

##### **WF Morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral)**

##### **Definition:**

Die Veränderungen der Gewässerstruktur im Sohl- und/oder Uferbereich in Folge von Wasser mit einem gegenüber dem Vorfluter abweichenden Fließverhalten (nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden baubedingten Aktivitäten zur Errichtung der FSQ verursachen die Projektwirkung morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral):

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

### **Stärke der Projektwirkung:**

Zur Ermittlung der Stärke dieser Projektwirkung müssen die Abflussgeschwindigkeiten der in die KWK fließenden Gewässer, welche durch die bauzeitliche Entwässerung gespeist werden, oder der Direktleitungen mit den im KWK vorherrschenden Strömungsverhältnissen verglichen werden, um die Veränderungen ermitteln zu können.

Die Einleitung aus der Oberflächenentwässerung der angeschlossenen Verkehrsflächen erfolgt über lokale Gräben oder direkt in die Ostsee. Bei der Einleitung über lokale Gräben werden die Einleitungen in die Gräben auf den Landschaftsabfluss begrenzt und bei Notwendigkeit gedrosselt. Damit findet keine Änderung des Spitzenabflusses bei Einleitung und keine relevante Änderung der Gewässerstruktur im Sohl- und Uferbereich der betrachteten KWK statt. Bei den direkten Einleitungen aus der Entwässerung in den Fehmarnsund werden die Einleitgeschwindigkeiten auf 0,8 m/s begrenzt, um Auswirkungen auf die Gewässerstruktur zu vermeiden. Auswirkungen aufgrund des WF können daher ausgeschlossen werden und werden nachfolgend nicht mehr betrachtet.

#### **3.4.4.2 Betriebsbedingte Wirkfaktoren im Landbereich der Fallgruppe E-1: Einleitungen mit vorrangig stofflicher Wirkung**

##### **3.4.4.2.1 WF Sauerstoffgehalt**

**Definition:**

Veränderungen des Sauerstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Sauerstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

**Stärke der Projektwirkung:**

Die Entwässerung erfolgt überwiegend indirekt über bestehende Gräben in die Ostsee. Das in der Oberflächenentwässerung gefasste abfließende Niederschlagswasser weist aufgrund der Belüftung aerobe Eigenschaften und keine relevante Sauerstoffzehrung auf. Auswirkungen aufgrund des WF können daher ausgeschlossen werden und werden nachfolgend nicht mehr betrachtet.

##### **3.4.4.2.2 WF Nährstoffverhältnisse**

**Definition:**

Veränderungen der Nährstoffverhältnisse in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden betriebszeitliche Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Nährstoffverhältnisse:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe hier Stickstoff- und Phosphorverbindungen.

Es wurden Berechnungen zur Versickerung von Stoffen aus den nicht berichtspflichtigen Gräben durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.3.3), die zur indirekten Einleitung in die Ostsee genutzt werden. Die Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.7 und 5.8 beschrieben.

#### **3.4.4.2.3 WF Schadstoffgehalt**

##### **Definition:**

Veränderungen des Schadstoffgehaltes in Folge von einer Zufuhr von Wasser in einer dem GWK vorrangig physikalisch-chemischer bzw. chemischer abweichender Beschaffenheit (geändert nach (LAWA, 2020)).

Die folgenden betriebsbedingten Aktivitäten der FSQ verursachen die Projektwirkung Schadstoffgehalt:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

#### **Stärke der Projektwirkung:**

Es wird kein Wasser direkt in das Grundwasser eingeleitet. Es gelangt Wasser über den Sickerweg aus den für die betriebszeitliche Entwässerung genutzten Fließgewässer in das Grundwasser.

Es wurden Berechnungen zur Versickerung von Schadstoffen aus den nicht berichtspflichtigen Gräben durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.3.3). Die Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.7 und 5.8 beschrieben.

#### **3.4.4.3      Auswirkungen auf grundwasserabhängige Landökosysteme**

Bei den betriebsbedingten Auswirkungen sind die gleichen grundwasserabhängigen Landökosysteme zu betrachten, wie bei den anlagenbedingten Auswirkungen (Kapitel 3.4.2.2.5). Die Auswirkungen für die beiden Grundwasserkörper ST07 und ST08 werden in den Kapiteln 5.8 und 5.9 beschrieben.

#### **3.4.4.4      Zusammenfassung der betriebsbedingten Wirkfaktoren**

In Tabelle 21 sind die potentiellen anlagenbedingten Wirkfaktoren in Bezug auf ihre möglichen Wirkzusammenhänge in einen KWK und/oder GWK gemäß den Vorgaben des EBA (EBA, 2023) zusammengefasst. Welcher Wirkfaktor dabei eine potenzielle Wirkung auf die entsprechen Qualitätskomponente bzw. auf den ökologischen bzw. chemischen Zustand des KWK hat wurde hier aus den Tabellen C4 bis C6 aus (MEKUN, 2024) entnommen.

Sowohl den Fallgruppen als auch den zur Fallgruppe zugehörigen Wirkfaktoren wurden wie in Tabelle 18 zur besseren Übersicht IDs zugeordnet. Die erste Ziffer beschreibt dabei die Fallgruppe und die zweite Ziffer den entsprechenden Wirkfaktor. In den an Tabelle 18 anschließenden Erläuterungen der Positionen erfolgt eine Zuordnung der Vorhabensbestandteile zu den einzelnen Fallgruppen.

Bei der Betrachtung der anlagenbedingten Wirkfaktoren entfallen die Fallgruppen G-3, A-1, A-2., K-1 und K-2.

**Tabelle 21: Betriebsbedingte potenzielle Wirkfaktoren in Küsten- und Grundwasserkörper (nach MELLUND, 2022; EBA, 2023)**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK							Möglicher Wirkungszusammenhang im GWK	
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)			
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>									
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt									
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x				
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x				
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x		x
<b>3</b>	<b>E –3 Einleitung von Wässern mit vorrangig hydraulischer Wirkung</b>									
3.1	Änderung morphologische Verhältnisse (Eu-/Sublitoral)									

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

---

**Unterlage**  
**20.01.001**

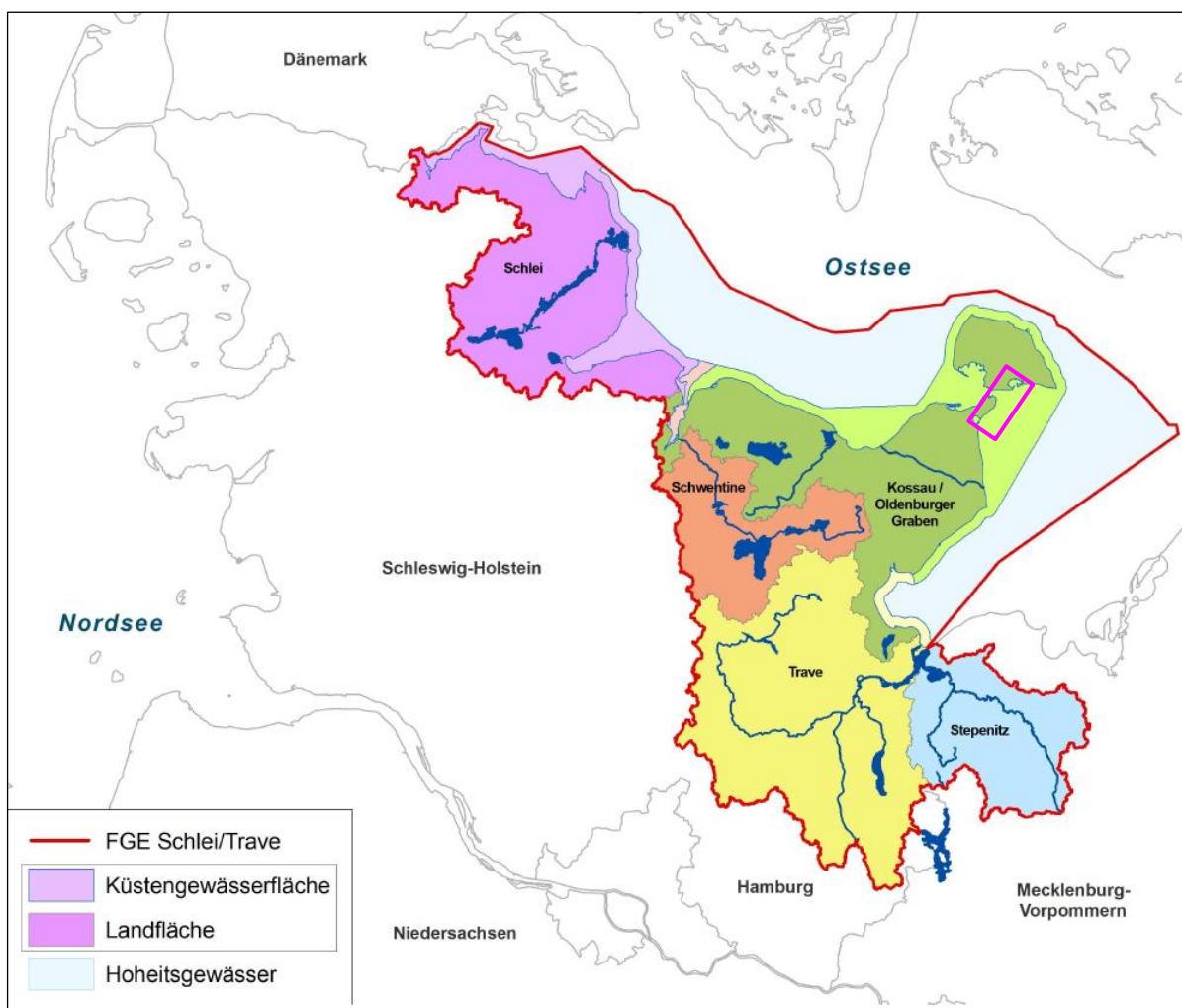
Erläuterung Positionen:

ID	Beschreibung
2	L3: Entwässerung des Bahnkörpers L5: Entwässerung der Straßen
3	L3: Entwässerung des Bahnkörpers L5: Entwässerung der Straßen

## 4. Identifizierung und Beschreibung der vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper

### 4.1 Identifizierung der von den Wirkfaktoren betroffenen Wasserkörper

Das Bauvorhaben befindet sich in der Flussgebietseinheit (FGE) Schlei/ Trave. Dieses erstreckt sich hauptsächlich im Osten Schleswig-Holsteins, von Krusau an der dänischen Grenze bis zum Einzugsgebiet der Stepnitz (Mecklenburg-Vorpommern) im Südosten. Es umfasst ein Gebiet von 9.218 km<sup>2</sup>, mit sowohl Land-, Küsten- als auch Hoheitsgewässer (MELUND, 2021b). Die FGE ist in fünf Planungseinheiten geteilt, das Untersuchungsgebiet befindet sich im Osten der FGE (vgl. Abbildung 35) im Bundesland Schleswig-Holstein (nach MELUND, 2021b).



**Abbildung 35:** Lage des Untersuchungsgebietes (magenta) in der Planungseinheit Kossau/ Oldenburger Graben der Flussgebietseinheit Schlei/ Trave (nach MELUND, 2021b)



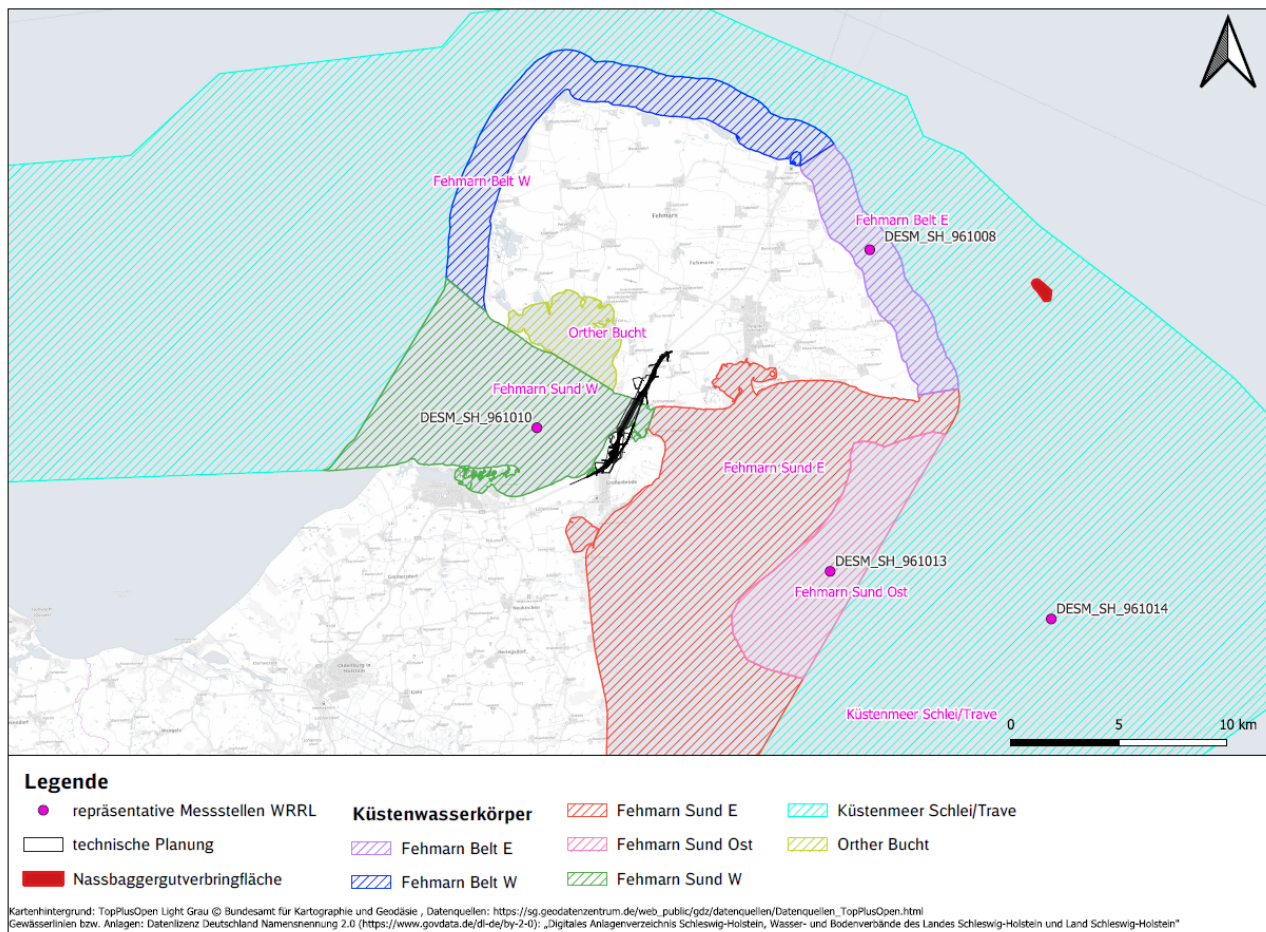


Abbildung 36: Übersicht der Küstenwasserkörper und der repräsentativen Messstellen nach WRRL

## 4.2 Nennung und Beschreibung der betroffenen Oberflächenwasserkörper (OWK)

### 4.2.1 Berichtspflichtige Gewässer im Umfeld

Im Rahmen der Planung des Neubaus der Fehmarnsundquerung kann eine Beeinflussung von berichtspflichtigen Oberflächengewässern aufgrund deren Lage in größerem Abstand vom Bau Feld und des Verichts von Einleitungen sowie der Beeinflussung der Einzugsgebiete ausgeschlossen werden. Das nächstgelegene berichtspflichtige Oberflächengewässer Mummendorfer Graben (KOG 07), das sich auf der Insel Fehmarn befindet, wird aus diesen Gründen nicht beeinflusst. Eine weitere Betrachtung findet daher nicht statt.

#### **4.2.2 Nicht-berichtspflichtige Gewässer**

Kleinere Gräben entlang der Verkehrsstrassen werden für die Entwässerung der Bauwerke genutzt. Diese Gewässer münden in die berichtspflichtigen Küstenwasserkörper Fehmarn Sund W (Festland Gewässer 1 bis 5, Fehmarn Gewässer 5) und Orther Bucht (Fehmarn Gewässer 7). Abbildung 15 und Abbildung 16 in Kapitel 3 geben hier einen Überblick.

Für den Fachbeitrag WRRl wird gemäß dem Urteil des BVerwG 9 A 18.15 vom 10.11.2016 und 9 A 2.18 vom 12.06.2019 keine gesonderte Betrachtung dieser Kleingewässer vorgenommen. Es wird jedoch bewertet, ob durch das Bauwerk der ökologische und chemische Zustand der berichtspflichtigen Küstenwasserkörper beeinflusst wird oder ob ggf. grundwasserabhängige Landökosysteme beeinflusst werden.

#### **4.3 Nennung und Beschreibung der betroffenen Küstenwasserkörper (KWK)**

Es werden drei Küstenwasserkörper (KWK) direkt durch den Neubau der Fehmarnsundquerung bzw. durch bau- und betriebszeitliche Einleitungen beeinflusst. Das sind die KWK Fehmarn Sund W und Fehmarn Sund E sowie der KWK Orther Bucht. In zwei weiteren KWK kann eine indirekte Beeinflussung durch Meeresströmungen nicht von vornherein ausgeschlossen werden (Fehmarn Sund Ost und Fehmarn Belt E). Das geborgene Baggergut des Absenkgrabens soll im Küstenmeer Schlei/ Trave verbracht werden. Auswirkungen auf den KWK Fehmarn Belt E sind potenziell möglich. Auch hier folgt eine Bewertung des Vorhabens. Im KWK Fehmarn Belt W ist eine Riffkompensation für die im Rahmen der Baumaßnahme im KWK Fehmarn Sund W entfernten Riffen geplant (Kohärenzmaßnahme gemäß LBP (Unterlage 17.01), 061\_K „Neuanlage von Riffen auf externer Riffkompensationsfläche“). Die Riffkompensation stellt keine Beeinflussung durch das Vorhaben dar. Der KWK Fehmarn Belt W wird daher nicht weiter betrachtet.

Alle Küstenwasserkörper befinden sich im Bundesland Schleswig-Holstein, der Flussgebietseinheit Schlei/ Trave, dem Bearbeitungsgebiet Schlei/ Trave und der Planungseinheit Kossau / Oldenburger Graben. Tabelle 22 charakterisiert die Wasserkörper detaillierter (BfG, 2022).

Laut § 44 OGewV gelten die Bewirtschaftungsziele der EU-WRRl für Küstenwasserkörper 1 Seemeile seewärts der Küstenbasislinie. Das Küstenmeer Schlei/ Trave umschließt die Küstenwasserkörper bis zur AWZ (Allgemeinen Wirtschaftszone) wie in Abbildung 36 zu sehen ist.

Zur besseren regionalen ökologischen Bewertung der Küstenwasserkörper wurden die KWK Fehmarn Sund und Fehmarn Belt zum dritten Bewirtschaftungszyklus jeweils in Ost und West geteilt ((MELUND, 2021a) und Abbildung 36).

In Abbildung 36 sind die für die Bewertung nach EU-WRRL verbindlichen repräsentativen Messstellen der jeweiligen Küstenwasserkörper dargestellt. Die Ausweisung der repräsentativen Messstellen erfolgte durch das Land Schleswig-Holstein. An den geteilten Wasserkörpern wird zukünftig eine getrennte Ausweisung der Messstellen für Fehmarn Sund E und Fehmarn Belt W erfolgen, die Standorte sind jedoch noch nicht festgelegt.

Der Küstenwasserkörper Orther Bucht wird seit dem Jahr 2016 mittels der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 bewertet.

Im Hoheitsgewässer Küstenmeer Schlei/ Trave wird lediglich der chemische Zustand bewertet (BfG, 2022).

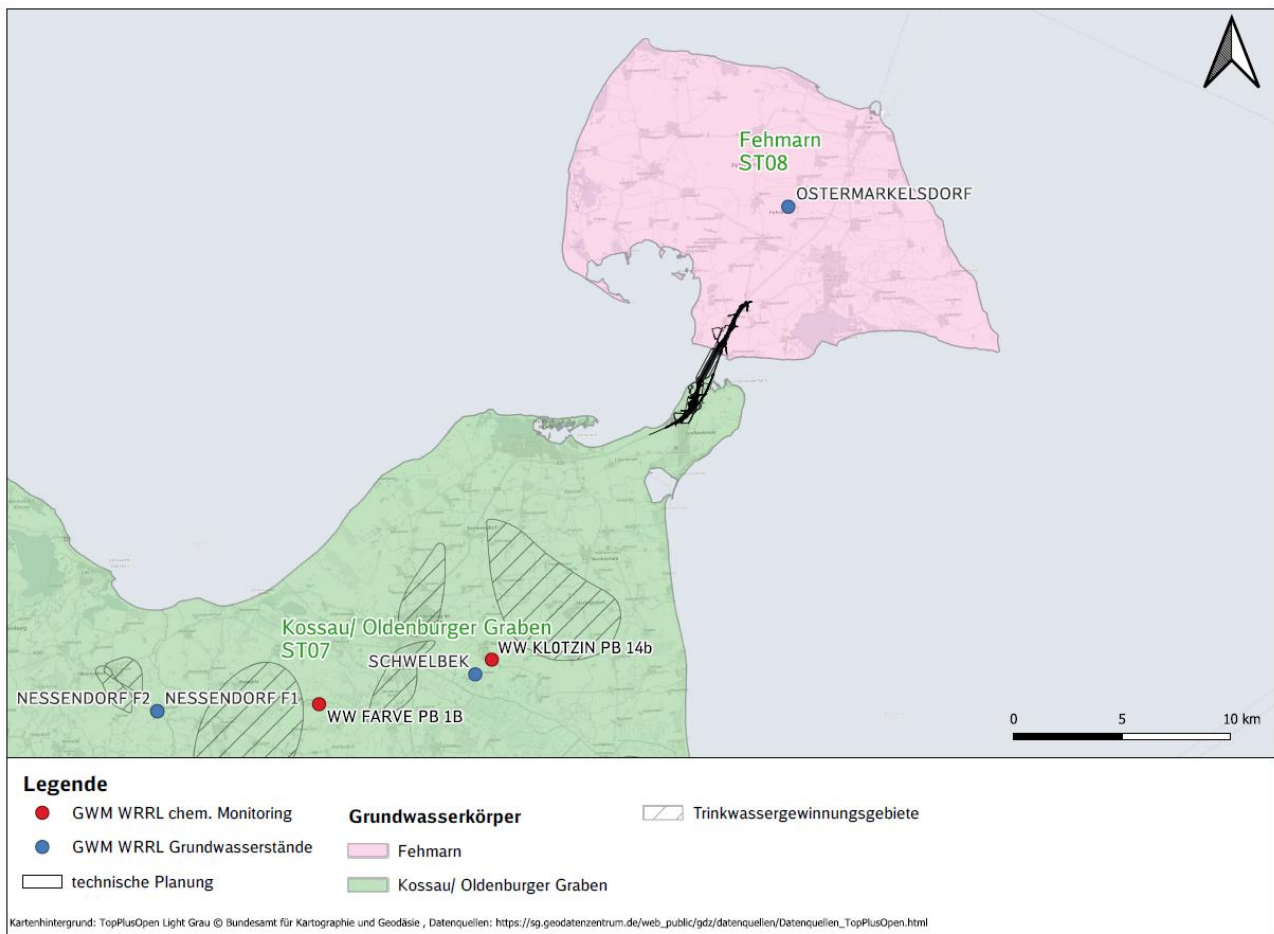
**Tabelle 22: Beschreibung der Küstenwasserkörper nach (BfG, 2022)**

<b>Kennung, Wasserkörperbezeichnung und zugeordnete repräsentative Messstelle</b>	<b>Gewässerfläche</b>	<b>Gewässertyp</b>	<b>Kategorie</b>
DECW_DESH_B2-9610-09-02 <b>Orther Bucht</b> DESM_SH_961010	13,077 km <sup>2</sup>	Mesohalines inneres Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B2b)	Natürlich
DECW_DESH_B3-9610-09-07A <b>Fehmarn Sund W</b> DESM_SH_961010	73,138 km <sup>2</sup>	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3b)	Natürlich
DECW_DESH_B3-9610-09-08A <b>Fehmarn Belt W</b> DESM_SH_961008	45,862 km <sup>2</sup>	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3b)	Natürlich
DECW_DESH_B3-9610-09-08B <b>Fehmarn Belt E</b> DESM_SH_961008	23,608 km <sup>2</sup>	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3b)	Natürlich
DECW_DESH_B3-9610-09-07B <b>Fehmarn Sund E</b> DESM_SH_961010	186,878 km <sup>2</sup>	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3b)	Natürlich

Kennung, Wasserkörperbezeichnung und zugeordnete repräsentative Messstelle	Gewässerfläche	Gewässertyp	Kategorie
DECW_DESH_B4-9610-09-12 <b>Fehmarn Sund Ost</b> DESM_SH_961013	41,613 km <sup>2</sup>	Mesopolyhalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B4)	Natürlich
DETE_DESH_B0-9610 <b>Küstenmeer Schlei/ Trave</b> DESM_SH_961014	2.071,898 km <sup>2</sup>	Küstenmeer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B0)	

#### 4.4 Nennung und Beschreibung der betroffenen Grundwasserkörper (GWK)

Vom geplanten Bauvorhaben sind potenziell die Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) (siehe Abbildung 37) betroffen.



**Abbildung 37: Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) mit repräsentativen Messstellennach EU-WRRL (nach MEKUN, 2023)**

#### GWK Kossau/ Oldenburger Graben

Festlandseitig liegt das Bauvorhaben auf dem nach der EU – WRRL definierten Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) (Abbildung 37). Dieser GWK erstreckt sich über eine Fläche von 1.221 km<sup>2</sup>.

Natürliche Begrenzungen des Grundwasserkörpers bilden die Ostsee und im Süden die Grundwasserkörper Baltic Schwentine (ST09, ST11, ST12) und Schwartau (ST16). Im Untersuchungsgebiet sind keine Wasser- oder Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen (vgl. Abbildung 50) (MEKUN, 2023). In 11,5 km Entfernung in

südwestlicher Richtung befindet sich das Wasserwerk Klötzin, wo dem Grundwasserkörper Grundwasser zur Trinkwasserversorgung entnommen wird. In ca. 14,5 km Entfernung befindet sich die repräsentative Messstelle Grammdorf, Sportplatz. Die Gemeinde Großenbrode wird über die Wasserwerke Farve und Klötzin mit Trinkwasser versorgt (ZVO, 2023). Fünf weitere Standorte in größerer Entfernung dienen der Trinkwasseraufbereitung im Gebiet des Grundwasserkörpers (ZVO, 2023).

Daten zur Grundwasserneubildung und eine Zusammenstellung der aktuellen chemischen Analysedaten stellte das LfU Schleswig-Holstein, Dezernat 44 (LLUR, 2022) zur Verfügung. Niederschlagsdaten (Wetterkontor, 2023, LLUR, 2021a, DWD, 2023) und bodenkundliche, geologische und hydrogeologische Überblickskarten wurden vom Land Schleswig-Holstein (MEKUN, 2023) für die Bewertung genutzt.

Der quartäre Grundwasserleiter des Grundwasserkörpers besteht aus saaleeiszeitlichen Schmelzwassersanden des Warthe-Stadiums. Die Sand-Kies Horizonte sind fein-bis mittelkörnig, teilweise grobsandig ausgeprägt (DB Netz AG, 2021a) und besitzen eine mehr als 5 m mächtige Grundwasserdeckschicht aus Geschiebemergel (MEKUN, 2023). Teilweise sind isolierte wasserführende Sandschichten eingeschlossen. Im Bereich Großenbrode beträgt die Überdeckung ca. 4,7 m (MEKUN, 2023). Am Wasserwerk Klötzin beträgt die Mächtigkeit der grundwasserleitenden Schichten 25 bis 50 m, in Grammdorf bis 25 m (MEKUN, 2023). Die Deckschichten haben eine mittlere Schutzwirkung auf das darunterliegende Grundwasser (MEKUN, 2023). In größeren Tiefen sind teilweise grundwasserführende Schichten aus alttertiären, tonig-schluffigen Sedimenten (MEKUN, 2023) ausgebildet.

Das Grundwasser entlastet in den Fehmarnsund. Im Bereich der Großenbroder Aue gibt es kleinräumige Salzwasserintrusionen.

### **GWK Fehmarn**

Der nördliche Teil des Vorhabens liegt im südlichen Bereich des Grundwasserkörpers Fehmarn (ST-08) (vgl. Abbildung 37). Dieser hat eine Ausdehnung von ca. 185 km<sup>2</sup>. Der ST-08 ist ein silikatischer Porengrundwasserleiter in einem guten mengenmäßigen und chemischen Zustand (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Geschützt wird der 5 bis 20 m mächtige Grundwasserleiter, der nur im Süden und Osten der Insel ausgeprägt ist, durch mehr als 10 m mächtige bindige (tonig-schluffige) Deckschichten aus Geschiebemergel. Auch hier sind oberflächennah vereinzelt wasserführende Sandlinsen anzutreffen (Unterlage 25).

Auf der Insel Fehmarn sind keine Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen. Die Wasserversorgung auf der Insel erfolgt nach Angaben des Wasserbeschaffungsverbands Fehmarn vom Festland (WBV, 2022 und DB Netz AG, 2021a). Nach Aussage der unteren Wasserbehörde findet lediglich eine lokale Eigenversorgung mit Grundwasser weniger Haushalte in Wulfen, am Burger See westlich des Untersuchungsgebietes statt (uWB, 2022).

Im Landbereich Großenbrode und Fehmarn wurden die grundwasserabhängigen Landökosysteme aus der Landesweiten Biotopkartierung Schleswig-Holstein (LLUR, 2022b) und der aktuelleren von der Vorhabenträgern in Auftrag gegebenen Kartierung (Unterlage 46.01) extrahiert (siehe Kapitel 3.4.2.2.5, sowie Abbildung 29 und Abbildung 30).

#### **4.5 Thematische und lagebezogene Abschichtung der Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens**

Aufgrund der vergleichsweise großen flächigen Erstreckung des Vorhabens und der unterschiedlichen Betroffenheit verschiedener Wasserkörper werden die Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens und damit die resultierenden Wirkfaktoren den identifizierten Wasserkörpern einzeln zugeordnet. Als Untersuchungs- bzw. Bewertungsraum des FB WRRL wird im Folgenden jeweils die gesamte Fläche der potenziell betroffenen Grundwasser- und Küstenwasserkörper definiert. Das Küstenmeer Schlei/Trave wird als Hoheitsgewässer gemäß Art. 2 1. Wasserrahmenrichtlinie ausnahmsweise im Hinblick auf den chemischen Zustand in dem Begriff "Oberflächengewässer" eingeschlossen.

**Tabelle 23: Merkmale und Fallgruppen des Vorhabens gemäß (MEKUN, 2024) mit Bezug auf die identifizierten Wasserkörper**

Kürzel	Merkmal des Vorhabens	Fallgruppe	Wasserkörper								
			KWK Fehmarn Sund			KWK Fehmarn Belt		KWK Orther Bucht	Küstenmeer Schlei/Trave	GWK Kossau/Oldenburger Graben	GWK Fehmarn
			W	E	Ost	W	E				
G-3	Gewässer- ausbau (inkl. Anlagen)	Neubau von Anlagen	X	X	x		x	x	X	X	X
E-1	Einleitung	Mit vorrangig stofflicher Wirkung	X	X				X		X	X
E-3		Mit vorrangig hydraulischer Wirkung	X								
A-1	Ausleitung/Entnahme von Wasser	Mit Wiedereinleitung	X								
A-2		Ohne Wiedereinleitung								X	X
K-1	Einbringung	Einbringung fester Stoffe	X		x		X		X	X	X
K-2	Entnahme	Entnahme fester Stoffe	X	x	x					X	X



## **4.6 Ist-Zustandsbeschreibung der Küstenwasserkörper im Untersuchungsgebiet**

### **4.6.1 Datenbasis**

#### **4.6.1.1 Überblick**

Neben den vorliegenden Planungen und Gutachten zum Bauvorhaben wie Lageplan und geologischen Profilschnitte (Unterlage 25), dienen die Wasserkörpersteckbriefe der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, 2022) und des Landes Schleswig-Holstein (MELUND, 2021a) als Grundlage der Einschätzung der Wasserkörper. Weitere Informationen stellen sowohl das Umweltportal Schleswig-Holstein (MEKUN, 2023) als auch der Bewirtschaftungsplan FGE Schlei/ Trave für den 3. Bewirtschaftungszeitraum (MELUND, 2021b) bereit. Tabelle 24 ist eine Zusammenstellung der Wasserkörperbewertung zu entnehmen. An den repräsentativen Messstellen nach WRRL wurden durch den VHT ergänzend ein chemisches Monitoring im Zeitraum von März 2023 – April 2024 durchgeführt.

**Tabelle 24: IST-Zustand Küstenwasserkörper (BfG, 2022, MELUND, 2021a)**

Wasserkörper	Art	Ökologischer Zustand				Chemischer Zustand			Erreichung des guten ökologischen / chemischen Zustands
		Phytoplankton	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Benthische wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	gesamt	Prioritäre Stoffe inkl. ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe*	gesamt	
DECW_DESH_ B2-9610-09-02  Orther Bucht	Mesohalines inneres Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B2)	Gut	Mäßig (fast gut)	n.v. / n. a.	Mäßig	Schlecht	Gut	Schlecht	Nach 2027
DECW_DESH_ B3-9610-09-07A  Fehmarn Sund W	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3)	Gut	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Schlecht	Gut	Schlecht	Nach 2027
DECW_DESH_ B3-9610-09-07B  Fehmarn Sund E	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3)	Gut	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Schlecht	Gut	Schlecht	Nach 2027
DECW_DESH_ B3-9610-09-08B  Fehmarn Belt E	Mesohalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B3)	Gut	Gut	Mäßig	Mäßig	Schlecht	Gut	Schlecht	Nach 2027
DECW_DESH_ B4-9610-09-12  Fehmarn Sund Ost	Mesopolyhalines offenes Küstengewässer (Ostsee) (LAWA-Typcode: B4)	Gut	n.v. / n. a.	Mäßig	Mäßig	Schlecht	Gut	Schlecht	Nach 2027
DETE_DESH_ B0-9610  Küstenmeer Schlei/ Trave	Hoheitsgewässer (TeW) (LAWA-Typcode: B0)	n.v. / n. a.	n.v. / n. a.	n.v. / n. a.	n.r.	Schlecht	Gut	Schlecht	Nicht relevant

\*) Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN: BDE, Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS), Quecksilber und Quecksilberverbindungen

n.v. / n. a. – nicht verfügbar / nicht anwendbar; n.r. – nicht relevant

Das Hauptkriterium zur Beschreibung des ökologischen Zustandes der Oberflächen- und Küstengewässer ist die Bewertung der Biota (Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen / aquatische Flora und benthische wirbellosen Fauna / Makrozoobenthos). Während in Fließ- und Standgewässern die Fischfauna im Wasserkörper bewertet wird, ist dies nicht Bestandteil der Bewertung der Küstenwasserkörper gemäß OGewV (Anlage 3 und 10).

Die Bewertung des chemischen Zustandes erfolgt in den Wasserkörpersteckbriefen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, 2022) zusammenfassend. Im Wasserkörpersteckbrief wird zudem in Prioritäre Stoffe mit ubiquitären Schadstoffen und Nitrat und Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe unterschieden. Im Steckbrief des Landes Schleswig-Holstein (MELUND, 2021a) ist der Parameter Nitrat als separates Merkmal aufgenommen. Daher werden sowohl die Steckbriefe der Bundesanstalt für Gewässerkunde und des Landes Schleswig-Holstein für die Beschreibung des Ist-Zustandes verwendet.

Während die biologischen QK im Dreijahreszyklus ausgewertet werden, erfolgt eine Bewertung des chemischen Zustands alle sechs Jahre. Ergänzend stellte das Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein Bewertungen der Makrophyten (Großalgen und Angiospermen) (LLUR, 2021b, LLUR 2021c, LfU, 2023a) aus dem Jahren 2021 und 2022 sowie chemische Analysen der Küstengewässer (LfU, 2023b) aus dem Jahr 2020 bereit.

#### **4.6.1.2 QK Phytoplankton, unterstützende allgemeine physikalische-chemische QK, Chemisches Monitoring**

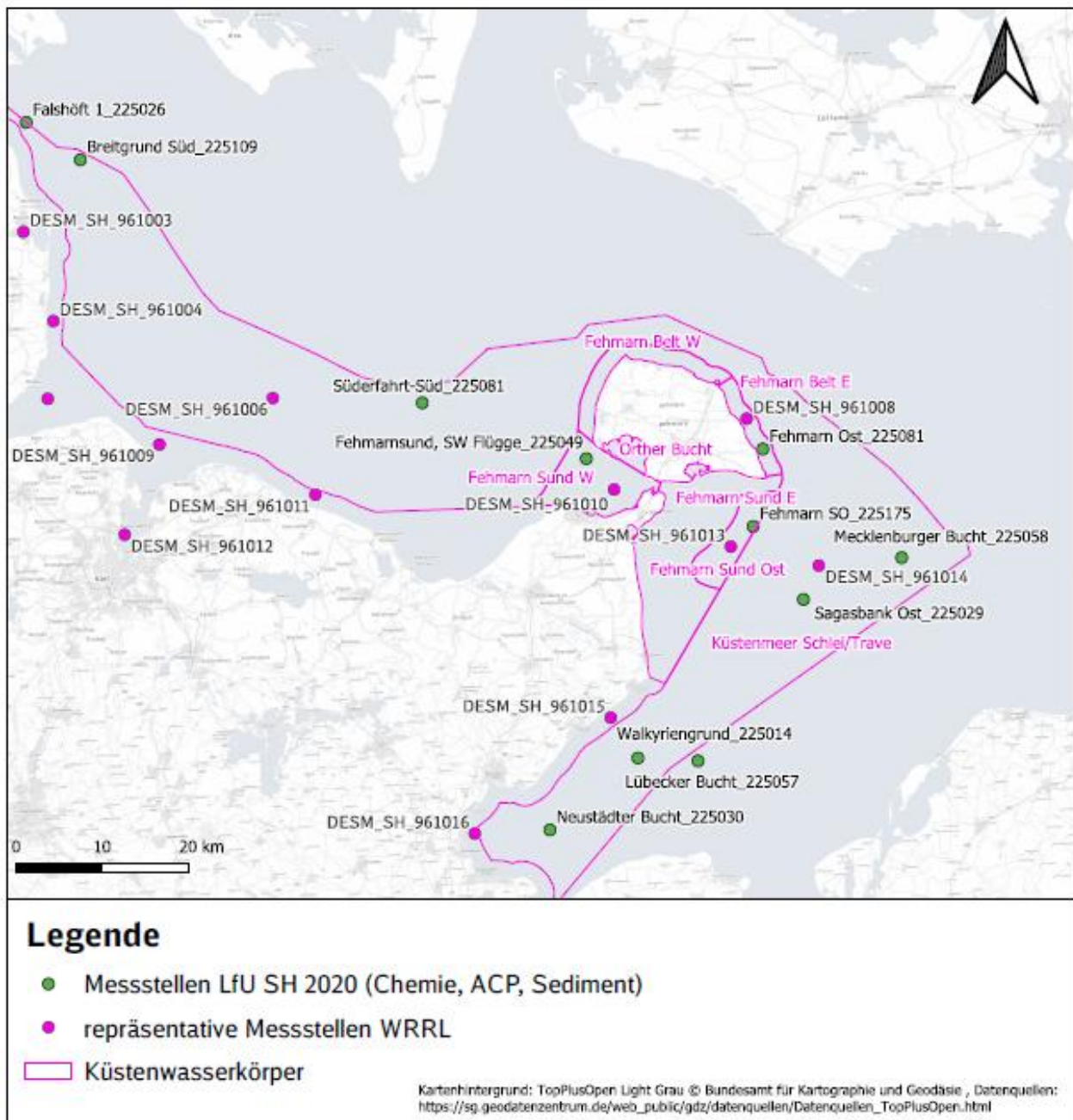
Jeder KWK wird an landeseigenen Messstellen (siehe Abbildung 38) beprobt. Dabei erfolgt die Übertragung verschiedener Messwerte einzelner Parameter aus verschiedenen Messstellen auf die jeweiligen KWK (siehe Tabelle 25). Zum Beispiel werden die Messwerte des Phytoplanktons an der Messstelle Fehmarnsund, SW Flügge (gelegen im Fehmarn Sund W) auf die KWK Fehmarn Sund E und Orther Bucht übertragen. Ebenso werden die Werte der Messstelle Fehmarn Ost (gelegen im Fehmarn Belt E) auf den Fehmarn Belt W übertragen. Der Fehmarn Sund und der Fehmarn Belt wurden 2019 in zwei Teile aufgeteilt und bisher erfolgte noch keine Errichtung neuer Messstellen. An den repräsentativen Messstellen nach WRRL wurden durch den VHT ergänzend ein chemisches Monitoring im Zeitraum von März 2023 – April 2024 durchgeführt (siehe Anlage 1). Gemäß Auskunft vom LfU wird für die Prüfung von vorhabenbezogenen Auswirkungen immer die zum Vorhaben nächstgelegene Landesmessstelle mit einer entsprechenden Datengrundlage genutzt. Während der Erstellung des FB WRRL wurde für die chemischen Parameter der KWK die Daten der Landesmessstelle Mecklenburger Bucht verwendet, da nur für diese Messstelle die chemischen Analysedaten vorlagen. Nach erneuter Abstimmung mit dem LfU sollen für die KWK Fehmarn Sund W, Fehmarn Sund E und Orther Bucht

die chemischen Daten der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flüge verwendet werden. Die Übergabe dieser Daten erfolgten erst im Dezember 2024. Für die Berechnungen in Kapitel 2.2.3 wurden daher die Daten der Landesmessstelle Mecklenburger Bucht verwendet. Der Abgleich der chemischen Analysendaten der beiden Messstellen zeigen nur unerhebliche Unterschiede, sodass auf eine Änderung der Ist-Zustands Beschreibung in den folgenden Kapiteln sowie bei den Berechnungen (Kapitel 2.2.3) verzichtet wird, da die Ergebnisse im Rahmen der Berechnungsgenauigkeit identisch wären.

**Tabelle 25: Landesmessstellen LfU (nach LfU, 2023b) und repräsentative Messstellen der KWK (nach MEKUN, 2023)**

Küstenwasserkörper	Messstelle	Art der Messstelle	Aktualität
Fehmarn Sund W	Fehmarnsund, SW Flüge	Phytoplankton	2022
	Mecklenburger Bucht	chemisches Monitoring	2020
	Fehmarnsund, SW Flüge	ACP	2020
	Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961010	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024
Fehmarn Sund E	Fehmarn SO	Phytoplankton	2022
	Mecklenburger Bucht	chemisches Monitoring	2020
	Fehmarn SO	ACP	2020
	Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961010	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024
Orther Bucht	Fehmarnsund, SW Flüge	Phytoplankton	2022
	Mecklenburger Bucht	chemisches Monitoring	2020
	Fehmarnsund, SW Flüge	ACP	2020
	Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961010	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024
Fehmarn Sund Ost	Fehmarn SO	Phytoplankton	2022
	Mecklenburger Bucht	chemisches Monitoring	2020
	Fehmarn SO	ACP	2020
	Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961013	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024
Fehmarn Belt E	Fehmarn Ost	Phytoplankton	2022
	Mecklenburger Bucht	chemisches Monitoring	2020
	Fehmarn Ost	ACP	2020

Küstenwasserkörper	Messstelle	Art der Messstelle	Aktualität
	Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961008	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024
Küstenmeer Schlei/ Trave	Lübecker Bucht, Mecklenburger Bucht, Breitgrund Süd	Chemisches Monitoring	2020
	Neustädter Bucht, Lübecker Bucht, Mecklenburger Bucht, Süderfahrt-Süd, Breitengrund Süd	ACP	2020
	Walkyriengrund, Falshöft, Sagasbank Ost	Sediment	2018
	DESM_SH_961014	ergänzend. chem. Monitoring	2023 - 2024



**Abbildung 38:** Messstellen der KWK des LfU Schleswig-Holsteins (LfU, 2023b) und die repräsentativen Messstellen der WRRL

#### 4.6.1.3 QK Großalgen und Angiospermen

Das Monitoring von Großalgen und Angiospermen (Makrophyten) in den Küstengewässern wird anhand zweier Bewertungssysteme ausgewertet: BALCOSIS in den äußeren und PHYBICO in den inneren Küstengewässern. Die Orther Bucht zählt zu den inneren Küstengewässern, die Beprobung erfolgt hier entlang von zwei Transekten (LLUR, 2021c). In den äußeren Küstengewässern Fehmarn Sund W & E und Fehmarnbelt W & E erfolgt die Beprobung an fünf Transekten an einzelnen Stationen/Infopunkte (LLUR, 2021b). Die Untersuchungsergebnisse werden dann zusammengeführt und für einen zentralen Punkt innerhalb des Küstengewässerwasserkörpers (Stationen/ Infopunkte) angegeben. In Tabelle 26 sind die Messstellen/Stationen der Transekten der Makrophyten den jeweiligen Küstenwasserkörpern zugeordnet und in Abbildung 39 dargestellt.

**Tabelle 26: Messstellen biologische QK Makrophyten LfU nach (LLUR, 2021b; LLLUR, 2021c)**

Küstenwasserkörper	Messstellen	Art der Messstelle	Aktualität
Orther Bucht	Lemkenhafen (LEM-1) Orth (ORT-1)	Makrophyten	2021
Fehmarn Sund W	Strukkamphuk (STR SEE) Strukkamphuk (STR FUC) Großenbrode Weststrand (GRW ROT)	Seegras Fucus Rotalgen	2022
Fehmarn Sund E	Burg (BUR SEE) Burg (BUR FUC) Staberhuk (STH ROT)	Seegras Fucus Rotalgen	2022
Fehmarn Belt W	Wallnau (WAL SEE) Westermarkelsdorf (WMA FUC) Wallnau (WAL ROT)	Seegras Fucus Rotalgen	2022
Fehmarn Belt E	Steilküste Staberhuk (SKS SEE) Katharinenhof (KAT FUC) Katharinenhof (KAT ROT)	Seegras Fucus Rotalgen	2022

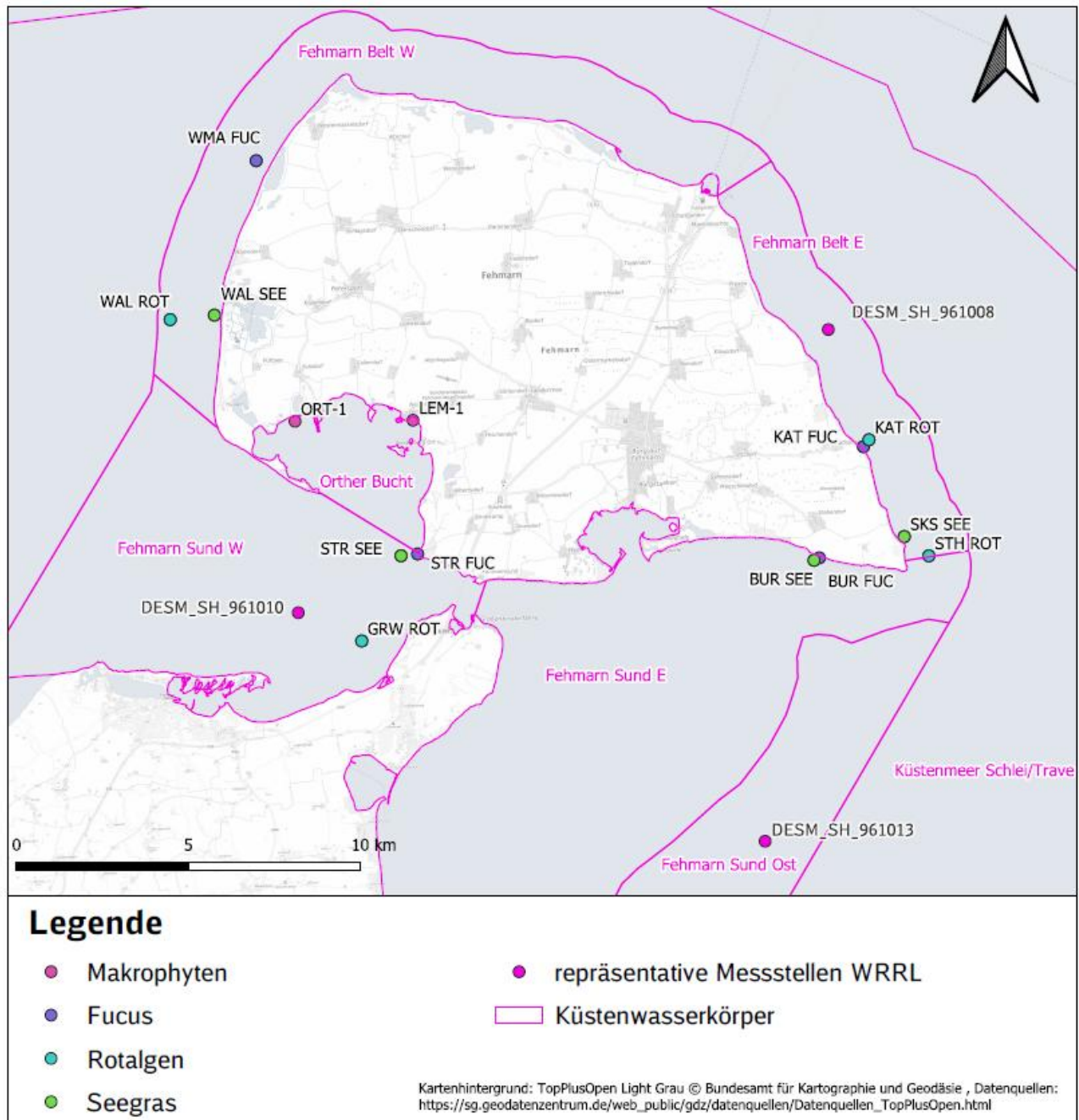


Abbildung 39: Messstellen der biologische QK Großalgen und Angiospermen der KWK nach (LLUR, 2021b; LLUR,2021c)



#### 4.6.1.4 QK Benthisch wirbellose Fauna

Die Messung der benthisch wirbellosen Fauna (MZB) erfolgt an den in Abbildung 40 dargestellten Landesmessstellen. Die durch (LfU, 2023b) übergeben Daten für die QK sind von 2020. Bei der Betrachtung der KWK wurden der Fehmarn Sund und der Fehmarn Belt noch als ein Wasserkörper betrachtet und nicht in Ost und West aufgeteilt. Die Zuordnung der jeweiligen Messstellen zu den einzelnen KWK ist Tabelle 27 dargestellt.

**Tabelle 27: Messstellen biologische QK benthisch wirbellose Fauna nach (LfU, 2023b)**

Küstenwasserkörper	Messstellen	Art der Messstelle	Aktualität
Fehmarn Sund W	MB11 MB14	MZB	2020
Fehmarn Sund E	MB11 MB14	MZB	2020
Orther Bucht	KB3	MZB	2020
Fehmarn Belt W	MB12	MZB	2020
Fehmarn Belt E	MB12	MZB	2020
Fehmarn Sund Ost	MB10 MB13	MZB	2020

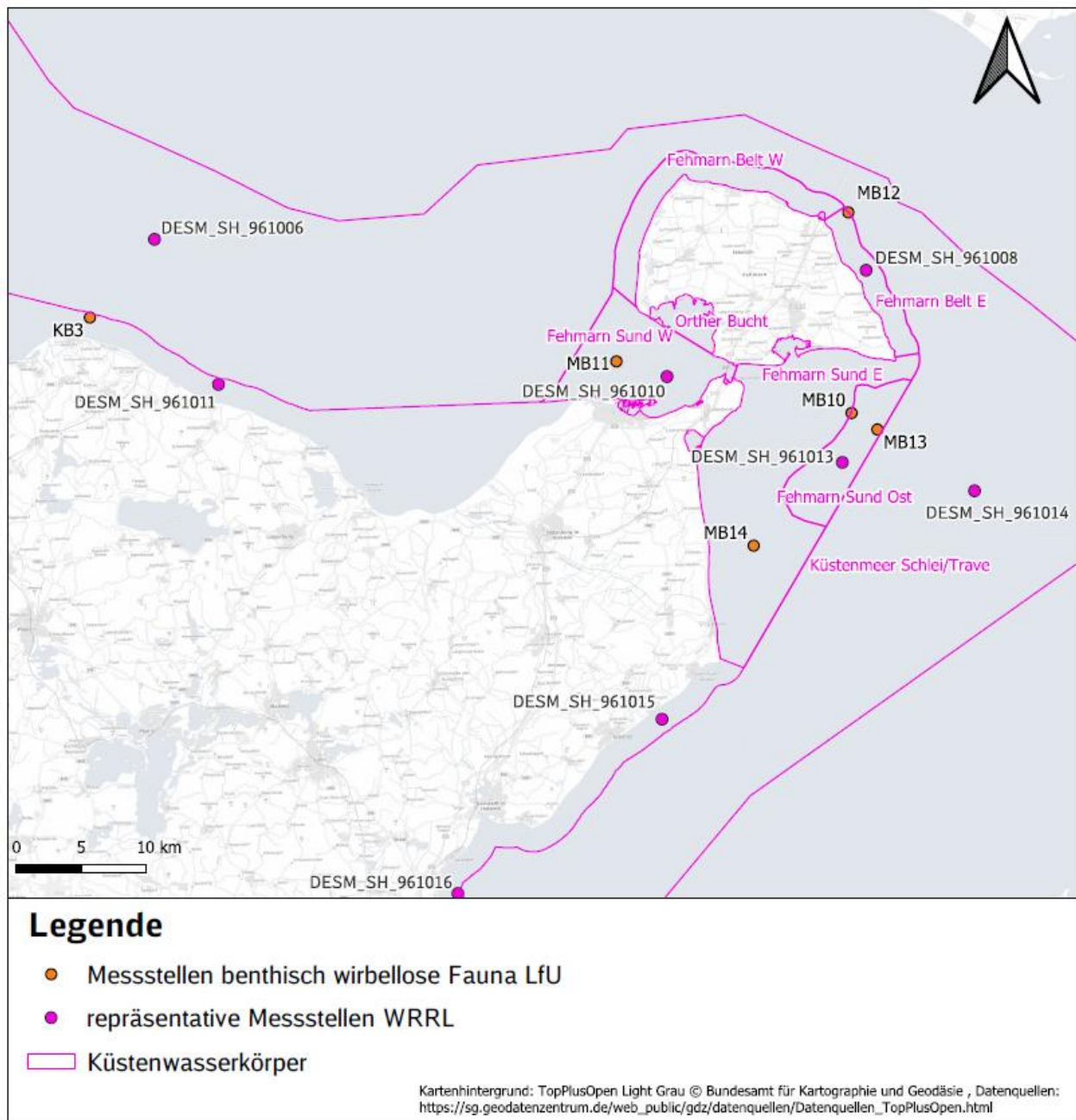


Abbildung 40: Messstellen der biologischen QK benthisch wirbellose Fauna der KWK 2020 nach (LfU, 2023b)

#### **4.6.1.5 Ergänzungen Chemischer Zustand**

In den Wasserkörpersteckbriefen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, 2022) werden die in den Wasserkörpern nachgewiesenen prioritären Stoffe, welche ihre UQN überschreiten ausgewiesen.

Im Allgemeinen werden hier Quecksilber und Quecksilberverbindungen, Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate genannt.

Der Nachweis und die Überschreitung der UQN von Quecksilber und Quecksilberverbindungen ist auf aktuelle und historische atmosphärische Depositionen zurückzuführen. Diese Verbindungen werden bei Verbrennungsprozessen (Kohlekraftwerke, oder auch vulkanischer Aktivität) frei und reichern sich im Sediment an. Sie werden u.a. in Fischen akkumuliert (MELUND, 2021a).

Bromierte Diphenylether (BDE) werden seit 60 Jahren als Flammschutzmittel eingesetzt. Ein Eintrag der persistenten, toxischen Substanz findet atmosphärisch, bzw. durch den Eintrag der Substanz von ausgelaugten, mit BDE behandelten Kunststoffen (MELUND, 2021a), wie auch über in der Landwirtschaft ausgebrachte Klärschlämme und andere Wege (BMUV, 2023), statt.

2019 fand eine deutschlandweite Messkampagne zu den Gehalten an Quecksilber und BDE statt. In allen Oberflächenwasserkörpern in Schleswig-Holstein, wie auch im gesamten Bundesgebiet kam es zu Überschreitungen dieser Qualitätskomponente in der Biota (vgl. MELUND, 2021a). Aufgrund der flächenhaften Verteilung der Stoffe in allen Oberflächenwasserkörpern wurde auf der 158. LAWA-Sitzung beschlossen, dass der chemische Zustand aller Oberflächenwasserkörper in Deutschland als schlecht eingestuft wird (LAWA, 2019).

Für den Parameter Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) wurde ebenfalls die UQN überschritten. PFOS wurden seit den 1950ern Jahren in unterschiedlichen technischen Prozessen und Produkten zur Oberflächenveredlung und in der Spezialchemie eingesetzt. Es fand Anwendung in Feuerlöschschäumen, Fotoresistlacken, fotografischen Beschichtungen, medizinischen Geräten, Insektiziden, Textilien und Teppichen, Papier und Verpackungen. Seit 2015 wurde die Produktion von PFOS in Deutschland eingestellt (UBA, 2021).

## 4.6.2 Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund W

### 4.6.2.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial

#### 4.6.2.1.1 Biologische Qualitätskomponenten

Der ökologische Zustand des Küstenwasserkörpers wird als mäßig eingestuft (siehe Tabelle 28).

Der Zustand des Phytoplanktons ist gut. Der Parameter weitere aquatische Flora bzw. der Großalgen und Angiospermen wird als mäßig bewertet (BfG, 2022, MELUND, 2021a, LfU, 2023a). Der Parameter der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) wird als mäßig bzw. nicht gut eingestuft (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Ein guter ökologischer Zustand wird voraussichtlich 2039 oder früher erreicht werden (MELUND, 2021a).

**Tabelle 28: Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund W gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Fehmarn Sund W
Ökologischer Zustand (gesamt)	mäßig/ nicht gut
Phytoplankton	gut
Weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen)	mäßig /nicht gut
Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	mäßig /nicht gut

##### 4.6.2.1.1.1 Phytoplankton

Der Zustand der QK ist für den laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Ausschlaggebend sind hier die mittleren Sommerkonzentrationen (Mai – September) des Chlorophyll a. In Tabelle 29 sind die mittleren gemessenen Chlorophyll a-Konzentrationen für den Bewertungszeitraum Mai – September an der Messstelle Fehmarnsund, SW Flüge (Lage siehe Abbildung 38) für den Zeitraum 2020 -2022 dargestellt (LfU, 2024b).

**Tabelle 29: Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Sund W gemäß (LfU, 2024b), EQR-Wert berechnet nach (Sagert et al., 2008)**

Jahr	Mittlere Chlorophyll a-Konzentration (Mai–September) in µg/l	EQR-Wert	Bewertung
2020	2,10	0,561	mäßig
2021	1,60	0,710	gut
2022	1,34	0,920	sehr gut

#### 4.6.2.1.1.2 Großalgen und Angiospermen

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ (BfG, 2022) bzw. „mäßig/ nicht gut“ (MELUND, 2021a) bewertet worden. Dies ergibt sich aus den Bewertungen der Jahre 2021 – 2022 (siehe Tabelle 30). Der Jahresendwert (parameterbasiert) liegt bei 0,451 und damit innerhalb des Intervalls (0,400 – 0,600) für eine mäßige Bewertung des ökologischen Zustandes.

**Tabelle 30: EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Sund W 2021– 2022 (LLUR, 2021b)**

Jahr	Tiefengrenze Zostera marina	Opportunisten im Seegrasbestand	Tiefengrenze von Fucus spp.	Dominanz von Fucus spp.	Opportunisten im Phytal	Artenreduktion	Biomasseanteil Furcellaria	Jahresendwerte
2021	0,335	0,580	0,250	0,886	0,560	0,493	0,213	0,457
2022	0,335	0,689	0,280	0,857	0,360	0,553	0,150	0,445
Mittelwert	0,335	0,635	0,265	0,872	0,460	0,523	0,182	
6-Jahreswert (parameterbasiert)								0,451
Bewertung ökologischer Zustand								mäßig

### **Zusammenfassung Bestandsituation:**

In Abbildung 41 ist die räumliche Verteilung und der Bedeckungsgrad der Gemeinschaften der Großalgen und Angiospermen gemäß (Unterlage 47.01) im Untersuchungsgebiet innerhalb des KWK Fehmarn Sund W dargestellt. Die Fläche des Untersuchungsgebietes im Fehmarn Sund W beträgt ca. 2.779 ha. Davon sind ca. 1.000 ha (36 %) ohne Bewuchs und auf ca. 950 ha (34 %) wurde ein Bewuchs mit einer Bedeckung < 10 % kartiert. In dem Bereich mit spärlichem Bewuchs, ist die Vegetation so gering, dass sie nicht als Pflanzengemeinschaft gilt, sondern als Einzelpflanzen.

In Tabelle 31 sind die gemäß (Unterlage 47.01) kartierten Pflanzengemeinschaften und ihren jeweiligen Anteil an der Fläche des Untersuchungsgebietes im KWK Fehmarn Sund W zusammengefasst.

**Tabelle 31: Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01)**

Pflanzengemeinschaft	Bewuchstyp	Hauptsubstrat	Tiefenbereich	Anteil an Fläche im UG im KWK [%]
Meersalden/Lagunentyp	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 1,3	0,2
Seegras	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 7,5	11,0
Seegras/Fucus	Weich- & Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 1,5	4,9
Fädige Algen	Hartboden	Mischsubstrat	1,4 – 8,1	4,7
Fucus	Hartboden	Mischsubstrat	0,8 – 2,5	3,6
Mehrfährige Rotalgen	Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 8,9	5,7
Gesamt (≥10 %)				30

Gemäß (Unterlage 47.01) wurden die Großalgen- und Angiospermengemeinschaften in eine vierstufige Bedeutungsmatrix eingeordnet (siehe Tabelle 32). Die Bedeutung wird dabei von ihrem funktionalen Wert für das Ökosystem abgeleitet (z.B. ihrer Funktion als Lebensraum sowie als Laichgebiet, Kinderstube und Nahrungsgrund für Wirbellose, Fische und andere Tiere). Alle Pflanzengemeinschaften mit Ausnahme der Fädigen Algen haben ab einer Bedeckung ab 25 % eine hohe, bzw. einer Bedeckung ≥ 50 % eine sehr hohe Bedeutung.

**Tabelle 32: Bedeutungsmatrix der Großalgen- und Angiospermengemeinschaften gemäß (Unterlage 47.01)**

Bedeutung	Makrophytengemeinschaft	Bedeckung
sehr hoch	Meersalden/Lagunentyp	≥ 50 %
	Seegras	
	Seegras/Fucus	
	Fucus	
	Mehrjährige Rotalgen	
hoch	Meersalden/Lagunentyp	25 < 50 %
	Seegras	
	Seegras/Fucus	
	Fucus	
	Mehrjährige Rotalgen	
mittel	Meersalden/Lagunentyp	10 < 25 %
	Seegras	
	Fucus	
	Mehrjährige Rotalgen	
gering	Fädige Algen	≥ 10 %
	spärlicher Bewuchs	1 < 10 %



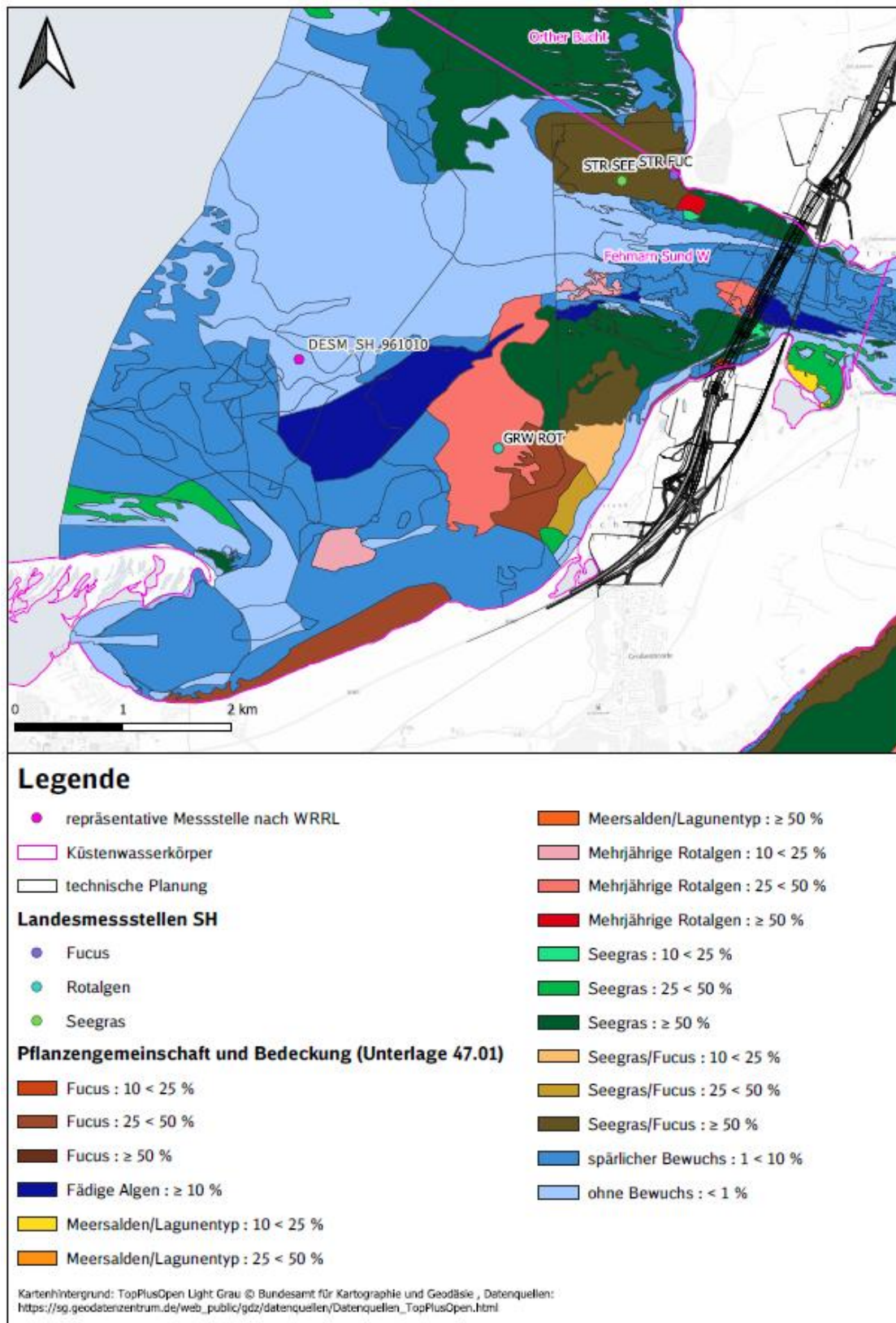


Abbildung 41: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01)



#### 4.6.2.1.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ (BfG, 2022) bzw. „mäßig/ nicht gut“ (MELUND, 2021a) bewertet worden. Der EQR-Wert für diesen KWK liegt im Jahr 2020 bei 0,428 und somit in unteren Bereich des Bewertungsintervalls (0,400 – 0,600) für den mäßigen Zustand.

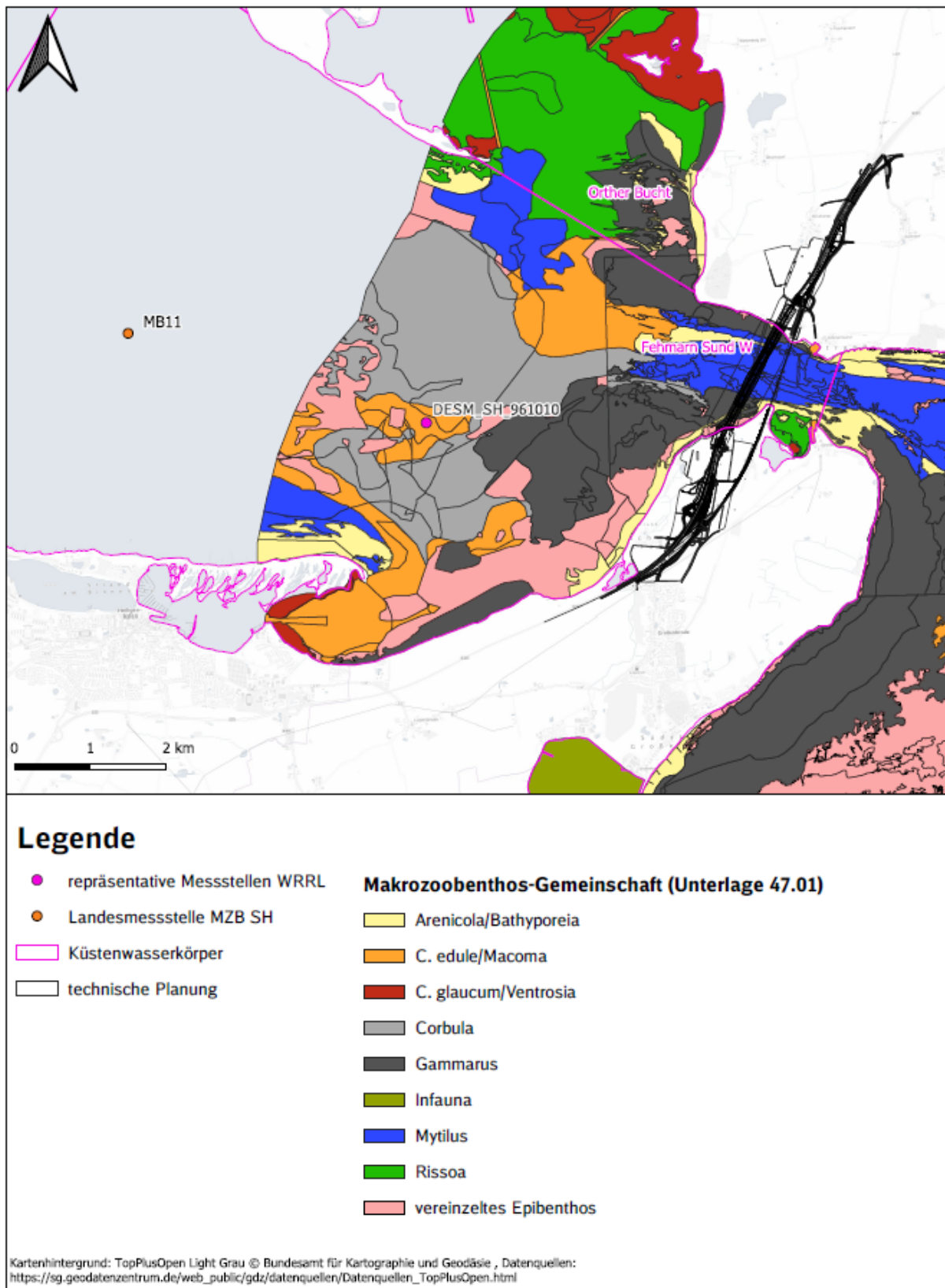
#### Zusammenfassung der Bestandssituation:

Abbildung 42 zeigt die räumliche Verteilung der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) im Untersuchungsgebiet im Bereich des KWK Fehmarn Sund W. Die gesamte Fläche des Untersuchungsgebietes im Fehmarn Sund W von ca. 2779 ha ist wird von benthisch wirbelloser Fauna besiedelt. Dabei treten auf ca. 410 ha (ca.14,8 %) vereinzelte Epibenthos auf, die keiner Gemeinschaft zugeordnet werden konnten (Unterlage 47.01). Die weiteren kartierten benthischen wirbellosen Faunagemeinschaften sind in Tabelle 33 zusammengefasst. Die größte Fläche des UG im Fehmarn Sund W nimmt hier die *Corbula*-Gemeinschaft mit ca. 753 ha (27,1 %) ein. Im Bereich des geplanten Vorhabens dominieren *Mytilus*- Gemeinschaften und *Gammarus*-Gemeinschaften und es treten Flächen mit *Arenicola/Bathyporeia*-Gemeinschaften sowie mit vereinzelten Epibenthos auf.

**Tabelle 33: Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01)**

Gemeinschaft	MZB-Typus	Habitat (Hartsubstrat/ Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Fläche im UG im KWK [%]
<i>Mytilus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, wenig bis mittlere Phytalbedeckung	6,3	0,4-11,6	13,0
<i>Gammarus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, viel Phytal (v.a. Seegras)	3	0,7-7,9	19,0
<i>Rissoa</i>	Epifauna	(z. T. schlickiger) Feinsand mit Phytal (v.a. Seegras)	1,8	0,5-4,6	2,0
<i>Arenicola/Bathyporeia</i>	Infauna	exponierter Sandgrund, z. T. Rippelstrukturen, kein bis wenig Phytal	1,8	0,5-6,9	5,9
<i>C.edule/Macoma</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden, kein bis wenig Phytal	6,9	2,5-9,7	17,4

Gemein- schaft	MZB- Typus	Habitat (Hartsubstrat/ Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Flä- che im UG im KWK [%]
<i>C.glaucum/ Ventrosia</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden mit mittlerer Phythalbedeckung	0,5	0,4-1,3	0,9
<i>Corbula</i>	Infauna	Feinsand ohne Phythal	8	7,1-8,5	27,1
vereinzelt Epibenthos			5,5	0,4-10,1	14,8



**Abbildung 42: Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 47.01)**

#### **4.6.2.1.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **4.6.2.1.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Unterstützende Qualitätskomponenten sind hydromorphologische Merkmale wie die Morphologie und das Tidenregime. Dieser KWK weist hydromorphologische Veränderungen auf, sodass die QK Morphologie als nicht gut eingestuft wird (MELUND, 2021a). Die QK Tidenregime wird als gut bewertet (MELUND, 2021a).

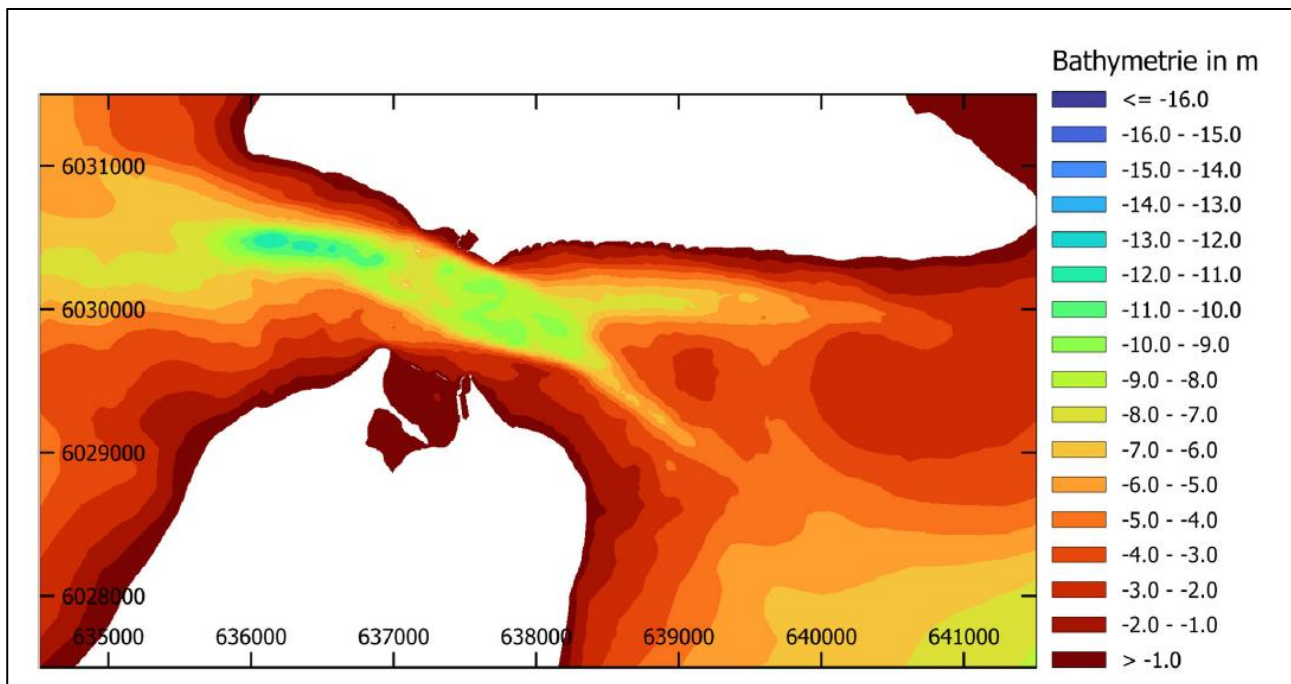
Nach Angaben des Baugrundgutachtens (Unterlage 25) und der Zustandsbeschreibung der Makrophyten (LLUR, 2021b) ist das Sediment des direkt betroffenen Küstenwasserkörpers feinkörnig ausgebildet. Dieser wird beschrieben als sandig ausgeprägter Geschiebemergel. (LLUR, 2021b) beschreibt ein häufiges Vorkommen von Weichsubstraten, vereinzelt Hartsubstrate (Riffe). Die maximale Wassertiefe des KWK wird mit 18 m angegeben.

Im Bereich des Bauvorhabens wird der Untergrund mit gering mobilisierbarem Mergel (5-20 %) unter Feinsanden (mobilisierbar bis 100 %) angegeben (LLUR, 2021b, Unterlage 51.02).

Der vom offenen Meer geschützt liegende Gewässerkörper ist anthropogenen Einflüssen wie Seeschiffverkehr, Hafenanlagen und Campingplätzen ausgesetzt. Ein Nährstoffeintrag erfolgt durch die Einmündung landwirtschaftlicher Gräben und eutropher Flüsse wie dem Oldenburger Graben, südlich des Untersuchungsgebiets. Auch findet ein Wasseraustausch mit dem Wasserkörpers Orther Bucht statt (LLUR, 2021b).

Durch die Ost-West-Ausrichtung des Fehmarnsundes sind die Strömungsrichtungen ebenfalls in dieser Ausrichtung vorherrschend (Unterlage 51.02). Die oberflächennahe Strömung wird in den Flachwasserbereichen der Ostsee vorwiegend vom Wind bestimmt. In Wassertiefen ab 15 m kommt es im Sommer zu der Ausbildung einer thermohalinen Schichtung. Es findet dann kaum ein vertikaler Stoffaustausch statt (IPN, 2023).

Die Bathymetrie des IST-Zustandes im geplanten Baubereich ist in Abbildung 43 dargestellt.



**Abbildung 43: Bathymetrie IST-Zustand im KWK Fehmarn Sund W im geplanten Baubereich (Unterlage 51.02)**

#### **4.6.2.1.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse, der Sauerstoff- und Salzgehalt, Versauerungszustand und Stickstoff- und Phosphorverbindungen führen zu der Bewertung der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten. Die Parameter Sichttiefe, Temperaturverhältnisse und Salzgehalt wurden gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK als nicht relevant eingestuft.

##### **4.6.2.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

Die Werte für den Sauerstoffgehalt werden gemäß Wasserkörpersteckbrief (MELUND, 2021a, BfG, 2022) eingehalten. In 2020 wurden an der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flüge Sauerstoffkonzentrationen von 6,27 mg/l (September 2020, 1,3 m Tiefe) bis 11,91 mg/l (Januar 2020, 1 m Tiefe) gemessen. Im Durchschnitt beträgt die Sauerstoffkonzentration an der Messstelle Fehmarnsund, SW Flüge 9,09 mg/l. In 2020 wurden ebenfalls Sauerstoffindices von 8,95 % (September 2020, 1,3 m Tiefe) bis 106,02 % (Januar 2020, 1 m Tiefe) gemessen. Durchschnittlich betrug der Sauerstoffindex im Jahr 2020 90,03 %. Ergänzend wurden durch den VHT an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 die Parameter TOC, BSB und Eisen von März 2023 bis März 2024 gemessen (siehe Tabelle 34). Es wurden TOC-Konzentrationen von 3,5 mg/l (1 m über der

Sohle) bzw. von 3,80 mg/l (Gewässeroberfläche) bis 84,00 mg/l (April 2023, in beiden Probenahmentiefen) gemessen. Im Jahresdurchschnitt betragen die TOC-Konzentrationen 10,76 mg/l an der Gewässeroberfläche und 10,81 mg/l 1m über der Gewässersohle. Die BSB-Konzentrationen lagen in beiden Probenahmehorizonten immer unterhalb der Nachweisgrenze von 3 mg/l. Eine Ausnahme bildet der Oktober 2023, hier konnten in beiden Probenahmehorizonten eine BSB-Konzentration von 3 mg/l nachgewiesen werden.

Lediglich im April 2023 konnte in beiden Probenahmehorizonten eine Eisenkonzentration von 0,14 mg/l nachgewiesen werden. In den anderen beprobten Monaten lagen die Eisenkonzentrationen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze (variierten zwischen 0,05 und 0,01 mg/l).

**Tabelle 34: Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarnsund, SW Flügge	DESM_SH_961010	
		1 m unter Gewässeroberflä- che	1 m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Sauerstoffkonzentration [mg/l]			
MIN	6,27		
MAX	11,91		
Jahresdurchschnitt	9,09		
Sauerstoffindex [%]			
MIN	8,95		
MAX	106,02		
Jahresdurchschnitt	90,03		
TOC [mg/l]			
MIN		3,80	3,50
MAX		84,00	84,00
Jahresdurchschnitt		10,76	10,81
BSB-5 [mg/l]			
MIN		<3	<3
MAX		3	3
Jahresdurchschnitt		1,61	1,61
Eisen [mg/l]			
MIN		< 0,05	< 0,05
MAX		0,14	0,14
Jahresdurchschnitt		0,04	0,04

#### 4.6.2.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen

Die Werte für die Stickstoffverbindungen werden gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die

Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtstickstoff ausschlaggebend. Der Jahresdurchschnitt der durch (LfU, 2023b) in 2020 ermittelten Gesamtstickstoffkonzentrationen beträgt 0,19 mg/l (siehe Tabelle 35) und liegt damit für den KWK Fehmarn Sund W über der Anforderung eines sehr guten ökologischen Zustandes ( $\leq 0,13$  mg/l, gemäß Anlage 7 der OGewV) und unterhalb der Anforderung für einen guten ökologischen Zustand (0,2 mg/l gemäß Anlage 7 der OGewV). Der ermittelte Jahresdurchschnitt von 2020 zeigt abweichend von der Einstufung im Wasserkörpersteckbrief, dass der Orientierungswert eines guten Zustandes eingehalten wird, sodass hier eine Tendenz zum guten Zustand zu erkennen ist.

**Tabelle 35: Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarnsund, SW Flüge	DESM_SH_961010	
		1 m unter Gewässeroberfläche	1 m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Gesamtstickstoff [mg/l]			
MIN	0,14		
MAX	0,22		
Jahresdurchschnitt	0,19		
Nitrat-Stickstoff [mg/l]			
MIN	<0,0014		
MAX	0,07		
Jahresdurchschnitt	0,01		
Ammonium-Stickstoff [mg/l]			
MIN	0,01	<0,03	<0,03
MAX	0,11	0,07	0,07
Jahresdurchschnitt	0,03	0,03	0,03
Nitrit-Stickstoff [mg/l]			
MIN	<0,00028		
MAX	0,006		
Jahresdurchschnitt	0,0013		

#### 4.6.2.1.2.2.3 Phosphorverbindungen

Die Werte für die Phosphorverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtphosphor (Summe aus Ortho-Phosphat-Phosphor, allgemeinen Phosphaten, kondensierten Phosphaten und organischen Phosphatverbindungen) ausschlaggebend. Die mittlere Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration liegt mit 0,0131 mg/l (2020, (LfU, 2023b)) noch im Bereich des guten Zustandes (Grenzwert zum mäßigen Zustand  $\leq 0,0136$  mg/l). Der ermittelte Jahresdurchschnitt von 2020 zeigt abweichend von der Einstufung im Wasserkörpersteckbrief, dass der Orientierungswert eines guten Zustandes eingehalten wird, sodass hier eine Tendenz zum guten Zustand zu erkennen ist.

**Tabelle 36: Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarnsund, SW Flüge	DESM_SH_961010	
		1 m unter Gewässeroberfläche	1 m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Gesamtphosphor [mg/l]			
MIN	0,006	<0,1	<0,1
MAX	0,042	<1,0	<1,0
Jahresdurchschnitt	0,0131	0,40	0,40
Ortho-Phosphat-Phosphor [mg/l]			
MIN	0,002	<0,01	<0,01
MAX	0,037	0,03	0,03
Jahresdurchschnitt	0,011	0,01	0,01

#### 4.6.2.1.2.2.4 Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Für flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) keine Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasser und Sediment ermittelt.

Für den KWK Fehmarn Sund W liegen keine direkten Ergebnisse spezieller Schadstoffuntersuchungen vom LfU vor. Die Messwerte an der nächstliegenden Stationen Mecklenburger Bucht (MSt-Nr.: 225058) für die Wasserchemie und für die Messwerte der Sedimentchemie an der Station Sagasbank Ost (Mst-Nr.: 225029) wurden für die Bewertung herangezogen. Die Konzentrationen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe lagen im Wasser und im Sediment unterhalb ihrer UQN (siehe Kapitel 4.6.7.1). Auch bei den ergänzenden chemischen Untersuchungen des VHT an der repräsentativen Messstelle wurden bei keinem der untersuchten



Parameter im Wasser und Sediment Überschreitungen der UQN nach Anlage 6 der (OGewV, 2020) festgestellt (siehe Anlage 3 OGewV).

#### 4.6.2.2 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand des KWK Fehmarn Sund W wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 37) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 37: Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund W gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Fehmarn Sund W
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten (Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Für den KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte der Messstelle Mecklenburger Bucht, welche im Küstenmeer Schlei/Trave gelegen ist, auf diesen KWK übertragen. Aus den Ergebnissen der Messungen von 2020 geht hervor, dass kein gemessener Parameter die UQN nach Anlage 8 der OGewV überschreitet. Aus den ergänzenden Untersuchungen des VHT gehen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN gemäß Anlage 8 OGewV (siehe Anlage 3).

Ein guter chemischer Zustand soll nach 2045 erreicht werden (MELUND, 2021a).

#### 4.6.2.3 Weitere Parameter

##### 4.6.2.3.1 Sedimenttransport

Der jährliche Küstenlängstransport wurde für repräsentative Profile (siehe Abbildung 44) mit der (Unterlage 51.02) untersucht. Für die in der Abbildung 44 dargestellten Profile wurde die Richtung und die Höhe des Sedimenttransportes (In küstennahen Bereichen bis zu einer Wassertiefe von 0 m bis – 2,5 m) bestimmt (dargestellt durch Richtungspfeil und Angabe der Transportrate in  $\text{m}^3/\text{a}$ ) (Unterlage 51.02).

Folgende Sedimenttransportraten und -richtungen wurden ermittelt:

- Transport Profil GB1 2021:  $7.520 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung Ost
- Transport Profil GB2 2021:  $4.702 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung Ost
- Transport Profil GB3 2021:  $5,9 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung West
- Transport Profil F1 2021:  $373 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung Ost
- Transport Profil F2 2021:  $86 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung West
- Transport Profil F3 2021:  $381 \text{ m}^3/\text{a}$  Richtung West

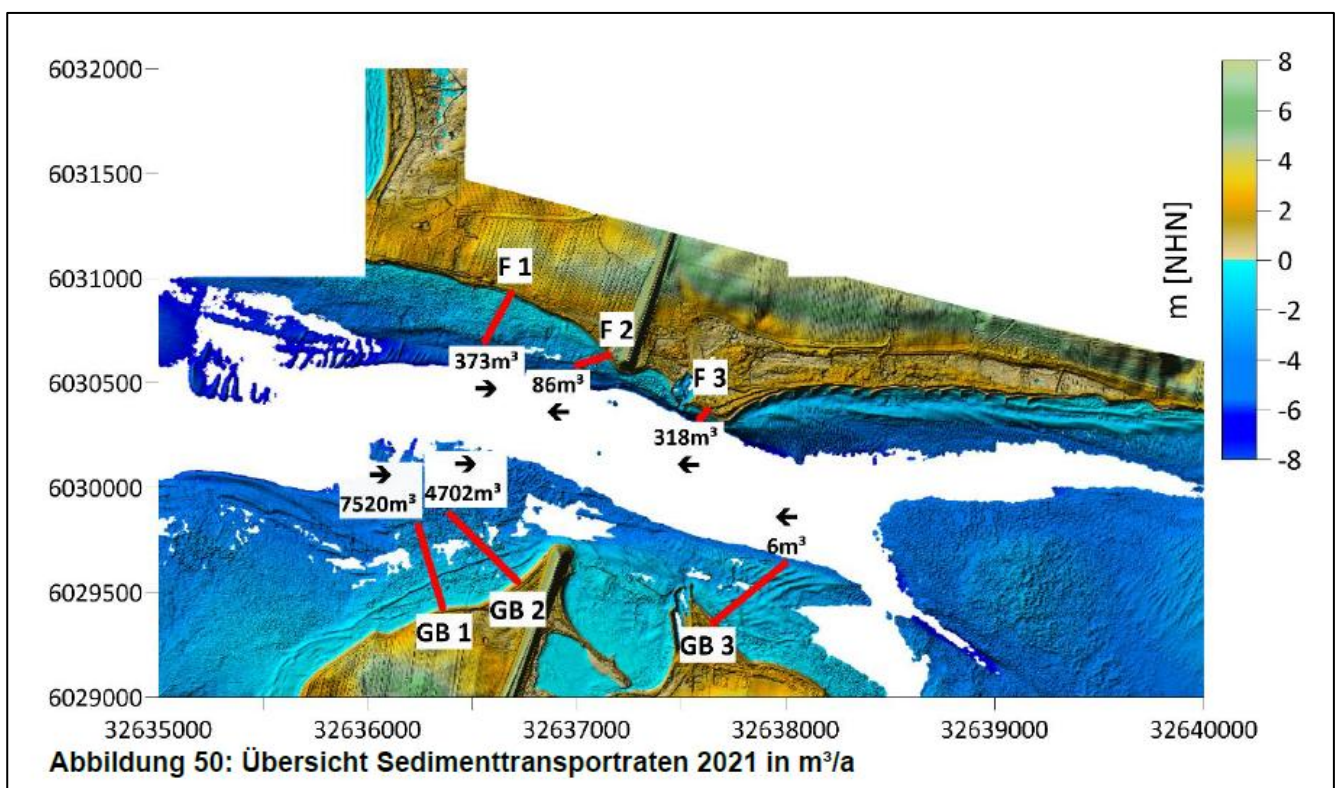


Abbildung 44: Übersicht Sedimenttransportraten in 2021 (Volumen/pro Jahr) an repräsentativen Profillinien gemäß (Unterlage 51.02)

#### **4.6.2.3.2 Natürliche Schwebstoffkonzentration / Trübung**

Zur Erfassung des Ist-Zustands der Schwebstoffkonzentration im Fehmarnsund wurden von IMP Ingenieure GmbH & Co. KG Messungen von April 2023 bis Juni 2024 durchgeführt. Das durchgeführte Messprogramm, umfasst vier Messreihen an drei verschiedenen Positionen entlang des Fehmarnsundes: Nord, Mitte und Süd. Die Trübung wurde hierbei in der Einheit FNU gemessen.

Grundsätzlich zeigen die Daten, dass im Küstenbereich (Position Süd und Nord) die durchschnittlichen Schwebstoffgehalte höher sind als im Fehmarnsund (Position Mitte). Zudem sind die Schwebstoffgehalte in oberflächennahen Bereichen (Mitte oben) niedriger als in Bodennähe (Mitte unten). Im Sommer betragen die mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Küstenbereich ca. 15 mg/l und im Winter ca. 60 mg/l, während in der Fehmarnsundmitte die Werte im Sommer bei ca. 10 mg/l und im Winter bei ca. 20 mg/l liegen (Unterlage 18.04).

#### **4.6.3 Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund E**

##### **4.6.3.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial**

###### **4.6.3.1.1 Biologische Qualitätskomponenten**

Der ökologische Zustand des Küstenwasserkörpers wird als mäßig eingestuft (siehe Tabelle 38).

Der Zustand des Phytoplanktons ist gut. Der Parameter weitere aquatische Flora bzw. der Großalgen und Angiospermen wird als mäßig bewertet (BfG, 2022, MELUND, 2021a, LfU, 2023a). Der Parameter der benthisches wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) wird als mäßig bzw. nicht gut eingestuft (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Ein guter ökologischer Zustand wird voraussichtlich 2039 oder früher erreicht werden (MELUND, 2021a).

**Tabelle 38: Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

<b>Parameter</b>	<b>Fehmarn Sund E</b>
Ökologischer Zustand(gesamt)	mäßig/ nicht gut
Phytoplankton	Gut
Weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen)	mäßig /nicht gut
Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	mäßig /nicht gut

#### 4.6.3.1.1.1 Phytoplankton

Der Zustand für diese Qualitätskomponente ist für den laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (siehe Tabelle 38) (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Im KWK befindet sich keine Messstelle der QK und es werden die Messwerte der Messstelle Fehmarnsund, SW Flüge (Lage im KWK Fehmarn Sund W, siehe Abbildung 38) auf diesen KWK übertragen. Die Mittelwerte der Chlorophyll a- Konzentrationen von 2020 - 2022 sind in Tabelle 29 bzw. Kapitel 4.6.2 zu entnehmen.

#### 4.6.3.1.1.2 Großalgen und Angiospermen

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Dies ergibt sich aus den Bewertungen der Jahre 2021 – 2022 (siehe Tabelle 39). Der Jahresendwert (parameterbasiert) liegt bei 0,497 und damit im mittleren Bereich des Intervalls (0,400 – 0,600) für eine mäßige Bewertung des ökologischen Zustandes.

**Tabelle 39: EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Sund E 2021– 2022 (LLUR, 2021b)**

Jahr	Tiefengrenze Zostera marina	Opportunisten im Seegrasbestand	Tiefengrenze von Fucus spp.	Dominanz von Fucus spp.	Opportunisten im Phytal	Artenreduktion	Biomasseanteil Furcellaria	Jahresendwerte
2021	0,520	0,711	0,280	1,000	0,360	0,493	0,100	0,498
2022	0,520	0,530	0,270	0,914	0,500	0,493	0,225	0,497
Mittelwert	0,520	0,621	0,275	0,957	0,430	0,493	0,163	
6-Jahreswert (parameterbasiert)								0,497
Bewertung ökologischer Zustand								mäßig

### **Zusammenfassung Bestandsituation:**

In Abbildung 45 sind die räumliche Verteilung und der Bedeckungsgrad der Gemeinschaften der Großalgen und Angiospermen gemäß (Unterlage 47.01) im Untersuchungsgebiet innerhalb des KWK Fehmarn Sund E dargestellt. Die Fläche des Untersuchungsgebietes im Fehmarn Sund E beträgt ca. 3.610 ha. Davon sind ca. 1.370 ha (38 %) ohne Bewuchs und auf ca. 608 ha (17 %) wurde ein Bewuchs mit einer Bedeckung < 10 % kartiert. In dem Bereich mit spärlichem Bewuchs, ist die Vegetation so gering, dass sie nicht als Pflanzengemeinschaft gilt, sondern als Einzelpflanzen.

In Tabelle 40 sind die gemäß (Unterlage 47.01) kartierten Pflanzengemeinschaften und ihr jeweiliger Anteil an der Fläche des Untersuchungsgebietes im KWK Fehmarn Sund E zusammengefasst.

**Tabelle 40: Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01)**

<b>Pflanzengemeinschaft</b>	<b>Bewuchstyp</b>	<b>Hauptsubstrat</b>	<b>Tiefenbereich</b>	<b>Anteil an Fläche im UG im KWK [%]</b>
Meersalden/Lagunentyp	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 1,3	4,9
Seegras	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 7,5	20,9
Seegras/Fucus	Weich- & Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 1,5	1,7
Fädige Algen	Hartboden	Mischsubstrat	1,4 – 8,1	1,5
Fucus	Hartboden	Mischsubstrat	0,8 – 2,5	0,5
Mehrfährige Rotalgen	Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 8,9	15,7
Gesamt (≥10 %)				45

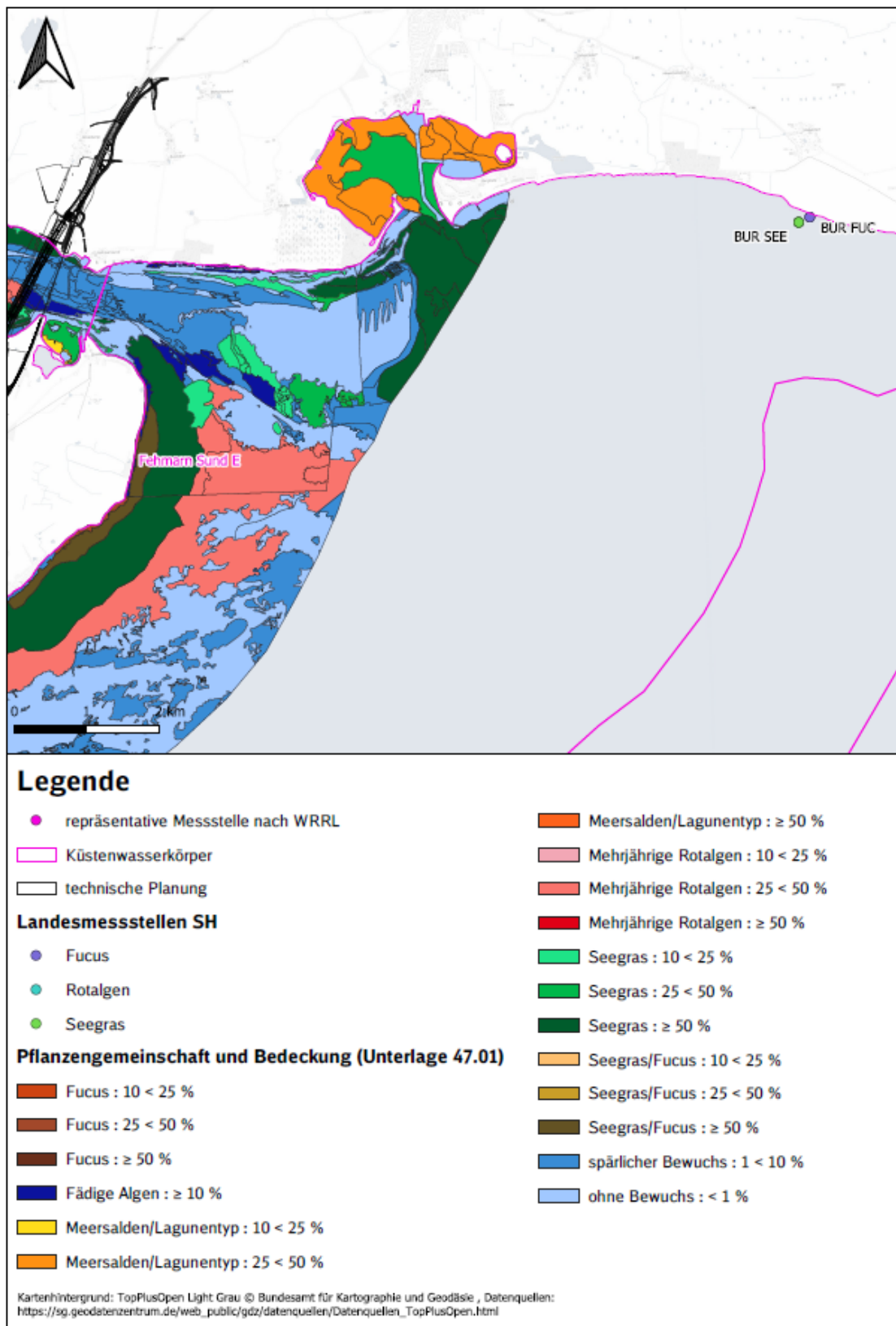


Abbildung 45: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01)

#### 4.6.3.1.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Der EQR-Wert für diesen KWK liegt im Jahr 2020 bei 0,428 und somit in unteren Bereich des Bewertungsintervalls (0,400 – 0,600) für den mäßigen Zustand (LfU, 2024c).

#### Zusammenfassung der Bestandssituation:

Abbildung 46 zeigt die räumliche Verteilung der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) im Untersuchungsgebiet im Bereich des KWK Fehmarn Sund E. Die gesamte Fläche des Untersuchungsgebietes im Fehmarn Sund E von ca. 3.610 ha wird von benthisch wirbelloser Fauna besiedelt. Dabei treten auf ca. 1.177 ha (ca. 32,6 %) vereinzelte Epifauna und auf ca. 166 ha (ca. 4,6%) in Großenbroder Binnensee nicht weiter definierte Infauna auf, die keiner Gemeinschaft zugeordnet werden konnten (Unterlage 47.01). Die weiteren kartierten benthischen wirbellosen Faunagemeinschaften sind in Tabelle 41 zusammengefasst. Die größte Fläche des UG im Fehmarn Sund E nimmt hier die *Gammarus* -Gemeinschaft mit ca. 1.164 ha (32 %) ein.

Tabelle 41: Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01)

Gemeinschaft	MZB-Typus	Habitat (Hartsubstrat/Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Fläche im UG im KWK [%]
<i>Mytilus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, wenig bis mittlere Phytalbedeckung	6,3	0,4-11,6	6,9
<i>Gammarus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, viel Phytal (v.a. Seegras)	3	0,7-7,9	32,3
<i>Rissoa</i>	Epifauna	(z. T. schlickiger) Feinsand mit Phytal (v.a. Seegras)	1,8	0,5-4,6	4,6
<i>Arenicola/Bathyporeia</i>	Infauna	exponierter Sandgrund, z. T. Rippelstrukturen, kein bis wenig Phytal	1,8	0,5-6,9	11,1
<i>C.edule/Macoma</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden, kein bis wenig Phytal	6,9	2,5-9,7	5,5
<i>C.glaucum/Ventrosia</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden mit mittlerer Phytalbedeckung	0,5	0,4-1,3	2,4

Gemein- schaft	MZB- Typus	Habitat (Hartsubstrat/ Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Flä- che im UG im KWK [%]
<i>Infauna un- definiert</i>	Infauna	Sandgrund (Großenbroder Binnensee)	<5	<5	4,6
vereinzelt Epibenthos			5,5	0,4-10,1	32,6



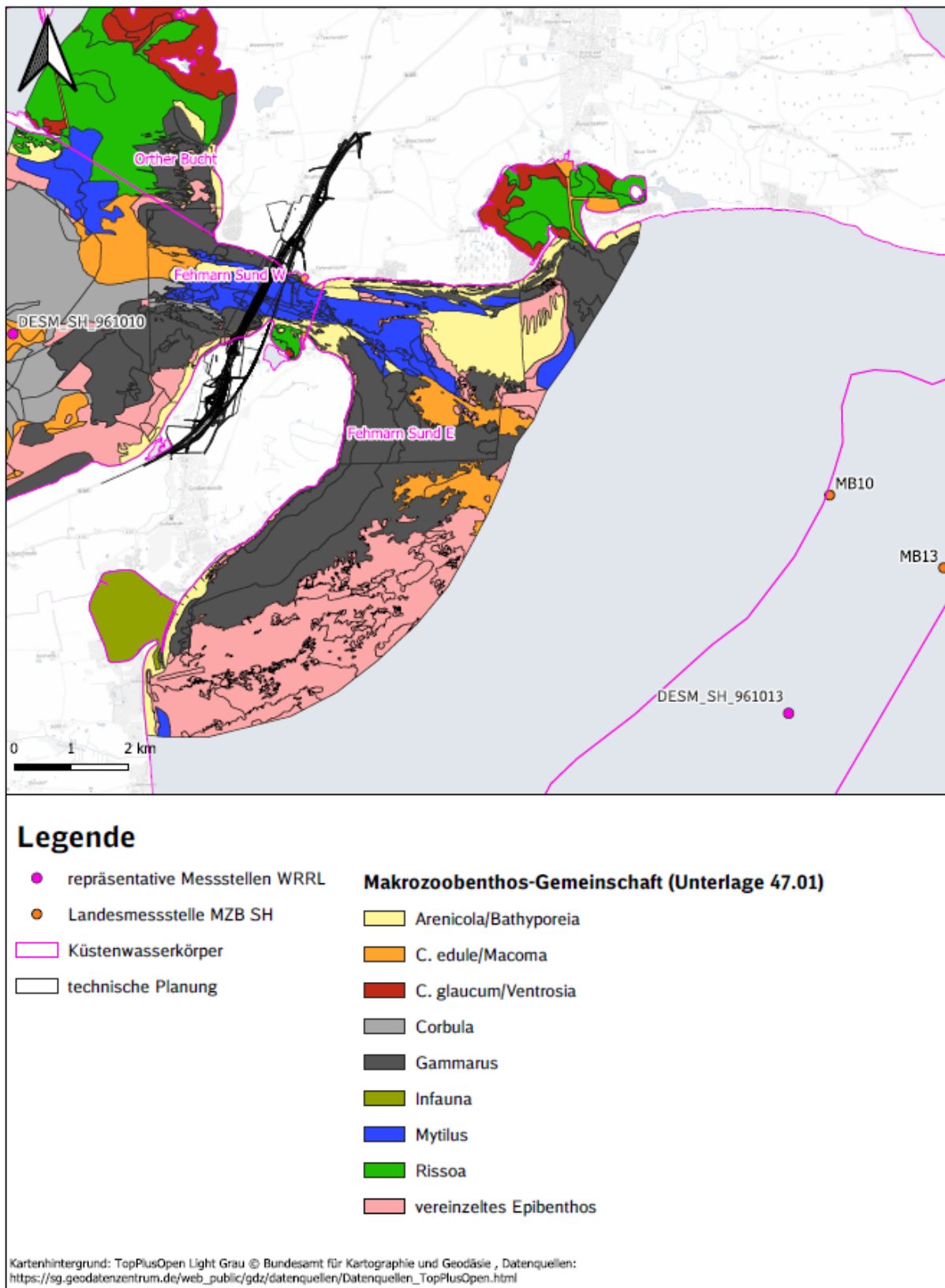


Abbildung 46: Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 47.01)

#### **4.6.3.1.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **4.6.3.1.2.1 hydromorphologische Qualitätskomponenten:**

Untergeordnete, unterstützende Qualitätskomponenten sind hydromorphologische Merkmale wie die Morphologie und das Tidenregime. Dieser KWK weist hydromorphologische Veränderungen auf, sodass die QK Morphologie als nicht gut eingestuft wird (MELUND, 2021a). Die QK Tidenregime wird als gut bewertet (MELUND, 2021a).

Das Substrat des Meeresbodens im Küstenwasserkörper besteht aus sandigen bis kiesigen Substraten. Die Weichböden bilden große zusammenhängende Bereiche aus. Große Hartsubstratvorkommen gibt es lediglich an der Sagasbank. Die maximale Wassertiefe beträgt 18 m (LLUR, 2021b).

Durch die Hafenanlage Großenbrode, die Binnenseen Burger See und Großenbroder See sowie Seeschifffahrt und Campingplätze ist der Wasserkörper höheren Belastungen durch menschliche Tätigkeiten ausgesetzt. Ein Nährstoffeintrag erfolgt über die Einmündung von eutrophen Flüssen (z.B. Heringsdorfer Au) und nährstoffreichen Gräben landwirtschaftlicher Flächen (LLUR, 2021b).

##### **4.6.3.1.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:**

Die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse, der Sauerstoff- und Salzgehalt, Versauerungszustand und Stickstoff- und Phosphorverbindungen führen zu der Bewertung der physikalisch-chemische Qualitätskomponenten. Die Parameter Sichttiefe, Temperaturverhältnisse und Salzgehalt wurden gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK als nicht relevant eingestuft.

##### **4.6.3.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

Die Werte für den Sauerstoffgehalt werden gemäß Wasserkörpersteckbrief (MELUND, 2021a, BfG, 2022) eingehalten. Im KWK sind keine Messstelle zur Bestimmung der allgemeinen physikalischen und chemischen Parameter vorhanden. Hier werden die Ergebnisse der Landesmessstelle Fehmarn SO (gelegen im Fehmarn Sund Ost) und der bei den ergänzenden Untersuchungen des VHT beprobten repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (gelegen im Fehmarn Sund W) übertragen. Die ermittelten Konzentrationen der Parameter Sauerstoff, Sauerstoffsättigung sind der Tabelle 58 im Kapitel 4.6.6.1 zu entnehmen und die der Parameter TOC, BSB-5 und Eisen sind der Tabelle 34 bzw. Kapitel 4.6.2 zu entnehmen.

#### **4.6.3.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

Die Werte für die Stickstoffverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtstickstoff ausschlaggebend. Im KWK befindet sich keine Messstelle der allgemeinen-chemischen Parameter, sodass hier die Werte der Landesmessstelle Fehmarn SO (gelegen im Fehmarn Sund Ost) übertragen werden. Der Jahresdurchschnitt der durch (LfU, 2023b) in 2020 ermittelten Gesamtstickstoffkonzentrationen beträgt 0,178 mg/l und liegt damit kurz vor der Anforderungsgrenze eines sehr guten ökologischen Potenzials von 0,18 mg/l gemäß Anlage 7 der OGewV.

#### **4.6.3.1.2.2.3 Phosphorverbindungen**

Die Werte für die Phosphorverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtphosphor (Summe aus Ortho-Phosphat-Phosphor, allgemeinen Phosphaten, kondensierten Phosphaten und organischen Phosphatverbindungen) ausschlaggebend. Im KWK befindet sich keine Messstelle der allgemeinen-chemischen Parameter, sodass hier die Werte der Landesmessstelle Fehmarn SO (gelegen im Fehmarn Sund Ost) übertragen werden (Messwerte siehe Tabelle 60 und Kapitel 4.6.6.1). Die Ortho-Phosphat<sub>ges.</sub>-Konzentration liegt 2020 mit dem Jahresdurchschnitt von 0,021 mg/l über den Anforderungen eines guten ökologischen Zustandes ( $\leq 0,0136$  mg/l, Anlage 7 OGewV). Der ökologische Zustand kann demnach für 2020 als mäßig eingestuft werden.

#### **4.6.3.1.2.2.4 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Für flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) keine Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasser und Sediment ermittelt.

Für den KWK Fehmarn Sund E liegen keine direkten Ergebnisse spezieller Schadstoffuntersuchungen vom LfU vor. Die Messwerte an der nächstliegenden Stationen Mecklenburger Bucht (MSt-Nr.: 225058) für die Wasserchemie und für die Messwerte der Sedimentchemie an der Station Sagasbank Ost (MSt-Nr.: 225029) wurden für die Bewertung herangezogen. Die Konzentrationen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe lagen im Wasser und im Sediment unterhalb ihrer UQN (siehe Kapitel 4.6.7.1). Auch hier werden für die Bewertung die Ergebnisse der Beprobungen der ergänzenden Untersuchungen des VHT an der repräsentativen

Messstelle DESM\_SH\_961010 (gelegen im Fehmarn Sund W) herangezogen. Diese Untersuchungen zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN nach Anlage 6 der (OGewV, 2020) im Wasser und im Sediment (siehe Anlage 3).

Mit (Unterlage 41.29) wurden 45 Boden und Sedimentproben im Bereich der geplanten Tunneltrasse untersucht. In Tabelle 42 sind die minimal, mittlere und maximal ermittelten Konzentrationen der flussgebietspezifischen Schadstoffe nach Anlage 6 zusammengefasst. Die Untersuchungen ergaben ebenfalls keine Überschreitungen der JD-UQN gemäß Anlage 6 der OGewV.

**Tabelle 42: Minimale, mittlere und maximale Schadstoffkonzentrationen gemäß Anlage 6 der OGewV der Sedimentuntersuchungen aus (Unterlage 41.29)**

Parameter	Konzentration in mg/kg			JD-UQN Anlage 6 OGewV
	Min.	Mittelwert	Max.	
Arsen	1,1	5,9	16	40
Chrom	9,0	41,0	82,0	640
Kupfer	13,0	23,1	55,0	160
Zink	42,0	76,1	179,00	800
PCB	0,00013	0,000135	0,00014	0,02

#### 4.6.3.2 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand des KWK Fehmarn Sund E wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 43) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 43: Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Fehmarn Sund E
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten (Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Für den KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte der Messstelle Mecklenburger Bucht, welche im Küstenmeer Schlei/Trave gelegen ist, übertragen. Aus den Ergebnissen der Messungen von 2020 geht hervor, dass kein gemessener Parameter die UQN nach Anlage 8 der OGewV überschreitet. Die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 werden auf diesen KWK übertragen und zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN gemäß Anlage 8 OGewV (siehe Anlage 3).

Ein guter chemischer Zustand soll nach 2045 erreicht werden (MELUND, 2021a).

#### 4.6.4 Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Orther Bucht

##### 4.6.4.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial

###### 4.6.4.1.1 Biologische Qualitätskomponenten

Der ökologische Zustand des Küstenwasserkörpers wird als mäßig eingestuft (siehe Tabelle 44).

Der Zustand des Phytoplanktons ist gut. Der Parameter weitere aquatische Flora bzw. der Großalgen und Angiospermen wird als mäßig bewertet (BfG, 2022; MELUND, 2021a; LfU, 2023a). Nach (LfU, 2023a) befindet sich der Makrophytenzustand der Orther Bucht im Grenzbereich zu einem guten Zustand. Die Bewertung der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) ist gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK nicht verfügbar/nicht anwendbar/unklar.

Ein guter ökologischer Zustand wird voraussichtlich nach 2039 erreicht werden (MELUND, 2021a).

**Tabelle 44: Biologische QK Ist-Zustand KWK Orther Bucht gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Orther Bucht
Ökologischer Zustand (gesamt)	mäßig/ nicht gut
Phytoplankton	Gut
Weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen)	mäßig /nicht gut
Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	nicht verfügbar, nicht anwendbar, unklar

#### **4.6.4.1.1.1 Phytoplankton**

Der Zustand der QK ist für den laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Ausschlaggebend sind hier die mittlere Sommerkonzentrationen (Mai – September) des Chlorophyll a. Im KWK befindet sich keine Messstelle der QK und es werden die Messwerte der Messstelle Fehmarnsund, SW Flüge (Lage im KWK Fehmarn Sund W, siehe Abbildung 38) auf diesen KWK übertragen. Die Mittelwerte der Chlorophyll a- Konzentrationen von 2020 - 2022 sind in Tabelle 29 bzw. Kapitel 4.6.2 zu entnehmen.

#### **4.6.4.1.1.2 Großalgen und Angiospermen**

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Dies ergibt sich aus den Bewertungen der Jahre 2016 – 2021 und dem entsprechenden 6-Jahresmedian. Der 6-Jahresendwert (parameterbasiert) von 0,572 liegt nahe an der Klassengrenze zum guten Zustand (0,6).

**Tabelle 45: EQR-Werte der biologischen QK Makrophyten für den KWK Orther Bucht 2016 – 2021 (LLUR, 2021c)**

<b>Jahr</b>	<b>Ökologische Wertigkeit</b>	<b>Tiefengrenze (doppelt gewichtet)</b>	<b>Jahresendwert</b>
2016	0,32	0,8	0,64
2017	0,4	0,6	0,533
2018	0,347	0,72	0,596
2019	0,333	0,68	0,564
2020	0,367	0,569	0,502
2021	0,564	0,612	0,596
6- Jahresendwert parameterbasiert			0,572
Klasse			<b>mäßig</b>

#### **Zusammenfassung der Bestandsituation:**

In Abbildung 47 sind die räumliche Verteilung und der Bedeckungsgrad der Gemeinschaften der Großalgen und Angiospermen gemäß (Unterlage 47.01) im Untersuchungsgebiet innerhalb des KWK Orther Bucht dargestellt. Die Fläche des Untersuchungsgebietes in der Orther Bucht beträgt ca. 980 ha. Davon sind ca. 35,4 ha

(2,7 %) ohne Bewuchs und auf ca. 36,2 ha (2,8 %) wurde ein Bewuchs mit einer Bedeckung < 10 % kartiert. In dem Bereich mit spärlichem Bewuchs, ist die Vegetation so gering, dass sie nicht als Pflanzengemeinschaft gilt, sondern als Einzelpflanzen.

In Tabelle 46 sind die gemäß (Unterlage 47.01) kartierten Pflanzengemeinschaften und ihren jeweiligen Anteil an der Fläche des Untersuchungsgebietes im KWK Fehmarn Sund E zusammengefasst.

**Tabelle 46: Übersicht Großalgen und Angiospermen im UG im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01)**

Pflanzengemeinschaft	Bewuchstyp	Hauptsubstrat	Tiefenbereich	Anteil an Fläche im UG im KWK [%]
Meersalzen/Lagunentyp	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 1,3	21,6
Seegras	Weichboden	Sandgrund	0,4 – 7,5	44,9
Seegras/Fucus	Weich- & Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 1,5	1,9
Fucus	Hartboden	Mischsubstrat	0,8 – 2,5	0,1
Mehrjährige Rotalgen	Hartboden	Mischsubstrat	1,3 – 8,9	1,0
Gesamt (≥10 %)				69,5



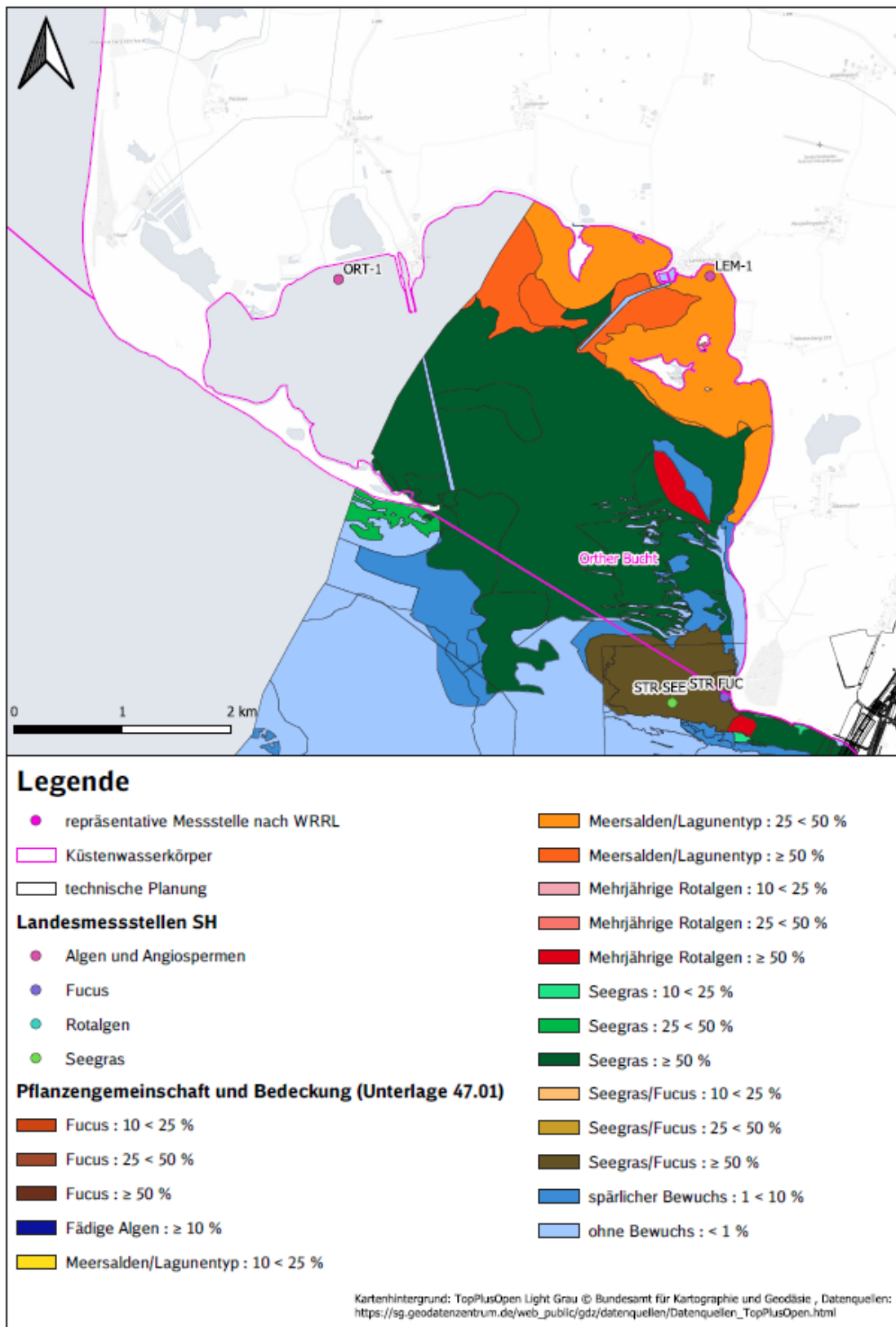


Abbildung 47: Flächige und räumliche Verteilung der Makrophytobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01)

#### 4.6.4.1.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Der EQR-Wert für diesen KWK liegt im Jahr 2020 bei 0,491 und somit in unteren Bereich des Bewertungsintervalls (0,400 – 0,600) für den mäßigen Zustand (LfU, 2024c).

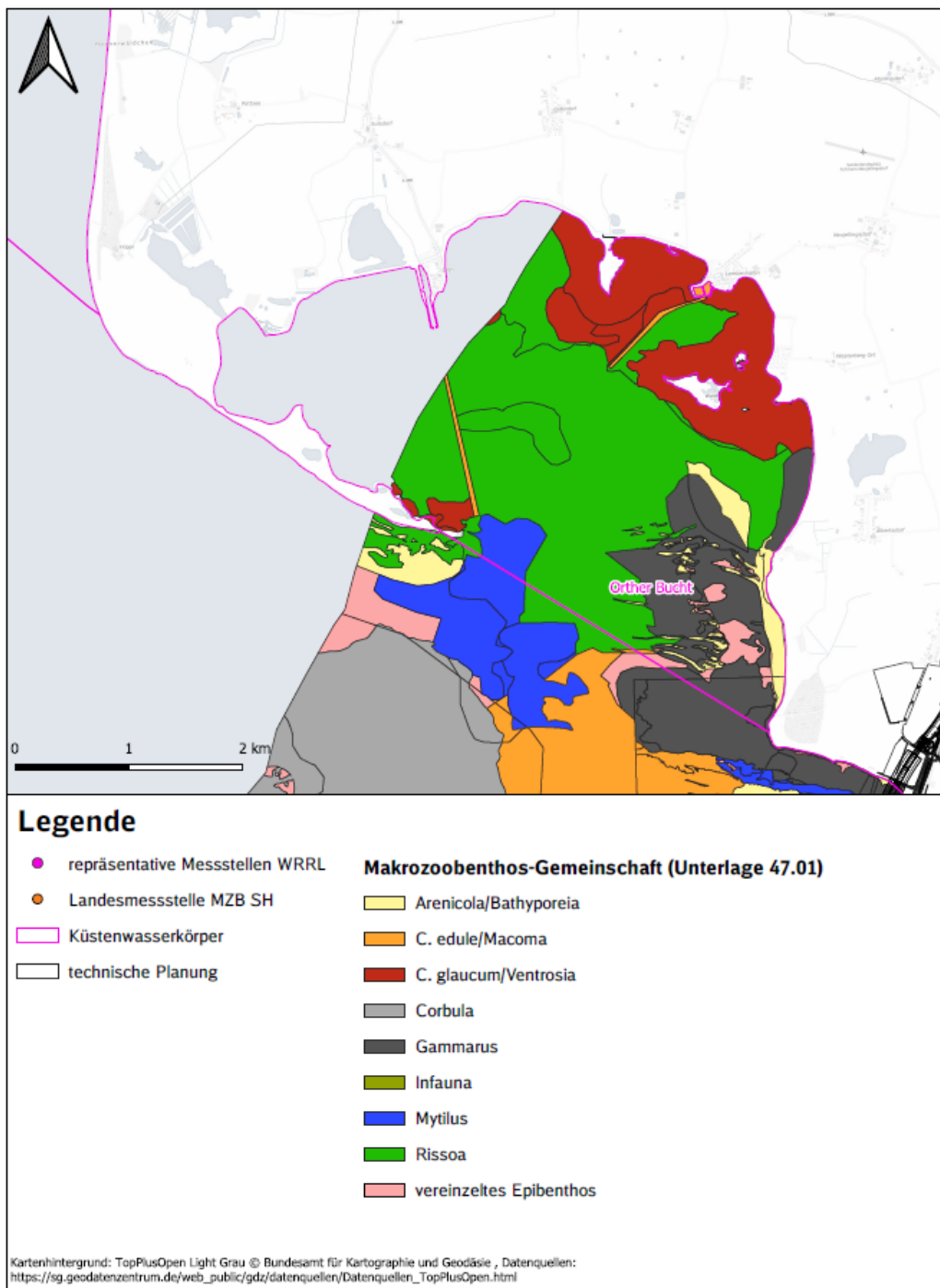
#### Zusammenfassung der Bestandsituation:

Abbildung 48 zeigt die räumliche Verteilung der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) im Untersuchungsgebiet im Bereich des KWK Orther Bucht. Die Fläche des Untersuchungsgebietes in der Orther Bucht beträgt ca. 980 ha. Dabei treten auf ca. 21,3 ha (ca. 1,6 %) vereinzelte Epibenthos auf (Unterlage 47.01). Die weiteren kartierten benthischen wirbellosen Faunagemeinschaften sind in Tabelle 47 zusammengefasst. Die größte Fläche des UG im KWK Orther Bucht nimmt hier die *Rissoa*-Gemeinschaft mit ca. 511,4 ha (39,1 %) ein.

**Tabelle 47: Übersicht Makrozoobenthos im UG im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01)**

Gemeinschaft	MZB-Typus	Habitat (Hartsubstrat/Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Fläche im UG im KWK [%]
<i>Mytilus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, wenig bis mittlere Phytalbedeckung	6,3	0,4-11,6	1,7
<i>Gammarus</i>	Epifauna	Hartsubstrat (Kies, Steine), Feinsand, Mischsubstrat, viel Phytal (v.a. Seegras)	3	0,7-7,9	11,7
<i>Rissoa</i>	Epifauna	(z. T. schlickiger) Feinsand mit Phytal (v.a. Seegras)	1,8	0,5-4,6	39,1
<i>Arenicola/Bathyporeia</i>	Infauna	exponierter Sandgrund, z. T. Rippelstrukturen, kein bis wenig Phytal	1,8	0,5-6,9	3,1
<i>C.edule/Macoma</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden, kein bis wenig Phytal	6,9	2,5-9,7	0,8
<i>C.glaucum/Ventrosia</i>	Infauna	schlickiger bis sandiger Weichboden mit mittlerer Phytalbedeckung	0,5	0,4-1,3	17,0

Gemein- schaft	MZB- Typus	Habitat (Hartsubstrat/ Vegetationsform)	Haupttiefe [m]	Tiefenbereich [m]	Anteil an Flä- che im UG im KWK [%]
vereinzelt Epibenthos			5,5	0,4-10,1	1,6



**Abbildung 48:** Flächige und räumliche Verteilung der Makrozoobenthosgemeinschaften im Untersuchungsgebiet im KWK Orther Bucht gemäß (Unterlage 47.01)

#### **4.6.4.1.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **4.6.4.1.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Untergeordnete, unterstützende Qualitätskomponenten sind hydromorphologische Merkmale wie die Morphologie und das Tidenregime. In dem betrachteten Küstenwasserkörper werden beide Parameter eingehalten.

Der Meeresboden der Orther Bucht wird als Weichsubstrat (Feinsand bis schlickiger Feinsand in strömungsarmen Gebieten) mit vereinzelt Steinen beschrieben. Der Wasserkörper weist als innerer Küstenwasserkörper eine geschützte Lage mit einer maximalen Wassertiefe von 5 m auf (LLUR, 2021c).

Er unterliegt einer (verhältnismäßig geringen) anthropogenen Beeinflussung wie z.B. Sporthäfen, Ankerplätze und Steganlagen und auch dem Zufluss von Entwässerungsgräben landwirtschaftlicher Flächen. Es erfolgt eine stetige Frischwasserzufuhr aus dem Fehmarnsund (LLUR, 2021c).

##### **4.6.4.1.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse, der Sauerstoff- und Salzgehalt, Versauerungszustand und Stickstoff- und Phosphorverbindungen führen zu der Bewertung der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten. Die Parameter Sichttiefe, Temperaturverhältnisse und Salzgehalt wurden gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK als nicht relevant eingestuft.

##### **4.6.4.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

Die Werte für den Sauerstoffgehalt werden gemäß Wasserkörpersteckbrief (MELUND, 2021a, BfG, 2022) eingehalten. Im KWK ist keine Messstelle zur Bestimmung der allgemeinen physikalischen und chemischen Parameter vorhanden. Hier werden die Ergebnisse der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flüge (gelegen im Fehmarn Sund W) und der bei den ergänzenden Untersuchungen des VHT beprobten repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (gelegen im Fehmarn Sund W) übertragen. Die ermittelten Konzentrationen der Parameter Sauerstoff, Sauerstoffsättigung, TOC, BSB-5 und Eisen sind der Tabelle 34 bzw. Kapitel 4.6.2 zu entnehmen.

#### **4.6.4.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

Die Werte für die Stickstoffverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtstickstoff ausschlaggebend. Im KWK befindet sich keine Messstelle der allgemeinen-chemischen Parameter, sodass hier die Werte der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flügge (gelegen im Fehmarn Sund W) übertragen werden. Der Jahresdurchschnitt der durch (LfU, 2023b) in 2020 ermittelten Gesamtstickstoffkonzentrationen beträgt 0,19 mg/l (siehe Tabelle 35) und liegt damit für den KWK Orther Bucht knapp über der Anforderung für das sehr gute ökologische Potenzial von 0,18 mg/l gemäß Anlage 7 der OGewV.

#### **4.6.4.1.2.2.3 Phosphorverbindungen**

Die Werte für die Phosphorverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtposphor (Summe aus Ortho-Phosphat-Phosphor, allgemeinen Phosphaten, kondensierten Phosphaten und organischen Phosphatverbindungen) ausschlaggebend. Im KWK befindet sich keine Messstelle der allgemeinen-chemischen Parameter, sodass hier die Werte der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flügge (gelegen im Fehmarn Sund W) übertragen werden. Die mittlere Phosphar<sub>ges.</sub>-Konzentration liegt mit 0,0131 mg/l (siehe Tabelle 36) im Bereich eines guten Zustandes (Grenzkonzentration zum mäßigen Zustand  $\leq 0,011$  mg/l).

#### **4.6.4.1.2.2.4 Flussgebietsspezifische Schadstoffe:**

Für flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) keine Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasser und Sediment ermittelt.

Für den KWK Orther Bucht liegen keine direkten Ergebnisse spezieller Schadstoffuntersuchungen vor. Lediglich die Messwerte an der nächstliegenden Stationen Mecklenburger Bucht (MSt-Nr.: 225058) für die Wasserchemie und für die Messwerte der Sedimentchemie an der Station Sagasbank Ost (Mst-Nr.: 225029) wurden für die Bewertung herangezogen. Die Konzentrationen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe lagen im Wasser und im Sediment unterhalb ihrer UQN (siehe Kapitel 4.6.7.1). Auch bei den ergänzenden chemischen

Untersuchungen des VHT an der repräsentativen Messstelle wurden bei keinem der untersuchten Parameter im Wasser und Sediment nach Anlage 6 der (OGewV, 2020) festgestellt (siehe Anlage 3).

#### 4.6.4.2 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand des KWK Orther Bucht wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 48) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 48: Chemischer Ist-Zustand KWK Orther Bucht gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Orther Bucht
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten (Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022; MELUND, 2021a). Für den KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte der Messstelle Mecklenburger Bucht, welche im Küstenmeer Schlei/Trave gelegen ist, übertragen. Aus den Ergebnissen der Messungen von 2020 geht hervor, dass kein gemessener Parameter die UQN nach Anlage 8 der OGewV überschreitet. Die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 werden auf diesen KWK übertragen und zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN gemäß Anlage 8 OGewV (siehe Anlage 3).

Ein guter chemischer Zustand soll nach 2045 erreicht werden (MELUND, 2021a).

#### **4.6.5 Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Belt E**

##### **4.6.5.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial**

###### **4.6.5.1.1 Biologische Qualitätskomponenten**

Der ökologische Zustand des Küstenwasserkörpers wird als mäßig eingestuft (siehe Tabelle 49).

Der Zustand des Phytoplanktons ist gut. Der Parameter weitere aquatische Flora bzw. der Großalgen und Angiospermen wird ebenfalls als gut bewertet (BfG, 2022, MELUND, 2021a, LfU, 2023a). Nach (LfU, 2023a) wird für diesen KWK jedoch ein mäßiger Makrophytenzustand ermittelt. Der Parameter der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) wird als mäßig bzw. nicht gut eingestuft (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Ein guter ökologischer Zustand wird voraussichtlich nach 2039 erreicht werden (MELUND, 2021a).

**Tabelle 49: Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Belt E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

<b>Parameter</b>	<b>Fehmarn Belt E</b>
Ökologischer Zustand (gesamt)	Mäßig/ nicht gut
Phytoplankton	gut
Weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen)	gut
Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	mäßig/ nicht gut

###### **4.6.5.1.1.1 Phytoplankton**

Der Zustand der QK ist für den laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Ausschlaggebend sind hier die mittlere Sommerkonzentrationen (Mai – September) des Chlorophyll a. In Tabelle 50 sind die mittleren gemessenen gemäß Chlorophyll a-Konzentrationen für den Bewertungszeitraum Mai – September an der Landesmessstelle Fehmarn Ost (Lage siehe Abbildung 38) für den Zeitraum 2020 -2022 dargestellt (LfU, 2024b).



**Tabelle 50: Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Belt E gemäß (LfU, 2024b), EQR-Werte berechnet nach (Sagert et al., 2008)**

Jahr	Mittlere Chlorophyll a-Konzentration (Mai – September) in µg/l	EQR-Wert	Bewertung
2020	1,97	0,536	mäßig
2021	1,31	0,613	gut
2022	1,92	0,510	mäßig

#### 4.6.5.1.1.2 Großalgen und Angiospermen

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Gemäß (LfU, 2023a) ist der ökologische Zustand jedoch als „mäßig“ einzustufen. Die „mäßige“ Bewertung ergibt sich aus den Bewertungen der Jahre 2021 – 2022 (siehe Tabelle 51). Der Jahresendwert (parameterbasiert) liegt bei 0,451 und damit innerhalb des Intervalls (0,400 – 0,600) für eine mäßige Bewertung des ökologischen Zustandes.

**Tabelle 51: EQR-Werte der biologischen QK Großalgen und Angiospermen für den KWK Fehmarn Belt E 2021– 2022 (LLUR, 2021b)**

Jahr	Tiefengrenze Zostera marina	Opportunisten im Seegrasbestand	Tiefengrenze von Fucus spp.	Dominanz von Fucus spp.	Opportunisten im Phytal	Artenreduktion	Biomasseanteil Furcellaria	Jahresendwerte
2021	0,310	0,711	0,310	0,936	0,400	0,553	0,809	0,542
2022	0,315	0,667	0,295	0,993	0,387	0,553	0,650	0,522
Mittelwert	0,313	0,689	0,303	0,965	0,394	0,553	0,730	
6-Jahreswert (parameterbasiert)								0,533
Bewertung ökologischer Zustand								mäßig

#### **4.6.5.1.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Der EQR-Wert für diesen KWK liegt im Jahr 2020 bei 0,472 und somit in unteren Bereich des Bewertungsintervalls (0,400 – 0,600) für den mäßigen Zustand.

#### **4.6.5.1.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **4.6.5.1.2.1 hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Untergeordnete, unterstützende Qualitätskomponenten sind hydromorphologische Merkmale wie die Morphologie und das Tidenregime. In dem betrachteten Küstenwasserkörper werden beide Parameter eingehalten (BfG, 2022) und mit gut bewertet (MELUND, 2021a).

Rege Seeschifffahrt und Campingplätze stellen die Haupteintragspfade menschlicher Beeinflussung des Wasserkörpers dar. Die Gewässertiefe ist analog zu dem westlichen Gebiet bis 16 m tief. Der Meeresboden ist küstennah von Hartsubstraten gekennzeichnet. Mit zunehmender Tiefe und Entfernung steigt der Sandanteil im Sediment (nach LLUR, 2021b).

##### **4.6.5.1.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse, der Sauerstoff- und Salzgehalt, Versauerungszustand und Stickstoff- und Phosphorverbindungen führen zu der Bewertung der physikalisch-chemische Qualitätskomponenten. Die Parameter Sichttiefe, Temperaturverhältnisse und Salzgehalt wurden gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK als nicht relevant eingestuft.

##### **4.6.5.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

Die Werte für den Sauerstoffgehalt werden gemäß Wasserkörpersteckbrief (MELUND, 2021a, BfG, 2022) für den aktuellen Bewirtschaftungszeitraum eingehalten. In 2020 wurden an der Landesmessstelle Fehmarn Ost Sauerstoffkonzentrationen von 7,41 mg/l (Juli 2020, 1,4 m Tiefe) bis 12,06 mg/l (März 2020, 1,1 m Tiefe) gemessen. Im Durchschnitt beträgt die Sauerstoffkonzentration an der Messstelle Fehmarn Ost 9,32 mg/l. Im Jahr 2020 wurden ebenfalls Sauerstoffindices von 83,39 % (Juli 2020, 1,4 m Tiefe) bis 102,51% (März 2020,

1,1 m Tiefe) gemessen. Durchschnittlich betrug der Sauerstoffindex im Jahr 2020 95,55 %. Ergänzend wurden durch den VHT an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 die Parameter TOC, BSB und Eisen von März 2023 bis April 2024 gemessen (siehe Tabelle 52). Es wurden TOC-Konzentrationen von 3,5 mg/l (1m über der Sohle) bis 78,00 mg/l (April 2023) gemessen. Im Jahresdurchschnitt betragen die TOC-Konzentrationen 10,11 mg/l an der Gewässeroberfläche und 10,29 mg/l 1m über der Gewässersohle. Die BSB-Konzentrationen lagen in beiden Probenahmehorizonten immer unterhalb der Nachweisgrenze von 3 mg/l.

Lediglich im April 2023 konnte in beiden Probenahmehorizonten eine Eisenkonzentration von 0,35 mg/l 1m unter der Gewässeroberfläche und von 0,27 mg/l 1m über der Gewässersohle nachgewiesen werden. In den anderen beprobten Monaten lagen die Eisenkonzentrationen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze (variierten zwischen 0,05 und 0,01 mg/l).

**Tabelle 52: Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarn Ost	DESM_SH_961008	
		1m unter Gewässeroberfläche	1m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Sauerstoffkonzentration [mg/l]			
MIN	7,41		
MAX	12,06		
Jahresdurchschnitt	9,32		
Sauerstoffindex [%]			
MIN	83,39		
MAX	102,51		
Jahresdurchschnitt	95,55		
TOC [mg/l]			
MIN		3,50	3,50
MAX		78,00	77,00
Jahresdurchschnitt		10,11	10,29
BSB-5 [mg/l]			
MIN		<3	<3
MAX		<3	<3
Jahresdurchschnitt		<3	<3
Eisen [mg/l]			
MIN		< 0,05	< 0,05
MAX		0,35	0,27
Jahresdurchschnitt		0,06	0,05

#### 4.6.5.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen

Die Werte für die Stickstoffverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtstickstoff ausschlaggebend. Der Jahresdurchschnitt der durch (LfU, 2023b) in 2020 ermittelten Gesamtstickstoffkonzentrationen beträgt 0,177 mg/l (siehe Tabelle 53) und liegt damit für den KWK Fehmarn Belt E über der Anforderung eines sehr guten ökologischen Zustandes ( $\leq 0,13$  mg/l, gemäß Anlage 7 der OGewV) und unterhalb der Anforderung für einen guten ökologischen Zustand (0,2 mg/l gemäß Anlage 7 der OGewV).

**Tabelle 53:** Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)

Messstelle	Fehmarn Ost	DESM_SH_961008	
		1m unter Gewässeroberfläche	1m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Gesamtstickstoff [mg/l]			
MIN	0,142		
MAX	0,241		
Jahresdurchschnitt	0,177		
Nitrat-Stickstoff [mg/l]			
MIN	<0,0014		
MAX	0,058		
Jahresdurchschnitt	0,018		
Ammonium-Stickstoff [mg/l]			
MIN	0,009	<0,03	<0,03
MAX	0,044	0,07	0,07
Jahresdurchschnitt	0,024	0,03	0,03
Nitrit-Stickstoff [mg/l]			
MIN	<0,00028		
MAX	0,0051		
Jahresdurchschnitt	0,0017		

#### 4.6.5.1.2.2.3 Phosphorverbindungen

Die Werte für die Phosphorverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtphosphor (Summe aus Ortho-Phosphat-Phosphor, allgemeinen Phosphaten,

kondensierten Phosphaten und organischen Phosphatverbindungen) ausschlaggebend. Die  $\text{Phosphat}_{\text{ges.}}$  - Konzentration liegt 2020 mit dem Jahresdurchschnitt von 0,017 mg/l (siehe Tabelle 54) über der Anforderungsgrenze vom guten ökologischen Zustand von 0,0136 mg/l (Anlage 7 OGewV, 2020), sodass der ökologische Zustand hier als mäßig eingestuft wird. In den ergänzenden Untersuchungen des VHT wurde die Gesamtphosphorkonzentration ermittelt. Die Bestimmungsgrenzen (0,1; 0,5 und 1,0 mg/l) des Gesamtphosphor liegen dabei oberhalb der Anforderungen für einen sehr guten (0,009 mg/l) und guten ökologischen Zustand (0,0136 mg/l) nach Anlage 7 der OGewV. Die gemessenen Gesamtphosphorkonzentrationen liegen dabei immer unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (siehe Anlage 3 OGewV). Die in 2023/2024 gemessenen Ortho-Phosphat-Phosphorkonzentrationen haben einen Jahresdurchschnitt von 0,007 mg/l (1m unterhalb der Gewässeroberfläche) bzw. von 0,012 mg/l (1m oberhalb der Gewässersohle) und liegen damit im Bereich eines guten ökologischen Zustandes ( $\leq 0,009$  mg/l-  $\leq 0,0136$  mg/l, Parameter Gesamtphosphat, gemäß Anlage 7 (OGewV, 2020)).

**Tabelle 54: Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Belt E aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarn Ost	DESM_SH_961008	
		1m unter Gewässeroberfläche	1m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Gesamtphosphor [mg/l]			
MIN	0,006	<0,1	<0,1
MAX	0,034	<1,0	<1,0
Jahresdurchschnitt	0,017	0,40	0,40
Ortho-Phosphat-Phosphor [mg/l]			
MIN	0,006	<0,01	<0,01
MAX	0,028	0,020	0,030
Jahresdurchschnitt	0,015	0,007	0,012

#### **4.6.5.1.2.2.4 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Für flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) keine Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasser und Sediment ermittelt.

Für den KWK Fehmarn Sund E liegen keine direkten Ergebnisse spezieller Schadstoffuntersuchungen vom LfU vor. Die Messwerte an der nächstliegenden Stationen Mecklenburger Bucht (MSt-Nr.: 225058) für die Wasserchemie und für die Messwerte der Sedimentchemie an der Station Sagasbank Ost (Mst-Nr.: 225029) wurden für die Bewertung herangezogen. Die Konzentrationen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe lagen im Wasser und im Sediment unterhalb ihrer UQN (siehe Kapitel 4.6.7.1). Auch bei den ergänzenden chemischen Untersuchungen des VHT an der repräsentativen Messstelle wurden bei keinem der untersuchten Parameter im Wasser und Sediment nach Anlage 6 der (OGewV, 2020) festgestellt (siehe Anlage 3).

#### **4.6.5.2 Chemischer Zustand**

Der chemische Zustand des KWK Fehmarn Belt E wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 55) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 55: Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Belt E gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

<b>Parameter</b>	<b>Fehmarn Belt E</b>
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten (Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Für den KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte der Messstelle Mecklenburger Bucht, welche im Küstenmeer Schlei/Trave gelegen ist, übertragen. Aus den Ergebnissen der Messungen von 2020 geht hervor, dass kein gemessener Parameter die UQN nach Anlage 8 der OGewV überschreitet. Die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN gemäß Anlage 8 OGewV (siehe Anlage 3).

Ein guter chemischer Zustand soll nach 2045 erreicht werden (MELUND, 2021a).

#### **4.6.6 Beschreibung des Ist-Zustandes des KWK Fehmarn Sund Ost**

##### **4.6.6.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial**

###### **4.6.6.1.1 Biologische Qualitätskomponenten**

Der ökologische Zustand des Küstenwasserkörpers wird als mäßig eingestuft (siehe Tabelle 56).

Der Zustand des Phytoplanktons ist gut. Die Bewertung des Parameters, weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen) ist gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK nicht verfügbar/nicht anwendbar/unklar. Nach (LfU, 2023a) wird dieser KWK mit einem mäßigem Makrophytenzustand eingestuft. Der Parameter der benthisch wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) wird als mäßig bzw. nicht gut eingestuft (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Ein guter ökologischer Zustand wird voraussichtlich nach 2039 erreicht werden (MELUND, 2021a).

**Tabelle 56: Biologische QK Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

<b>Parameter</b>	<b>Fehmarn Sund Ost</b>
Ökologisches Potential (gesamt)	mäßig/ nicht gut
Phytoplankton	gut
Weitere aquatische Flora (Großalgen und Angiospermen)	nicht verfügbar/ nicht anwendbar, unklar
Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	mäßig/ nicht gut

#### **4.6.6.1.1.1 Phytoplankton**

Der Zustand der QK ist für den laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Ausschlaggebend sind hier die mittlere Sommerkonzentrationen (Mai – September) des Chlorophyll a. In Tabelle 57 sind die mittleren gemessenen gemäß Chlorophyll a-Konzentrationen für den Bewertungszeitraum Mai – September an der Landesmessstelle Fehmarn SO (Lage siehe Abbildung 38) für den Zeitraum 2020 -2022 dargestellt (LfU, 2024b).

**Tabelle 57: Mittlere Chlorophyll a-Konzentrationen in µg/l 2020- 2022 (Bewertungszeitraum Mai – September) im KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (LfU, 2024b), EQR-Werte berechnet nach (Sagert et al., 2008)**

Jahr	Mittlere Chlorophyll a-Konzentration (Mai – September) in µg/l	EQR-Wert	Bewertung
2020	2,05	0,585	mäßig
2021	1,75	0,978	sehr gut
2022	2,19	0,598	mäßig

#### **4.6.6.1.1.2 Großalgen und Angiospermen**

In B4 Küstenwasserkörpern sind Makrophyten nur vereinzelt vorzufinden, weshalb keine fundierten Kenntnisse über mehrjährige Makrophytenbestände vorliegen. Daher werden B4-KWK nicht durch Probenahmen bewertet, sondern wenn möglich durch eine Übertragung der Bewertung des nächstgelegenen B3-Wasserkörpers (LfU, 2023a). Eine Übertragung wurde durch das LfU hier nicht vorgenommen, sodass der Zustand des KWK in Bezug auf die QK als „nicht verfügbar/ nicht anwendbar, unklar“ festgelegt worden ist (MELUND, 2021a, BfG, 2022).

#### **4.6.6.1.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

Der Zustand dieser QK ist im laufenden Bewirtschaftungszeitraum als „mäßig“ bzw. „nicht gut“ bewertet worden (MELUND, 2021a, BfG, 2022). Der EQR-Wert für diesen KWK liegt im Jahr 2020 bei 0,500 und somit im mittleren Bereich des Bewertungsintervalls (0,400 – 0,600) für den mäßigen Zustand (LfU, 2024c).



#### **4.6.6.1.2    Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **4.6.6.1.2.1    hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Untergeordnete, unterstützende Qualitätskomponenten sind hydromorphologische Merkmale wie die Morphologie und das Tidenregime. In dem betrachteten Küstenwasserkörper werden beide Parameter eingehalten (BfG, 2022) und mit gut bewertet (MELUND, 2021a).

Der Wasserkörper schließt sich östlich des Fehmarn Sund E an und weist Wassertiefen bis 25 m auf (BSH, 2018). Er befindet sich weitgehend außerhalb der 1 Seemeilenzone. Es liegen keine Daten zur Sedimentbeschaffenheit vor.

##### **4.6.6.1.2.2    allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse, der Sauerstoff- und Salzgehalt, Versauerungszustand und Stickstoff- und Phosphorverbindungen führen zu der Bewertung der physikalisch-chemische Qualitätskomponenten. Die Parameter Sichttiefe, Temperaturverhältnisse und Salzgehalt wurden gemäß (BfG, 2022) für diesen KWK als nicht relevant eingestuft.

##### **4.6.6.1.2.2.1    Sauerstoffhaushalt**

Die Werte für den Sauerstoffgehalt werden gemäß Wasserkörpersteckbrief (MELUND, 2021a, BfG, 2022) eingehalten. In 2020 wurden an der Landesmessstelle Fehmarnsund, SW Flüge Sauerstoffkonzentrationen von 6,27 mg/l (September 2020, 1,3 m Tiefe) bis 11,91 mg/l (Januar 2020, 1 m Tiefe) gemessen. Im Durchschnitt beträgt die Sauerstoffkonzentration an der Landesmessstelle Fehmarn SO 9,79 mg/l (1m unter Gewässer-oberfläche) bzw. 6,95 mg/l (1m über der Gewässersohle). In 2020 wurden Sauerstoffindices von 89,35 % (Juni 2020) bis 110,00 % (September 2020) 1m unter der Gewässer-oberfläche und von 33,65 % (Oktober 2020) bis 96,96 % (Januar 2020) 1m über der Gewässersohle gemessen. Ergänzend wurden durch den VHT an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961013 die Parameter TOC, BSB und Eisen von März 2023 bis April 2024 gemessen (siehe Tabelle 58). Es wurden TOC-Konzentrationen von 3,00 mg/l (1m über der Gewässersohle) bzw. von 3,90 mg/l (1m unter der Gewässer-oberfläche) bis 75,00 mg/l (1m über der Gewässersohle) bzw. bis 86,00 mg/l (1m unterhalb der Gewässer-oberfläche) gemessen. Im Jahresdurchschnitt betragen die TOC-Konzentrationen 12,34 mg/l 1m unter der Gewässer-oberfläche und 10,42 mg/l 1m über der Gewässersohle. Die

BSB-Konzentrationen lagen in beiden Probenahmehorizonten immer unterhalb der Nachweisgrenze von 3 mg/l.

Lediglich im April und im Dezember 2023 konnte 1m unterhalb der Gewässeroberfläche eine Eisenkonzentration von 0,11 mg/l bzw. 0,12 mg/l nachgewiesen werden. 1m über der Gewässersohle konnte lediglich im April 2023 eine Eisenkonzentration von 0,11 mg/l nachgewiesen werden. In den anderen beprobten Monaten lagen die Eisenkonzentrationen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze (variierten zwischen 0,05 und 0,01 mg/l).

**Tabelle 58: Gemessene Parameter des Sauerstoffhaushaltes für den KWK Fehmarn Sund Ost aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarn SO		DESM_SH_961013	
	1m unter Gewässer- oberfläche	1m über Gewässersohle	1m unter Gewässer- oberfläche	1m über Gewässer- sohle
Messzeitraum	2020		03/2023 – 04/2024	
Sauerstoffkonzentration [mg/l]				
MIN	7,83	3,01		
MAX	11,79	10,58		
Jahresdurchschnitt	9,79	6,95		
Sauerstoffindex [%]				
MIN	89,35	33,65		
MAX	110,00	96,96		
Jahresdurchschnitt	100,88	70,86		
TOC [mg/l]				
MIN			3,90	3,00
MAX			86,00	75,00
Jahresdurchschnitt			12,34	10,42
BSB-5 [mg/l]				
MIN			<3	<3
MAX			<3	<3
Jahresdurchschnitt			<3	<3
Eisen [mg/l]				
MIN			< 0,05	< 0,05
MAX			0,12	0,11
Jahresdurchschnitt			0,05	0,04

#### 4.6.6.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen

Die Werte für die Stickstoffverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtstickstoff ausschlaggebend. Der Jahresdurchschnitt der durch (LfU, 2023b) in 2020 ermittelten Gesamtstickstoffkonzentrationen beträgt 0,178 mg/l 1m unterhalb der Gewässeroberfläche und 0,186 mg/l 1m über der Gewässersohle(siehe Tabelle 59) und liegt damit für den KWK Fehmarn Sund Ost über der Anforderung eines sehr guten ökologischen Zustandes ( $\leq 0,14$  mg/l, gemäß Anlage 7 der OGewV) und unterhalb der Anforderung für einen guten ökologischen Zustand (0,21 mg/l gemäß Anlage 7 der OGewV).

**Tabelle 59: Gemessene Parameter der Stickstoffverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund Ost aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarn SO		DESM_SH_961013	
	1m unter Gewässer- oberfläche	1m über Gewässersohle	1m unter Gewässer- oberfläche	1m über Gewässer- sohle
Messzeitraum	2020		03/2023 – 04/2024	
Gesamtstickstoff [mg/l]				
MIN	0,137	0,137		
MAX	0,240	0,268		
Jahresdurchschnitt	0,178	0,186		
Nitrat-Stickstoff [mg/l]				
MIN	<0,0014	<0,0014		
MAX	0,059	0,058		
Jahresdurchschnitt	0,011	0,025		
Ammonium-Stickstoff [mg/l]				
MIN	0,004	0,019	<0,03	<0,03
MAX	0,037	0,056	0,12	0,09
Jahresdurchschnitt	0,020	0,037	0,03	0,04
Nitrit-Stickstoff [mg/l]				
MIN	<0,00028	0,0004		
MAX	0,005	0,0129		
Jahresdurchschnitt	0,001	0,0034		

#### 4.6.6.1.2.2.3 Phosphorverbindungen

Die Werte für die Phosphorverbindungen werden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum nicht eingehalten. Nach (OGewV, 2020) ist für die Bewertung des ökologischen Zustandes der Parameter Gesamtphosphor (Summe aus Ortho-Phosphat-Phosphor, allgemeinen Phosphaten, kondensierten Phosphaten und organischen Phosphatverbindungen) ausschlaggebend. Die Ortho-Phosphat<sub>ges.</sub>-Konzentration liegt 2020 mit dem Jahresdurchschnitt von 0,021 mg/l über der Anforderungsgrenze vom sehr gutem zum guten ökologischen Zustand von 0,01 mg/l (Anlage 7 OGewV, 2020) für den KWK Fehmarn Sund Ost. Der ökologische Zustand wird demnach als mäßig eingestuft. In den ergänzenden Untersuchungen des VHT wurde die Gesamtphosphorkonzentration ermittelt. Die Bestimmungsgrenzen (0,1, 0,5 und 1,0 mg/l) des Gesamtphosphor liegen dabei oberhalb der Anforderungen für einen sehr guten (0,01 mg/l) und guten Zustand (0,0155 mg/l) nach Anlage 7 der OGewV. Der Jahresdurchschnitt der Ortho-Phosphat-Phosphorkonzentrationen 1m unterhalb der Gewässeroberfläche von 0,007 mg/l liegt unterhalb der Anforderung eines sehr guten Zustandes (0,01 mg/l, gemäß Anlage 7 (OGewV, 2020)). Im Probenahmehorizont 1 m über der Gewässersohle liegt der Jahresdurchschnitt der Ortho-Phosphat-Phosphorkonzentrationen mit 0,02 mg/l über den Anforderungen des sehr guten (0,01 mg/l) und guten Zustand (0,0155 mg/l) nach Anlage 7 der OGewV.

**Tabelle 60: Gemessene Parameter der Phosphorverbindungen gemäß Anlage 3 OGewV für den KWK Fehmarn Sund W aus (LfU, 2023b) und (VHT, 2024)**

Messstelle	Fehmarn SO	DESM_SH_961013	
		1m unter Gewässeroberfläche	1m über Gewässersohle
Messzeitraum	2020	03/2023 – 04/2024	
Gesamtphosphor [mg/l]			
MIN	0,021	<0,1	<0,1
MAX	0,059	<1,0	<1,0
Jahresdurchschnitt	0,021	0,36	0,38
Ortho-Phosphat-Phosphor [mg/l]			
MIN	0,014	<0,01	<0,01
MAX	0,050	0,02	0,07
Jahresdurchschnitt	0,024	0,007	0,02

#### **4.6.6.1.2.2.4 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Für flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022) keine Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasser und Sediment ermittelt.

Für den KWK Fehmarn Sund Ost liegen keine direkten Ergebnisse spezieller Schadstoffuntersuchungen vom LfU vor. Die Messwerte an der nächstliegenden Stationen Mecklenburger Bucht (MSt-Nr.: 225058) für die Wasserchemie und für die Messwerte der Sedimentchemie an der Station Sagasbank Ost (Mst-Nr.: 225029) wurden für die Bewertung herangezogen. Die Konzentrationen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe lagen im Wasser und im Sediment unterhalb ihrer UQN (siehe Kapitel 4.6.7.1). Auch bei den ergänzenden chemischen Untersuchungen des VHT an der repräsentativen Messstelle wurden bei keinem der untersuchten Parameter im Wasser und Sediment nach Anlage 6 der (OGewV, 2020) festgestellt (siehe Anlage 3).

#### **4.6.6.2 Chemischer Zustand**

Der chemische Zustand des KWK Fehmarn Sund Ost wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 61) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 61: Chemischer Ist-Zustand KWK Fehmarn Sund Ost gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

<b>Parameter</b>	<b>Fehmarn Sund Ost</b>
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten (Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022, MELUND, 2021a). Für den KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte der Messstelle Mecklenburger Bucht, welche im Küstenmeer Schlei/Trave gelegen ist, übertragen. Aus den Ergebnissen der Messungen von 2020 geht hervor, dass kein gemessener Parameter die UQN nach Anlage 8 der OGewV überschreitet. Die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961013 und zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der UQN gemäß Anlage 8 OGewV (siehe Anlage 3).

Ein guter chemischer Zustand soll nach 2045 erreicht werden (MELUND, 2021a).

#### **4.6.7 Beschreibung des Ist-Zustandes des Küstenmeers Schlei/ Trave**

##### **4.6.7.1 Ökologischer Zustand / ökologisches Potenzial**

###### **4.6.7.1.1 Biologische Qualitätskomponente**

Gemäß (BfG, 2022) ist das Küstenmeer Schlei/ Trave ein Hoheitsgewässer. Hoheitsgewässer sind gemäß Art. 2.1 der WRRL ausnahmsweise im Hinblick auf den chemischen Zustand in den Begriff „Oberflächengewässer“ eingeschlossen. Angaben zum Gewässertyp, den signifikanten Belastungen und den Auswirkungen der Belastungen sowie zur Ökologie sind für die elektronische Berichtserstattung nicht relevant.

###### **4.6.7.1.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

###### **4.6.7.1.2.1 Physikalisch-chemische Qualitätskomponente**

###### **4.6.7.1.2.1.1 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Da sich einige Einstufungen des ökologischen Zustandes der oben genannten KWK auf Messwerte im Küstenmeer Schlei/ Trave beziehen, bzw. diese auf die oben genannten KWK übertragen werden. Sind in Tabelle 62 die Ergebnisse der Messungen der Schadstoffe nach Anlage 6 der (OGewV,2020) aus 2020 im Sediment und in Tabelle 63 im Küstenwasser gemäß (LfU, 2023b) zusammengefasst. Beide Tabellen zeigen auf, dass keine UQN der gemessenen flussgebietsspezifischen Schadstoffe überschritten worden ist.

**Tabelle 62:** Mittlere gemessene flussgebietsspezifische Schadstoffe im Sediment an der Messstelle Sagasbank Ost in 2020 gemäß (LfU, 2023b) mit der zugehörigen JD\_UQN gemäß Anlage 6 der (OGewV, 2020)

Parameter	Messwert in mg/kg	JD-UQN in mg/kg
Arsen	18,9	40
Chrom	74	640
Zink	123	800
PCB 28	0,00021	0,02
PCB 52	0,00012	0,02
PCB 101	0,00052	0,02
PCB 118	0,00042	
PCB 138	0,0011	0,02
PCB 153	0,0014	0,02
PCB 180	0,00045	0,02
Triphenylzinn-Kation	<0,001	0,02

**Tabelle 63:** Mittlere gemessene flussgebietsspezifische Schadstoffe im Wasser an der Messstelle Sagasbank Ost in 2020 gemäß (LfU, 2023b) mit der zugehörigen JD\_UQN gemäß Anlage 6 der (OGewV, 2020)

Parameter	Messwert in µg/l	JD-UQN in µg/l
2,4-D	<0,01	0,02
Azinphos-ethyl	<0,003	0,01
Azinphos-methyl	<0,005	0,01
Bentazon	<0,01	0,1
Bromacil	<0,003	0,6
Chlortoluron	<0,005	0,4
Dichlorprop	<0,01	0,1
Dimethoat	<0,003	0,007
Hexazinon	<0,001	0,07
Linuron	<0,003	0,1
MCPA	<0,01	2
Mecoprop	<0,01	0,1
Metazachlor	<0,002	0,4
Methabenzthiazuron	<0,001	2
Metolachlor	<0,005	0,2
Monolinuron	<0,005	0,02
PCB 101	<0,00025	0,0005
PCB 138	<0,00025	0,0005
PCB 153	<0,00025	0,0005

Parameter	Messwert in µg/l	JD-UQN in µg/l
PCB 180	<0,00025	0,0005
PCB 28	<0,00025	0,0005
PCB 52	<0,00025	0,0005
Phenanthren	<0,0001	0,5
Prometryn	<0,001	0,5
Terbuthylazin	<0,003	0,5
Triphenylzinn-Kation	<0,0002	0,0005

#### 4.6.7.2 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand des Küstenmeers Schlei/ Trave wird als nicht gut eingestuft (siehe Tabelle 64) (BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 64: Chemischer Ist-Zustand Küstenmeer Schlei/ Trave gemäß (MELUND, 2021a, BfG, 2022)**

Parameter	Küstenmeer Schlei Trave
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe und Nitrat	nicht gut
Prioritäre Stoffe ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Bromierte Diphenylether (BDE) Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Dieser KWK weist einen erhöhten Anteil an Quecksilber und Quecksilberverbindungen auf, sodass die UQN hier überschritten werden. Des Weiteren wurde die UQN für den Parameter Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) überschritten ((Erläuterungen siehe Kapitel 4.6.1).

Der chemische Zustand der Küstenwasserkörper ohne ubiquitäre Stoffe ist gut (BfG, 2022).

Zur Bewertung des chemischen Zustandes der in den oben genannten Kapiteln KWK werden gemäß (LfU, 2023b) die Werte aus der Messstelle Mecklenburger Bucht übertragen. In Tabelle 65 sind die gemessenen Schadstoffe nach Anlage 8 der (OGewV, 2020) zugefasst. Es wird ersichtlich, dass keine UQN der gemessenen Parameter überschritten werden.



**Tabelle 65: Mittlere gemessene Schadstoffe in der Messstelle Mecklenburger Bucht in 2020 gemäß (LfU, 2023b) und deren UQN gemäß Anlage 8 der (OGewV, 2020)**

Parameter	Messwert in µg/l	JD-UQN in µg/l	ZHK-UQN in µg/l
4,4-DDT	<0,00025	0,01	
Alachlor	<0,005	0,3	0,7
Anthracen	<0,002	0,1	0,1
Atrazin	<0,003	0,6	2
BDE 100 (2,2,4,4,6-Pentabrombiphenylether)	<0,000025		0,014
BDE 153 (2,2,4,4,5,5-Hexabrombiphenylether)	<0,000025		0,014
BDE 154 (2,2,4,4,5,6-Hexabrombiphenylether)	<0,000025		0,014
BDE 47 (2,2,4,4-Tetrabrombiphenylether)	<0,000025		0,014
BDE 99 (2,2,4,4,5-Pentabrombiphenylether)	<0,000025		0,014
Benzo(a)pyren	<0,0002	0,00017	0,027
Benzo(b)fluoranthen	<0,0002		0,017
Benzo(g,h,i)perylene	<0,0002		0,00082
Benzo(k)fluoranthen	<0,0002		0,017
b-Hexachlorcyclohexan	<0,00025	0,0002	0,02
Blei	<0,1	1,3	14
Cadmium	<0,04	0,2	≤0,45*
Chlorfenvinphos	<0,002	0,1	0,3
Chlorpyrifos	<0,0001	0,03	0,1
Diuron	<0,005	0,2	1,8
Fluoranthen	0,0007	0,0063	0,12
Hexachlorbenzol	<0,00025		0,05
Hexachlorbutadien	<0,00025		0,6
Isoproturon	<0,003	0,3	1
Naphthalin	<0,006	2	130
Nickel	0,585	8,6	34
Quecksilber	<0,0015		0,07
Simazin	<0,003	1	4
Tributylzinn-Kation	<0,0001	0,0002	0,0015
Trifluralin	<0,0001	0,03	

\*) Wasserhärte nicht bekannt, daher wurde hier die kleinste ZHK gewählt

## 4.7 Ist-Zustandsbeschreibung der Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet

### 4.7.1 Datenbasis

Neben den uns vorliegenden Planungen und Gutachten zum Bauvorhaben wie Lageplan und geologischen Profilschnitte (Unterlage 25) (siehe Kapitel 2), dienen die Wasserkörpersteckbriefe der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, 2022) und des Landes Schleswig-Holstein (MELUND, 2021a) als Grundlage der Einschätzung der Grundwasserkörper. Weitere Informationen stellen sowohl das Umweltportal Schleswig-Holstein (MEKUN, 2023) als auch der Bewirtschaftungsplan FGE Schlei/ Trave für den 3. Bewirtschaftungszeitraum (MELUND, 2021a) bereit. Tabelle 66 ist eine Zusammenstellung der Wasserkörperbewertung zu entnehmen. Des Weiteren wurde durch die VHT ein ergänzendes Monitoring an 5 Grundwassermessstellen auf dem Festland und 4 Grundwassermessstellen auf der Insel Fehmarn im Oktober 2024 durchgeführt (Lage der Messstellen siehe Abbildung 49).

**Tabelle 66: Übersicht und IST Zustand Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet**

Wasserkörper	Art	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand	Erreichung des guten Zustands
DEGB_DESH_ST07 <b>Kossau/ Oldenburger Graben</b>	Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter	Gut	Gut	Guter Zustand seit Bestandsaufnahme 2004
DEGB_DESH_ST08 <b>Fehmarn</b>	Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter	Gut	Gut	Guter Zustand seit Bestandsaufnahme 2004

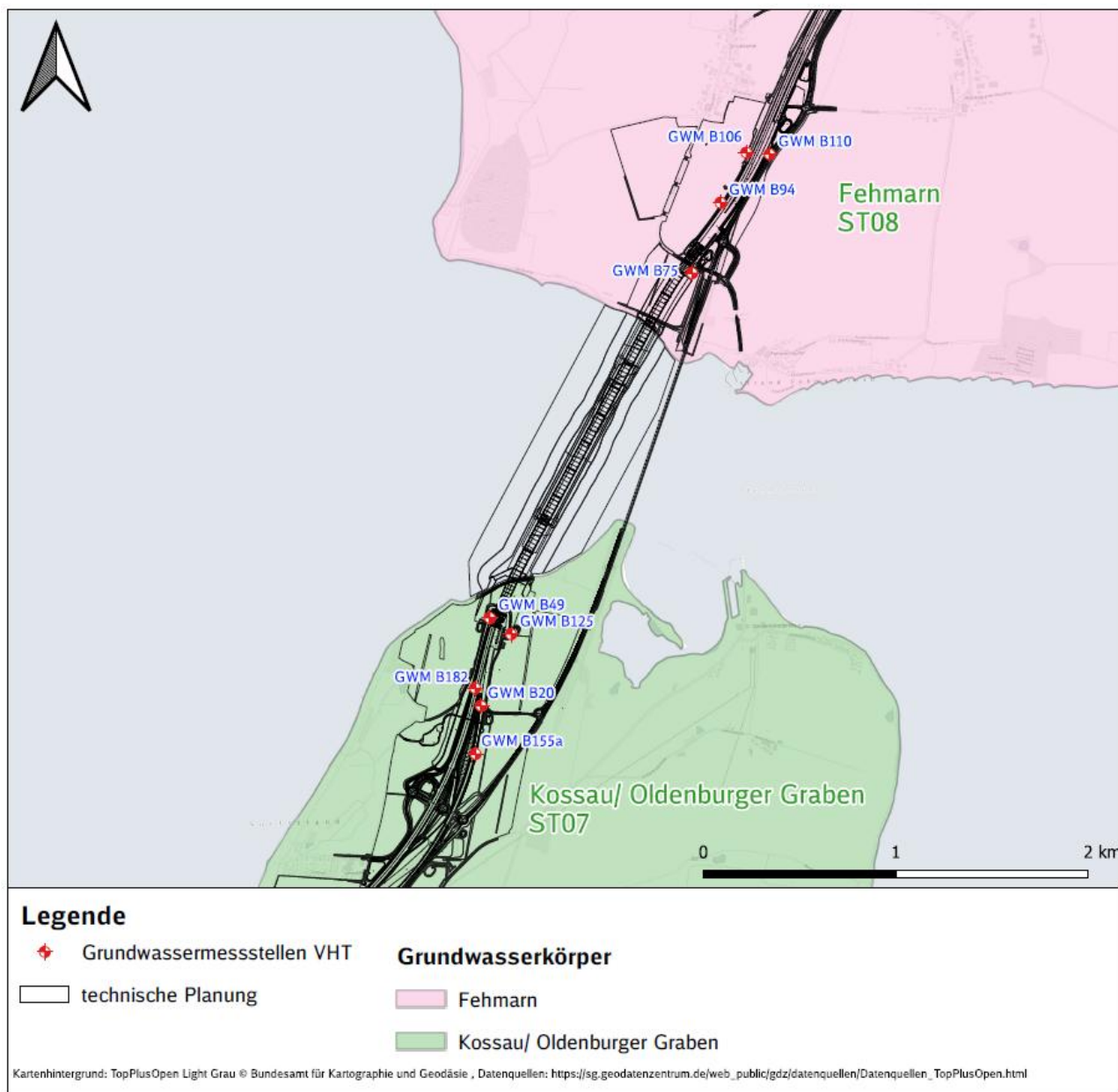


Abbildung 49: Übersicht Grundwassermessstellen VHT

#### 4.7.2 Beschreibung des Ist-Zustandes des GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST 07)

##### 4.7.2.1 Mengenmäßiger Ist-Zustand

Der Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) befindet sich seit der Bestandsaufnahme im Jahr 2004 in einem guten mengenmäßigen Zustand (siehe Tabelle 66, BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Die mittlere Niederschlagssumme im langjährigen Mittel (1991 -2020) für das Untersuchungsgebiet wird vom LLUR mit 552 – 600 mm/a angegeben (LLUR, 2021a). Seit 2015 wird in Großenbrode eine Wetterstation betrieben. Im Durchschnitt betrug der Niederschlag in den letzten acht Jahren 569 mm/a (WetterKontor, 2023).

Das Landesamt für Umwelt hat in einer schriftlichen Mitteilung (LLUR, 2022b) die Grundwasserneubildung im GWK Kossau/ Oldenburger Graben im Basiszeitraum 1971-2000 nach GROWA<sup>1</sup> mit 143.359.000 m<sup>3</sup>/a angegeben. Dies entspricht einer Neubildung von 117 mm/a. Das Umweltportal (MEKUN, 2023) gibt für den Grundwasserkörper, im Bereich Großenbrode eine „sehr geringe“ Sickerwasserrate an (weniger als 215 mm/a).

Die von der Behörde angegebene Grundwasserentnahme beträgt ca. 10 % der Grundwasserneubildung (LLUR, 2022b). Dies entspricht einem guten mengenmäßigen Zustand (Vgl. Tabelle 66).

##### 4.7.2.2 Chemischer Ist-Zustand

Der Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) befindet sich seit der Bestandsaufnahme im Jahr 2004 in einem guten chemischen Zustand (siehe Tabelle 67, BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 67: Chemischer Ist-Zustand des GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) gemäß (BfG, 2022, MELUND, 2021a)**

Parameter	Kossau/ Oldenburger Graben
Chemischer Zustand gesamt	gut
Nitrat	gut
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln	gut

<sup>1</sup> GROWA - Großräumiges Wasserhaushaltsmodell für Schleswig-Holstein (Kunkel und Wendland 2022)

Parameter	Kossau/ Oldenburger Graben
Schadstoffe in Anlage 2 GrwV einschließlich nicht rel. Metaboliten	gut

Im weiteren Umfeld des Bauvorhabens befinden sich die repräsentativen Messstellen nach WRRL WW Klötzin PB 14b und Grammdorf Sportplatz. In der uns vorliegenden Grundwasseranalysen (LfU, 2024a) überschritt der Parameter Ammonium den Schwellenwert (0,5 mg/l) der GrwV mit 0,67 mg/l (04.10.2022) in der Messstelle WW Klötzin PB 14b. Das Grundwasser in beiden Messstellen wurde auf diverse Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden sowie auf Süßstoffe und Arzneimittel untersucht. Die Auswertung zeigt, dass die gemessenen Parameter meist unterhalb ihrer Nachweisgrenze lagen. Die nachgewiesenen Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln in beiden Messstellen sind in Tabelle 68 zusammengefasst. Gemäß GrwV liegt der Schwellenwert für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden bei 0,1 µg/l bzw. bei 100 ng/l. Überschreitungen des Schwellenwertes sind in Tabelle 68 rot markiert. Das vollständige Analytikspektrum gemäß (LfU, 2024a) ist im Anhang 2 dargestellt.

**Tabelle 68: Zusammenfassung nachgewiesenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im GWK ST07 (nach LfU, 2024a)**

Parameter	Konzentration in ng/l	
	WW Klötzin PB 14 b	Grammdorf Sportplatz
<b>Schwellenwert GrwV</b>	<b>100 ng/l</b>	
Alachlor ESA	35	150
CGA 369873 (Dimethachlor-Metabolit)	80	200
Desphenyl-Chloridazon	< 10,0	73
Dimethachlorsäure	< 25,0	120
Dimethachlorsulfonsäure	48	88
DMS (N,N-Dimethylsulfamid / Met. v. Tolyfluanid)	22	13
Metazachlorsäure	210	800
Metazachlorsulfonsäure	180	550
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	< 10,0	25

Bei den ergänzenden Untersuchungen der VHT in den 5 Grundwassermessstellen konnten in einigen Messstellen Überschreitungen der Schwellenwerte der GrwV für die Parameter Chlorid, Sulfat und Ammonium ermittelt werden (siehe Tabelle 69, rote Markierungen). Die Überschreitungen der Schwellenwerte bei

Chlorid ergeben sich aufgrund des natürlichen Meerwassereinflusses. Die Überschreitungen bei Sulfat können sowohl auf den Meerwassereinfluss und zusätzlich auf geogene Ursachen (Sulfat in den überwiegend gering durchlässigen Sedimenten) zurückgeführt werden. Das vollständige Analytikspektrum der ergänzenden Untersuchungen der VHT ist ebenfalls in Anlage 2 zusammengefasst.

**Tabelle 69: Zusammenfassung Überschreitungen Schwellenwerte GrwV im ergänzenden Monitoring der VHT im GWK ST07**

GWM	Chlorid [ $\mu\text{g/l}$ ]	Sulfat [ $\mu\text{g/l}$ ]	Ammonium [ $\text{mg/l}$ ]
<b>Schwellenwert GrwV</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>0,5</b>
GWM 20	94	150	0,07
GWM 49	1.600	120	1,60
GWM 125	340	270	0,32
GWM 155a	440	320	1,50
GWM 182	140	170	0,18

### 4.7.3 Beschreibung des Ist-Zustandes des GWK Fehmarn (ST 08)

#### 4.7.3.1 Mengenmäßiger Ist-Zustand

Der Grundwasserkörper Fehmarn (ST08) befindet sich seit der Bestandsaufnahme im Jahr 2004 in einem guten mengenmäßigen Zustand (siehe Tabelle 66, BfG, 2022, MELUND, 2021a).

Auf der Insel Fehmarn betragen die vieljährigen Mittelwerte des Niederschlags im Zeitraum 1991 bis 2020 rund 598mm/a (DWD, 2023). Die mittlere Jahresniederschlagssumme im langjährigen Mittel (1991-2020) wird vom LLUR mit 552 bis 600mm (LLUR, 2021a) angegeben.

Das Landesamt für Umwelt hat in einer schriftlichen Mitteilung (LLUR, 2022b) die Grundwasserneubildung im Grundwasserkörper Fehmarn im Basiszeitraum 1971-2000 nach GROWA<sup>1</sup> mit 10.036.000 m<sup>3</sup>/a angegeben. Dies entspricht einer Neubildung von 54 mm/a. Das Umweltportal (MEKUN, 2023) gibt für den Grundwasserkörper eine „sehr geringe“ Sickerwasserrate an (weniger als 215 mm/a).

<sup>1</sup> GROWA - Großräumiges Wasserhaushaltsmodell für Schleswig-Holstein (Kunkel und Wendland 2022)

Die von der Behörde angegebene Grundwasserentnahme beträgt ca. 0,8 % der Grundwasserneubildung (LLUR, 2022b). Dies entspricht einem guten mengenmäßigen Zustand (Vgl. Tabelle 66).

#### 4.7.3.2 Chemischer Ist-Zustand

Der Grundwasserkörper Fehmarn (ST08) befindet sich seit der Bestandsaufnahme im Jahr 2004 in einem guten chemischen Zustand (siehe Tabelle 70, BfG, 2022, MELUND, 2021a).

**Tabelle 70: Chemischer Ist-Zustand des GWK Fehmarn (ST08) gemäß (BfG, 2022, MELUND, 2021a)**

Parameter	Fehmarn
Chemischer Zustand gesamt	gut
Nitrat	gut
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln	gut
Schadstoffe in Anlage 2 GrwV einschließlich nicht rel. Metaboliten	gut

Auf Fehmarn befindet sich die repräsentative Messstelle nach WRRL Ostermarkelsdorf. In der Grundwasseranalyse gemäß (LfU, 2024a) wird hier der Schwellenwert nach GrwV von Nitrat (50 mg/l) mit einer Konzentration von 60,65 mg/l (14.03.2022). Das Grundwasser der Messstelle wurde auf diverse Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden sowie auf Süßstoffe und Arzneimittel untersucht. Die Auswertung zeigt, dass die gemessenen Parameter meist unterhalb ihrer Nachweisgrenze lagen. Die nachgewiesenen Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln sind in Tabelle 71 zusammengefasst. Gemäß GrwV liegt der Schwellenwert für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden bei 0,1 µg/l bzw. bei 100 ng/l. Überschreitungen des Schwellenwertes sind in Tabelle 71 rot markiert.

**Tabelle 71: Zusammenfassung nachgewiesenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im ST08 (nach LfU, 2024a)**

Parameter	Konzentration in ng/l
<b>Schwellenwert GrwV</b>	<b>100 ng/l</b>
Alachlor ESA	68
Chlorthalonil-Sulfonsäure	17

Parameter	Konzentration in ng/l
<b>Schwellenwert GrwV</b>	<b>100 ng/l</b>
Dimethenamidsulfonsäure	210
Metazachlorsäure	850
Metazachlorsulfonsäure	1.100

Bei den ergänzenden Untersuchungen der VHT in den 4 Grundwassermessstellen konnten in einigen Messstellen Überschreitungen der Schwellenwerte der GrwV für die Parameter Chlorid, Arsen und Ammonium ermittelt werden (siehe Tabelle 72, rote Markierungen). Die Überschreitungen der Schwellenwerte bei Chlorid ergeben sich aufgrund des natürlichen Meerwassereinflusses. Das vollständige Analytikspektrum der ergänzenden Untersuchungen der VHT ist ebenfalls in Anlage 2 zusammengefasst.

**Tabelle 72: Zusammenfassung Überschreitungen Schwellenwerte GrwV im ergänzenden Monitoring der VHT im GWK Fehmarn (ST08)**

GWM	Chlorid [µg/l]	Arsen [mg/l]	Ammonium [mg/l]
<b>Schwellenwert GrwV</b>	<b>250</b>	<b>0,01</b>	<b>0,5</b>
GWM 110	440	0,011	1
B/GWM 75	46	0,0015	<0,025
B/GWM 94	610	0,0026	1,4
B/GWM 106	190	0,015	0,49



#### **4.7.4 Betroffenheit von wasserabhängigen terrestrischen Landökosystemen**

Grundwasserabhängige Landökosysteme werden direkt vom Grundwasser gespeist wie z.B. Moore, Sümpfe, Quellen und auch Auen- oder Eichenwälder (MELUND, 2023, LLUR 2022a). Im Bereich des Bauvorhabens befinden sich laut der Landesweiten Biotopkartierung 2020 (MELUND, 2023) keine grundwassergespeisten Landökosysteme. Etwa 1,5 km östlich des Bauvorhabens befindet sich ein Niedermoor, mit dem grundwasserabhängigen Lebensraumtyp „Kalkreiche Sümpfe“ (LRT 7210) mit Binsen-Schneide-Röhrrichten. Gleichwohl sind Böden im Umfeld als grundwasserstauende Böden charakterisiert und Biotoptypen wie Feuchtwiesen wurden hier kartiert. Die in Kapitel 3.4.2.2.5 dargestellten grundwasserabhängigen Landökosysteme (siehe Abbildung 29 und Abbildung 30) sind Grundlage der Bewertungen.

#### **4.8 Betroffenheit von Schutzgebieten**

Das Bauvorhaben liegt im Naturraum Schleswig-Holsteinischen Hügelland – Einheit Nordoldenburg (MEKUN, 2023).

Das Baufeld liegt auf der Landzunge Großenbrode im Landschaftsschutzgebiet Nr. 21 „Nordküste von Großenbrode“ (Abbildung 50). Etwa 300 m westlich schließen sich das FFH-Gebiet „Meeresgebiet östliche Kieler Bucht“, das FFH-Gebiet „Küstenlandschaft Nordseite der Wagrigen Halbinsel“ und das EU-Vogelschutzgebiet „Östliche Kieler Bucht“ an (MEKUN, 2023), welches sich auf das Küstengewässer Fehmarn Sund W erstreckt. Östlich des Bauvorhabens schließen sich das FFH-Gebiet „Küstenlandschaft vor Großenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche“ und das EU-Vogelschutzgebiet „Ostsee östlich Wagrien“ an.

Auf der Insel Fehmarn liegt das Bauvorhaben außerhalb von Schutzgebieten. Das FFH-Gebiet „Sundwiesen Fehmarn“ befindet sich südöstlich des Bauwerks (vgl. Abbildung 50).

An der östlichen Küste Fehmarns liegt im KWK Fehmarn Belt E das FFH-Gebiet „Staberhuk“.

Im Bereich des Bauvorhabens befindet sich kein Wasser- oder Trinkwasserschutzgebiet (siehe Kapitel 4.4) (MEKUN, 2023).

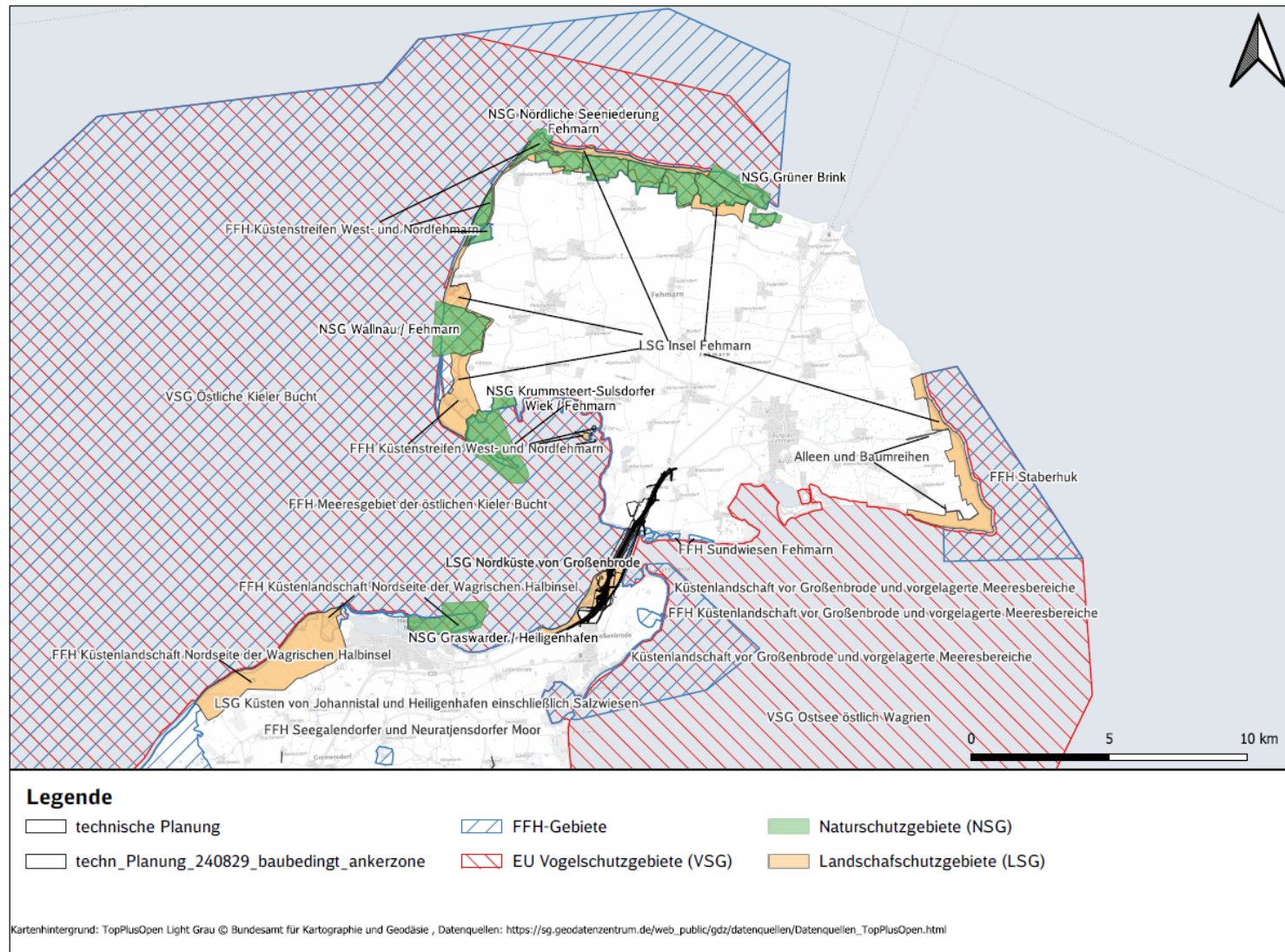


Abbildung 50: Schutzgebiete des Untersuchungsraumes (nach MEKUN,2023)

## **5. Auswirkungen des Vorhabens auf die betroffenen Wasserkörper und deren Qualitätskomponenten und Umweltqualitätsnormen – Prüfung auf Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot**

### **5.1 Küstenwasserkörper Fehmarn Sund W**

#### **5.1.1 Baubedingte Auswirkungen**

##### **5.1.1.1 Zusammenfassung der baubedingten Projektwirkungen**

###### **5.1.1.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen baubedingten Auswirkungen**

Mit Kapitel 3.4 wurden die Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen gemäß (MEKUN, 2024) zusammengefasst und beschrieben.

In Tabelle 73 wurden die baubedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Sund W zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Sund W beschrieben. Dabei werden zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob sich die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 73: Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>							
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	x	x		x	x		
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	x	x		x	x		
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)	x	x		x			
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x		
1.5	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x	x	x		
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
<b>4</b>	<b>A - 1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung</b>							
4.1	Änderung Temperaturverhältnisse	x	x	x		x		
4.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
4.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
4.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
<b>5</b>	<b>A – 2 Ausleitung/ Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung</b>							
5.1	Änderung der Wasserspiegellage							
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>							
6.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x		
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>							
7.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x	x	x			
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
7.4	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				

#### **5.1.1.1.2 WF Wasserspiegellage /Tidenhub**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.1.

Die Auswirkungen des Tunnelbaus auf den Wasserstand sind somit sehr gering und innerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches und beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und treten nur bei starken Windereignissen auf.

#### **5.1.1.1.3 WF Seegang o. Exposition**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung der Auswirkungen erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.1.2.

#### **5.1.1.1.4 WF Durchgängigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.1.3.

#### **5.1.1.1.5 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Beschreibung der Änderung des Durchflusses und der Strömungsgeschwindigkeit erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.1.4.

#### **5.1.1.1.6 WF morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau / K-1 Einbringen fester Stoffe / K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Beschreibung dieses WF erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.1.5.

#### **5.1.1.1.7 WF Schwebstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Während der Nassbaggerung werden aus dem Baggergut Schwebstoffe gelöst mit der Strömung im Küstenwasserkörper verdriftet. Die Modellierung der Ausbreitung der Schwebstoffe, während der Nassbaggerung, wurde mit der (Unterlage 51.02) modelliert. Für eine detaillierte Darstellung der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung wurden an 15 Beobachtungspunkten (t1 -t6, t10, t13, t14, t20 – t24, t26, Lage siehe Abbildung 51) Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen an der Wasseroberfläche, in der Mitte der Wassersäule, sohl-nah, und tiefengemittelt ausgelesen worden (siehe Abbildungen 1 bis 15 Anlage 3).

Oberflächennah können südöstlich sowie südwestlich des Tunnelgrabens im Bereich der Ankerzone (t21 – t23) Schwebstoffkonzentrationen von 53,5 mg/l (t21, Tabelle 74) bis zu maximal 137 mg/l auftreten (t23, siehe Tabelle 74). Diese maximalen Werte treten nur an einzelnen Tagen (siehe Abbildungen 11 – 13, Anlage 3) während der Baggerarbeiten für den Zugangskanal und das Trockendock auf. Im Mittel können an der Oberfläche Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von maximal 1,48 mg/l (t22, siehe Tabelle 74) auftreten. An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,24 mg/l während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Abbildung 10, Anlage 3). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,02 mg/l.

In der Mitte der Wassersäule können maximale Erhöhungen um 181 mg/l (t23, siehe Tabelle 74) im südwestlichen Nahbereich des Tunnelgrabens berechnet werden. Die maximalen Erhöhungen treten hier während der Baggerarbeiten für den Zugangskanal und das Trockendock auf. Im Mittel kann die Schwebstoffkonzentration um 0,02 mg/l (t10) bis 2,53 mg/l (t22, siehe Tabelle 74) erhöht werden. An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,55 mg/l während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Abbildung 10, Anlage 3). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

Die größten Erhöhungen können im sohl-nahen Bereich auftreten. Hier wurden in den Beobachtungspunkten im unmittelbaren Umfeld der geplanten Tunneltrassen Schwebstofferhöhungen bis zu maximal 17.170 mg/l (t21) modelliert. Außerhalb der geplanten Tunneltrasse können die maximalen Schwebstoffkonzentrationserhöhungen am Beobachtungspunkt t3 (ca. 700 m westlich der Trasse und ca. 480 m westlich von t21) bereits deutlich geringer mit 122 mg/l ausfallen. Auch ca. 680 m östlich der geplanten Trasse am Beobachtungspunkt



t6 kann die maximale Erhöhung deutlich geringer mit 162 mg/l ausfallen. Die maximalen mittleren Schwebstoffkonzentrationserhöhungen können sohnah 0,13 mg/l (t10) bis 108 mg/l (t21) während der Baggerarbeiten an den Beobachtungspunkten betragen.

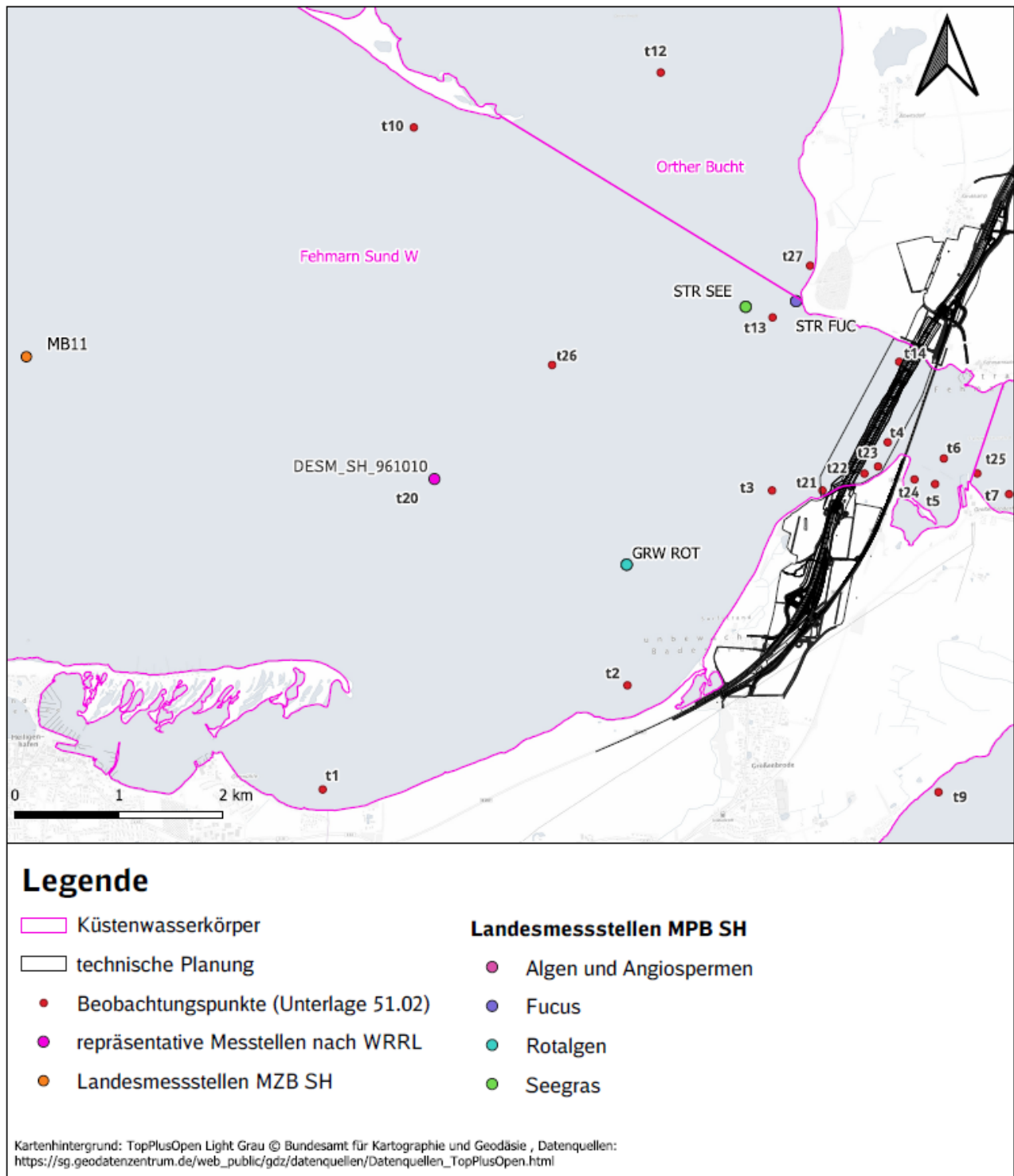
Der Beobachtungspunkt t20 bildet die repräsentative Messstelle nach WRRL ab. Hier werden maximale Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von 4,39 mg/l sohnah und eine mittlere Erhöhung von 0,16 mg/l ermittelt siehe Abbildung 10, Anlage 3).

Tiefengemittelt werden maximale Erhöhungen von 3,98 mg/l bis 1.792 mg/l (t21) ermittelt. Dabei treten die höchsten Konzentrationserhöhungen im Bereich des Tunnelgrabens und der Ankerzone an den Beobachtungspunkten t21 (1.792 mg/l) und t24 (185 mg/l) auf. Im Mittel erfolgt eine Schwebstoffkonzentrationserhöhung von 0,04 mg/l (t10) bis 13,9 mg/l (t21). An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,95 mg/l während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Abbildung 10, Anlage 3). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

**Tabelle 74:**      **Ermittelte minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Fehmarn Sund W**

Beobachtungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohnah	tiefengemittelt
t1	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,02	0,16	0,05
	MAX	0,35	0,39	7,81	1,47
t2	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,03	0,05	1,73	0,26
	MAX	0,71	1,33	120,22	13,52
t3	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,23	0,26	2,88	0,66
	MAX	5,70	4,96	122,02	12,89
t4	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,15	0,23	8,10	1,26
	MAX	4,22	9,99	323,09	44,81
t5	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,27	0,46	12,50	1,83
	MAX	4,40	9,16	247,07	31,99
t6	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,23	0,36	9,32	1,50
	MAX	4,16	7,97	162,02	25,33
t10	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00

Beobach- tungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohlnah	tiefengemittelt
	MITTEL	0,01	0,02	0,13	0,04
	MAX	0,48	0,63	3,98	1,14
t13	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,04	0,06	0,57	0,15
	MAX	0,81	1,24	26,88	3,94
t14	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,06	0,11	1,44	0,33
	MAX	7,04	13,20	150,91	18,10
t20	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,02	0,07	0,16	0,07
	MAX	0,24	0,55	4,39	0,95
t21	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	1,35	2,25	107,89	13,90
	MAX	53,48	85,30	17.170,29	1.792,00
t22	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	1,48	2,53	82,77	11,46
	MAX	59,13	99,31	10.564,32	1.209,32
t23	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	1,06	1,67	55,84	7,89
	MAX	136,92	180,86	4.651,53	564,64
t24	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,37	0,60	24,95	3,27
	MAX	6,30	23,08	1.830,50	195,28
t26	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,03	0,15	0,31	0,14
	MAX	0,43	1,58	6,52	1,52



**Abbildung 51: Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Fehmarn Sund W**

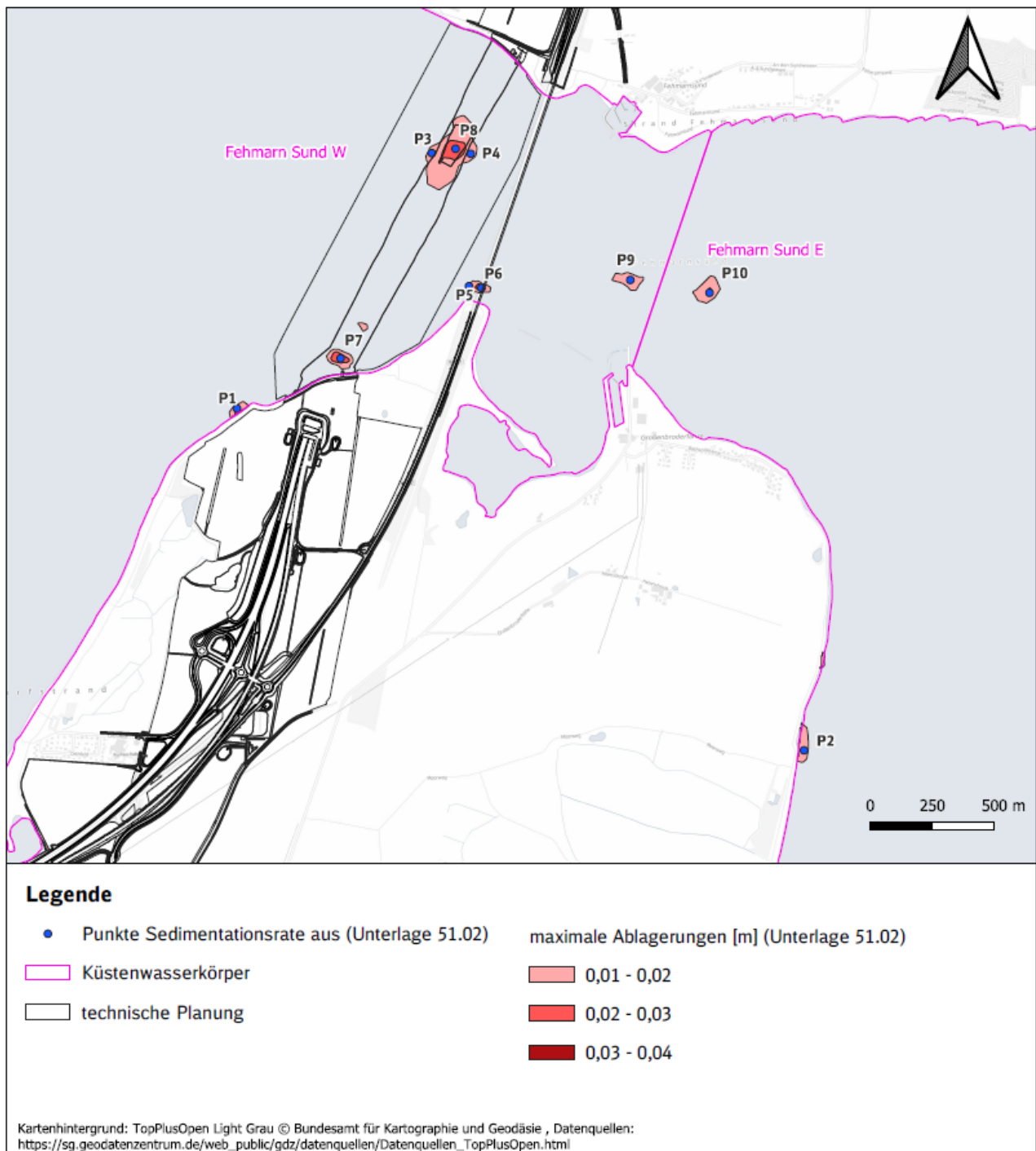
### **Sedimentation:**

Die zusätzlich gelösten Schwebstoffe im Küstenwasser lagern sich in Form von Sedimentation an der Gewässersohle ab. Die Stärke dieser Sedimentation wurde ebenfalls mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet. Die durch das Modell ermittelten maximalen Sedimentationshöhen sind in Tabelle 75 zusammengefasst. In den Bereich mit den höchsten Sedimentationen wurden an 10 Auslesepunkten (davon 8 im KWK Fehmarn Sund W, Lage siehe Abbildung 52) die maximalen Sedimentationsraten ermittelt.

**Tabelle 75: Maximale Sedimentationsraten im KWK Fehmarn Sund W gemäß (Unterlage 51.02)**

Beobachtungspunkt	Maximale Sedimentationsrate (cm/d)
P1	0,65
P3	0,20
P4	0,35
P5	0,11
P6	1,60
P7	0,05
P8	0,23
P9	1,47

Die höchsten ermittelten Sedimentablagerungen während der Bauzeit betragen 3 -4 cm und befinden sich innerhalb des Tunnelgrabens bzw. am südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund (siehe Abbildung 52). In diesen Bereich werden maximale Sedimentationsraten bis zu 1,60 cm/d (P6) ermittelt.



**Abbildung 52: Maximale Sedimentablagerungen während der Bauzeit mit den Auslesepunkten der maximalen Sedimentationsraten P1- P10 gemäß (Unterlage 51.02)**

## **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

### **Schwebstoffkonzentration:**

Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen (Oberflächenentwässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) in die KWK resultieren.

Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden der Wirkradius an jeder Einleitstelle bestimmt, in dessen Bereich die resultierenden Schwebstoffkonzentrationen im KWK unterhalb der gemessenen Höchstkonzentration im Küstenbereich von 60 mg/l liegen. Die Berechnungen ergaben, dass der Wirkradius an allen Einleitpunkten während der Bauzeit <10 m ist. Sodass die Auswirkungen unerheblich sind. Daher wird auf eine weitergehende Betrachtung des Unterpunktes b) des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.

### **Sedimentation:**

Aufgrund der zu vernachlässigen Eintragsmengen an Schwebstoffen an den jeweiligen Einleitpunkten, ist die daraus resultierende Sedimentation ebenfalls so gering, dass diese unerheblich und demnach zu vernachlässigen ist. Daher wird auch hier auf die weitere Betrachtung verzichtet.

## **c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

### **Schwebstoffkonzentration:**

Während des Vorgangs der Flutung und der Entleerung des Trockendocks kann es zu keinen signifikanten Eintragungen von Schwebstoffen kommen, daher kann diese Projektwirkung ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen der Einleitung von Spülwässern auf Schwebstoffgehalte wurden mit dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) berechnet. Der Vorgang des Spülens wird in der Modellierung nicht gesondert betrachtet und dessen Auswirkungen sind Teil der unter Punkt a) beschriebenen Auswirkungen. Bei der Modellierung wurde ein Schwebstoffeintrag von 100 mg/l für die Zeit des Betriebs des Spülfeldes verwendet. Für den Einleitpunkt wurde ein Wirkradius von <10 m nach Kapitel 2.2.3.1 ermittelt. Der Wirkradius beschreibt den Radius der Fläche um den Einleitpunkt in dem die Schwebstoffkonzentration oberhalb der im Sund gemessenen Höchstkonzentration von 20 mg/l (siehe Kapitel 4.6.2.3.2). Die Auswirkungen sind demnach so gering, dass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf eine Betrachtung des Unterpunktes c) des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.

### **Sedimentation:**

Gemäß (Unterlage 51.02) hat die Einleitung der Spülwässer einen geringen Einfluss auf die Sedimentationsraten im KWK. In Tabelle 76 sind die Anteile des Eintrages durch die Spülleitung an den Punkten P1, P3-P9 zusammengefasst. Der Anteil des Eintrages der Spülleitung an den maximalen Sedimentationsraten beträgt im KWK Fehmarn Sund W maximal 1,2% (P7) innerhalb des Tunnelgrabens. Außerhalb des Tunnelgrabens beträgt der maximale Anteil 1,1 % (P3) im Bereich der Sicherheitszone und 0,6 % (P5) im Bereich der höchsten maximalen Ablagerungen am südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund.

**Tabelle 76: Anteil des Schwebstoffeintrages der Spülleitung an den maximalen Sedimentationsraten an den Auslesepunkten P1 bis P10**

Beobachtungspunkt	Maximale Sedimentationsrate (cm/d)	Anteil aus der Spülleitung (cm/d) [%]
P1	0,65	0,002 [0,2 %]
P3	0,20	0,002 [1,1 %]
P4	0,35	0,001 [0,3 %]
P5	0,11	0,001 [0,6 %]
P6	1,60	0,001 [0,1 %]
P7	0,05	0,001 [1,2 %]
P8	0,23	0,002 [1,0 %]
P9	1,47	0,001 [0,1 %]

Diese ermittelten Anteile sind ebenfalls sehr gering, sodass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf die Betrachtung der Auswirkungen der Sedimentation des Unterpunktes c) des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Ausführungen verzichtet.

#### **d) Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Beschreibung für den Bereich des Absenktunnels ist Kapitel 3.4.2.1.5.3 zu entnehmen. Daraus geht hervor, dass die Auswirkungen so gering sind, dass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf eine Betrachtung des Unterpunktes d) des WF Schwebstoffgehalt in den weiteren Auswertungen verzichtet.

#### **5.1.1.1.8 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Änderungen der Nährstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Nährstoffen aus den marinen Sedimenten bei den Nassbaggerarbeiten bzw. aus den Sedimenten, die zur Wiederverfüllung verwendet werden, resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.4 wurden die freigesetzten Stoffmengen sowie die resultierenden Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle berechnet. Ergänzend wurde abgeschätzt, bis zu welcher Fließlänge ab Einleitpunkt (Baggerstandort), die Konzentrationsanstiege messbar wären oder zu einer Überschreitung der UQN führen würden (siehe Tabelle 77). Die Abschätzung der oben genannten Reichweiten sind dabei als konservativ zu betrachten, da hier vereinfacht davon ausgegangen wird, dass sich die Einleitstelle immer am gleichen Ort befindet. Die Einleitstelle (Baggerstandort) bewegt sich jedoch während der Nassbaggerarbeiten von ca. 10 Monaten von Süden nach Norden durch den KWK Fehmarn Sund W, sodass die in Tabelle 77 beschriebenen Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle maximal einmal während der Baggerarbeiten auftreten können. Gemäß (LfU, 2023b) liegt sowohl die  $\text{Phosphor}_{\text{ges.}}$ -Konzentration als auch die  $\text{Stickstoff}_{\text{ges.}}$ -Konzentration nahe an der jeweiligen Orientierungswerte für den Übergang vom guten in den mäßigen Zustand. Am Einleitort wird der Orientierungswert für  $\text{Stickstoff}_{\text{ges.}}$  nicht überschritten und die ermittelte Konzentration liegt unterhalb der Grenzkonzentration der messbaren Nachweisbarkeit (247  $\mu\text{g/l}$ ), sodass hier keine Reichweiten bestimmt worden sind. Für  $\text{Phosphor}_{\text{ges.}}$  wurde der



Orientierungswert für den guten Zustand an der Einleitstelle mit 14,55 µg/l leicht überschritten. Dieser Wert liegt ebenfalls über der Konzentrationsgrenze der messbaren Nachweisbarkeit (14,3 µg/l), sodass hier sowohl Reichweiten bis zur Unterschreitung der Messbarkeit als auch bis zur Unterschreitung der Orientierungswerte des guten Zustandes von 979 m und 2.008 m bestimmt worden sind (siehe Tabelle 77).

**Tabelle 77: Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Nährstofffreisetzung im KWK Fehmarn Sund W**

Parameter	Abk.	Einheit	N ges	P ges
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l	130,00	9,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l	200,00	13,60
Ausgangskonzentration KWK µg/l (LfU, 2023b)	CA	µg/l	190,00	13,00
Mittlere Konzentration im S4-Eluat (Unterlage 41.29)		µg/l	540,00	130,00
<b>Konzentration im Wasser am Einleitpunkt (Baggerstandort)</b>	<b>CR</b>	<b>µg/l</b>	<b>196,26</b>	<b>14,55</b>
<b>resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle</b>	<b>CM</b>	<b>µg/l</b>	<b>193,83</b>	<b>13,28</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)*		µg/l	247,00	14,30
Radius bis Unterschreitung der Messbarkeit		m		979
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m		2008

\*) für  $P_{ges} = 10\%$ , für  $N_{ges} = 30\%$

## **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Für die Beurteilung der Nährstoffeinträge wurden Wirkradien für Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> an den jeweiligen Einleitstellen im KWK Fehmarn Sund W ermittelt. Diese Wirkradien beschreiben den Radius der Fläche, in der Orientierungswert der OGewV überschritten ist. Entsprechend hat das Wasser außerhalb des

Wirkradius eine Konzentration des jeweiligen zu betrachtenden Stoffes unterhalb der Orientierungswerte nach OGewV. Gemäß Tabelle 1 haben die Ablaufwässer von Straßen ohne Behandlung eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges</sub>-Konzentration von 800 µg/l. Diese Werte liegen deutlich über den jeweiligen Orientierungswerten der OGewV. Je nach Einleitstelle und der dort vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeit wird die jeweilige Stoffkonzentration unterschiedlich schnell verdünnt.

Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1). Gemäß der betriebszeitlichen Entwässerungsplanung (siehe Kapitel 3.2.2) befinden sich die Einleitpunkte Gr1, Gr2, Gr3, Gr4, Gr5 und Fe1 (Positionen siehe Abbildung 15 und Abbildung 16) im KWK Fehmarn Sund W.

Die Ergebnisse der resultierenden Wirkradien an den Einleitstellen und der resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle sind in Tabelle 78 zusammengefasst. Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration aus allen Einleitungen und der Nassbaggerung an der repräsentativen Messstelle bestimmt (siehe Tabelle 78). Die Wirkradien der Nährstoffe >10m sind in Abbildung 53 dargestellt.

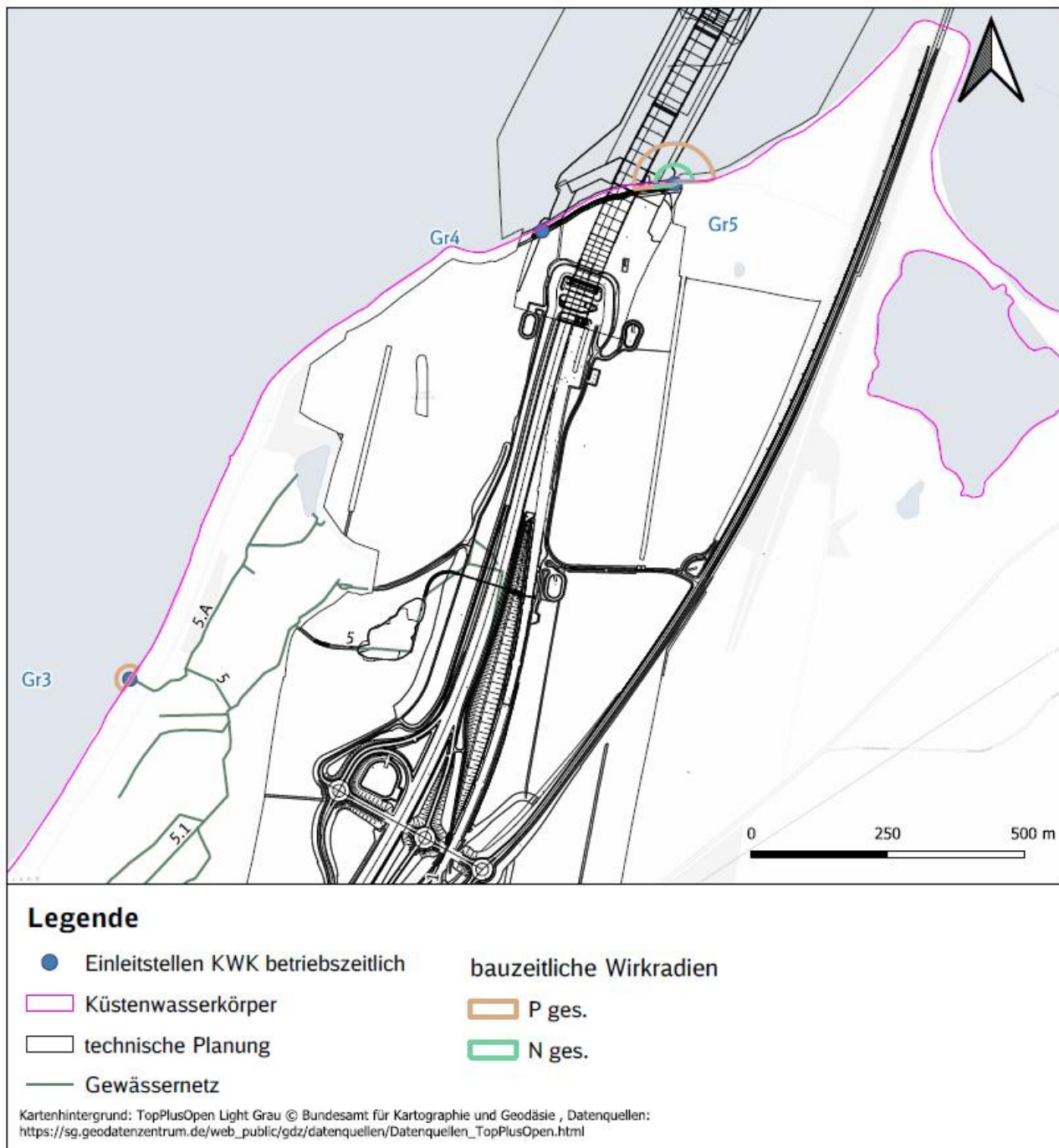


Abbildung 53: Bauzeitliche Wirkradien der Nährstoffe P<sub>ges.</sub> und N<sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund W

**Tabelle 78:** Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund W

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>									
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l				9,00			
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l				13,60			
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l				13,00			
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [10%]		µg/l				14,30			
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	2,40	1,87	16,32	1,10	66,71	22,75	
<b>resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle</b>	<b>CR</b>	<b>µg/l</b>	<b>13,0001</b>	<b>13,0001</b>	<b>13,0012</b>	<b>13,0001</b>	<b>13,0026</b>	<b>13,0002</b>	<b>13,30</b>
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	25	<10	74	<10	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>									
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l				130,00			
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l				200,00			
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l				190,00			
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [30 %]		µg/l				247,00			
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	3,84	3,64	26,14	1,76	538,09	114,35	
<b>resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle</b>	<b>CR</b>	<b>µg/l</b>	<b>190,0002</b>	<b>190,0002</b>	<b>190,002</b>	<b>190,0001</b>	<b>190,0209</b>	<b>190,0010</b>	<b>193,88</b>
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	35	<10	

### c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

Die Einleitung des Spülwassers des Spülfeldes erfolgt während der Bauzeit über eine Spüleleitung direkt in den KWK Fehmarn Sund W. Die bauzeitlichen Auswirkungen wurden gemäß Kapitel 2.2.3.1 bestimmt und sind in Tabelle 79 zusammengefasst. Die Reichweiten der ermittelten Wirkradien beschränken sich auf den Bereich des Tunnelgrabens.

**Tabelle 79: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen des Spülfeldes in Bezug auf die Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund W**

	Abk.	Einheit	Spül
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>			
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l	9,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l	13,60
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l	13,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [10%]		µg/l	14,30
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	248,03
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	<b>13,0092</b>
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	56
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>			
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l	130,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l	200,00
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l	190,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [30 %]		µg/l	247,00
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	1.001,39
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	<b>190,0156</b>
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	14

#### **e) Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Beschreibung für den Bereich des Absenktunnels ist Kapitel 3.4.2.1.5.2 zu entnehmen. Daraus geht hervor, dass die Auswirkungen so gering sind, dass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf eine Betrachtung des Unterpunktes d) des WF Nährstoffverhältnisse in den weiteren Auswertungen verzichtet.

#### **5.1.1.1.9 WF Sauerstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Bereich des Tunnelgrabens wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Für die Berechnungen wurden mehrere Annahmen getroffen, die sowohl einzeln als auch zusammen eine potenziell sehr kritische Situation bezüglich des Sauerstoffgehaltes im Graben beschreiben (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8).

Der berechnete zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehaltes aus (Unterlage 51.02) ist in Abbildung 27 (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8) dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Sauerstoffgehalt im Graben erst nach 29 Tagen ein suboxisches Level (Sauerstoffgehalt < 2mg/l) erreicht. Anoxische Zustände (Sauerstoffgehalt < 0 mg/l) stellen sich aufgrund der Stützung des Sauerstoffgehalts durchzufließendes, sauerstoffreicheres Wasser nicht ein. Trotz der konservativ gewählten Randbedingungen stellen sich im ausgebagerten Tunnelgraben keine anoxischen Zustände ein. Suboxische Zustände können theoretisch nach mehreren Tagen unter sehr kritischen Randbedingungen eintreten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle konservativ gewählten Annahmen zeitgleich und im angenommenen Maße auftreten ist jedoch sehr gering (Unterlage 51.02).

Während der Nassbaggerung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt.

Die Auswirkungen der Nassbaggerung und der Verbringung des Baggergutes wurden über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.4 abgeschätzt. Bei der Nassbaggerung wird bei der Einleitstelle (Baggerstandort) eine Erhöhung des CSB um 0,05 µg/l berechnet. An der repräsentativen Messstelle steigt der berechnete CSB um 0,001 µg/l.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.2.1.

Durch die Einleitung der bauzeitlichen Entwässerung kommt es zu keiner Veränderung des Sauerstoffgehaltes im KWK. Auf die weitere Betrachtung des Unterpunktes b) des WF Sauerstoffgehalt wird daher bei der Auswirkungsprognose verzichtet.

#### **c) Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Beschreibung für den Bereich des Absenktunnels ist Kapitel 3.4.2.1.5.4 zu entnehmen. Daraus geht hervor, dass die Auswirkungen so gering sind, dass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf eine Betrachtung des Unterpunktes c) des WF Sauerstoffgehalt in den weiteren Auswertungen verzichtet.

### **5.1.1.1.10 WF Schadstoffgehalt**

#### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M3: Bauwerk Trockendock
- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel

Änderungen der Schadstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Schadstoffen aus den dem marinen Sedimenten bei den Nassbaggerarbeiten bzw. aus den Sedimenten, die zur Wiederverfüllung verwendet werden, erfolgen.

Das Wiederverfüllmaterial für den Tunnelgraben stammt aus Sand- und Kiesgewinnungsgebieten in der deutschen oder dänischen ausschließenden Wirtschaftszone und ist dementsprechend unbelastet (Unterlage 1.01). Eine Freisetzung von Schadstoffen über die Freisetzungsraten des Baggergutes hinaus ist hier nicht zu erwarten.

Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurden über Verdünnungsrechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 abgeschätzt und in Tabelle 80 zusammengefasst. Auch hier ist zu beachten, dass in Bezug auf die

Jahresdurchschnittswerte hier ein konservativer Berechnungsansatz gewählt wurde, da die sukzessive Änderung der Lage der Emission (Baggerstandort) nicht berücksichtigt worden ist. Die ermittelten Konzentrationen sind demnach deutlich überschätzt.

Die berechneten Konzentrationen an der Einleitstelle (Baggerstandort) überschreiten die JD-UQN lediglich bei dem Parameter Blei. Alle anderen ermittelten Konzentrationen liegen unterhalb der jeweiligen UQN. An der repräsentativen Messstelle wird keine Überschreitung der jeweiligen UQN nach Anlage 8 der OGewV berechnet. Es wurden zwar Konzentrationserhöhungen an den repräsentativen Messstellen berechnet, diese sind jedoch mit Betrachtung der Messungenauigkeiten nach (FGSV, 2021) nicht messbar.

**Tabelle 80: Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Schadstofffreisetzung**

Parameter	Abk.	Einheit	Blei		Cadmium		Nickel		Quecksilber
			JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	ZHK
UQN		µg/l	1,3	14	0,2	1,5	8,6	34	0,07
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	0,585	0,691	<0,0015
Konzentration im Feststoff	CS	mg/kg	14,1	32	0,32	0,76	34	63	0,08
<b>Konzentration im Wasser am Einleitpunkt (Baggerstandort)</b>	<b>CR</b>	<b>µg/l</b>	<b>1,87</b>	<b>4,18</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>4,971</b>	<b>8,82</b>	<b>0,0111</b>
<b>resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle</b>	<b>CM</b>	<b>µg/l</b>	<b>0,087</b>	<b>0,132</b>	<b>0,0212</b>	<b>0,02</b>	<b>0,682</b>	<b>0,672</b>	<b>0,0010</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [5 %]		µg/l	0,115	0,75	0,03	0,095	1,015	2,391	0,00425
Radius bis Unterschreitung der Messbarkeit		m	2.359	569	584	224	1.008	508	350
Radius bis UQN unterschritten		m	218						

## b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung



Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund W unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 81). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitzpunkten im Fehmarn Sund W <10 m (siehe Tabelle 81). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund W und können vernachlässigt werden.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 82). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitzpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. Lediglich für die Stoffe Benzo(a)pyren (Gr3, Gr5, Fe1) und Cadmium (Gr5) werden Wirkradien >10 m bei der Betrachtung der JD-UQN ermittelt (siehe Abbildung 54). Des Weiteren werden messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 bei der Summation aller stofflichen Beeinflussungen (bauzeitliche Einleitungen, Freisetzung bei der Nassbaggerung) für den Stoff Nickel berechnet. Die resultierenden Konzentrationen liegen dabei jeweils unterhalb der jeweiligen UQN.

**Tabelle 81: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W**

	Abkürzung	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Spülwasser	Fe1	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>										
JD-UQN		mg/kg TS	160,00							
Max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	2,30							
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,3003	2,3005	2,3027	2,3001	2,3078	2,3050	2,3003	<b>2,3202</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	2,415							
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>Zink</b>										
JD-UQN		mg/kg TS	800,00							
Max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	12,00							
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,0009	12,0017	12,0098	12,0004	12,0073	12,0035	12,0003	<b>12,0370</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	12,60							
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>Chrom</b>										
JD-UQN		mg/kg TS	640,00							
Max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	3,80							
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,8001	3,8001	3,8008	3,8000	3,8052	3,8031	3,8002	<b>3,8107</b>

	Abkürzung	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Spülwasser	Fe1	Summe Einleitungen
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	3,99							
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>PCB-28 – PCB-180</b>										
JD-UQN		mg/kg TS	0,02							
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	<0,01							
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	<b>0,005</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	0,006							
Radius UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	

**Tabelle 82:** Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>DEHP</b>									
JD-UQN		µg/l	1,30						
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,5						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,05	0,03	0,33	0,02	0,19	0,25	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	<b>0,250</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,325						

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass- baggerung
Octylphenol									
JD-UQN		µg/l	0,0100						
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,01						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0002	0,0003	0,0016	0,0001	0,0009	0,0012	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0065						
Benzo(g,h,i)-perylen									
ZHK-UQN		µg/l	0,00082						
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0002	0,0011	0,0016	0,0001	0,0009	0,0012	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012						
Benzo(k)fluoranthren									
ZHK-UQN		µg/l	0,017						
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0001	0,0005	0,0007	0,0000	0,0004	0,0005	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass- baggerung
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012						
<b>Benzo(b)fluoranthen</b>									
ZHK-UQN		µg/l	0,017						
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0002	0,0009	0,0014	0,0001	0,0008	0,0010	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012						
<b>Benzo(a)pyren</b>									
<b>JD-UQN</b>		µg/l	0,00017						
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0009	0,0005	0,0059	0,0004	0,0098	0,0056	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	77	<10	31	11	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012						
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,027						
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0005	0,0006	

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass- baggerung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012						
Fluoranthen									
JD-UQN		µg/l	0,00630						
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l	0,0007						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0003	0,0015	0,0022	0,0001	0,0012	0,0040	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00070	0,00070	0,00070	0,00070	0,00070	0,00070	0,00070
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00084						
ZHK-UQN		µg/l	0,120						
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l	0,0010						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0003	0,0016	0,0023	0,0002	0,0013	0,0017	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0012						
Anthracen									
JD-UQN		µg/l	0,10000						
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,005						

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass-baggerung
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0004	0,0002	0,0029	0,0002	0,0016	0,0046	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	<b>0,00250</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,003						
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,100						
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,005						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0001	0,0003	0,0004	0,0000	0,0002	0,0003	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	0,00250	<b>0,00250</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,003						
<b>Blei</b>									
<b>JD-UQN</b>		µg/l	1,30000						
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,1						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,144	0,103	0,979	0,066	3,165	1,214	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0500	0,0500	0,0501	0,0500	0,0501	0,0500	<b>0,0868</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,115						
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	14,000						
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,1						

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass- baggerung
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0199	0,0946	0,1382	0,0091	0,0979	0,1076	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05000	0,05000	0,05001	0,05000	0,05000	0,05000	0,13168
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,75						
Cadmium									
JD-UQN		µg/l	0,20						
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,04						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,003	0,003	0,020	0,001	3,937	0,724	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,02000	0,02000	0,02000	0,02000	0,02015	0,02001	0,02136
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	15	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,03						
ZHK-UQN		µg/l	0,45						
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,04						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0004	0,0019	0,0028	0,0002	0,0351	0,0101	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0223
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,095						
Nickel									
JD-UQN		µg/l	8,60						



	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen+ Nass- baggerung
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	0,585						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,1680	0,1207	1,1421	0,0770	8,4909	2,2830	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,5850	0,5850	0,5851	0,5850	0,5853	0,5850	<b>0,6829</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,61425						
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	34,00						
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	0,691						
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0232	0,1104	0,1613	0,0106	0,1776	0,1408	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,6910	0,6910	0,6910	0,6910	0,6910	0,6910	<b>0,8634</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unter- schritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<b>&lt;10</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,72555						

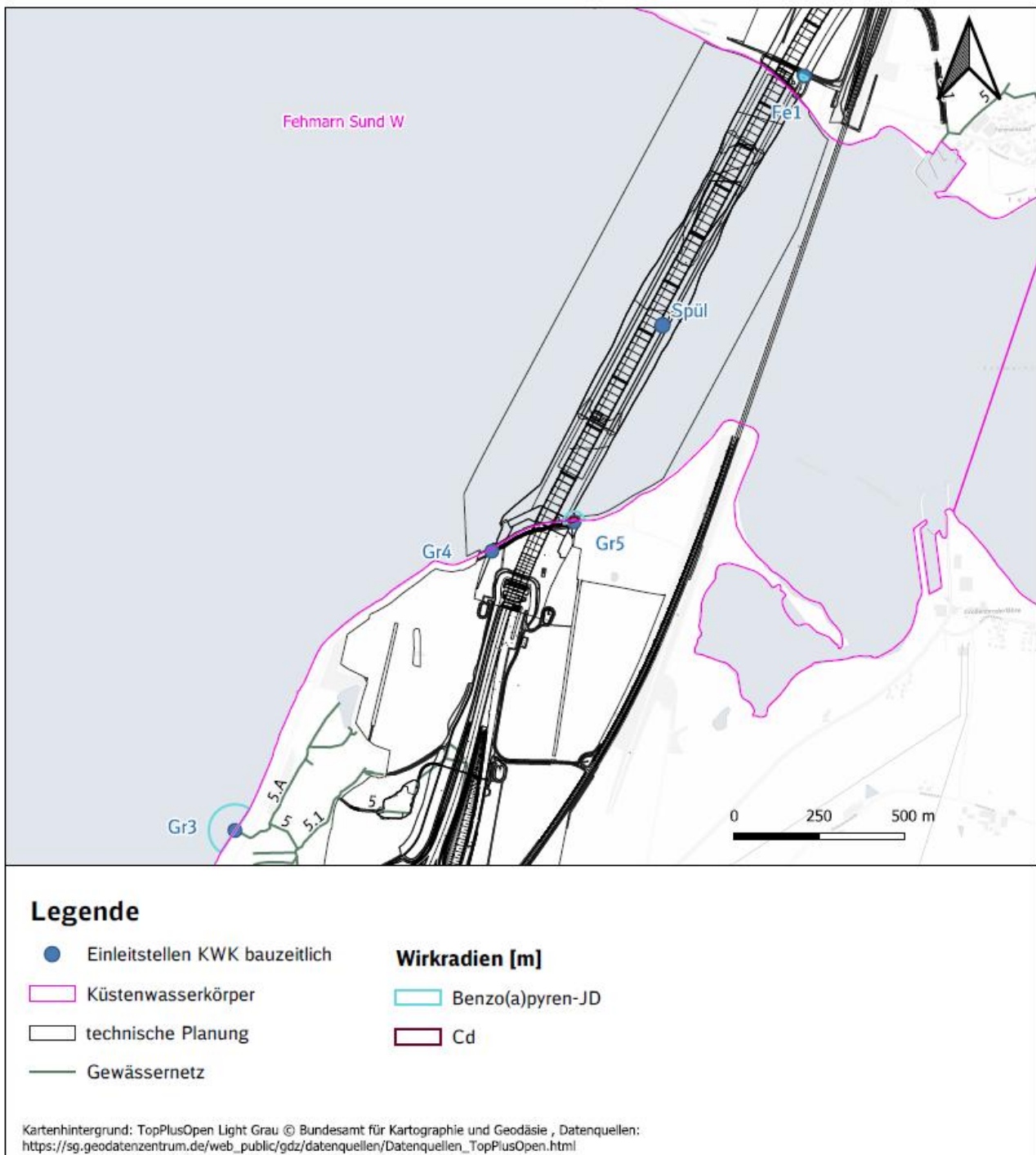


Abbildung 54: Bauzeitliche Wirkradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund W

### c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

Die Einleitung des Spülwassers des Spülfeldes erfolgt während der Bauzeit über eine Spülleitung direkt in den KWK Fehmarn Sund W. Die bauzeitlichen Auswirkungen wurden gemäß Kapitel 2.2.3.1 bestimmt und sind in Tabelle 83 zusammengefasst. Die Reichweiten der ermittelten Wirkradien sind für alle berechneten Schadstoffe <10 m. Es werden keine messbaren sowie Überschreitungen der jeweiligen UQN an der repräsentativen Messstelle als Resultat der Einleitungen des Spülwassers ermittelt, sodass die Auswirkungen als unerheblich eingestuft werden. Der Unterpunkt c) des WF Schadstoffgehalt kann demnach vernachlässigt werden und wird bei der weiteren Betrachtung der Auswirkungen nicht berücksichtigt.

**Tabelle 83: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen des Spülfeldes in Bezug auf die Schadstoffe gemäß Anlage 8 OGewV**

	Abk.	Einheit	EP Spülleitung
<b>DEHP</b>			
JD-UQN		µg/l	1,30
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,5
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,250
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,325
<b>Octylphenol</b>			
JD-UQN		µg/l	0,0100
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,01
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0050
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0065
<b>Benzo(g,h,i)-perylene</b>			
ZHK-UQN		µg/l	0,00082
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000

	Abk.	Einheit	EP Spülleitung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012
<b>Benzo(k)fluoranthen</b>			
ZHK-UQN		µg/l	0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0001
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012
<b>Benzo(b)fluoranthen</b>			
ZHK-UQN		µg/l	0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0001
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012
<b>Benzo(a)pyren</b>			
JD-UQN		µg/l	0,00017
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0046
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012
<b>ZHK-UQN</b>			
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012
<b>Fluoranthen</b>			
JD-UQN		µg/l	0,00630
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l	0,0007
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000

	Abk.	Einheit	EP Spülleitung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00070
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00084
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,120
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l	0,0010
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0012
<b>Anthracen</b>			
<b>JD-UQN</b>		µg/l	0,10000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,005
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00250
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,003
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,100
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,005
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00250
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,003
<b>Blei</b>			
<b>JD-UQN</b>		µg/l	1,30000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	3,350
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0501
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0525
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	14,000
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,5204
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05001

	Abk.	Einheit	EP Spülleitung
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0525
<b>Cadmium</b>			
<b>JD-UQN</b>		µg/l	0,20
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,04
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,076
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,02000
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,021
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,45
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,04
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0088
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,021
<b>Nickel</b>			
<b>JD-UQN</b>		µg/l	8,60
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	0,585
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	8,3665
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,5853
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,61425
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	34,00
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	0,691
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	1,0244
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,6910
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,72555

#### **d) Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Beschreibung für den Bereich des Absenktunnels ist Kapitel 3.4.2.1.5.5 zu entnehmen. Daraus geht hervor, dass die Auswirkungen so gering sind, dass sie als unerheblich einzustufen sind. Daher wird auf eine Betrachtung des Unterpunktes d) des WF Schadstoffgehalt in den weiteren Auswertungen verzichtet.

#### **5.1.1.1.11 WF Temperaturverhältnisse**

##### **Fallgruppe A-1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser

Die Einleitungen aus den angeschlossenen Flächen werden auf den Landschaftsabfluss von 1,2 l(s\*ha) gedrosselt, so dass weder in der Menge noch in der Temperatur erhebliche Veränderungen möglich sind.

Das Trockendock wird mit Meerwasser aus dem Fehmarnsund geflutet und die fertigen Tunnelelemente ausgeschwommen. Anschließend wird das Trockendock wieder wasserdicht verschlossen und entleert. Bei der Entleerung des Trockendocks, soll dessen gesamtes Volumen von 850.000 m<sup>3</sup> in 72 h in den Fehmarnsund eingeleitet werden.

Während der Flutung und der Ausschwemmung bleibt das Schwimmtor geöffnet, sodass ein Austausch mit Meerwasser während des gesamten Vorgangs gegeben ist, sodass es im Bereich des Trockendocks zu keiner signifikanten Temperaturänderung kommen kann. Füllung, Ausschwimmen der Elemente und Lenzen des Trockendocks nehmen eine Zeitdauer von 24 bis 38 Tagen ein. Nach Verschluss des Schwimmtores wird das Wasser mit einem Mindestabfluss von ca. 12.000 m<sup>3</sup>/h in den Fehmarnsund gepumpt. Die Globalstrahlung kann rechnerisch innerhalb von 30 Tagen zu einem Temperaturanstieg um 10 K im Wasser des Trockendocks führen. Die Auswirkungen einer Einleitung in den Fehmarnsund wurden anhand einer Mischungsrechnung analog den Gleichungen für die Stoffkonzentrationen (13) bis (15) abgeschätzt. Im Ergebnis zeigt sich, dass sich aufgrund der Strömung im Fehmarnsund die messbaren Temperatureinflüsse auf einen Bereich von kleiner 10 m Radius um die Einleitstelle beschränken. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft und können für die weitere Auswirkungsprognose vernachlässigt werden.

Auf der Fläche FL BF O-5 entsteht ein Spülfeld, welches zeitlich begrenzt genutzt werden soll, bevor es als Bodenlagerfläche fungieren soll. Nach Bodenmanagementkonzept (Unterlage 38.02.) werden ca. 617.000 m<sup>3</sup> Sand an Land gespült. Entsprechend werden ca. 1,85 Mio. m<sup>3</sup> Wasser für das Spülen dem Fehmarnsund entnommen und dort anschließend unmittelbar nach dem Spülen wieder eingeleitet. Während des Spülens wird das Spülwasser somit in etwa der Einleitmenge entsprechen. Das Spülfeld wird ca. 11 bis 13 Monate lang betrieben, wobei die Spüleleitung aber nicht gleichmäßig in diesem Zeitraum genutzt wird, sondern je nach Fortschritt und Anfall von Sandaushub. In Spitzenzeiten können ca. 14.000 m<sup>3</sup> Sand pro Tag ausgebaut und

auf das Spülfeld verbracht werden. Bei dreifacher Spülwassermenge sind das max. ca. 42.000 m<sup>3</sup>/d. Nimmt man als konservativen Ansatz eine Temperaturerhöhung beim Spülen um 5 K an, kann vereinfacht nach Durchmischung max. eine 5-fache Menge des eingeleiteten Wassers um 1 K erwärmt werden. Das entspricht bei einer Tiefe des Wasserkörpers im Bereich der Einleitung von 4 m einem Wirkradius von 450 m. Für die Einleitung von bis zu 5 K erwärmten Grundwassers am Einleitpunkt Gr5 190 m.

#### **5.1.1.1.12 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3: Gewässerausbau, K-1: Einbringung fester Stoffe und K-2: Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M6: Errichtung und Betrieb Bauhafen
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel
- M4: Mehrfaches Fluten und Lenzen des Trockendocks
- M9: Entnahme von Ostseewasser zur Spülung
- M10: Einleitung von Spülwasser
- M11: Wiederherstellung des Küstenstreifens
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.1.1.1.2 bis 5.1.1.1.10) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der **Ausprägung der aquatischen Lebensform** aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung dieser führen.



### **5.1.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.1.1.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.1.1.2.1.1 Phytoplankton**

Die QK Phytoplankton hat eine Sensitivität in Bezug auf die folgenden Wirkfaktoren (Anhang C6 des (MEKUN, 2024)):

##### **5.1.1.2.1.1.1 WF Schwebstoffgehalt**

###### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Abbildung 10, Anlage 3) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen treten dabei im Bereich des Meeresbodens auf, wo der kleinste Anteil zur Biomasse des Phytoplanktons geliefert wird. Der größte Beitrag zur Biomasse liefert die Gewässeroberfläche, da dort die Lichtintensität am größten ist. Die Produktion der Biomasse des Chlorophylls ist von der Lichtintensität, Wärme und von dem Nährstoffangebot abhängig. An der repräsentativen Messstelle beträgt die Schwebstoffkonzentrationserhöhung im Mittel 0,02 mg/l während der gesamten Bauzeit. Die mittlere Chlorophyll-Konzentration schwankt in den Jahren 2020 bis 2022 um ca. -20,3 % bis ca. +25% um einen Mittelwert von 1,68 µg/l, sodass die Biomasse ebenfalls in diesen Bereichen natürlich schwanken kann. Bei einer konservativen Annahme das eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration zu einer gleich starken Verringerung der Lichtintensität, ausgelöst durch die Verschattung durch die Schwebstoffe, führt und diese zu einer gleich starken Reduzierung der Biomasse des Chlorophylls führt, beträgt die mittlere Reduzierung 0,2 % und ist somit um ein 100-faches kleiner als die natürliche Schwankung der Biomasse. Daher kann diese geringe Biomasseschwankung nur eine unerhebliche Auswirkung auf die QK Komponente Phytoplankton an der repräsentativen Messstelle haben. Der gute Zustand dieser QK bleibt hier weiterhin erhalten.

Lokal kommt es vor allem in den Bereichen der südlichen Trasse und um die Küste und Flachwasserbereiche vor Großenbrode zu deutlichen Schwebstoffkonzentrationserhöhungen (siehe Zeitreihen der Punkte t5, t6, t21- t24 (Abbildung 5, Abbildung 6, Abbildung 11 bis Abbildung 14, Anlage 3). Hier wird der natürliche

Schwankungsbereich der Schwebstoffkonzentrationen in dem ersten 19 Wochen der Bauphase zum Teil deutlich überschritten. Die erhöhten Schwebstoffkonzentrationen führen zu einer Beschattung im Oberflächenwasser und damit zu einer deutlichen Lichtreduktion. Die Lichtreduktion führt wiederum zu einer Reduzierung der Biomasse des Phytoplanktons. Die Reduzierung der Biomasse kann temporär zu einer Verringerung des EQR-Wertes und somit lokal zu einem temporären besseren Zustand der QK Phytoplankton führen. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Die Sedimentation hat keinen Einfluss auf die Menge des Phytoplanktons, da das Phytoplankton in der Wassersäule lebt und fortpflanzt. Des Weiteren ist das Phytoplankton treibend, sodass es sich mit der Meeresströmung bewegt und nicht durch die am Meeresboden stattfindende Sedimentation beeinflusst werden kann.

#### **5.1.1.2.1.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle für Phosphor<sub>ges</sub> (13,28 µg/l) und Stickstoff<sub>ges</sub> (193,84 µg/l) liegen jeweils unterhalb der Orientierungswerte für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Beide berechnete Konzentrationen liegen auch unterhalb ihrer jeweiligen Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können.

Am Einleitort (Baggerstandort) wird der Orientierungswert für Stickstoff<sub>ges</sub> nicht überschritten und der ermittelte Konzentrationsanstieg liegt unterhalb der messbaren Nachweisbarkeit, sodass die Auswirkungen der Erhöhung des Stickstoff<sub>ges</sub> als unerheblich eingestuft werden. Am Baggerstandort wurde eine Phosphorkonzentration von 14,55 µg/l berechnet, welche 1,55 µg/l oberhalb der Ausgangskonzentration von 13,00 µg/l und somit 0,95 µg/l oberhalb der Orientierungswerte für den guten Zustand. Die berechnete Konzentration liegt ebenfalls über der Grenzkonzentration des messbaren Konzentrationsanstieges (14,3 µg/l) und ist demnach lokal als messbar einzustufen. Die Überschreitung der Orientierungswerte für den guten Zustand hat eine Reichweite von ca. 2.008 m um den Baggerstandort herum. Bei Hintergrundkonzentrationen von 6 µg/l bis 42 µg/l für Phosphor<sub>ges</sub> (Jahr 2020, (LfU, 2023b)) kann eine temporäre und lokale Erhöhung von 1,55 µg/l

demnach nur geringfügig auf das Wachstum des Phytoplanktons haben. Die Auswirkungen werden hier als geringfügig eingestuft.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Phytoplankton als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3 und Gr5 auf der Festlandseite Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Für Phosphor<sub>ges.</sub> ergeben sich Wirkradien bis zur Unterschreitung der Orientierungswerte nach OGewV von 25 m (Gr3) und 74 m (Gr5) sowie für Stickstoff<sub>ges.</sub> von 35 m am Gr5. Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen Orientierungswerte für den guten Zustand liegen. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokalen und temporären Erhöhungen an den oben genannten Einleitpunkten haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn die Wirkbereiche haben lediglich einen Flächenanteil von 0,012 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Die Auswirkungen werden hier als lokal begrenzt eingestuft.

### **c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

Die Einleitung des Spülwassers des Spülfeldes erfolgt während der Bauzeit über eine Spülleitung direkt in den KWK Fehmarn Sund W. Die berechneten bauzeitlichen Auswirkungen der Spülleitung zeigen, dass es an der repräsentativen Messstelle zu keinen messbaren Konzentrationserhöhungen der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff kommt. Sodass der Nährstoffeintrag der Spülleitung keine Auswirkung auf die Nährstoffkonzentrationen an der repräsentativen Messstelle hat. Keine messbaren Erhöhungen der Nährstoffe führen ebenfalls zu keiner Beeinflussung der QK Phytoplankton. Die Veränderungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Am Einleitort wird mit einer Einleitkonzentration von  $540 \mu\text{g/l}$  Stickstoff<sub>ges.</sub> und  $134 \mu\text{g/l}$  Phosphor<sub>ges.</sub> (mittlere Konzentration im S4 Eluat nach (Unterlage 41.29)) die Orientierungswerte des jeweiligen Parameters für den guten Zustand überschritten, sodass In Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt c) Reichweiten der jeweiligen Überschreitungen von 56 m für Phosphor<sub>ges.</sub> und 14 m für Stickstoff<sub>ges.</sub> berechnet worden sind (siehe Tabelle 79). Diese Reichweiten beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse während der Bauzeit. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Wirkungsbereich der Spülleitung hat einen Flächenanteil von 0,0001 % und die Wirkungsbereiche der Spülleitung und der bauzeitlichen Entwässerung von 0,013 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W. Die Auswirkungen können hier als lokal begrenzt eingestuft werden.

### **5.1.1.2.1.1.3 WF Schadstoffgehalt**

#### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Bei der Nassbaggerung der Tunneltrasse kann es zu Freisetzungen von Schadstoffen aus den marinen Sedimenten kommen. Gemäß der Berechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 wurden die resultierenden Schadstoffkonzentrationen am Baggerstandort und an der repräsentativen Messstelle berechnet. An der repräsentativen Messstelle des KWK wurden keine messbaren Konzentrationserhöhungen und demnach keine Überschreitungen der jeweiligen UQN. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Am Baggerstandort konnten lokal jedoch Konzentrationserhöhungen für alle in Tabelle 80 genannten Schadstoffe berechnet werden. Diese liegen alle über ihrer Messbarkeitsgrenze, jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Eine Ausnahme bildet hier Blei. Hier wird für den Jahresdurchschnitt eine Konzentrationserhöhung auf  $1,87 \mu\text{g/l}$  ermittelt. Diese Konzentration liegt oberhalb der JD-UQN von  $1,3 \mu\text{g/l}$ . Bei diesem Ergebnis ist zu beachten, dass bei der Berechnung die Fortschreitung des Baggerstandortes nicht berücksichtigt wird, sodass diese berechnete Konzentration als Jahresdurchschnittswert nicht auftritt. Der Wirkungsbereich in dem die

Konzentration oberhalb der UQN berechnet werden hat einen Radius von 218 m um den Baggerstandort herum und beschränkt sich damit auf die durch die direkte Baumaßnahme beanspruchte Fläche des Tunnelgrabens bis zur Ankerzone. Diese Fläche entspricht ca. 1% der gesamten Fläche des KWK und hat somit keine Auswirkungen auf den gesamten KWK. Die Auswirkungen sind demnach als lokal begrenzt einzustufen.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10 Unterpunkt 0). Die jeweiligen Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN, sodass hier die Beeinträchtigung auf die QK Phytoplankton als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3, Gr5 und Fe1 für Benzo(a)pyren und für Cadmium an der Einleitstelle Gr5 Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.10, Abbildung 54). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l und eine Cadmium-Konzentration von 0,6 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der hohen Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokalen und temporären Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, die Wirkbereiche der Einleitstellen haben lediglich einen Flächenanteil von 0,016 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.1.4 WF Temperaturverhältnisse**

##### **Fallgruppe A-1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

Durch den bauzeitlichen Betrieb des Spülfeldes wird das genutzte Spülwasser wieder in den Fehmarnsund eingeleitet. Nimmt man als konservativen Ansatz eine Temperaturerhöhung beim Spülen um 5 K an, kann vereinfacht nach Durchmischung max. eine 5-fache Menge des eingeleiteten Wassers um 1 K erwärmt werden. Das entspricht bei einer Tiefe des Wasserkörpers im Bereich der Einleitung von 4 m einem Wirkradius von 450 m. Je nach Jahreszeit variieren die Temperaturen im KWK Fehmarn Sund um ca. 10 K (Winter:

November- April) bis 13 K (Sommer: Mai bis Oktober). Die Erwärmung durch das Spülwasser liegt demnach im natürlichen Schwankungsbereich und kann als geringfügig eingestuft werden. Das Phytoplankton ist an solche Temperaturänderungen angepasst, sodass die Auswirkung auf die QK ebenfalls als geringfügig eingestuft werden kann.

Die repräsentative Messstelle befindet sich außerhalb des Wirkbereiches, sodass hier keine Änderungen der Temperatur aufgrund der Einleitungen des Spülwassers zu erwarten sind.

#### **5.1.1.2.1.1.5 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-1 Einbringen fester Stoffe/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform des Phytoplanktons wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.1.2.1.1.1 bis 5.1.1.2.1.1.4) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 84). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Phytoplankton als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 2,8 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund W von 0,04 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Phytoplankton.

**Tabelle 84: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	geringfügig
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	lokal begrenzt
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
<b>4</b>	A - 1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung		
4.1	Änderung Temperaturverhältnisse	keine	geringfügig
4.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
4.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
4.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
<b>6</b>	K – 1 Einbringung fester Stoffe		
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich
<b>7</b>	K – 2 Entnahme fester Stoffe		
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	geringfügig
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	lokal begrenzt

#### 5.1.1.2.1.2 Großalgen und Angiospermen

Gemäß Anhang C6 des (MEKUN, 2024) hat die QK Großalgen und Angiospermen eine Sensitivität in Bezug auf die folgenden Wirkfaktoren.

#### 5.1.1.2.1.2.1 WF Wasserspiegellage /Tidenhub

##### Fallgruppe G-3 Gewässerausbau

Die mit Kapitel 3.4.2.1.1 beschriebenen Auswirkungen, zeigen dass die Änderungen der Wasserspiegellage während der Bauzeit sehr gering sind ( -2cm - +3cm), sich auf den Bereich der Tunneltrasse beschränken, nur bei starken Windereignissen auftreten und sich im natürlichen Schwankungsbereich befinden. Der Bereich der Tunneltrasse wird aufgrund der Nassbaggerung einen vollständigen Lebensraumverlust der Großalgen und Angiospermen während der Bauzeit erfahren, daher kann hier eine weitere negative Beeinflussung durch den WF Wasserspiegellage/ Tidenhub ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft.

An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen GRW ROT, STR SEE und STR FUC treten keine Veränderungen der Wasserspiegellage auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können.

#### **5.1.1.2.1.2.2          WF Seegang o. Exposition**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Auswertung der hydronumerischen Modellierung zeigt, dass sich die Veränderungen des Seegangs nahezu auf die ufernahen Bereiche innerhalb der Tunneltrasse beschränken. An der repräsentative Messstelle nach WRRL DESM SH 961010, sowie an den Landesmessstellen GRW ROT, STR SEE und STR FUC treten keine Veränderungen des Seegangs auf. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft.

Der Bereich der Tunneltrasse wird aufgrund der Nassbaggerung einen vollständigen Lebensraumverlust der Großalgen und Angiospermen während der Bauzeit erfahren, daher kann hier eine weitere negative Beeinflussung durch den Seegang oder die Exposition ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.2.3          WF Durchgängigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL und den Landesmessstellen STR SEE, STR FUC und GRW ROT finden keine Änderungen der Durchgängigkeit in Bezug auf die Großalgen und Angiospermen statt.

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse, sodass die Änderung der Durchgängigkeit keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die Großalgen und Angiospermen haben kann. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.



#### **5.1.1.2.1.2.4 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Änderungen des Durchflusses sowie der Strömungsgeschwindigkeiten während der Bauzeit in dem KWK Fehmarn Sund W wurden mit der (Unterlage 51.02) berechnet.

An der repräsentativen Messstelle der WRRL sowie an den Messstellen des Landes treten keinen mittleren Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten an der Gewässersohle sowie tiefengemittelt auf. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

Lokale Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten treten lediglich innerhalb der ausgebaggerten Tunneltrasse auf (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4, Abbildung 20). Da hier bereits ein vollständiger Habitatverlust durch die Nassbaggerung erfolgte, kann diese Änderung der Strömungsgeschwindigkeiten keinen weiteren negativen Einfluss auf die Großalgen und Angiospermen haben. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.2.5 WF morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-1 Einbringen fester Stoffe/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL sowie an den Landesmessstellen treten keinen Änderungen der morphologischen Verhältnisse auf, sodass es hier zu keiner Veränderung der QK kommt. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse (ca. 20 ha). Die betroffenen Pflanzengemeinschaften sind fädige Algen (Bedeckung  $\geq 10\%$ ), Fucus (Bedeckung  $10 < 25\%$ ), Mehrjährige Rotalgen (Bedeckung  $25-50\%$ ), Seegras (Bedeckung  $10 < 25\%$  und  $\geq 50\%$ ) und spärlicher Bewuchs (Bedeckung  $1 < 10\%$ ) (siehe Abbildung 55). Die Fläche der oben genannten Pflanzengemeinschaften beträgt ca. 19,3 ha und hat einen Anteil von 0,26 % an dem KWK Fehmarn Sund W. Das gewöhnliche Seegras stellt eine charakteristische Art dar. Durch den Tunnelbau gehen ca. 7,6 ha Seegraswiesen verloren. Die Fläche macht 0,1 % des gesamten KWKs aus. Seegraswiesen sind in ihrem Erhaltungszustand und ihrer Dynamik zu erhalten. Nach der Wiederverfüllung (Maßnahme 057\_K des LBP, Unterlage 17.01) sollen die Seegraswiesen im Bereich des Bauvorhabens erneut angesiedelt werden und so der baubedingte Verlust durch die Bauausgleichsmaßnahme „059\_A Wiederehrstellung und Wiedersiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich“ ausgeglichen werden (Unterlage 17.01).

In den tieferen Bereichen wird das ursprüngliche Sohlprofil mit Riffen im Rahmen der Ausgleichsmaßnahme „062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung“ (Unterlag

17.01) auch wieder hergestellt, indem die vor der Baumaßnahme im Eingriffsbereich geborgenen Steine anschließend an die Maßnahme 057\_K wieder im Eingriffsbereich eingebracht werden, sodass nach der Wiederverfüllung des Tunnelgrabens dieser Bereich wiederbesiedelt werden kann.

Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

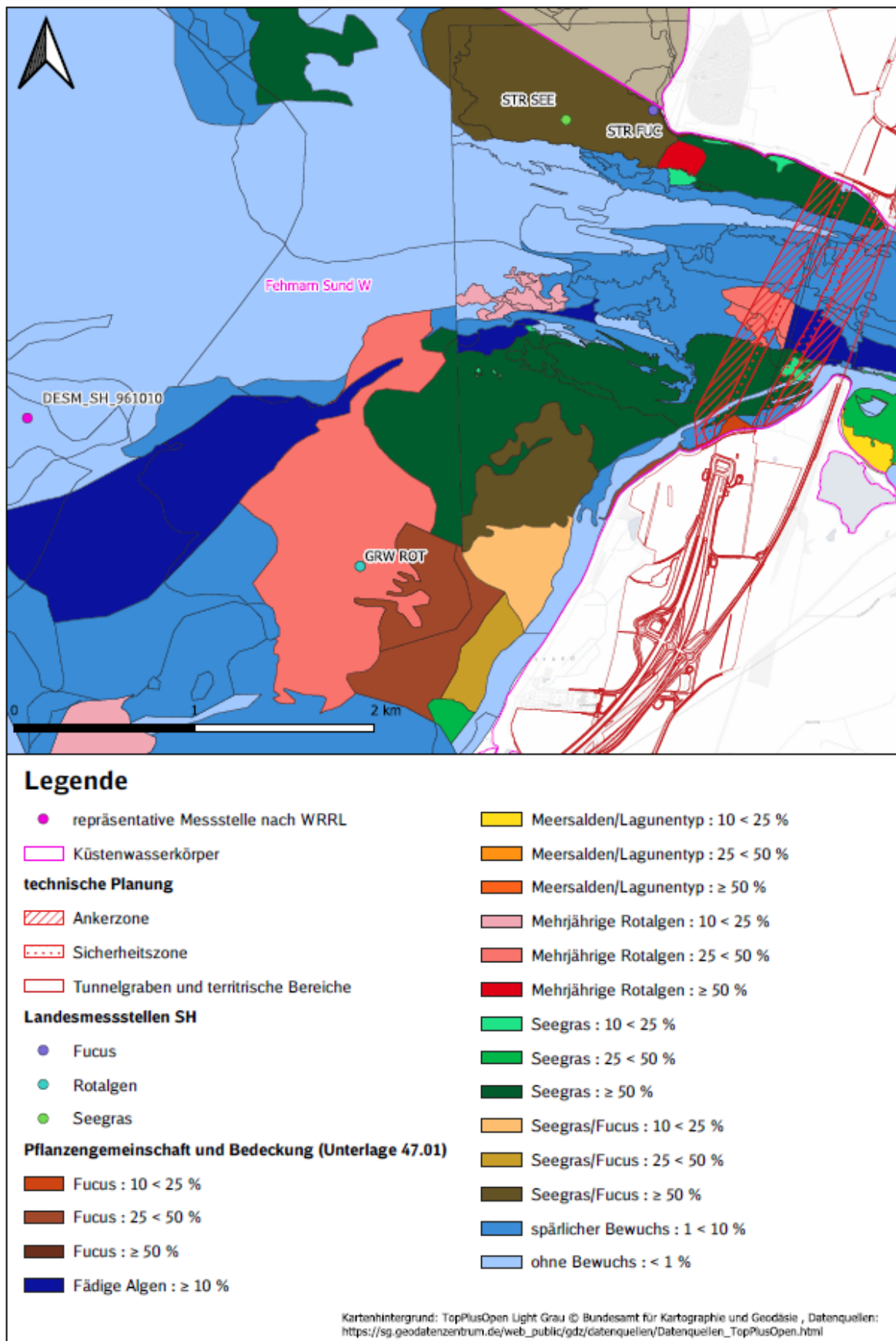


Abbildung 55: Bereiche der baubedingten morphologischen Veränderungen im KWK Fehmarn Sund W in Bezug auf die Großalgen und Angiospermen

#### **5.1.1.2.1.2.6      WF Schwebstoffgehalt**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

##### **Schwebstoff:**

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Abbildung 10, Anlage 3) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Abbildung 10, Anlage 3). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRL ausgeschlossen werden. Auch an den Landesmessstellen STR SEE, STR FUC und GRW ROT wird die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 durchgängigen Tagen nicht überschritten (siehe Abbildung 56). Demnach können die Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen an der repräsentativen Messstelle und an den Landesmessstellen als unerheblich eingestuft werden.

Gemäß Abbildung 56 beschränken sich die Bereiche mit den Überschreitungen der Wirkschwelle auf die südliche Tunneltrasse und die Küste und Flachwasserbereiche um Großenbrode. Hier sind die Pflanzengemeinschaften Seegras, Meersalden/ Lagunentyp, Fucus sowie fädige Algen angesiedelt. Die betroffene Fläche ist 31 ha groß und hat einen Flächenanteil von 0,42 % an der Gesamtfläche des KWK Fehmarn Sund W. Innerhalb des betroffenen Bereiches kann es während der Bauzeit zu temporären Reduktionen der Wachstumsraten und der Biomasse kommen. Die Schwebstoffkonzentrationen oberhalb der Wirkschwelle treten dabei in den ersten 19 Wochen auf (siehe Zeitreihen t5, t21- t24, Abbildung 5, Abbildung 11 bis Abbildung 14, Anlage 3). Aufgrund des kurzen Zeitraums der Belastung, kann von einer schnellen Erholung der charakteristischen Arten ausgegangen werden (Unterlage 18.04). Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

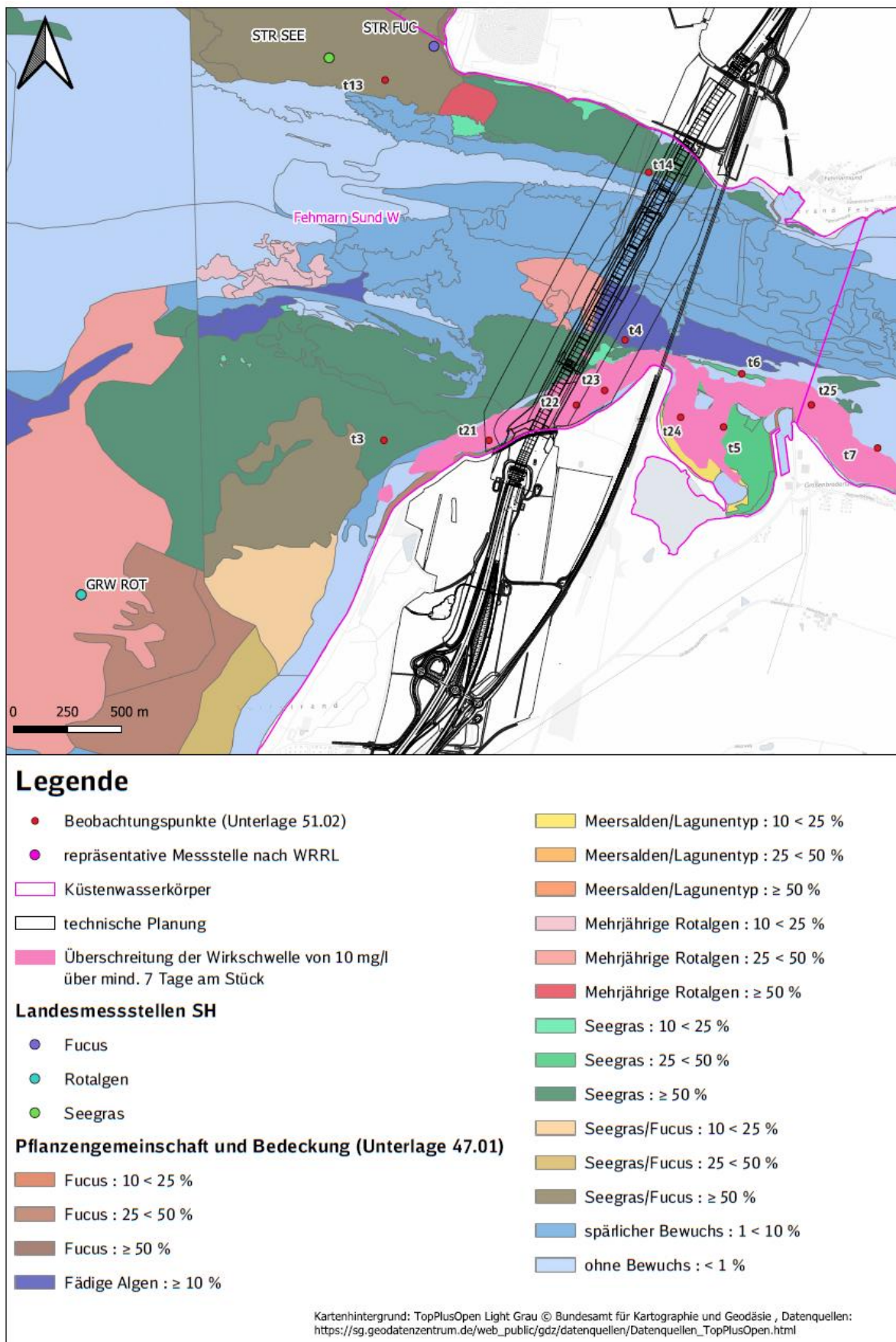


Abbildung 56: Überschreibungsbereich der Wirkschwelle für Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund W

### **Sedimentation:**

An der repräsentativen Messstelle nach Wasserrahmenrichtlinie DESM\_SH\_961010 sowie an den Landesmessstellen STR SEE, STR FUC und GRW ROT wird durch die Nassbaggerung keine zusätzliche Sedimentation hervorgerufen (siehe Abbildung 52). Aufgrund der Sedimentation entstehen keine Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Lokale Auswirkungen sind in Abbildung 52 dargestellt. Die größten zusätzlichen Sedimentablagerungen finden innerhalb der ausgebaggerten Tunneltrasse statt. Es sind nur kleine Bereiche mit maximalen Sedimentationen bis zu 4 cm betroffen. Die größte zusätzliche Sedimentation tritt dabei an dem südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund mit 3-4 cm auf. In dem Bereich um den südlichen Pfeiler der bestehenden Brücke ist eine Fläche von 0,04 ha der Gemeinschaft der fädigen Algen betroffen. Die Sedimentationsrate liegt hier bei maximal 0,11 cm/d (p5). Die charakteristischen Arten der fädigen Algen wie zum Beispiel die gemäß (Unterlage 47.01) kartierte *Vertebrata fucoïdes* haben Wuchshöhen bis zu 30 cm. Eine Überdeckung der fädigen Algen aufgrund der deutlich größten Wuchshöhe ist ausgeschlossen.

An der Großenbroder Küste ist ebenfalls eine weitere Fläche durch relevante Sedimentationshöhen betroffen (p1, Abbildung 52). Hier ist die Fucus-Gemeinschaft auf einer Fläche von ca. 0,16 ha betroffen. Die maximale tägliche Sedimentationsrate liegt in diesem Bereich bei 0,65 cm/d. Die charakteristischen Arten der Fucus-Gemeinschaft Blasentang (*Fucus vesiculosus*) und Säge tang (*Fucus serratus*) weisen Wuchshöhen von 10-30 cm auf. Aufgrund ihrer Wuchshöhe und der geringen maximalen Sedimentationshöhe ist eine Überdeckung der Algen hier ebenfalls ausgeschlossen. Die insgesamt bewachsene Fläche der Großalgen und Angiospermen, welche außerhalb der Trasse durch relevante Sedimentationshöhen betroffen ist, hat eine Fläche von ca. 0,2 ha und somit einen Flächenanteil von 0,003% an der gesamten Fläche des KWK Fehmarn Sund W. Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

#### **5.1.1.2.1.2.7 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle für Phosphor<sub>ges</sub> (13,28 µg/l) und Stickstoff<sub>ges</sub> (193,84 µg/l) liegen jeweils unterhalb der Orientierungswerte für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Beide berechnete Konzentrationen liegen auch unterhalb ihrer jeweiligen Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Am Baggerstandort wurde eine Phosphorkonzentration von 14,55 µg/l berechnet, welche 1,55 µg/l oberhalb der Ausgangskonzentration von 13,00 µg/l und somit 0,95 µg/l oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand. Die berechnete Konzentration liegt ebenfalls über der Grenzkonzentration des messbaren Konzentrationsanstieges (14,3 µg/l) und ist demnach lokal als messbar einzustufen. Die Überschreitung des Orientierungswertes für den guten Zustand hat eine Reichweite von ca. 2.008 m um den Baggerstandort herum. Im Bereich der Tunneltrasse, wo die Auswirkungen am größten ausfallen, haben die Pflanzengemeinschaften durch den WF morphologische Verhältnisse, bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass hier keine weiteren negativen Beeinflussungen auftreten können. Bereiche außerhalb der Tunneltrasse, so wie die Standorte der Landesmessstellen STR SEE und STR FUC, welche innerhalb der Reichweite der Überschreitung des Orientierungswertes für den guten Zustand für Phosphor liegen. Bei Hintergrundkonzentrationen von 6 µg/l bis 42 µg/l für  $\text{Phosphor}_{\text{ges}}$ . (Jahr 2020, (LfU, 2023b)) kann eine temporäre und lokale Erhöhung von 1,55 µg/l demnach keine Auswirkungen auf das Wachstum der Großalgen und Angiospermen in diesem Bereich haben, da sich diese im natürlichen Schwankungsbereich befindet und die Arten an diese Konzentrationen angepasst sind. Die Auswirkungen können hier als geringfügig eingestuft werden.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter  $\text{Stickstoff}_{\text{ges}}$ . und  $\text{Phosphor}_{\text{ges}}$ . (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3 und Gr5 auf der Festlandseite Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche  $\text{Phosphor}_{\text{ges}}$ -Konzentration von 500 µg/l und eine  $\text{Stickstoff}_{\text{ges}}$ -Konzentration von 800 µg/l, welche deutlich oberhalb dem jeweiligen Orientierungswert liegen. Die Einleitstellen Gr5 und Fe1 liegen im Bereich der Tunneltrasse, in dem die Großalgen und Angiospermen durch den WF morphologische Veränderungen bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren haben, sodass die lokale Änderung Nährstoffverhältnisse keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die Großalgen und Angiospermen haben kann. In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) kein Bewuchs angesiedelt, sodass hier eine

Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen ausgeschlossen werden kann. Die Auswirkungen werden demnach hier als unerheblich eingestuft.

### **c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung**

Die Einleitung des Spülwassers des Spülfeldes erfolgt während der Bauzeit über eine Spülleitung direkt in den KWK Fehmarn Sund W. Die berechneten bauzeitlichen Auswirkungen der Spülleitung zeigen, dass es an der repräsentativen Messstelle nach WRRL zu keinen messbaren Konzentrationserhöhungen der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff kommt. Sodass der Nährstoffeintrag der Spülleitung keine Auswirkung auf die Nährstoffkonzentrationen an der repräsentativen Messstelle hat. Aufgrund der nicht messbaren Erhöhungen können die Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden.

Am Einleitort wird mit einer Einleitkonzentration von 540 µg/l Stickstoff<sub>ges.</sub> und 134 µg/l Phosphor<sub>ges.</sub> (mittlere Konzentration im S4 Eluat nach (Unterlage 41.29)) der Orientierungswert für den guten Zustand des jeweiligen Parameters überschritten, sodass in Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt c) Reichweiten der jeweiligen Überschreitungen von 56 m für Phosphor<sub>ges.</sub> und 14 m für Stickstoff<sub>ges.</sub> berechnet worden sind (siehe Tabelle 79). Diese Reichweiten beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse während der Bauzeit. Hier haben die Großalgen und Angiospermen bereits durch den WF morphologische Verhältnisse einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass hier die lokale Änderung Nährstoffverhältnisse keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die Großalgen und Angiospermen haben kann. Die Auswirkungen können demnach hier als unerheblich eingestuft werden.

### **5.1.1.2.1.2.8 WF Sauerstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Bereich des Tunnelgrabens wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Für die Berechnungen wurden mehrere Annahmen getroffen, die sowohl einzeln als auch zusammen eine potenziell sehr kritische Situation bezüglich des Sauerstoffgehaltes im Graben beschreiben (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8).

Der berechnete zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehaltes aus (Unterlage 51.02) ist in Abbildung 27 (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8) dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Sauerstoffgehalt im Graben erst nach 29 Tagen ein suboxisches Level (Sauerstoffgehalt < 2mg/l) erreicht. Anoxische Zustände (Sauerstoffgehalt < 0 mg/l) stellen sich aufgrund der Stützung des Sauerstoffgehalts durchzuströmendes, sauerstoffreicheres Wasser nicht ein. Trotz der konservativ gewählten Randbedingungen stellen sich im ausgebagerten



Tunnelgraben keine anoxischen Zustände ein. Suboxische Zustände können theoretisch nach mehreren Tagen unter sehr kritischen Randbedingungen eintreten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle konservativ gewählten Annahmen zeitgleich und im angenommenen Maße auftreten ist jedoch sehr gering (Unterlage 51.02). Die Großalgen und Angiospermen haben durch den WF morphologische Verhältnisse im Bereich der Tunneltrasse bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass hier eine Veränderung der Sauerstoffverhältnisse zu keinen weiteren Auswirkungen führt. Die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft werden.

Während der Nassbaggerung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.4 abgeschätzt. Bei der Nassbaggerung wird bei der Einleitstelle (Baggerstandort) eine Erhöhung des CSB um 0,05 µg/l berechnet. Aufgrund des vollständigen Habitatverlustes im Bereich der Tunneltrasse führt der zusätzliche chemische Sauerstoffbedarf zu keinen weiteren Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen. Die Auswirkungen werden hier ebenfalls als unerheblich eingestuft.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL steigt der berechnete CSB um 0,001 µg/l. An den Landesmessstellen STR FUC, STR SEE und GWR ROT steigt der berechnete chemische Sauerstoffbedarf um 0,003 µg/l, 0,0022 µg/l bzw. um 0,0016 µg/l. Die Auswirkungen werden als geringfügig eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.2.9          WF Schadstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Bei der Nassbaggerung der Tunneltrasse kann es zu Freisetzungen von Schadstoffen aus den marinen Sedimenten kommen. Gemäß der Berechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 wurden die resultierenden Schadstoffkonzentrationen am Baggerstandort und an der repräsentativen Messstelle berechnet. An der repräsentativen Messstelle des KWK wurden keine messbaren Konzentrationserhöhungen und demnach keine Überschreitungen der jeweiligen UQN berechnet (siehe Tabelle 80). Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Am Baggerstandort konnten lokal jedoch Konzentrationserhöhungen für alle in Tabelle 80 genannten Schadstoffe berechnet werden. Diese liegen alle über ihrer Messbarkeitsgrenze, jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Eine Ausnahme bildet Blei. Hier wird für den Jahresdurchschnitt eine Konzentrationserhöhung auf 1,87 µg/l ermittelt. Diese Konzentration liegt oberhalb der JD-UQN von 1,3 µg/l. Bei diesem Ergebnis ist zu beachten, dass bei der Berechnung die Fortschreitung des Baggerstandortes nicht berücksichtigt wird, sodass diese berechnete Konzentration deutlich überschätzt sind. Der Wirkungsbereich in dem die Konzentration oberhalb der

UQN berechnet werden hat einen Radius von 218 m um den Baggerstandort herum und beschränkt sich damit auf die durch die direkte Baumaßnahme beanspruchte Fläche des Tunnelgrabens bis zur Ankerzone. Aufgrund des vollständigen Habitatverlustes im Bereich der Tunneltrasse können lediglich die Großalgen und Angiospermen in den Bereichen der Sicherheitszone und der Ankerzone durch die Konzentrationserhöhungen des Bleis betroffen werden. Die Pflanzengemeinschaften können die Schadstoffe über das Wasser aufnehmen und in ihrer Biomasse anreichern. Die Fläche, der durch Großalgen und Angiospermen bewachsenen Anteile der Sicherheitszone und der Ankerzone, entspricht ca. 0,64 % der gesamten Fläche des KWK. Die Auswirkungen sind demnach als lokal begrenzt einzustufen.

Die Landesmessstellen STR FUC, STR SEE und GWR ROT liegen außerhalb des Wirkungsbereiches der Schadstoff erhöhungen, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung berechnet.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL ergeben die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10). Die berechnete Konzentration liegt jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Da die Landesmessstellen STR SEE, STR FUC und GRW ROT deutlich näher an dem Bauvorhaben liegen, ist hier auch von einem messbaren Konzentrationsanstieg des oben genannten Parameters auszugehen. Die Landesmessstellen befinden sich jedoch außerhalb der jeweiligen Wirkbereiche an den Einleitpunkten, sodass die jeweiligen UQN hier nicht überschritten werden. Die Auswirkungen sind hier als geringfügig einzustufen.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3, Gr5 und Fe1 für Benzo(a)pyren und für Cadmium an der Einleitstelle Gr5 Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.10, Abbildung 54). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l und eine Cadmium-Konzentration von 0,6 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen. Die Einleitstellen Gr5 und Fe1 liegen im Bereich der Tunneltrasse, in dem die Großalgen und Angiospermen durch den WF morphologische Veränderungen bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren haben, sodass es hier zu keinen weiteren Auswirkungen kommen kann. In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) kein Bewuchs angesiedelt, sodass hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen ausgeschlossen werden kann. Die Auswirkungen werden demnach hier als geringfügig eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.2.10      WF Temperaturverhältnisse**

Durch den bauzeitlichen Betrieb des Spülfeldes wird das genutzte Spülwasser wieder in den Fehmarnsund eingeleitet. Nimmt man als konservativen Ansatz eine Temperaturerhöhung beim Spülen um 5 K an, kann vereinfacht nach Durchmischung max. eine 5-fache Menge des eingeleiteten Wassers um 1 K erwärmt werden. Das entspricht bei einer Tiefe des Wasserkörpers im Bereich der Einleitung von 4 m einem Wirkradius von 450 m. Je nach Jahreszeit variieren die Temperaturen im KWK Fehmarn Sund um ca. 10 K (Winter: November- April) bis 13 K (Sommer: Mai bis Oktober). Die Erwärmung durch das Spülwasser liegt demnach im natürlichen Schwankungsbereich und kann als geringfügig eingestuft werden. Die Großalgen und Angiospermen sind demnach an solche Temperaturänderungen angepasst, sodass die Auswirkung auf die QK ebenfalls als geringfügig eingestuft werden kann.

Die repräsentative Messstelle sowie die Landesmessstellen befinden sich außerhalb des Wirkbereiches, sodass hier keine Änderungen der Temperatur aufgrund der Einleitungen des Spülwassers zu erwarten sind. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.2.11      WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.1.2.1.2.1 bis 5.1.1.2.1.2.10) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 85). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 93,2 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund W von ca. 1,3 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 85: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppe/Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkungen
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	unerheblich	unerheblich
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	unerheblich	unerheblich
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)	unerheblich	unerheblich
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	unerheblich	unerheblich
1.5	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	DESM_SH_961010/ GRW ROT: unerheblich STR SEE/ STR FUC: geringfügig	geringfügig
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	lokal begrenzt
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	geringfügig
<b>4</b>	<b>A - 1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung</b>		
4.1	Änderung Temperaturverhältnisse	unerheblich	geringfügig
4.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
4.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
4.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>		
6.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	lokal begrenzt

ID	Fallgruppe/Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkungen
7	K – 2 Entnahme fester Stoffe		
7.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	DESM_SH_961010/ GRW ROT: unerheblich STR SEE/ STR FUC: geringfügig	geringfügig
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.4	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	lokal begrenzt

#### **5.1.1.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

Gemäß Anhang C6 des (MEKUN, 2024) hat die QK benthisch wirbellose Fauna eine Sensitivität in Bezug auf die folgenden Wirkfaktoren.

##### **5.1.1.2.1.3.1 WF Wasserspiegellage /Tidenhub**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die mit Kapitel 5.1.1.1.2 beschriebenen Auswirkungen, zeigen dass die Änderungen der Wasserspiegellage während der Bauzeit sehr gering sind ( -2cm - +3cm) sich auf den Bereich der Tunneltrasse beschränken, nur bei starken Windereignissen auftreten und sich im natürlichen Schwankungsbereich befinden. Daher ergeben sich aus diesem Wirkfaktor lokale geringfügige Beeinträchtigungen für die QK benthisch wirbellose Fauna im Bereich der Tunneltrasse. Der Bereich der Tunneltrasse hat aufgrund der Nassbaggerung einen vollständigen Lebensraumverlust der benthisch wirbellosen Fauna während der Bauzeit erfahren, daher kann hier eine weitere negative Beeinflussung durch den WF Wasserspiegellage/ Tidenhub ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

An der repräsentativen Messstelle sowie an der Landesmessstelle MB11 treten keine Veränderungen der Wasserspiegellage auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können.

##### **5.1.1.2.1.3.2 WF Seegang o. Exposition**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Auswertung der hydronumerischen Modellierung zeigt, dass sich die Veränderungen des Seegangs nahezu ausschließlich auf die ufernahen Bereiche innerhalb der Tunneltrasse beschränken. An der repräsentativen Messstelle nach WRRL DESM SH 961010, sowie an der Landesmessstelle MB11 treten keine Veränderungen des Seegangs auf. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft.

Der Bereich der Tunneltrasse hat aufgrund der Nassbaggerung einen vollständigen Lebensraumverlust der benthisch wirbellosen Fauna während der Bauzeit erfahren, daher kann hier eine weitere negative Beeinflussung durch den Seegang oder die Exposition ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

##### **5.1.1.2.1.3.3 WF Durchgängigkeit**

### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL und der Landesmessstelle finden keine Änderungen der Durchgängigkeit in Bezug auf die benthisch wirbellose Fauna statt. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die benthisch wirbellose Fauna im Bereich der Tunneltrasse, sodass die Änderung der Durchgängigkeit keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die benthisch wirbellose Fauna haben kann. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.3.4            WF Strömungsgeschwindigkeit**

### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Änderungen des Durchflusses sowie der Strömungsgeschwindigkeiten während der Bauzeit in dem KWK Fehmarn Sund W wurden mit der (Unterlage 51.02) berechnet.

An der repräsentativen Messstelle der WRRL sowie an der Messstelle des Landes treten keinen mittleren Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten an der Gewässersohle sowie tiefengemittelt auf. Sodass es hier zu keinen Beeinflussungen der QK benthisch wirbellose Fauna durch den WF Strömungsgeschwindigkeit kommt. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Lokale Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten treten lediglich innerhalb der ausgebaggerten Tunneltrasse auf (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4, Abbildung 20). Da hier bereits ein vollständiger Habitatverlust durch die Nassbaggerung erfolgte, kann diese Änderung der Strömungsgeschwindigkeiten keinen weiteren negativen Einfluss auf die benthisch wirbellose Fauna haben. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.3.5            WF morphologische Verhältnisse**

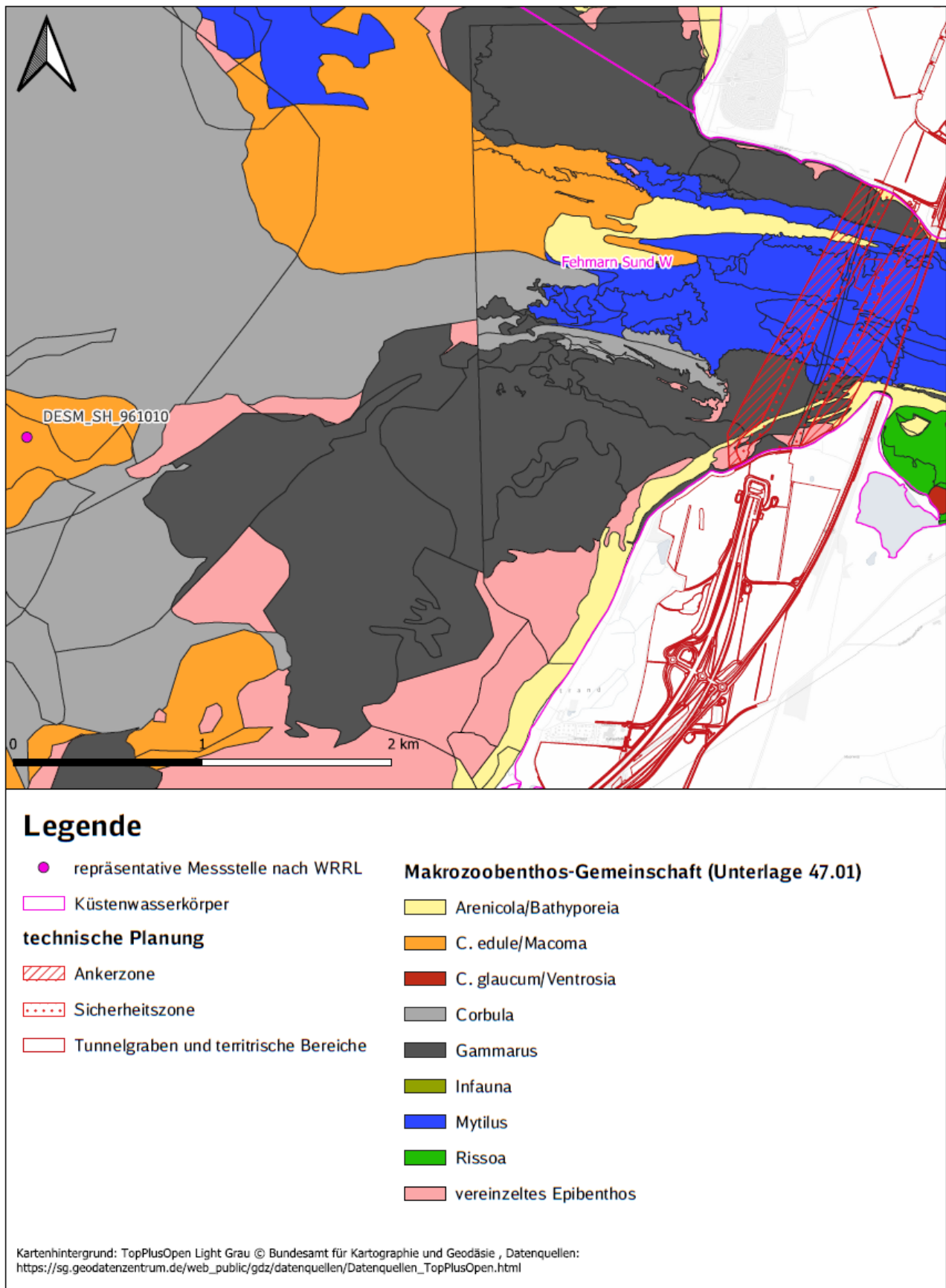
### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-1 Einbringen fester Stoffe/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL sowie an der Landesmessstelle treten keinen Änderungen der morphologischen Verhältnisse auf, sodass es hier zu keiner Veränderung der QK kommt. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die benthisch wirbellosen Fauna im Bereich der Tunneltrasse( ca. 20 ha). Die betroffenen Makrozoobenthosgemeinschaften sind die *Mytilus*-, *Gammarus*-, *Arenicola/Bathyporeia*-Gemeinschaften sowie vereinzelt Epibenthos (siehe Abbildung 57). Im Bereich der Ankerzone wird von einem Habitatverlust von 2,5 % aufgrund der Nutzung der Verankerungen

und der Schiffanker kommen. Durch die Ankerungen kommt es zu einer Beeinträchtigung der einzelnen Individuen, die Bestandsdichte der Populationen wird sich hier jedoch nicht signifikant verringern (Unterlage 18.04). Von einer Wiederbesiedlung nach Entfernung der Anker ist auszugehen. Verschiedene Studien (IfAÖ, 2022) zeigen, dass sich die Wiederbesiedlung der Riffe relativ schnell vollzieht. Eigene Untersuchungen des IfAÖ zeigten bereits nach wenigen Wochen eine Erstbesiedlung von Hartsubstraten. Das vollständige Arteninventar war nach einigen Monaten vorhanden. Lediglich die Regeneration der Altersstruktur großer Muscheln kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Auch am künstlichen Riff Nienhagen war nach zwei Jahren eine flächendeckende Besiedlung mit Miesmuscheln komplett sowie auch die typische Begleitfauna ebenfalls weitgehend vorhanden. Auch die Aufschüttung von 118 t Natursteinen aus Norwegen in ehemaligen Gebieten der Steinfischerei in der Flensburger Förde 2004 zeigte einen weitgehenden vollständigen Bewuchs der Steine in weniger als zwei Jahren (Barnekow, 2004). Erhebliche Beeinträchtigungen der Miesmuschel sind daher auszuschließen (Unterlage 18.04). Der Flächenanteil der Tunneltrasse sowie der betroffenen Ankerzone mit besiedelten Makrozoobenthos an der Gesamtfläche des KWK beträgt dabei 0,53 %. Die Auswirkungen werden daher als lokal begrenzt eingestuft.





**Abbildung 57:** Bereiche der baubedingten morphologischen Veränderungen im KWK Fehmarn Sund W in Bezug auf die benthisch wirbellose Fauna

#### 5.1.1.2.1.3.6 WF Schwebstoffgehalt

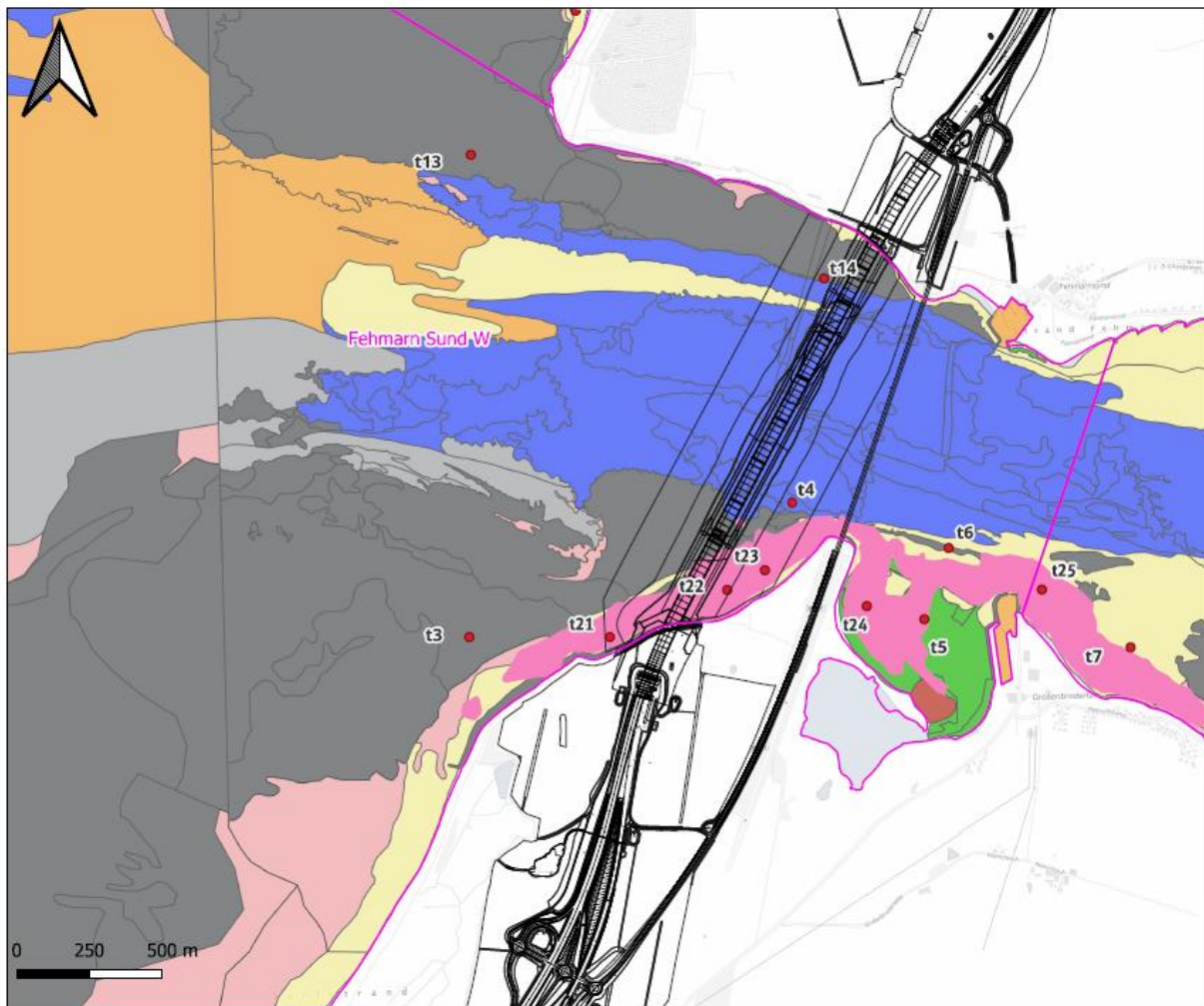
##### Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe

##### Schwebstoff:

In Bezug auf die repräsentative Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Abbildung 10, Anlage 3) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Abbildung 10, Anlage 3). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRL als unerheblich eingestuft werden. Auch an der weiter von der Baumaßnahme entfernten Landesmessstelle MB11 wird die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 durchgängigen Tagen nicht überschritten (siehe Abbildung 56). Demnach können die Auswirkungen auf die QK benthisch wirbellose Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Gemäß Abbildung 58 beschränken sich die Bereiche mit den Überschreitungen der Wirkschwelle auf die südliche Tunneltrasse und die Küste und Flachwasserbereiche um Großenbrode. Hier sind die Makrozoobenthosgemeinschaften *Mytilus*-, *Gammarus*-, *C. glaucum/Ventrosia*, *Rissoa* und *Arenicola/Bathyporeia* betroffen. Die betroffene Fläche ist 0,26 km<sup>2</sup> groß und hat einen Flächenanteil von 0,36 % an der Gesamtfläche des KWK Fehmarn Sund W.

Innerhalb des betroffenen Bereiches kann es während der Bauzeit zu temporären Reduktionen der Wachstumsraten kommen. Die Schwebstoffkonzentrationen oberhalb der Wirkschwelle treten dabei in den ersten 19 Wochen auf (siehe Zeitreihen t5, t21- t24, Abbildung 5, Abbildung 11 bis Abbildung 14, Anlage 3). Insbesondere im ersten Drittel der Bauzeit kommt es hier im Tagesmittel zu länger andauernden zusammenhängenden Ereignissen mit erhöhten Konzentrationen > 100 mg/l zusätzlicher Schwebstoffbelastung, jedoch nicht über einen Zeitraum von 30 Tagen oder mehr am Stück. Die Ergebnisse der Modellberechnung weisen hier auch wiederholt kurzzeitige Absenkungen unter den Grenzwert von 100 mg/l auf. Ein Absterben der benthischen Organismen ist jedoch nicht zu erwarten, da Schwebstoffkonzentrationen > 100 mg/l nur kurzzeitig auftreten und sich mit Phasen geringerer Schwebstoffkonzentrationen abwechseln. Die beschriebenen Wirkungen sind insgesamt auf einen Zeitraum von maximal ca. 2-3 Monaten beschränkt. Danach sinken die zusätzlichen Schwebstoffkonzentrationen schnell ab, so dass eine Regeneration der benthischen Fauna einsetzen wird (Unterlage 18.04). Die Auswirkungen der Schwebstoffkonzentrationserhöhungen sind bezogen auf den gesamten KWK für die benthisch wirbellose Fauna als lokal begrenzt einzustufen.



## Legende

- Beobachtungspunkte (Unterlage 51.02)
- repräsentative Messstelle nach WRRL
- Küstenwasserkörper
- technische Planung
- Überschreitung der Wirkschwelle von 10 mg/l  
über mind. 7 Tage am Stück

## Makrozoobenthos-Gemeinschaften (Unterlage 47.01)

- Arenicola/Bathyporeia
- C. edule/Macoma
- C. glaucum/Ventrosia
- Corbula
- Gammarus
- Infauna
- Mytilus
- Rissoa
- vereinzelt Epibenthos

Kartenhintergrund: TopPlusOpen Light Grau © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Datenquellen:  
[https://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

Abbildung 58: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund W

### Sedimentation:

An der repräsentativen Messstelle nach Wasserrahmenrichtlinie DESM\_SH\_961010 sowie an den Landesmessstelle MB11 wird durch die Nassbaggerung keine zusätzliche Sedimentation hervorgerufen (siehe Abbildung 52). Aufgrund der Sedimentation entstehen hier keine Auswirkungen auf die QK benthisch wirbellose Fauna. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Lokale Auswirkungen sind in Abbildung 52 dargestellt. Die größten zusätzlichen Sedimentablagerungen finden innerhalb der ausgebaggerten Tunneltrasse statt. Es sind nur kleine Bereiche mit maximalen Sedimentationen bis zu 4 cm betroffen. Die größte zusätzliche Sedimentation tritt dabei an dem südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund mit 3-4 cm auf. In dem Bereich um den südlichen Pfeiler der bestehenden Brücke ist eine Fläche von 0,2 ha der *Mytilus*-Gemeinschaft und eine Fläche von 0,002 ha mit vereinzelt Epibenthos betroffen. Die Sedimentationsrate liegt hier bei maximal 0,11 cm/d (p5) bis 1,6 cm/d (p6).

An der Großenbroder Küste ist ebenfalls eine weitere Fläche durch relevante Sedimentationshöhen betroffen (p1, Abbildung 52). Hier ist die *Gammarus*- Gemeinschaft auf einer Fläche von ca. 0,16 ha sowie die *Artemia/Bathyporeia*- Gemeinschaft auf einer Fläche von ca. 0,13 ha betroffen. Die maximale tägliche Sedimentationsrate liegt in diesem Bereich bei 0,65 cm/d.

Eine weitere betroffene Fläche mit Sedimentationshöhen bis zu 2 cm ist in der Mitte des Wasserkörpers nahe der Grenze zum Fehmarn Sund E gelegen (p9, Abbildung 52). Hier ist die *Mytilus*-Gemeinschaft auf einer Fläche von ca. 0,5 ha betroffen. Die maximalen Sedimentationsraten sind hier 1,47 cm/d (siehe Tabelle 75, p9).

Die benthische Fauna kann die Sedimentationsraten auf allen beeinflussten Flächen gut bewältigen und bleibt aufgrund ihrer grabenden (Infauna) und fliehenden Fähigkeit (Epifauna, Weidegänger) unbeeinflusst. Auch für die besonders empfindliche Miesmuschel (*Mytilus edulis*) sind nachteilige Auswirkungen auszuschließen. Erst bei einer plötzlichen Überdeckung von > 2 cm ist von einer erhöhten Sterblichkeit der Art auszugehen, die maximalen täglichen Sedimentationsraten liegen darunter, so dass erhebliche Beeinträchtigungen vermieden werden (Unterlage 18.04).

Die gesamte Fläche der benthisch wirbellosen Fauna, welche außerhalb der Trasse durch relevante Sedimentationshöhen betroffen ist, hat eine Größe von ca. 1 ha und somit einen Flächenanteil von 0,02 % an der gesamten Fläche des KWK Fehmarn Sund W. Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

#### **5.1.1.2.1.3.7 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle für Phosphor<sub>ges</sub> (13,28 µg/l) und Stickstoff<sub>ges</sub> (193,84 µg/l) liegen jeweils unterhalb der Orientierungswerte für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Beide berechnete Konzentrationen liegen auch unterhalb ihrer jeweiligen Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Die Landesmessstelle MB11 der QK befindet sich ca. 4 km in nordwestlicher Richtung entfernt von der Messstelle nach WRRl DESM SH 961010 und ist demnach deutlich weiter entfernt von der Baumaßnahme, sodass es hier ebenfalls zu keinen messbaren Konzentrationserhöhungen der Nährstoffe kommen wird. Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Am Baggerstandort wurde eine Phosphorkonzentration von 14,55 µg/l berechnet, welche 1,55 µg/l oberhalb der Ausgangskonzentration von 13,00 µg/l und somit 0,95 µg/l oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Die berechnete Konzentration liegt ebenfalls über der Grenzkonzentration des messbaren Konzentrationsanstieges (14,3 µg/l) und ist demnach lokal als messbar einzustufen. Die Überschreitung der Orientierungswerte für den guten Zustand hat eine Reichweite von ca. 2.008 m um den Baggerstandort herum. Im Bereich der Tunneltrasse, wo die Auswirkungen am größten ausfallen, haben die Makrozoobenthos-Gemeinschaften durch den WF morphologische Verhältnisse, bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass keine weiteren negativen Beeinflussungen auftreten können. Bei Hintergrundkonzentrationen von 6 µg/l bis 42 µg/l für Phosphor<sub>ges</sub>. (Jahr 2020, (LfU, 2023b)) kann eine temporäre und lokale Erhöhung von 1,55 µg/l demnach geringfügige Auswirkungen auf das Wachstum des Makrozoobenthos in diesem Bereich haben, da sich die Konzentrationserhöhung im natürlichen Schwankungsbereich befindet und die Arten an diese Konzentrationen angepasst sind. Die Auswirkungen des lokalen Nährstoffeintrages können demnach als geringfügig eingestuft werden.

##### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Aufgrund der bereits erwähnten noch 4 km weiter von der Baumaßnahme entfernten Landesmessstelle MB11 können auch hier messbare Konzentrationsanstiege ausgeschlossen werden. Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK benthisch wirbellose Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3 und Gr5 auf der Festlandseite Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen Orientierungswerte liegen. Die Einleitstellen Gr5 und Fe1 liegen im Bereich der Tunneltrasse, in dem die Makrozoobenthos durch den WF morphologische Veränderungen bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren haben, sodass es hier zu keinen weiteren negativen Auswirkungen kommen kann. In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft angesiedelt. Wie bereits im Kapitel 5.1.1.2.1.1.2 beschrieben, kann es hier zu einer Erhöhung der der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Das Phytoplankton sinkt nach seinem natürlichen Absterben an den Gewässergrund und wird dort unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut. Das sich am Meeresgrund befindende organische Material bildet die Nahrung des Makrozoobenthos. Zunächst stellt eine Erhöhung der Biomasse also eine Erhöhung der Nahrung der Makrozoobenthos dar und damit eine Erhöhung derer Biomasse. Je nachdem wie stark die Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons aufgrund des Nährstoffstoffzufuhr hier ausfällt, fällt ebenfalls die Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus aus. Falls der Sauerstoffgehalt zu niedrig für die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft ausfällt, kann sie sich aufgrund seiner grabenden und fliehenden Eigenschaften aus dem Wirkungsbereich entfernen.

Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich am Einleitpunkt Gr3 hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0013 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Die Auswirkungen werden demnach als lokal begrenzt eingestuft.

### c) Fallgruppe A-1 Ausleitung/Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung

Die Einleitung des Spülwassers des Spülfeldes erfolgt während der Bauzeit über eine Spülleitung direkt in den KWK Fehmarn Sund W. Die berechneten bauzeitlichen Auswirkungen der Spülleitung zeigen, dass es an der repräsentativen Messstelle nach WRRL zu keinen messbaren Konzentrationserhöhungen der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff kommt. Aufgrund der noch weiteren Entfernung der Landesmessstelle MB11 zum Bauvorhaben als die der repräsentativen Messstelle nach WRRL können auch hier messbare Konzentrationsanstiege der Nährstoffe ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen können demnach hier als unerheblich eingestuft werden.

Am Einleitort wird mit einer Einleitkonzentration von 540 µg/l Stickstoff<sub>ges.</sub> und 134 µg/l Phosphor<sub>ges.</sub> (mittlere Konzentration im S4 Eluat nach (Unterlage 41.29)) der Orientierungswert des jeweiligen Parameters überschritten, sodass in Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt c) Reichweiten der jeweiligen Überschreitungen von 56 m für Phosphor<sub>ges.</sub> und 14 m für Stickstoff<sub>ges.</sub> berechnet worden sind (siehe Tabelle 79). Diese Reichweiten beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse. Hier haben die Makrozoobenthos bereits durch den WF morphologische Verhältnisse einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass hier die lokale Änderung Nährstoffverhältnisse keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die benthisch wirbellose Fauna haben kann. Die Auswirkungen können demnach hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.1.2.1.3.8            WF Sauerstoffgehalt**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Bereich des Tunnelgrabens wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Für die Berechnungen wurden mehrere Annahmen getroffen, die sowohl einzeln als auch zusammen eine potenziell sehr kritische Situation bezüglich des Sauerstoffgehaltes im Graben beschreiben (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8).

Der berechnete zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehaltes aus (Unterlage 51.02) ist in Abbildung 27 (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8) dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Sauerstoffgehalt im Graben erst nach 29 Tagen ein suboxisches Level (Sauerstoffgehalt < 2mg/l) erreicht. Anoxische Zustände (Sauerstoffgehalt < 0 mg/l) stellen sich aufgrund der Stützung des Sauerstoffgehalts durchzuströmendes, sauerstoffreicheres Wasser nicht ein. Trotz der konservativ gewählten Randbedingungen stellen sich im ausgebaggerten Tunnelgraben keine anoxischen Zustände ein. Suboxische Zustände können theoretisch nach mehreren Tagen unter sehr kritischen Randbedingungen eintreten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle konservativ gewählten Annahmen zeitgleich und im angenommenen Maße auftreten ist jedoch sehr gering (Unterlage 51.02). Die Makrozoobenthos haben durch den WF morphologische Verhältnisse im Bereich der Tunneltrasse bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren, sodass hier eine Veränderung der Sauerstoffverhältnisse zu keinen weiteren Auswirkungen führt. Die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft werden.

Während der Nassbaggerung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.4 abgeschätzt. Bei der Nassbaggerung wird bei der Einleitstelle (Baggerstandort) eine Erhöhung des CSB um 0,05 µg/l berechnet. Aufgrund des vollständigen Habitatverlustes im Bereich der Tunneltrasse, führt der

zusätzliche chemische Sauerstoffbedarf zu keinen weiteren Auswirkungen der QK benthisch wirbellose Fauna. Die Auswirkungen werden hier ebenfalls als unerheblich eingestuft.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL steigt der berechnete CSB um 0,001 µg/l. An der deutlich weiter entfernten Landesmessstelle MB11 wurde noch ein CSB von 0,0004 µg/l berechnet. Die Auswirkungen werden als geringfügig eingestuft.

#### **5.1.1.2.1.3.9 WF Schadstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Bei der Nassbaggerung der Tunneltrasse kann es zu Freisetzungen von Schadstoffen aus den marinen Sedimenten kommen. Gemäß der Berechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 wurden die resultierenden Schadstoffkonzentrationen am Baggerstandort und an der repräsentativen Messstelle berechnet. An der repräsentativen Messstelle nach WRRL des KWK wurden keine messbaren Konzentrationserhöhungen und demnach keine Überschreitungen der jeweiligen UQN berechnet. Auch an der 4 km weiter entfernten Landesmessstelle MB 11 kann eine messbare Konzentrationserhöhung ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Am Baggerstandort konnten lokal jedoch Konzentrationserhöhungen für alle in Tabelle 80 genannten Schadstoffe berechnet werden. Diese liegen alle über ihrer Messbarkeitsgrenze, jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Eine Ausnahme bildet Blei. Hier wird für den Jahresdurchschnitt eine Konzentrationserhöhung auf 1,87 µg/l ermittelt. Diese Konzentration liegt oberhalb der JD-UQN von 1,3 µg/l. Bei diesem Ergebnis ist zu beachten, dass bei der Berechnung die Fortschreitung des Baggerstandortes nicht berücksichtigt wird, sodass diese berechnete Konzentration deutlich überschätzt sind. Der Wirkungsbereich in dem die Konzentration oberhalb der UQN berechnet werden hat einen Radius von 218 m um den Baggerstandort herum und beschränkt sich damit auf die durch die direkte Baumaßnahme beanspruchte Fläche des Tunnelgrabens bis zur Ankerzone. Aufgrund des vollständigen Habitatverlustes im Bereich der Tunneltrasse, können lediglich die Makrozoobenthos-Gemeinschaften in den Bereichen der Sicherheitszone und der Ankerzone durch die Konzentrationserhöhung des Bleis betroffen werden. Die Makrozoobenthos können die Schadstoffe über ihre Nahrung (organische Anteile des abgestorbenen Phytoplanktons und weiterer Algen) aufnehmen und in ihrer Biomasse anreichern. Die Fläche der durch Makrozoobenthos besiedelten Anteile der Sicherheitszone und der Ankerzone ist ca. 52 ha groß und entspricht ca. 0,7 % der gesamten Fläche des KWK. Die Auswirkungen sind werden aufgrund des geringen Flächenanteils als lokal begrenzt eingestuft.



## **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung berechnet.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL ergeben sich für die summarischen Schadstoffeinträge lediglich ein messbarer Konzentrationsanstieg des Parameter Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10). Die berechneten Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Auch an der deutlich weiter entfernten Landesmessstelle MB11 kann noch ein messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel sowohl für den JD als auch die ZHK berechnet werden. Die Auswirkungen werden hier als geringfügig eingestuft.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3, Gr5 und Fe1 für Benzo(a)pyren und für Cadmium an der Einleitstelle Gr5 Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.10, Abbildung 54). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l und eine Cadmium-Konzentration von 0,6 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen. Die Einleitstellen Gr5 und Fe1 liegen im Bereich der Tunneltrasse, in dem die Makrozoobenthos durch den WF morphologische Veränderungen bereits einen vollständigen Habitatverlust erfahren haben, sodass es hier zu keinen weiteren negativen Auswirkungen kommen kann.

In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft angesiedelt. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der hohen Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung der Biomasse der *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft kommen. Aufgrund ihrer grabenden und fliehenden Fähigkeit kann diese benthische Fauna sich dem Wirkungsbereich jedoch entziehen. Dieser lokale und temporäre Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,014 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

### **5.1.1.2.1.3.10 WF Temperaturverhältnisse**

Durch den bauzeitlichen Betrieb des Spülfeldes wird das genutzte Spülwasser wieder in den Fehmarnsund eingeleitet. Nimmt man als konservativen Ansatz eine Temperaturerhöhung beim Spülen um 5K an, kann vereinfacht nach Durchmischung max. eine 5-fache Menge des eingeleiteten Wassers um 1 K erwärmt werden. Das entspricht bei einer Tiefe des Wasserkörpers im Bereich der Einleitung von 4 m einem Wirkradius von 450 m. Je nach Jahreszeit variieren die Temperaturen im KWK Fehmarn Sund um ca. 10 K (Winter: November- April) bis 13 K (Sommer: Mai bis Oktober). Die Erwärmung durch das Spülwasser liegt demnach im

natürlichen Schwankungsbereich und kann als geringfügig eingestuft werden. Die benthisch wirbellose Fauna ist demnach an solche Temperaturänderungen angepasst, sodass die Auswirkung auf die QK ebenfalls als geringfügig eingestuft werden kann.

Die repräsentative Messstelle befindet sich außerhalb des Wirkbereiches, sodass hier keine Änderungen der Temperatur aufgrund der Einleitung des Spülwassers möglich sind.

#### **5.1.1.2.1.3.11 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/K1-Entnahme fester Stoffe/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.1.2.1.3.1 bis 5.1.1.2.1.3.10) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 86). Insgesamt können die Auswirkungen auf die Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft benthisch wirbellose Fauna als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 94,2 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund W von ca. 1,3 %.

Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK benthisch wirbellose Fauna.

**Tabelle 86: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkungen
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	unerheblich	unerheblich
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	unerheblich	unerheblich
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)	unerheblich	unerheblich
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	unerheblich	unerheblich
1.5	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	geringfügig

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Mess- stelle/Landesmessstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkun- gen
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebens- gemeinschaften	geringfügig	lokal begrenzt
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	lokal begrenzt
<b>4</b>	<b>A - 1 Ausleitung/ Entnahme von Wasser mit Wiedereinleitung</b>		
4.1	Änderung Temperaturverhältnisse	unerheblich	geringfügig
4.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
4.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
4.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>		
6.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebens- gemeinschaften	unerheblich	lokal begrenzt
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	lokal begrenzt
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	geringfügig
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.4	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebens- gemeinschaften	geringfügig	lokal begrenzt

#### **5.1.1.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.1.1.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

###### **5.1.1.2.2.1.1 Tidenregime**

###### **5.1.1.2.2.1.1.1 WF Wasserspiegellage /Tidenhub**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Der Wirkfaktor Wasserspiegellage /Tidenhub resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Gemäß (Unterlage 51.02) wurden im Mittel keine Änderungen des Wasserstandes durch das Modell berechnet. Die maximalen Differenzen stellen sich am Extraktionspunkt Trasse (innerhalb der Tunneltrasse) mit +3 cm ein. Die minimale Differenz stellt sich an der Position ADCP2 (unmittelbar östlich der Trasse) mit -2 cm ein.

Die Auswirkungen des Tunnelbaus auf den Wasserstand sind somit sehr gering und innerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches und beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und treten nur bei starken Windereignissen auf. Die Auswirkungen auf die QK Tidenregime werden für den Bereich der Tunneltrasse demnach als geringfügig eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen spielen diese lokalen geringfügigen Änderungen nur eine untergeordnete Rolle, da diese im Bereich der Tunneltrasse bereits einen vollständigen Habitatverlust durch den WF morphologische Verhältnisse erfahren haben. Daher sind die Auswirkungen auf die biologischen QK unerheblich.

###### **5.1.1.2.2.1.1.2 WF Seegang o. Exposition**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Gemäß (Unterlage 51.02) beschränken sich die Auswirkungen im Mittel auf die ufernahen Bereiche innerhalb der Trasse (siehe Abbildung 17). In diesen Bereichen erhöht sich die mittlere signifikante Wellenhöhe um wenige Zentimeter (siehe Tabelle 17). Die Änderungen in den maximalen Wellenhöhen sind auf die größeren Wassertiefen im Tunnelgraben zurückzuführen (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.2 Abbildung 18). Eine Erhöhung der maximalen Wellenhöhe außerhalb des Tunnelgrabens um bis zu 10 cm erfolgt nur in südwestlichen

Randbereichen. Eine Reduzierung der maximalen Wellenhöhe bis zu 10 cm außerhalb des Tunnelgrabens erfolgt in nordwestlichen Randbereichen der Trasse (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.2 Abbildung 18, Tabelle 17). Eine messbare Änderung in den Wellenrichtungen erfolgt nur im Trassenbereich des Tunnels bis maximal +3° im nördlichen Bereich der Trasse und minimal -5,6° im südlichen Bereich der Trasse (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.2 Tabelle 17, Lage der Extraktionspunkte siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2). Die lokalen Auswirkungen werden demnach als geringfügig eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse, sodass die Änderung des Seegangs oder der Exposition keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die beiden biologischen QK haben kann. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.2.1.1.3      WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse. Mit der hydronumerischen Modellierung wurden die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit sohlnah und tiefengemittelt berechnet. Die größten mittleren Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit an der Sohle stellen sich im Bereich der Tunneltrasse nördlich und südlich der Fahrrinne ein. Dies sind die Orte mit den größten Änderungen der Bathymetrie. Die mittleren Änderungen liegen dort im Bereich von -0,05 m/s bis -0,10 m/s (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4 Abbildung 19). Außerhalb der Trasse sind an der Station ADCP2 noch sehr geringe Änderungen von 0,01 m/s an der Sohle zu verzeichnen. Sonst treten keine Änderungen der mittleren Geschwindigkeiten außerhalb der Trasse an der Gewässersohle auf. Innerhalb der Trasse können kurzzeitige Änderungen in den Geschwindigkeiten an der Gewässersohle gegenüber dem Ist-Zustand von maximal 0,39 m/s und minimal -0,42 m/s auftreten. Dies ist durch die starken Änderungen in der Geometrie im Bauzustand begründet.

An der Station ADCP3 (ca. 1.580 m westlich der Trasse, Lage siehe Kapitel 2.2.2.1, Abbildung 2) liegen die kurzzeitigen Änderungen in den Strömungsgeschwindigkeiten zwischen maximal 0,03 m/s und minimal -0,16 m/s (Unterlage 51.02).

Die größten mittleren Änderungen tiefengemittelt in der Wassersäule ergeben sich im Bereich der ausgebagerten Tunneltrasse (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4 Abbildung 20). Die größten Verringerungen der Strömungsgeschwindigkeit liegen im Bereich der größten Bathymetrieänderungen und betragen maximal -0,23 m/s. Am südlichen Ufer stellt sich im Bereich westlich des ausgebagerten Grabens auf Grund von lokalen

Strömungsänderungen ein kleiner Bereich mit vernachlässigbaren Erhöhungen der Strömungsgeschwindigkeit von maximal 0,11 m/s (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4 Abbildung 20).

Die Verringerung der tiefengemittelten Strömungsgeschwindigkeiten am Extraktionspunkt Trasse beträgt kurzzeitig bis zu -0,71 m/s.

Außerhalb der Trasse liegen die Änderungen tiefengemittelt in einem vernachlässigbaren Bereich.

Zusammenfassend treten die größten Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit sowohl sohnah als auch tiefengemittelt im Bereich der ausgehobenen Trasse aufgrund der großen Bathymetrieänderungen auf. Aufgrund der lokalen und temporären Beschränktheit werden die Auswirkungen als geringfügig in Bezug auf den gesamten Wasserkörper eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Durch die Nassbaggerung erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse, sodass die Änderung der Strömungsgeschwindigkeit keinen weiteren negativen Auswirkungen auf die beiden biologischen QK haben kann. Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.1.2.2.1.2 Morphologie**

##### **5.1.1.2.2.1.2.1 WF morphologische Verhältnisse**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-1 Einbringen fester Stoffe/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Im KWK kommt es durch den Aushub des Tunnelgrabens, sowie den Bau des Trockendocks und des Arbeitshafens zu einer temporären Änderung der Wassertiefe. Der Tunnelgraben wird je nach vorherrschender Bathymetrie um ca. 8 bis 16 m auf eine Breite von 120 -150 m ausgehoben.

Nach der vollständigen Absenkung der 12 Tunnelelemente erfolgt die Wiederverfüllung des Tunnelgrabens. Dabei wird der Tunnel zunächst seitlich mit Sand bis auf die Oberkante Tunnel angefüllt. Über dem Tunnel werden zwei Filterschichten eingebaut, welche beidseitig über den Tunnelrand mindestens 15 m weitergeführt werden. Zum Schutz des Absenktunnels vor Ankerwurf und möglicher Kolkbildung ist eine Deck-/Schutzschicht mit einer Einbaumächtigkeit von ca. 0,90 m auf der Tunneldecke und einer Breite von beidseitig ca. 15,00 m ab der Tunnelaußenkante vorgesehen. Abschließend wird der Tunnelgraben bis auf Höhe des Ursprunggeländes, bzw. nördlich der Schifffahrtsrinne auch darüber hinaus, unter wie auch über Wasser aufgefüllt und beidseitig die Küstenlinie wiederhergestellt (Unterlage 1.01). Durch die Fertigstellung des

Tunnelbauwerks und die anschließende Verfüllung des restlichen Tunnelgrabens wird das ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt.

Durch die Maßnahme „057\_K naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens“ (Unterlage 17.01) erfolgt eine vollständige Verfüllung des Tunnelgrabens bis zur Höhe des ursprünglichen Meeresbodens. Hierbei wird das Wiederverfüllmaterial oberhalb der Deck-/Schutzschicht bis zu einer Mindestbedeckung von ca. 30 cm eingebracht. In den zentralen Bereichen des Fehmarnsundes, in denen das ursprüngliche Niveau bereits durch die Schutzschicht wieder erreicht wird, werden lediglich die Lücken zwischen den Steinen der Deck-/Schutzschicht mit dem Wiederverfüllmaterial verfüllt.

Die Maßnahme „057\_K“ erfolgte in Abstimmung mit der Maßnahme „059\_A Wiederherstellung und Wiederansiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich“. Hierfür wird auf den für die Bepflanzung vorgesehenen Flächen Feinsand, welcher als Substrat für die Seegraswiesen erforderlich ist, mit einer Mindesthöhe von 20 cm eingebracht. In den tieferen Bereichen wird das ursprüngliche Sohlprofil mit Riffen im Rahmen der Ausgleichmaßnahme „062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung“ auch wieder hergestellt, indem die vor der Baumaßnahme im Eingriffsbereich geborgenen Steine anschließend an die Maßnahme 057\_K wieder im Eingriffsbereich eingebracht werden, sodass nach der Wiederverfüllung des Tunnelgrabens dieser Bereich wiederbesiedelt werden kann.

Ca. 2,5 % der gesamten Fläche der Ankerzone wird durch einzelne Ankerpunkte beansprucht. Hier wird punktuell die Oberfläche des Meeresbodens zerstört, welche sich nach Entfernung der Ankerpunkte natürlich regenerieren wird.

Die Auswirkungen der Änderungen der morphologischen Verhältnisse werden aufgrund ihrer Kleinräumlichkeit in Bezug auf den gesamten KWK als lokal begrenzt eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Durch die Nassbaggerung und damit dem WF morphologische Verhältnisse erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse. Die Auswirkungen für diese beiden biologischen WK sind demnach lokal begrenzt.

#### **5.1.1.2.2.1.2.2 WF Schwebstoffgehalt**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Durch die Freisetzung von Schwebstoffen und deren anschließende Sedimentation entstehen während der Bauphase Bereiche innerhalb und außerhalb der Tunneltrasse mit zusätzlichen Sedimentablagerungen (siehe Abbildung 52). Die Ablagerungen innerhalb der Tunneltrasse werden vor dem Absenken der Tunnelelemente entfernt. Die höchsten ermittelten Sedimentablagerungen während der Bauzeit betragen 3 -4 cm und befinden sich innerhalb des Tunnelgrabens bzw. am südlichsten Pfeiler der Brücke über den Fehmarnsund (siehe Abbildung 52). Die insgesamt Fläche, welche außerhalb der Trasse durch relevante Sedimentationshöhen betroffen ist, hat eine Größe von ca. 1 ha und somit einen Flächenanteil von 0,02 % an der gesamten Fläche des KWK Fehmarn Sund W. Eine Veränderung der Tiefenvariationen, der Meeresbodenstruktur und des Substrates kann auf dieser Fläche aufgrund der geringen Sedimentationshöhen ausgeschlossen werden. Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024))

Durch die Nassbaggerung und damit dem WF morphologische Verhältnisse erfolgt ein vollständiger Habitatverlust für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen im Bereich der Tunneltrasse. Die Auswirkungen für diese beiden biologischen WK sind demnach lokal begrenzt.

#### **5.1.1.2.2.1.2.3 WF Durchgängigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Küstenmorphologie (Eulitoral) wird ebenfalls durch die Änderung der küstenparallelen Durchgängigkeit (Kapitel 3.4.2.1.1.3) im speziellen durch die Änderung der Sedimenttransportraten beeinflusst. Während der Bauzeit wird der nach Osten gerichtete Sedimenttransport nahezu vollständig durch die Tunneltrasse unterbrochen, sodass sich westlich der Tunneltrasse deutlich weniger Sedimente während der Bauzeit ablagern. Diese Auswirkungen werden aufgrund ihrer zeitlichen Begrenzung auf die Bauzeit als geringfügig eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat gemäß Anhang C6 (MEKUN, 2024) keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst.

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen spielen diese lokalen geringfügigen Änderungen nur eine untergeordnete Rolle, da diese im Bereich der Tunneltrasse bereits einen vollständigen Habitatverlust durch den WF morphologische Verhältnisse erfahren haben. Daher sind die Auswirkungen auf die biologischen QK unerheblich.



#### **5.1.1.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

##### **5.1.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

##### **5.1.1.2.2.1.1 WF Sauerstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Bereich des Tunnelgrabens wurden mit der hydronumerischen Modellierung (Unterlage 51.02) berechnet und ausgewertet. Für die Berechnungen wurden mehrere Annahmen getroffen, die sowohl einzeln als auch zusammen eine potenziell sehr kritische Situation bezüglich des Sauerstoffgehaltes im Graben beschreiben (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8).

Der berechnete zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehaltes aus (Unterlage 51.02) ist in Abbildung 27 (siehe Kapitel 3.4.2.1.1.8) dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Sauerstoffgehalt im Graben erst nach 29 Tagen ein suboxisches Level (Sauerstoffgehalt < 2mg/l) erreicht. Anoxische Zustände (Sauerstoffgehalt < 0 mg/l) stellen sich aufgrund der Stützung des Sauerstoffgehalts durchzuströmendes, sauerstoffreicheres Wasser nicht ein. Trotz der konservativ gewählten Randbedingungen stellen sich im ausgebaggerten Tunnelgraben keine anoxischen Zustände ein. Suboxische Zustände können theoretisch nach mehreren Tagen unter sehr kritischen Randbedingungen eintreten. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle konservativ gewählten Annahmen zeitgleich und im angenommenen Maße auftreten ist jedoch sehr gering (Unterlage 51.02). Die Auswirkungen beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und werden aufgrund ihrer lokalen und temporären Begrenzung als lokal begrenzt eingestuft.

Während der Nassbaggerung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.4 abgeschätzt. Bei der Nassbaggerung wird bei der Einleitstelle (Baggerstandort) eine Erhöhung des CSB um 0,05 µg/l berechnet.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen spielen diese lokalen geringfügigen Änderungen nur eine untergeordnete Rolle, da diese im Bereich der Tunneltrasse bereits einen vollständigen Habitatverlust durch den WF morphologische Verhältnisse erfahren haben. Daher sind die Auswirkungen auf die biologischen QK unerheblich.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL steigt der berechnete CSB um 0,001 µg/l. An den Landesmessstellen (biologische QK Großalgen und Angiospermen) STR FUC, STR SEE und GWR ROT steigt der berechnete chemische Sauerstoffbedarf um 0,003 µg/l, 0,0022 µg/l bzw. um 0,0016 µg/l. An der Landesmessstelle MB11 (biologische QK benthisch wirbellose Fauna) wurde ein CSB von 0,0004 µg/l berechnet. Die Auswirkungen werden an der repräsentativen Messstelle und den Landesmessstellen und somit auch für biologischen QK Großalgen und Angiospermen und benthisch wirbellose Fauna als geringfügig eingestuft.

#### **5.1.1.2.2.1.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle für Phosphor<sub>ges</sub> (13,28 µg/l) und Stickstoff<sub>ges</sub> (193,84 µg/l) liegen jeweils unterhalb der Orientierungswerte für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Beide berechnete Konzentrationen liegen auch unterhalb ihrer jeweiligen Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können. Auch die Auswirkungen auf die biologischen QK können hier somit als unerheblich eingestuft werden.

Am Baggerstandort wurde eine Phosphorkonzentration von 14,55 µg/l berechnet, welche 1,55 µg/l oberhalb der Ausgangskonzentration von 13,00 µg/l und somit 0,95 µg/l oberhalb der JD-UQN. Die berechnete Konzentration liegt ebenfalls über der Grenzkonzentration des messbaren Konzentrationsanstieges (14,3 µg/l) und ist demnach lokal als messbar einzustufen. Die Überschreitung der Orientierungswerte für den guten Zustand hat eine Reichweite von ca. 2.008 m um den Baggerstandort herum. Bei Hintergrundkonzentrationen von 6 µg/l bis 42 µg/l für Phosphor<sub>ges</sub> (Jahr 2020, (LfU, 2023b)) kann eine temporäre und lokale Erhöhung von 1,55 µg/l demnach nur geringfügige Auswirkungen auf das Wachstum des Phytoplanktons haben und somit auch nur geringfügige Auswirkungen auf die Sauerstoffzehrung im Wasser aufgrund des Abbaus des wenigen zusätzlichen organischen Materials. Die Auswirkungen werden demnach als geringfügig eingestuft. Die lokalen Auswirkungen auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen sowie benthisch wirbellose Fauna im betroffenen Bereich, die durch den WF morphologische Verhältnisse keinen vollständigen Habitatverlust erfahren haben (Sicherheitszone, Ankerzone), sind somit ebenfalls geringfügig.

## **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher können die Nährstoffeinträge nur unerhebliche Veränderungen auf die Biomasse der Algen und den damit verbundenen Sauerstoffbedarf des Abbaus dieser Biomasse nachdem natürlichen Absterben haben. Daher kann hier die Auswirkung als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3 und Gr5 auf der Festlandseite Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen Orientierungswerte liegen. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen und somit zu einer Erhöhung der Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus der natürlich abgestorbenen Algen. Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn die Wirkbereiche haben lediglich einen Flächenanteil von 0,012 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Daher ist die Auswirkung des WF und auf resultierend auf die biologischen QK als lokal begrenzt zu bewerten.

### **5.1.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

#### **WF Nährstoffverhältnisse**

## **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle für Stickstoff<sub>ges.</sub> mit 193,83 µg/l liegt unterhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Der berechnete Konzentrationsanstieg liegt auch unterhalb der Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß

Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können. Die resultierenden Auswirkungen auf die biologische QK sind somit ebenfalls unerheblich.

Am Baggerstandort wurde eine Stickstoffkonzentration von 196,26 µg/l berechnet, welche unterhalb der UQN für den guten Zustand nach Anlage 7 der OGewV liegt und unterhalb ihrer Grenzkonzentration der Messbarkeit von 247,00 µg/l. Es wird somit auch lokal keine Verschlechterung des Zustandes eintreten, da die lokalen Auswirkungen nicht messbar sind und die Auswirkungen werden somit in der Gesamtbetrachtung als unerheblich eingestuft. Somit resultieren für die biologischen QK ebenfalls unerhebliche Auswirkungen.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die Auswirkungen auf die Stickstoff-Gesamt-Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Stickstoffeinträge keinen messbarer Konzentrationsanstieg (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann der Stickstoffeintrag als unerheblich eingestuft werden. Die resultierenden Auswirkungen auf die biologische QK sind somit ebenfalls unerheblich.

Lokal konnte an den Einleitstelle Gr5 auf der Festlandseite eine Reichweite von 35 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Stickstoff<sub>ges</sub>-Konzentration von 800 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes liegt. Der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,002 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,002 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Daher ist die Auswirkung als lokal begrenzt zu bewerten. Resultierende Auswirkungen auf die biologischen QK an der Einleitstelle sind dann ebenfalls lokal begrenzt.

### 5.1.1.2.2.3 Phosphorverbindungen

#### WF Nährstoffverhältnisse

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Resultierend aus den Nassbaggerarbeiten wurden die freigesetzten Stoffmengen gemäß Kapitel 2.2.3.4 am Baggerstandort sowie an der repräsentativen Messstelle berechnet. Die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle für Phosphor<sub>ges</sub> mit 13,28 µg/l liegt unterhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand (siehe Tabelle 77). Die berechnete Konzentration liegt auch unterhalb ihrer Grenzkonzentration der Nachweisbarkeit nach (FGSV, 2021). Der Ausgangszustand eines guten Zustandes gemäß Anlage 7 der OGewV bleibt hier weiterhin erhalten, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden können. Die resultierenden Auswirkungen auf die biologische QK sind somit ebenfalls unerheblich.

Am Baggerstandort wurde eine Phosphorkonzentration von 14,55 µg/l berechnet, welche 1,55 µg/l oberhalb der Ausgangskonzentration von 13,00 µg/l und somit 0,95 µg/l oberhalb der Orientierungswerte liegt. Die berechnete Konzentration liegt ebenfalls über der Grenzkonzentration des messbaren Konzentrationsanstieges (14,3 µg/l) und ist demnach lokal als messbar einzustufen. Die Überschreitung der Orientierungswerte für den guten Zustand hat eine Reichweite von ca. 2.008 m um den Baggerstandort herum. Bei Hintergrundkonzentrationen von 6 µg/l bis 42 µg/l für Phosphor<sub>ges</sub>. (Jahr 2020, (LfU, 2023b)) liegt die temporäre und lokale Erhöhung von 1,55 µg/l im natürlichen Schwankungsbereich des Parameters. Die Auswirkungen werden demnach als geringfügig eingestuft. Die lokalen Auswirkungen auf die biologische QK Phytoplankton sowie die biologischen QK Großalgen und Angiospermen sowie benthisch wirbellose Fauna im betroffenen Bereich, die durch den WF morphologische Verhältnisse keinen vollständigen Habitatverlust erfahren haben (Sicherheitszone, Ankerzone), sind somit ebenfalls geringfügig.

##### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Phosphoreinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK als unerheblich eingestuft werden. Die resultierenden Auswirkungen auf die biologische QK sind somit ebenfalls unerheblich.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3 und Gr5 auf der Festlandseite Reichweiten >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.8, Abbildung 53). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes liegen. Die Wirkbereiche haben jedoch lediglich einen Flächenanteil von 0,012 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Daher ist die Auswirkung als lokal begrenzt zu bewerten. Resultierende Auswirkungen auf die biologischen QK an der Einleitstelle sind dann ebenfalls lokal begrenzt.

#### **5.1.1.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

##### **WF Schadstoffgehalt**

###### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Bei der Sedimentation durch die sich absetzenden Schwebstoffe, die durch die Nassbaggerung freigesetzt worden sind, können keine höheren Schadstoffkonzentrationen im Sediment besitzen als die in Tabelle 42 (Ergebnisse Untersuchungen (Unterlage 41.29)) angegebenen. Denn es findet hier nur eine Umverteilung des bereits bestehenden Sediments statt. Die analysierten Schadstoffgehalte im Sediment liegen deutlich unterhalb ihrer JD-UQN nach Anlage 6 der OGewV, daher ist eine Konzentration oberhalb der jeweiligen UQN in den sich absetzenden Schwebstoffen ausgeschlossen. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft. Die resultierenden Auswirkungen auf die biologische QK sind somit ebenfalls unerheblich.

Alle weiteren nach Anlage 6 der OGewV untersuchten flussgebietsspezifischen Schadstoffen konnten in den Sedimenten im Bereich der geplanten Tunneltrasse nicht nachgewiesen werden, daher wird eine Lösung dieser aus den freigesetzten Schwebstoffen bei der Nassbaggerung ausgeschlossen. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft. Resultierende Auswirkungen auf die biologischen QK sind dann ebenfalls als unerheblich einzustufen.

###### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund W unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 81). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im Fehmarn Sund

W <10 m (siehe Tabelle 81). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund W und können demnach als unerheblich eingestuft werden. Resultierende Auswirkungen auf die biologischen QK an den Einleitstellen sind dann ebenfalls als unerheblich einzustufen.

### **5.1.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

#### **WF Schadstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Der Küstenwasserkörper weist eine Überschreitung der UQN für Quecksilber und Quecksilberverbindungen, wie auch BDE und PFOS auf (BfG, 2022 und MELUND, 2021b). Jede messbare Konzentrationserhöhung an einer repräsentativen Messstelle dieser Stoffe und Stoffverbindungen führt zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands.

Im Rahmen des geplanten Bauvorhabens ist kein Eintrag dieser Stoffe vorgesehen. Eine Verschlechterung aufgrund dieser ubiquitären Stoffe kann ausgeschlossen werden.

Bei der Nassbaggerung der Tunneltrasse kann es zu Freisetzungen von Schadstoffen gemäß Anlage 8 der OGewV aus den marinen Sedimenten kommen. Gemäß der Berechnungen nach Kapitel 2.2.3.4 wurden die resultierenden Schadstoffkonzentrationen am Baggerstandort und an der repräsentativen Messstelle berechnet (Ergebnisse siehe Kapitel 5.1.1.1.10, Tabelle 80). An der repräsentativen Messstelle des KWK wurden keine messbaren Konzentrationserhöhungen und demnach keine Überschreitungen der jeweiligen UQN berechnet (siehe Tabelle 80). Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Am Baggerstandort konnten lokal jedoch Konzentrationserhöhungen für alle in Tabelle 80 genannten Schadstoffe berechnet werden. Diese liegen alle über ihrer Messbarkeitsgrenze, jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Eine Ausnahme bildet hier Blei. Hier wird für den Jahresdurchschnitt eine Konzentrationserhöhung auf 1,87 µg/l ermittelt. Diese Konzentration liegt oberhalb der JD-UQN von 1,3 µg/l. Bei diesem Ergebnis ist zu beachten, dass bei der Berechnung die Fortschreitung des Baggerstandortes nicht berücksichtigt wird, sodass diese berechnete Konzentration deutlich überschätzt sind. Der Wirkungsbereich in dem die Konzentration oberhalb der UQN berechnet werden hat einen Radius von 218 m um den Baggerstandort herum und beschränkt sich damit auf die durch die direkte Baumaßnahme beanspruchte Fläche des Tunnelgrabens bis zur Ankerzone. Diese Fläche entspricht ca. 1% der gesamten Fläche des KWK und hat somit keine Auswirkungen auf den gesamten KWK. Die Auswirkungen sind demnach als lokal begrenzt einzustufen.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10) ohne dass UQN überschritten werden. Die Auswirkungen können demnach als geringfügig eingestuft werden.

Lokal konnten an den Einleitstellen Gr3, Gr5 und Fe1 für Benzo(a)pyren und für Cadmium an der Einleitstelle Gr5 Reichweiten der stofflichen Beeinflussung mit UQN-Überschreitung >10 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.1.1.1.10, Abbildung 54). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l und eine Cadmium-Konzentration von 0,6 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen. Diese lokalen und temporären Stoffeinträge an den Einleitstellen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn die Summe der Wirkbereiche der Einleitpunkte haben lediglich einen Flächenanteil von 0,016 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.



## **5.1.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

### **5.1.2.1 Zusammenfassung der anlagenbedingten Projektwirkungen**

#### **5.1.2.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen anlagenbedingten Auswirkungen**

In Tabelle 87 wurden die baubedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Sund W zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Sund W beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 87: Zusammenfassung anlagenbedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand (UQN)
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch- chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
1	G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen							
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	x	x		x	x		
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	x	x		x	x		
1.3	Änderung Durchgängigkeit (küstenparallel/ küstennormal)							
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x		
1.5	Änderung Morphologie (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x		
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				

#### **5.1.2.1.2 WF Wasserspiegellage /Tidenhub**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.3.1.1.

Die Auswirkungen des Tunnelbaus auf den Wasserstand sind sehr gering und innerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches und beschränken sich auf den Bereich der Tunneltrasse und treten nur bei starken Windereignissen auf.

#### **5.1.2.1.3 WF Seegang o. Exposition**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.3.1.2.

Die Änderungen der Wellenhöhen und der Wellenrichtung erfolgen anlagenbedingt nur im Bereich des Tunnels und befinden sich im natürlichen Schwankungsbereich des jeweiligen Parameters.

#### **5.1.2.1.4 WF Durchgängigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.3.1.3.

Aufgrund der vollständigen Wiederherstellung des Sohlprofils ist die Durchgängigkeit ebenfalls wieder vollständig hergestellt. Es ergeben sich demnach keine Auswirkungen und eine weitere Betrachtung des WF kann ausgeschlossen werden.

#### **5.1.2.1.5 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.3.1.4.

Die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten liegen im natürlichen Schwankungsbereich und beschränken sich auf den Bereich der ehemaligen Tunneltrasse.

#### **5.1.2.1.6 WF Morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Beschreibung siehe Kapitel 3.4.3.1.5.

#### **5.1.2.1.7 Ausprägung der aquatischen Lebensform**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.1.2.1.2 bis 5.1.2.1.6) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der **Ausprägung der aquatischen Lebensform** aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK

#### **5.1.2.2 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

##### **5.1.2.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

###### **5.1.2.2.1.1 Phytoplankton**

Keiner der unter dem Punkt 5.1.2 beschriebenen Wirkfaktoren hat gemäß Anhang C6 des (MEKUN, 2024) einen Einfluss auf die QK Phytoplankton, da die Biomasse des Phytoplanktons (hier Chlorophyll a) durch das Lichtklima, die Temperatur und die Nährstoffverfügbarkeit beeinflusst wird und diese anlagenbedingt nicht beeinflusst werden.

###### **5.1.2.2.1.2 Großalgen und Angiospermen**

###### **5.1.2.2.1.2.1 WF Wasserspiegellage/ Tidenhub**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die anlagenbedingten Auswirkungen auf die Wasserspiegellage beschränken sich auf den Bereich der ehemaligen Tunneltrasse und liegen mit -1 cm bis +1 cm in natürlichen Schwankungsbereich. Die lokalen Auswirkungen können als geringfügig eingestuft werden. An der repräsentativen Messstelle sowie an den

Landesmessstellen treten keine Änderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.2.2      WF Seegang/Exposition**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau**

Die im Vergleich zum IST-Zustand nur leicht geänderte Bathymetrie führt zu einer sehr geringen Änderung der Wellenhöhen, der Wellenrichtungen und der Wellenperiode im Bereich des Tunnels. Diese Änderungen sind demnach lokal und liegen im natürlichen Schwankungsbereich. Eine lokale Beeinflussung auf die Großalgen und Angiospermen kann demnach als geringfügig eingestuft werden. An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen treten keine Veränderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.2.3      WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau**

Die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit liegen im natürlichen Schwankungsbereich und beschränken sich auf den ehemaligen Bereich der Tunneltrasse, sodass die lokalen Auswirkungen als geringfügig eingestuft werden. Die lokalen Auswirkungen auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen wird demnach ebenfalls als geringfügig eingestuft. An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen treten keine Veränderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.2.4      WF Morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau**

Durch die technische Wiederverfüllung sowie durch die Maßnahmen 057\_K und 062\_A des LBP ((Unterlage 17.01), sowie Kapitel 3.3) wird das Sohlprofil und das Sohlsubstrat wiederhergestellt. Das Gebiet kann somit nach Beendigung der Maßnahmen wiederbesiedelt werden. Des Weiteren wird eine Wiederansiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich als Bauausgleichsmaßnahme durchgeführt. Die geringe Änderung der Bathymetrie im dem kleinen Bereich nördlich der Fahrrinne (siehe Abbildung 22) hat keinen Einfluss auf die Wiederbesiedlung, da auch hier das Sohlsubstrat durch die Maßnahmen 057\_K und 062\_A (LBP, (Unterlage 17.01)) wiederhergestellt worden ist. Die Auswirkungen werden demnach für den gesamten KWK als unerheblich eingestuft.

#### 5.1.2.2.1.2.5 Ausprägung der aquatischen Lebensform

##### Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.2.2.1.2.1 bis 5.1.2.2.1.2.4) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal können ebenfalls geringfügige Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 88). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als geringfügig eingestuft werden. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 88: Zusammenfassung der Bewertung der anlagenbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle /Landesmessstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässer Ausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	unerheblich	geringfügig
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	unerheblich	geringfügig
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	unerheblich	geringfügig
1.5	Änderung Morphologie (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	geringfügig

#### **5.1.2.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

##### **5.1.2.2.1.3.1 WF Wasserspiegellage/ Tidenhub**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die anlagenbedingten Auswirkungen auf die Wasserspiegellage beschränken sich auf den Bereich der ehemaligen Tunneltrasse und liegen mit -1 cm bis +1 cm in natürlichen Schwankungsbereich, sodass sich die im KWK Fehmarn Sund W siedelnden Arten bereits an diese Verhältnisse angepasst sind. Die lokalen Auswirkungen können als geringfügig eingestuft werden. An der repräsentativen Messstelle sowie an der Landesmessstelle treten keine Änderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

##### **5.1.2.2.1.3.2 WF Seegang/Exposition**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die im Vergleich zum IST-Zustand nur leicht geänderte Bathymetrie führt zu einer sehr geringen Änderung der Wellenhöhen, der Wellenrichtungen und der Wellenperiode im Bereich des Tunnels. Diese Änderungen sind demnach lokal und liegen im natürlichen Schwankungsbereich. Eine lokale Beeinflussung auf die benthisch wirbellose Fauna kann demnach als geringfügig eingestuft werden. An der repräsentativen Messstelle sowie an der Landesmessstelle treten keine Veränderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

##### **5.1.2.2.1.3.3 WF Strömungsgeschwindigkeit**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit liegen im natürlichen Schwankungsbereich und beschränken sich auf den ehemaligen Bereich der Tunneltrasse, sodass die lokalen Auswirkungen als geringfügig eingestuft werden. Die lokalen Auswirkungen auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna wird demnach ebenfalls als geringfügig eingestuft. An der repräsentativen Messstelle sowie an der Landesmessstelle treten keine Veränderungen durch den WF auf, sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.3.4 WF Morphologische Verhältnisse**

Durch die technische Wiederverfüllung sowie durch die Maßnahmen 057\_K und 062\_A des LBP ((Unterlage 17.01), sowie Kapitel 3.3) wird das Sohlprofil und das Sohlsubstrat wiederhergestellt. Das Gebiet kann somit nach Beendigung der Maßnahmen wiederbesiedelt werden. Des Weiteren wird eine Wiederansiedlung der Seegraswiesen im Eingriffsbereich als Bauausgleichsmaßnahme durchgeführt. Die geringe Änderung der Bathymetrie im dem kleinen Bereich nördlich der Fahrrinne (siehe Abbildung 22) hat keinen Einfluss auf die Wiederbesiedlung, da auch hier das Sohlsubstrat durch die Maßnahmen 057\_K und 062\_A (LBP, (Unterlage 17.01)) wiederhergestellt worden ist. Die Auswirkungen werden demnach für den gesamten KWK als unerheblich eingestuft.

#### **5.1.2.2.1.3.5 Ausprägung der aquatischen Lebensform**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.2.2.1.3.1 bis 5.1.2.2.1.3.4) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal können ebenfalls geringfügige Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 91). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als geringfügig eingestuft werden. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 89: Zusammenfassung der Bewertung der analgenbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle /Landesmessstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	unerheblich	geringfügig
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	unerheblich	geringfügig
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	unerheblich	geringfügig
1.5	Änderung Morphologie (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	geringfügig



#### **5.1.2.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.1.2.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

###### **5.1.2.2.2.1.1 Tidenregime**

###### **5.1.2.2.2.1.1.1 WF Wasserspiegellage/ Tidenhub**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die anlagenbedingten Auswirkungen auf die Wasserspiegellage beschränken sich auf den Bereich der ehemaligen Tunneltrasse und liegen mit -1 cm bis +1 cm in natürlichen Schwankungsbereich. Die lokalen Auswirkungen können als geringfügig eingestuft werden.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen der biologischen QK treten keine messbaren Veränderungen auf, daher können die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

###### **5.1.2.2.2.1.1.2 WF Seegang/Exposition**

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die im Vergleich zum IST-Zustand nur leicht geänderte Bathymetrie führt zu einer sehr geringen Änderung der Wellenhöhen, der Wellenrichtungen und der Wellenperiode im Bereich des Tunnels. Diese Änderungen sind demnach lokal und liegen im natürlichen Schwankungsbereich.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen der biologischen QK treten keine messbaren Veränderungen auf, daher können die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.1.3      WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit liegen im natürlichen Schwankungsbereich und beschränken sich auf den ehemaligen Bereich der Tunneltrasse, sodass die lokalen Auswirkungen als geringfügig eingestuft werden.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle sowie an den Landesmessstellen der biologischen QK treten keine messbaren Veränderungen auf, daher können die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.1.2.2.1.2      Morphologie**

##### **WF Morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Durch die Fertigstellung des Tunnelbauwerks und die anschließende vollständige Verfüllung (technische Verfüllung, sowie Kohärenzmaßnahme 057\_K Naturnahe vollständige Wiederverfüllung des Tunnelgrabens, sowie Bauausgleichsmaßnahme 062\_A Zwischenlagerung von Steinen aus dem Sund und anschließende Wiedereinbringung (LBP, Unterlage 17.01)) des restlichen Tunnelgrabens wird das ursprüngliche Sohlprofil wieder hergestellt. Lediglich in einem kleinen Bereich nördlich der Schifffahrtsrinne erfolgt eine Erhöhung der Meeresbodensohle um 1- 2m aufgrund der technischen Verfüllung des Tunnelgrabens in diesem Bereich (siehe Abbildung 22). Im Bereich der Tunneltrasse variieren die Meeresbodenhöhen bereits im Ist-Zustand um wenige Meter (siehe Abbildung 43). Diese kleinräumige Änderung liegt demnach im natürlichen Schwankungsbereich und können als lokal geringfügig eingestuft werden.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen als unerheblich eingestuft werden, da die Änderung der Bathymetrie keinen Einfluss auf die Wiederbesiedlung der QK hat.

#### **5.1.2.2.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Anlagenbedingt treten keine Veränderungen der allgemeinen physikalisch-chemischen QK auf, sodass die Auswirkungen hier ausgeschlossen werden können. Auswirkungen auf die biologischen QK aufgrund einer Änderung der APC können demnach ebenfalls ausgeschlossen werden.

#### **5.1.2.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

##### **WF Schadstoffgehalt**

Im Planzustand wird die natürliche Schadstoffkonzentration im Untersuchungsgebiet nicht verändert. Es werden durch die Anlage keine Emissionen in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt. So dass hier ebenfalls keine Änderungen des Schadstoffgehaltes auftreten werden und Auswirkungen auf die biologischen QK demnach ausgeschlossen werden können.

#### **5.1.2.3 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

##### **WF Schadstoffgehalt**

Im Planzustand wird die natürliche Schadstoffkonzentration im Untersuchungsgebiet nicht verändert. Es werden durch die Anlage keine Emissionen in den marinen Bereich eingebracht oder zusätzlich freigesetzt. So dass hier keine Änderungen des Schadstoffgehaltes und somit des chemischen Zustandes des KWKs auftreten werden.

#### **5.1.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

##### **5.1.3.1 Zusammenfassung der betriebsbedingten Projektwirkungen**

###### **5.1.3.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen betriebsbedingten Auswirkungen**

In Tabelle 90 wurden die betriebsbedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Sund W zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Sund W beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft,

ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 90: Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand (UQN)	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		x
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x

#### **5.1.3.1.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Für die Beurteilung der Nährstoffeinträge wurden Wirkradien für Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> an den jeweiligen Einleitstellen im KWK Fehmarn Sund ermittelt. Diese Wirkradien beschreiben den Radius der Fläche, in der die jeweiligen Orientierungswerte der OGewV überschritten sind. Entsprechend hat das Wasser außerhalb des Wirkradius eine Konzentration des jeweiligen zu betrachtenden Stoffes unterhalb der Orientierungswerte nach OGewV. Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 mg/l. Diese Werte liegen deutlich über dem jeweiligen Orientierungswert der OGewV. Je nach Einleitstelle und der dort vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeit wird die jeweilige Stoffkonzentration unterschiedlich schnell verdünnt.

Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1). Gemäß der betriebszeitlichen Entwässerungsplanung (siehe Kapitel 3.2.2) befinden sich die Einleitpunkte Gr1, Gr2, Gr3, Gr5 und Fe1 (Positionen siehe Abbildung 15 und Abbildung 16) im KWK Fehmarn Sund W. Nur am Einleitpunkt Gr3 konnte ein Wirkradius >10 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59).

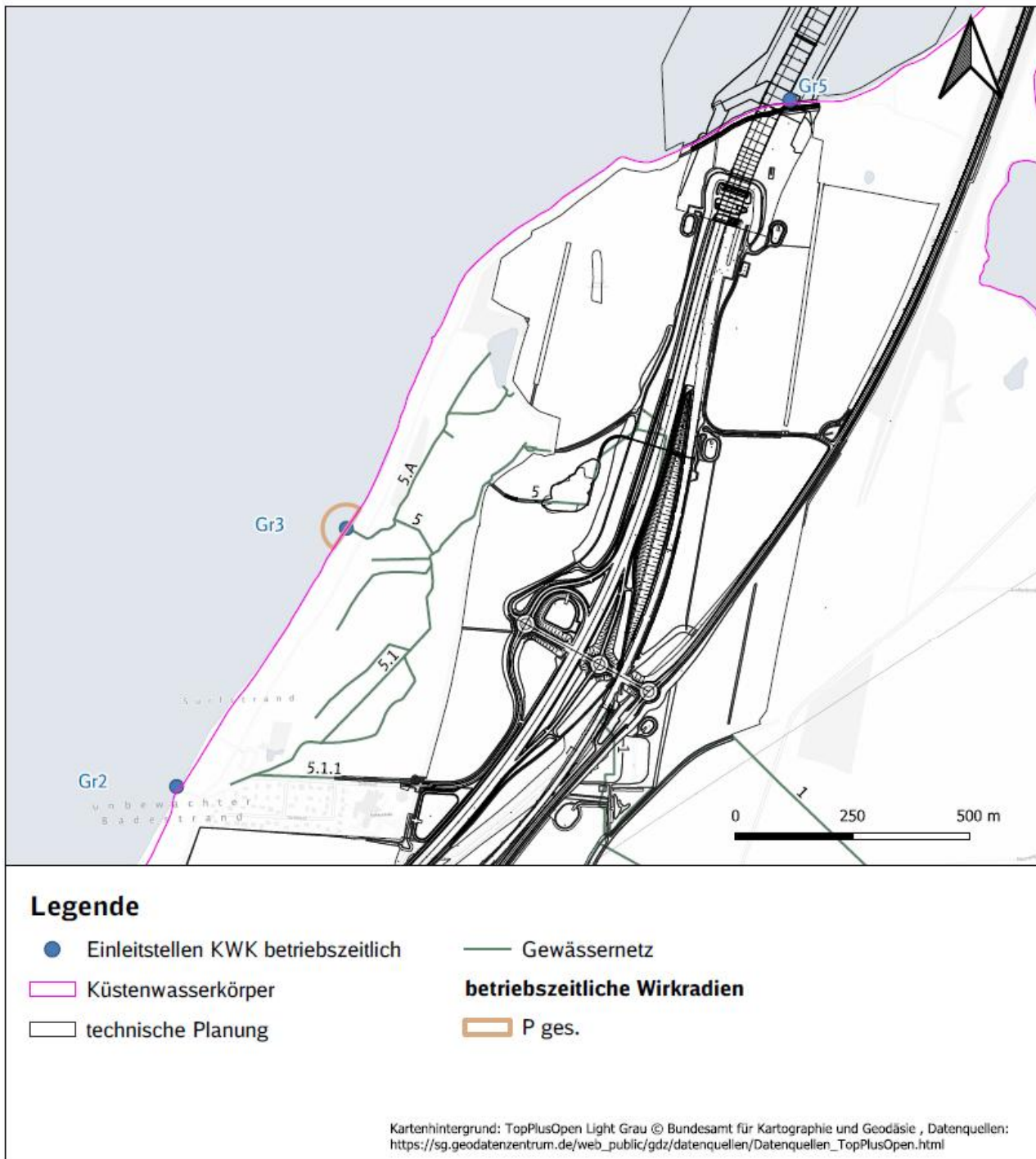


Abbildung 59: Betriebszeitliche Wirkradien der Nährstoffe  $P_{ges}$  und  $N_{ges}$  im KWK Fehmarn Sund W

**Tabelle 91:** Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub>

	Abk.	Einh.	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>								
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l	9,00					
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l	13,60					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	13,00					
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		µg/l	14,30					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	10,11	33,03	1,46	14,97	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	CR	µg/l	13,0000	13,00046108	13,0024	13,0001	13,0001	13,0040
Radius ab Einleitstelle bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	51	<10	<10	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>								
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l	130,00					
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l	200,00					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	190,00					
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		µg/l	247,00					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	17,99	52,85	3,88	26,24	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	CR	µg/l	190,0000	190,0008	190,0038	190,0002	190,0002	190,0111
Radius ab Einleitstelle bis Orientierungswert, guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	



#### **5.1.3.1.3 WF Schwebstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

##### **Schwebstoffkonzentration:**

Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen in die KWK resultieren.

Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden die Wirkradien an jeder Einleitstelle bestimmt, in deren Bereich die resultierenden Schwebstoffkonzentrationen im KWK unterhalb der gemessenen Höchstkonzentration im Küstenbereich von 60 mg/l liegen. Die Berechnungen ergaben, dass der Wirkradius an allen Einleitpunkten <10 m ist. Sodass die Auswirkungen unerheblich sind. Daher wird auf eine weitergehende Betrachtung des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.

##### **Sedimentation:**

Aufgrund der zu vernachlässigen Eintragsmengen an Schwebstoffen an den jeweiligen Einleitpunkten, ist die daraus resultierende Sedimentation ebenfalls so gering, dass diese unerheblich und demnach zu vernachlässigen ist. Daher wird auch hier auf die weitere Betrachtung verzichtet.

#### **5.1.3.1.4 WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

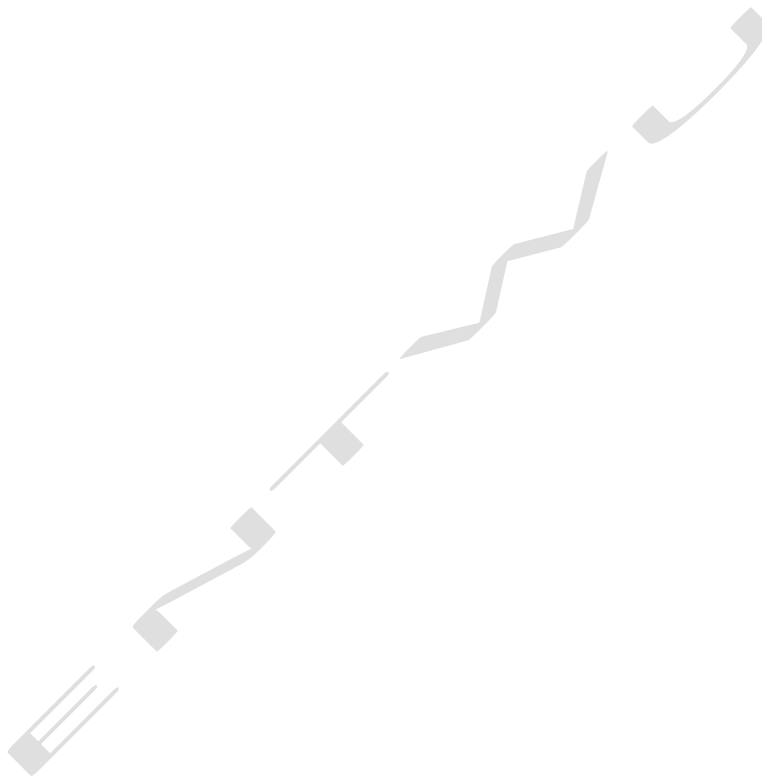
Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Durch abfließende Straßen- bzw. Gleiswässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund W unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht

nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 92). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im Fehmarn Sund W <10 m (siehe Tabelle 92).

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßen- und gleisbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 93). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. Im Ergebnis werden trotz der gewählten konservativen Ansätze keine messbaren Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet. Lediglich für den Parameter Benzo(a)pyren wird am Einleitpunkt Fe1 ein Wirkradius von 12 m berechnet (siehe Abbildung 60).



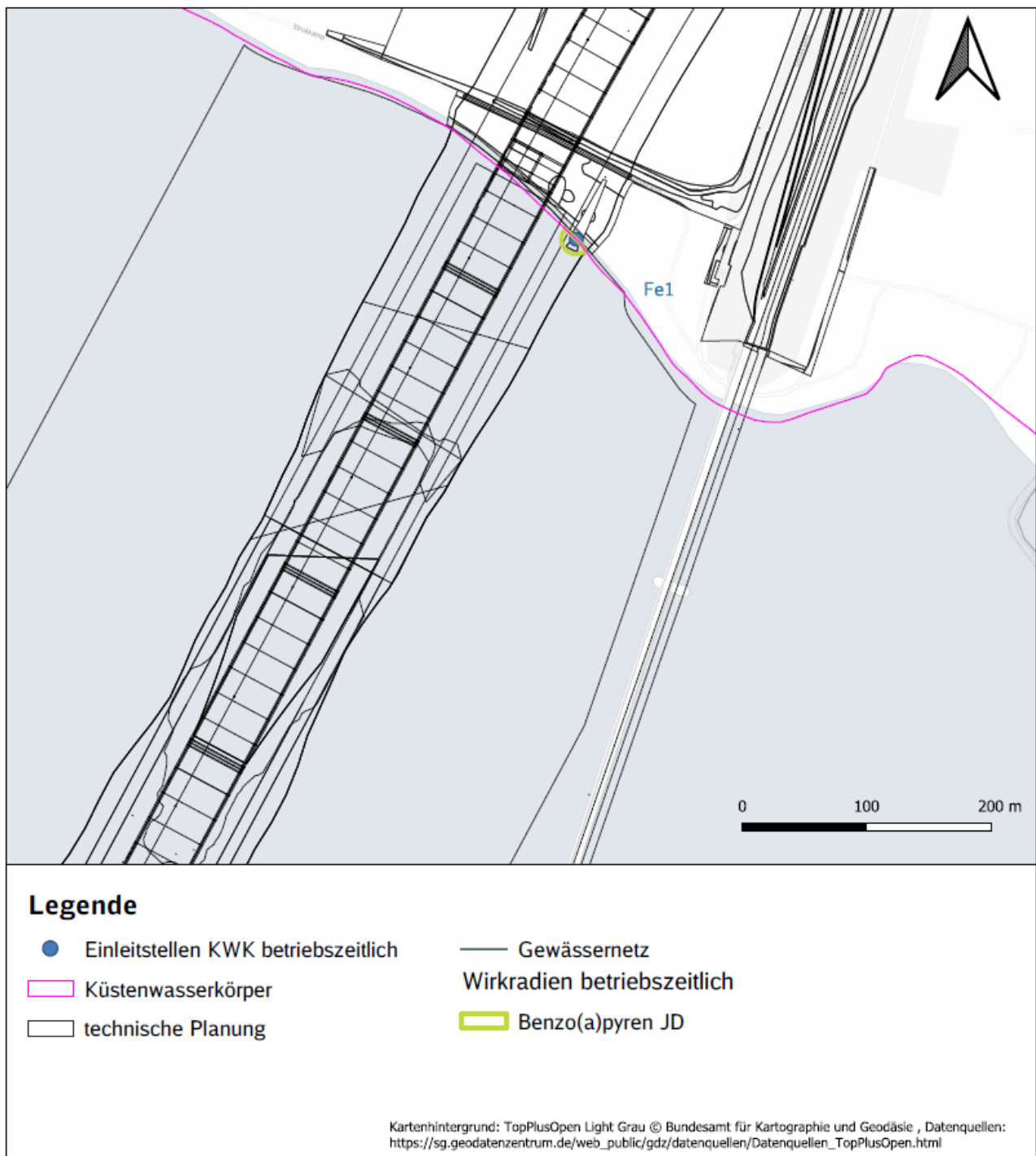


Abbildung 60: betriebszeitliche Wirkradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund W

**Tabelle 92: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W**

	Abkürzung	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>								
JD-UQN		mg/kg TS	160,00					
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	2,30					
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,3000	2,3002	2,3019	2,3001	2,3003	<b>2,30</b>
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		mg/kg TS	2,415					
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>Zink</b>								
JD-UQN		mg/kg TS	800,00					
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	12,00					
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,0000	12,0008	12,0065	12,0002	12,0009	<b>12,01</b>
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		mg/kg TS	12,60					
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>Chrom</b>								
JD-UQN		mg/kg TS	640,00					
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	3,80					
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,8000	3,8001	3,8006	3,8000	3,8001	<b>3,80</b>
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		mg/kg TS	3,99					
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
<b>PCB-28 – PCB-180</b>								
JD-UQN		mg/kg TS	0,02					
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS	0,005					

	Abkürzung	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe Einleitungen
resultierende Konzentration an repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	<b>0,005</b>
Messbarkeitsgrenze (FGSV, 2021)		mg/kg TS	0,006					
Radius UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	

**Tabelle 93: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf den Schadstoffgehalt (Parameter nach Anlage 8 OGewV)**

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
DEHP								
JD-UQN		µg/l	1,3000					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,5					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	0,19	2,63	0,01	46,66	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,2500000	0,2500086	0,2501873	0,2500005	0,2503885	0,25
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,325					
Octylphenol								
JD-UQN		µg/l	0,0100					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,01					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,001	0,013	0,000	0,229	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,005000	0,005000	0,005001	0,005000	0,005002	0,005
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0065					
Benzo(g,h,i)-perylen								
ZHK-UQN		µg/l	0,0008					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,001	0,001	0,001	0,019	

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,0001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012					
Benzo(k)fluoranthen								
ZHK-UQN		µg/l	0,017					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,001	0,001	0,000	0,039	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,0001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012					
Benzo(b)fluoranthen								
ZHK-UQN		µg/l	0,017					
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,001	0,001	0,001	0,077	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000101	0,0001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012					
Benzo(a)pyren								
JD-UQN		µg/l	0,00017					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,004	0,001	0,000	0,006	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,0001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	12	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012					
ZHK-UQN		µg/l	0,027					

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,0002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,001	0,001	0,000	0,046	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,0001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00012					
Fluoranthren								
JD-UQN		µg/l	0,00630					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	0,0007					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,005	0,004	0,003	0,302	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000700	0,000700	0,000700	0,000700	0,000703	0,0007
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,00084					
ZHK-UQN		µg/l	0,120					
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	0,001					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,002	0,002	0,001	0,129	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,001000	0,001000	0,001000	0,001000	0,001001	0,001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0012					
Anthracen								
JD-UQN		µg/l	0,100					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,002	0,006	0,000	0,412	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,001000	0,001000	0,001000	0,001000	0,001003	0,00
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0012					

	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
ZHK-UQN		µg/l	0,100					
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,002					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000	0,0004	0,0003	0,0002	0,0232	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,001000	0,001000	0,001000	0,001000	0,001000	0,001
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0012					
Blei								
JD-UQN		µg/l	1,30000					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,1					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,581	7,726	0,066	0,866	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,500000	0,500026	0,500551	0,500003	0,050007	0,050
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0525					
ZHK-UQN								
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,1					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000	0,1229	0,4292	0,0809	7,7402	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,500000	0,500006	0,500031	0,500003	0,500064	0,050
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,0525					
Cadmium								
JD-UQN		µg/l	1,30					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,04					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,013	0,040	0,085	2,747	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,020000	0,020001	0,020003	0,020003	0,020023	0,021
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	



	Abk.	Einheit	Gr1	Gr2	Gr3	Gr5	Fe1	Summe aller Einleitungen
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,03					
ZHK-UQN		µg/l	0,45					
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,04					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000	0,0025	0,0100	0,0047	0,1548	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,020000	0,020000	0,020001	0,020000	0,020001	0,020
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,095					
Nickel								
JD-UQN		µg/l	8,60					
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	0,585					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,000	0,679	3,488	0,544	160,668	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,585000	0,585031	0,585249	0,585021	0,586338	0,59
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,61425					
ZHK-UQN		µg/l	34,00					
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	0,691					
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0000	0,1433	0,1611	0,1073	9,0303	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,691000	0,691007	0,691011	0,691004	0,691075	0,69
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10	<10	<10	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,7255					

### **5.1.3.2 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.1.3.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.1.3.2.1.1 Phytoplankton**

###### **5.1.3.2.1.1.1 WF Nährstoffverhältnisse**

#### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Phytoplankton als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr3 ein Wirkradius von 51 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb der Orientierungswerte liegen. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,006 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Die Auswirkungen können hier als lokal begrenzt eingestuft werden.

###### **5.1.3.2.1.1.2 WF Schadstoffgehalt**

#### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte lediglich an der Einleitstelle Fe1 für Benzo(a)pyren ein Wirkradius von 12 m berechnet werden (siehe Abbildung 60). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der hohen Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokalen und temporären Reduzierungen sind dabei auf den Einleitpunkt begrenzt und haben keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen

Flächenanteil von 0,0003 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen hier als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.1.3.2.1.1.3 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK Phytoplankton**

Die biologische QK Phytoplankton wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.3.2.1.1.1 und 5.1.3.2.1.1.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal können ebenfalls unerhebliche bzw. lokal begrenzte Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 94). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen QK Phytoplankton als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 0,44 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund W von 0,006 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK.

**Tabelle 94: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Phytoplankton**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt

#### **5.1.3.2.1.2      Großalgen und Angiospermen**

##### **5.1.3.2.1.2.1          WF Nährstoffverhältnisse**

###### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr3 ein Wirkradius von 51 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb der Orientierungswerte liegen.

In dem Wirkbereich der Einleitstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) kein Bewuchs angesiedelt, sodass hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen ausgeschlossen werden kann. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Die Landesmessstellen liegen außerhalb der Wirkradien der Einleitpunkte, sodass hier die Auswirkungen ebenfalls als unerheblich eingestuft werden können.

##### **5.1.3.2.1.2.2          WF Schadstoffgehalt**

###### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte lediglich an der Einleitstelle Fe1 für Benzo(a)pyren ein Wirkradius von 12m berechnet werden (siehe Abbildung 60). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen. In dem Wirkbereich der Einleitstelle Fe1 ist gemäß (Unterlage 47.01) kein Bewuchs angesiedelt, sodass hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen ausgeschlossen werden kann. Die Auswirkungen werden demnach hier als unerheblich eingestuft.

Die Landesmessstellen liegen außerhalb der Wirkradien der Einleitpunkte, sodass hier die Auswirkungen ebenfalls als unerheblich eingestuft werden können.

### 5.1.3.2.1.2.3 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen

Die biologische QK Großalgen und Angiospermen wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.3.2.1.2.1 und 5.1.3.2.1.2.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal können ebenfalls unerhebliche Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 95). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK.

**Tabelle 95: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK  
 Großalgen und Angiospermen**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	unerheblich

### 5.1.3.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

#### 5.1.3.2.1.3.1 WF Nährstoffverhältnisse

##### Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der benthisch wirbellosen Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitzpunkt Gr3 ein Wirkradius von 51 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitzwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb der Orientierungswerte liegen. In dem Wirkungsbereich der Einleitzstelle Gr3 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft angesiedelt. Wie bereits im Kapitel 5.1.3.2.1.1.1 beschrieben, kann es hier zu einer Erhöhung der der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Das Phytoplankton sinkt nach seinem natürlichen Absterben an den

Gewässergrund und wird dort unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut. Das sich am Meeresgrund befindende organische Material bildet die Nahrung des Makrozoobenthos. Zunächst stellt eine Erhöhung der Biomasse also eine Erhöhung der Nahrung der Makrozoobenthos dar und damit eine Erhöhung derer Biomasse. Je nachdem wie stark die Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons aufgrund des Nährstoffstoffzufuhr hier ausfällt, fällt ebenfalls die Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus aus. Falls der Sauerstoffgehalt zu niedrig für die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft ausfällt, kann sie sich aufgrund ihrer grabenden und fliehenden Eigenschaften aus dem Wirkungsbereich entfernen.

Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich am Einleitpunkt Gr3 hat lediglich Flächenanteil von 0,006 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Die Auswirkungen werden hier demnach als lokal begrenzt eingestuft.

Die Landesmessstelle liegt außerhalb des Wirkradius des Einleitpunkts, sodass hier die Auswirkungen ebenfalls als unerheblich eingestuft werden können.

#### **5.1.3.2.1.3.2      WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

Lokal wurde nur für die Einleitstelle Fe1 für Benzo(a)pyren ein Wirkradius von 12 m berechnet (siehe Abbildung 60). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen.

In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Fe1 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft angesiedelt. Der Bereich der Einleitstelle befindet sich in unmittelbarer Trassennähe und die Makrozoobenthosgemeinschaft wurde demnach hier bereits durch die Bauarbeiten und durch die damit einhergehenden morphologischen Veränderungen beansprucht. Es kann hier aufgrund des Schadstoffeintrages und der hohen Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Behinderung der Wiederansiedlung der *Arenicola/Bathyporeia*- Gemeinschaft kommen. Diese lokalen Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0003 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

Die Landesmessstelle liegt außerhalb des Wirkradius des Einleitpunkts, sodass hier die Auswirkungen ebenfalls als unerheblich eingestuft werden können.

#### **5.1.3.2.1.3.3 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna**

Die biologische QK benthisch wirbellose Fauna wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.1.3.2.1.3.1 und 5.1.3.2.1.3.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal können ebenfalls unerhebliche bzw. lokal begrenzte Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 96). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen QK benthisch wirbellose Fauna als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 0,44 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund W von 0,006 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK.

**Tabelle 96: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt

#### **5.1.3.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.1.3.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Betriebsbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die hydromorphologischen Qualitätskomponenten beeinflussen.

### **5.1.3.2.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

#### **5.1.3.2.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

#### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden. Für die biologischen QK ergeben sich hier demnach ebenfalls unerhebliche Auswirkungen.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr3 ein Wirkradius von 51 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen und somit zu einer Erhöhung der Sauerstoffzehrung im aufgrund des Abbaus der natürlich abgestorbenen Algen. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,006 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Daher ist die Auswirkung des WF und auf resultierend auf die biologischen QK als lokal begrenzt zu bewerten.

#### **5.1.3.2.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

#### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurde hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.



An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keinen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Stickstoff<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann die Auswirkung als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Auch lokale Wirkbereiche an den Einleitstellen, die >10 m sind, konnten für den Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> nicht ermittelt werden. Demnach werden die lokalen Beeinflussungen ebenfalls als unerheblich eingestuft. Die lokalen Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

#### **5.1.3.2.2.3 Phosphorverbindungen**

##### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurde hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keinen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameter Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann die Auswirkung als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr3 ein Wirkradius von 51 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 91 und Abbildung 59). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes liegt. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,006 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund W. Daher ist die Auswirkung des WF und auf resultierend auf die biologischen QK als lokal begrenzt zu bewerten.

### **5.1.3.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

#### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff bzw. im Sediment zu betrachtenden Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund W unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 92). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im Fehmarn Sund W <10 m (siehe Tabelle 92). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund W und können demnach als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

### **5.1.3.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

#### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Betriebsbedingt erfolgen sowohl auf der Insel Fehmarn als auch auf der Festlandseite die Entwässerungen der Straßen sowie der Gleise. Das anfallende Niederschlagswasser der Straßen wird über die Bankette, Dammböschungen und Mulden oder Retentionsbodenfilteranlagen gereinigt. Durch diese Reinigung wird insbesondere die partikuläre Fracht, die durch den Betrieb der Verkehrsanlagen verursacht wird, verringert.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2 wurden die gelösten und partikulären Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßen- und gleisbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet. Im Ergebnis werden trotz der gewählten konservativen Ansätze keine messbaren Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Kapitel 5.1.3.1.4 Tabelle 92 und Tabelle 93). Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand sind somit unerheblich.

Lokal konnte lediglich an der Einleitstelle Fe1 für Benzo(a)pyren ein Wirkradius von 12 m berechnet werden (siehe Abbildung 60). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der jeweiligen JD-UQN liegen.

Diese lokalen Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich Flächenanteil von 0,0003 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund W. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.1.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe**

##### **5.1.4.1 Baubedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, kommt es durch das Bauvorhaben zu verschiedenen Beeinflussungen, die als baubedingte Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 97 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurde jeweils die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 84, Tabelle 85, Tabelle 86 sowie des Kapitels 5.1.1.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 97 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen abgegeben. Sowohl für den ökologischen Zustand als auch den chemischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK geringfügig. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und chemischen Zustand sind lokal begrenzt. Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 97 aufgeführten lokal begrenzten Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen und die geringfügigen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 97: Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton		repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
		repräsentative Messstelle/Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen		
1	G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt
2	E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	geringfügig	unerheblich	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt
4	A - 1 Ausleitung/Ent- nahme von Wasser mit Wiedereinleitung	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich
6	K – 1 Einbringung fes- ter Stoffe	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich	unerheblich	unerheblich
7	K – 2 Entnahme fester Stoffe	unerheblich	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt
	<b>Gesamtbewertung</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>unerheblich</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>

#### **5.1.4.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, kommt es durch die Baumaßnahme zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 98 gibt eine abschließende Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurde jeweils die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 88 und Tabelle 89 sowie des Kapitels 5.1.2.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 98 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen abgegeben. Für den ökologischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK unerheblich. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand sind geringfügig. Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK werden ausgeschlossen.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 98 aufgeführten lokal geringfügigen Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 98: Zusammenfassung der anlagenbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/ lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswirkun- gen
1	G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neu- bau von Anlagen	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	ausgeschlossen		ausgeschlossen	ausgeschlossen
	Gesamtbewertung	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	ausgeschlossen		ausgeschlossen	

#### **5.1.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 99 gibt eine abschließende Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurde jeweils die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 94, Tabelle 95 und Tabelle 96 sowie des Kapitels 5.1.3.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 99 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen abgegeben. Sowohl für den ökologischen Zustand als auch den chemischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK unerheblich. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und chemischen Zustand sind lokal begrenzt.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 99 aufgeführten lokal begrenzten Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 99: Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund W**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswirkun- gen	repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
2	E- 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung	unerheblich	Lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich	unerheblich	Lokal begrenzt	unerheblich	Lokal begrenzt
	Gesamtbewertung	unerheblich	Lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich	unerheblich	Lokal begrenzt	unerheblich	Lokal begrenzt



## **5.2 Küstenwasserkörper Fehmarn Sund E**

### **5.2.1 Baubedingte Auswirkungen**

#### **5.2.1.1 Zusammenfassung der baubedingten Projektwirkungen**

##### **5.2.1.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen baubedingten Auswirkungen**

In Tabelle 100 wurden die baubedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Sund E zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Sund E beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 100: Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>							
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x	x	x		
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>							
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				

#### **5.2.1.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Beschreibung des WF siehe Kapitel 3.4.2.1.1.4.

Durch die Änderung der morphologischen Verhältnisse in KWK Fehmarn Sund W ändert sich bei nach Osten gerichteter Strömung der resultierende Durchfluss in den KWK Fehmarn Sund E um  $-41,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die prozentuale Änderung beträgt jedoch weniger als  $-2,3 \%$ . Die Auswirkungen befinden sich demnach im natürlichen Schwankungsbereich.

#### **5.2.1.1.3 WF Schwebstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Während der Nassbaggerung im KWK Fehmarn Sund W werden aus dem Baggergut Schwebstoffe gelöst mit der Strömung im Küstenwasserkörper verdriftet. Die Modellierung der Ausbreitung der Schwebstoffe, während der Nassbaggerung, wurde mit der (Unterlage 51.02) modelliert. Für eine detaillierte Darstellung der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung wurden an 9 Beobachtungspunkten ( $t_7 - t_9$ ,  $t_{15} - t_{19}$ ,  $t_{25}$ , Lage siehe Abbildung 61) Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen an der Wasseroberfläche, in der Mitte der Wassersäule, sohlnah, und tiefengemittelt ausgelesen worden (siehe Anlage 3 Abbildung 16 bis Abbildung 24).

Oberflächennah können südöstlich des Tunnelgrabens an der Großenbroder Küste ( $t_7 - t_9$ ,  $t_{25}$ ) zusätzliche Schwebstoffkonzentrationen von  $0,22 \text{ mg/l}$  ( $t_9$ , Tabelle 101) bis zu maximal  $7,97 \text{ mg/l}$  auftreten ( $t_8$ , siehe Tabelle 101). Diese maximalen Werte treten nur an einzelnen Tagen (siehe Anlage 3, Abbildung 16 bis Abbildung 18, und Abbildung 24) während der Baggerarbeiten für den Zugangskanal und das Trockendock auf. Im Mittel können an der Oberfläche Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von maximal  $0,22 \text{ mg/l}$  ( $t_{25}$ , siehe Tabelle 101) auftreten. An der repräsentativen Messstelle ( $t_{20}$ , siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal  $0,24 \text{ mg/l}$  während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei  $0,02 \text{ mg/l}$ .

In der Mitte der Wassersäule können maximale Erhöhungen um 12,1 mg/l (t8, siehe Tabelle 101) im südöstlichen Abstrom des Tunnelgrabens an der Großenbroder Küste berechnet werden. Die maximalen Erhöhungen treten hier während der Baggerarbeiten für den Zugangskanal und das Trockendock auf. Im Mittel kann die Schwebstoffkonzentration um 0,01 mg/l (t19) bis 0,36 mg/l (t25, siehe Tabelle 101) erhöht werden. An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,55 mg/l während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

Die größten Erhöhungen können im sohn nahen Bereich auftreten. Hier wurden an den Beobachtungspunkten an der Großenbroder Küste Schwebstoffkonzentrationen bis zu maximal 1.022,3 mg/l (t8) modelliert. Auch den Küste Fehmarns im Bereich um den Beobachtungspunkt t18 konnten maximale Schwebstoffkonzentrationserhöhungen um 650,1 mg/l berechnet werden. Die maximalen mittleren Schwebstoffkonzentrationen können sohn nah 0,1 mg/l (t19) bis 18 mg/l (t25) während der Baggerarbeiten an den Beobachtungspunkten betragen.

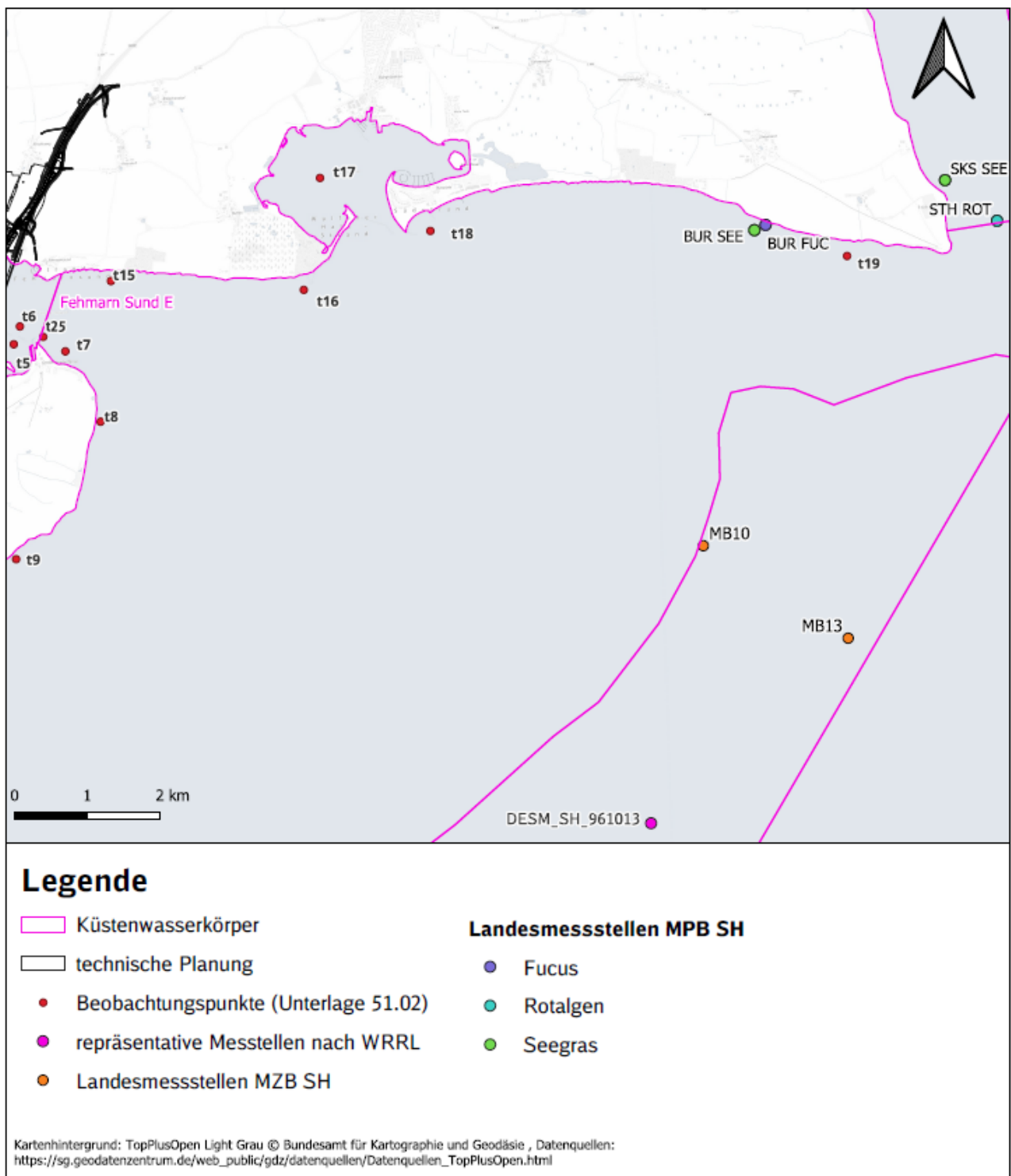
Der Beobachtungspunkt t20 bildet die repräsentative Messstelle nach WRRL ab. Hier werden maximale Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von 4,39 mg/l sohn nah und eine mittlere Erhöhung von 0,16 mg/l ermittelt (siehe Anlage 3, Abbildung 10).

Tiefengemittelt werden maximale Erhöhungen von 0,7 mg/l (t19) bis 116,8 mg/l (t8) ermittelt. Dabei treten die höchsten Konzentrationserhöhungen an der Großenbroder Küste an den Beobachtungspunkten t8 (116,8 mg/l) und t18 (67,2 mg/l) auf. Im Mittel erfolgt eine Schwebstoffkonzentrationserhöhung von 0,03 mg/l (t19) bis 2,4 mg/l (t25). An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,95 mg/l während der gesamten Baggerarbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

**Tabelle 101:**    **Ermittelte minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Fehmarn Sund E**

Beobachtungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohn nah	tiefengemittelt
t7	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,19	0,32	11,14	1,58
	MAX	3,25	7,03	173,90	23,62
t8	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,12	0,27	17,85	2,21
	MAX	7,97	12,14	1.022,30	116,84
t9	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,01	0,45	0,07

Beobach- tungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohlnah	tiefengemittelt
	MAX	0,22	0,67	65,12	7,10
t15	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,05	0,08	0,84	0,21
	MAX	0,86	1,45	16,55	3,28
t16	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,03	0,05	0,56	0,12
	MAX	0,60	0,93	27,05	3,37
t17	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,02	0,20	0,04
	MAX	0,67	1,05	7,55	1,90
t18	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,02	0,04	7,30	0,83
	MAX	0,45	1,13	650,06	67,23
t19	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,01	0,11	0,03
	MAX	0,17	0,28	4,04	0,72
t25	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,22	0,36	17,99	2,44
	MAX	3,32	7,06	219,01	30,78



**Abbildung 61:** Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Fehmarn Sund E

### **Sedimentation:**

Die zusätzlich gelösten Schwebstoffe im Küstenwasser lagern sich in Form von Sedimenten an der Gewässer-  
sohle ab. Die Stärke dieser Sedimentation wurde ebenfalls mit der hydronumerischen Modellierung (Unter-  
lage 51.02) berechnet. Die durch das Modell ermittelten maximalen Sedimentationshöhen sind in Tabelle  
102 zusammengefasst. In den Bereich mit den höchsten Sedimentationen wurden an 10 Auslesepunkten  
(davon 1 im KWK Fehmarn Sund E, Lage siehe Abbildung 52) die maximalen Sedimentationsraten ermittelt.

**Tabelle 102: Maximale Sedimentationsraten im KWK Fehmarn Sund E gemäß (Unterlage 51.02)**

Beobachtungspunkt	Maximale Sedimentationsrate (cm/d)
P2	0,06
P10	0,07

### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

### **Schwebstoffkonzentration:**

Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen (Oberflächenent-  
wässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) in die KWK resultieren.

Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurde der Wirkradius an jeder Einleitstelle bestimmt, in dessen Bereich die resultie-  
renden Schwebstoffkonzentrationen im KWK unterhalb der gemessenen Höchstkonzentration im Küstenbe-  
reich von 60 mg/l liegen. Die Berechnungen ergaben, dass die Wirkradien an allen Einleitpunkten während  
der Bauzeit <10 m sind. Sodass die Auswirkungen unerheblich sind. Daher wird auf eine weitergehende Be-  
trachtung des Unterpunktes b) des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.



### **Sedimentation:**

Aufgrund der zu vernachlässigen Eintragsmengen an Schwebstoffen an den jeweiligen Einleitpunkten ist die daraus resultierende Sedimentation ebenfalls so gering, dass diese unerheblich und demnach zu vernachlässigen ist. Daher wird auch hier auf die weitere Betrachtung verzichtet.

#### **5.2.1.1.4 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Wie bereits in Kapitel 5.1.1.1.8 beschrieben, können bei der Nassbaggerung Nährstoffe aus den marinen Sedimenten freigesetzt werden. Für den Nährstoff Phosphor<sub>ges.</sub> wurde dabei ein Wirkradius von 2.008 m ermittelt, in dem der Orientierungswert für den guten Zustand überschritten wird. Dieser Wirkradius geht allerdings von einer sich nicht fortbewegenden Einleitstelle (Baggerstandort) aus und ist demnach als höchster maximal möglicher Wirkradius zu verstehen, welcher maximal bei den Baggerarbeiten auftreten kann. Der Wirkradius reicht ca. 1.050 m in den KWK Fehmarn Sund E hinein, sodass es hier zu einer Nährstofferhöhung durch die Baggerarbeiten kommen kann.

Anhand der Verdünnungsrechnungen wurde abgeschätzt welche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration am Übergang der KWK Fehmarn Sund W zum KWK Fehmarn Sund E vorliegt. Die Berechnung ergab eine Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 14,2 µg/l, welche sich unterhalb der Messbarkeitsgrenze von (14,3 µg/l befindet). Sodass die Konzentrationserhöhung resultierend aus der Nassbaggerung im KWK Fehmarn Sund E nicht messbar ist. Demnach könnend die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden und werden bei der weiteren Auswirkungsprognose nicht mehr betrachtet.

##### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Für die Beurteilung der Nährstoffeinträge wurden Wirkradien für Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> an der Einleitstelle Gr6 im KWK Fehmarn Sund E ermittelt. Diese Wirkradien beschreiben den Radius der Fläche, in der der jeweilige Orientierungswert der OGewV für den guten Zustand überschritten ist. Entsprechend hat das Wasser außerhalb des Wirkradius eine Konzentration des jeweiligen zu betrachtenden Stoffes unterhalb des Orientierungswertes nach OGewV. Gemäß Tabelle 1 haben die Ablaufwässer von Straßen ohne Behandlung eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 µg/l. Diese Werte liegen deutlich über dem jeweiligen Orientierungswert der OGewV. Je nach Einleitstelle und der dort vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeit wird die jeweilige Stoffkonzentration unterschiedlich schnell verdünnt.

Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1).

Die Ergebnisse der resultierenden Wirkradien an den Einleitstellen und der resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle sind in Tabelle 103 zusammengefasst. Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration aus allen Einleitungen und der Nassbaggerung an der repräsentativen Messstelle bestimmt (siehe Tabelle 103). Die Wirkradien der Nährstoffe >10m sind in Abbildung 62 dargestellt.

**Tabelle 103: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff ges. und Phosphor ges. im KWK Fehmarn Sund E**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		9,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		13,60
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		13,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		14,30
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	10,74	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	13,0003	13,30
Radius bis Orientierungswert, guter Zustand unterschritten		m	11	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		130,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		200,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		190,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		247,00
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	17,19	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	190,0005	193,86
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	

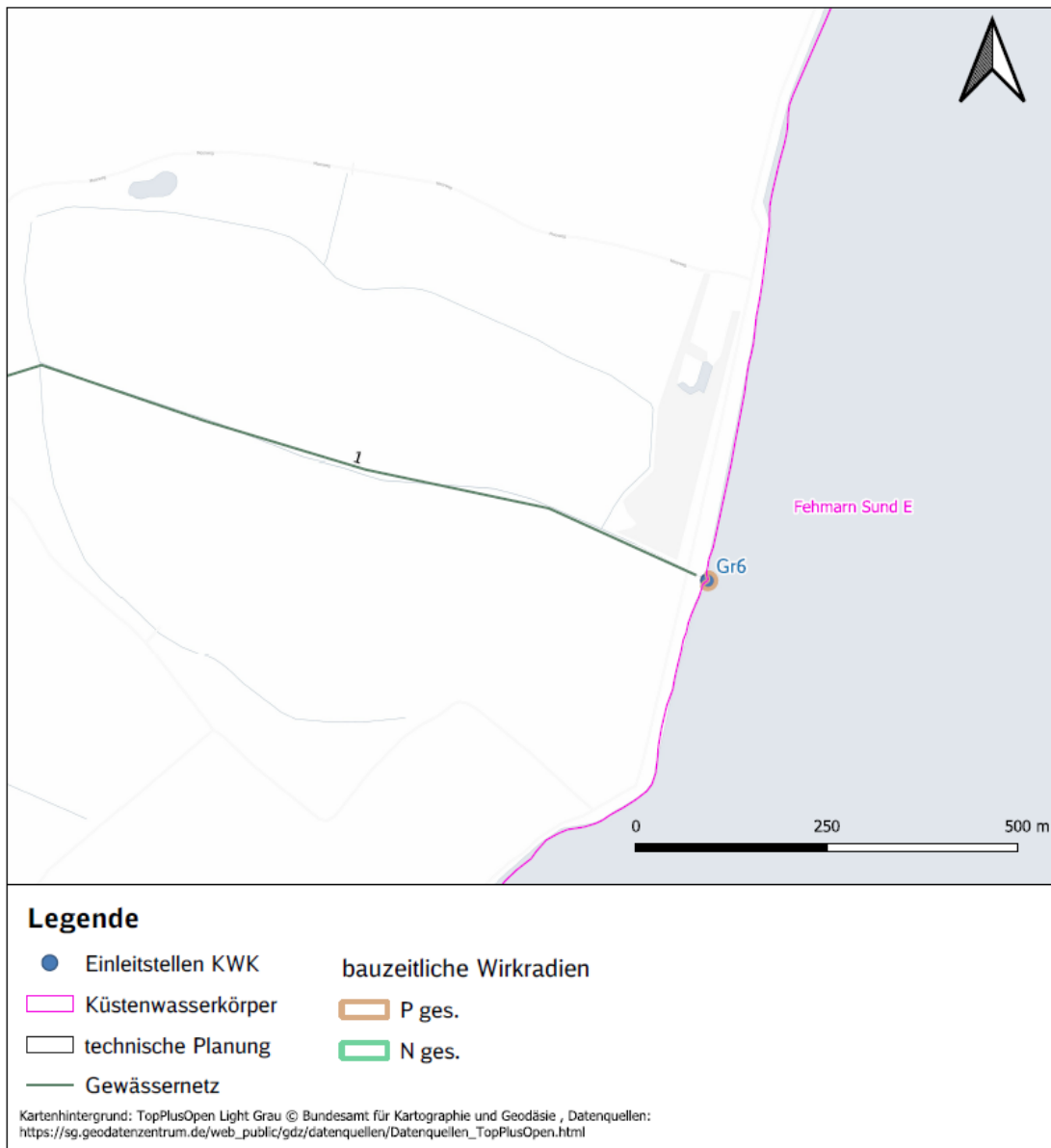


Abbildung 62: Bauzeitliche Wirkradien der Nährstoffe  $P_{ges.}$  und  $N_{ges.}$  im KWK Fehmarn Sund E

#### **5.2.1.1.5 WF Sauerstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.2.1.2.1.

Durch die Einleitung der bauzeitlichen Entwässerung kommt es zu keiner Veränderung des Sauerstoffgehaltes im KWK. Auswirkungen des WF können daher ausgeschlossen werden in der weiteren Auswirkungsprognose nicht betrachtet.

#### **5.2.1.1.6 WF Schadstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Mit Kapitel 5.1.1.1.10 wurden die Schadstofffreisetzungen bedingt durch die Baggararbeiten beschrieben. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass sich die Freisetzungen auf den Bereich der Tunneltrasse beschränken und somit nicht den KWK Fehmarn Sund E erreichen. Daher ergeben sich keine Auswirkungen auf die Schadstoffverhältnisse aufgrund der Untergruppe a) und werden in der weiteren Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

##### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund E unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch

messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 104). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im Fehmarn Sund E <10 m (siehe Tabelle 104). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund E und können vernachlässigt werden.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 105). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. Lediglich für den Stoff Benzo(a)pyren wurde ein Wirkradius von 34 m bei der Betrachtung der JD-UQN ermittelt (siehe Abbildung 63). Des Weiteren werden messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 bei der Summation aller stofflichen Beeinflussungen (bauzeitliche Einleitungen, Freisetzung bei der Nassbaggerung) für den Stoff Nickel berechnet. Die resultierenden Konzentrationen liegen dabei jeweils unterhalb der jeweiligen UQN. Hier ist zu beachten, dass der KWK über keine im KWK gelegene repräsentative Messstelle nach WRRRL verfügt, sondern hier die Werte aus der Messstelle DESM\_SH\_961010 (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) übertragen werden. Die Hauptanteil der summarischen resultierenden Konzentrationen stammt dabei aus der Nassbaggerung und den Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W.

**Tabelle 104: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		160,00
max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		2,30
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,3000	2,3202
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		2,415
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Zink</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		800,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		12,00
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,0000	12,0370
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	12,60	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Chrom</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		640,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		3,80
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,8000	3,8107
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		3,99
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>PCB28 – PCB 180</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		0,02
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		<0,01
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,0050	0,0050
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		0,006
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	

**Tabelle 105: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+Nassbaggerung
<b>DEHP</b>				
JD-UQN		µg/l		1,30
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,5
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,22	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,250	0,250
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,325
<b>Octylphenol</b>				
JD-UQN		µg/l		0,0100
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,01
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0011	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0050	0,0050

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0065
<b>Benzo(g,h,i)-perylene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,00082
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0010	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(k)fluoranthene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0004	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(b)fluoranthene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0009	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(a)pyren</b>				
JD-UQN		µg/l		0,00017
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0039	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010



	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	34	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,027
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,0001
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0005	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	0,000100
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Fluoranthren</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,00630
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0007
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0014	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00070	0,00070
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00084
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,120
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0010
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0015	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0012
<b>Anthracen</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,10000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0019	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,100
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0003	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>Blei</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		1,30000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,644	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,050	0,087
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,115
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		14,000
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0889	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05	0,13
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,75
<b>Cadmium</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,20
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,013	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,02	0,021
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,03
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,45

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0018	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200	0,022
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,095
<b>Nickel</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		8,60
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,585
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,7519	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,585	0,683
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,61425
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		34,00
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,691
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,1038	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,69	<b>0,86</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,7255



**Abbildung 63: Bauzeitliche Wirkrradien der Schadstoffe im KWK Fehmarn Sund E**

#### **5.2.1.1.7 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne
- M8: Bauwerk Absenktunnel

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.2.1.1.2 bis 5.2.1.1.6) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der Ausprägung der aquatischen Lebensform aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung dieser führen.

### **5.2.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.2.1.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.2.1.2.1.1 Phytoplankton**

Die biologische QK hat eine Sensitivität in Bezug auf folgenden Wirkfaktoren (Anhang C6, (MEKUN, 2024).

##### **5.2.1.2.1.1.1 WF Schwebstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen treten dabei im Bereich des Meeresbodens auf, wo der kleinste Anteil zur Biomasse des Phytoplanktons geliefert wird. Der größte Beitrag zur Biomasse liefert die Gewässeroberfläche, da dort die Lichtintensität am größten ist. Die Produktion der Biomasse des Chlorophylls ist von der Lichtintensität, Wärme und von dem Nährstoffangebot abhängig. An der repräsentativen Messstelle beträgt die Schwebstoffkonzentrationserhöhung im Mittel 0,02 mg/l während der gesamten Bauzeit. Die mittlere Chlorophyll-Konzentration schwankt in den Jahren 2020 bis 2022 um ca. -20,3 % bis ca. +25% um einen Mittelwert von 1,68 µg/l, sodass die Biomasse ebenfalls in diesen Bereichen natürlich schwanken kann. Bei einer konservativen Annahme, dass eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration zu einer gleich starken Verringerung der Lichtintensität, ausgelöst durch die Verschattung durch die Schwebstoffe, führt und diese zu einer gleich starken Reduzierung der Biomasse des Chlorophylls führt, beträgt die mittlere Reduzierung 0,2% und ist somit um ein 100-faches kleiner als die natürliche Schwankung der Biomasse. Daher kann diese geringe Biomassenschwankung nur eine unerhebliche Auswirkung auf die QK Komponente Phytoplankton an der repräsentativen Messstelle haben.

Lokal kommt es im KWK Fehmarn Sund E vor allem um die Küste und Flachwasserbereiche vor Großenbrode zu deutlichen Schwebstoffkonzentrationserhöhungen (siehe Zeitreihen der Punkte t7-t9, t25, siehe Anlage 3, Abbildung 16 bis Abbildung 18, und Abbildung 24) Hier wird der natürliche Schwankungsbereich der Schwebstoffkonzentrationen in dem ersten 19 Wochen der Bauphase zum Teil deutlich überschritten. Die erhöhten Schwebstoffkonzentrationen führen zu einer Beschattung im Oberflächenwasser und damit zu einer deutlichen Lichtreduktion. Die Lichtreduktion führt wiederum zu einer Reduzierung der Biomasse des

Phytoplanktons. Die Reduzierung der Biomasse kann temporär zu einer Verringerung des EQR-Wertes und somit lokal zu einem temporären besseren Zustand der QK Phytoplankton führen. Die Auswirkungen werden demnach als unerheblich eingestuft.

Die Sedimentation hat keinen Einfluss auf die Menge des Phytoplanktons, da das Phytoplankton in der Wassersäule lebt und fortpflanzt. Des Weiteren ist das Phytoplankton treibend, sodass es sich mit der Meeresströmung bewegt und nicht durch die am Meeresboden stattfindende Sedimentation beeinflusst werden kann.

#### **5.2.1.2.1.1.2 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Phytoplankton als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 auf der Festlandseite eine Reichweite von 11 m für Phosphor<sub>ges.</sub> vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.4, Abbildung 62). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die lokalen Auswirkungen werden hier als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.1.1.3      WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.2.1.1.6). Die jeweiligen Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN, sodass hier die Beeinträchtigung auf die QK Phytoplankton als geringfügig eingestuft werden.

Lokal konnte an den Einleitstelle Gr6 für Benzo(a)pyren eine Reichweite von 34 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.6, Abbildung 63). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokalen und temporären Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund E. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.1.1.4      WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform des Phytoplanktons wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.2.1.2.1.1.1 bis 5.2.1.2.1.1.3) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 106). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Phytoplankton als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 0,2 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von 0,001 %. Hier ist zu beachten, dass die aquatische Lebensgemeinschaft der biologische QK primär durch die WF der Fallgruppe



E-1 beeinflusst wird. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Phytoplankton.

**Tabelle 106: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	lokal begrenzt
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich

#### **5.2.1.2.1.2      Großalgen und Angiospermen**

Die biologische QK hat eine Sensitivität in Bezug auf folgenden Wirkfaktoren (Anhang C6, (MEKUN, 2024).

##### **5.2.1.2.1.2.1      WF Strömungsgeschwindigkeit**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Durch die Änderung der morphologischen Verhältnisse in KWK Fehmarn Sund W ändert sich bei nach Osten zum KWK Fehmarn Sund E gerichteter Strömung der resultierende Durchfluss um - 41,3 m<sup>3</sup>/s. Die prozentuale Änderung beträgt jedoch weniger als -2,3 %. Die Auswirkungen befinden sich demnach im natürlichen Schwankungsbereich des KWK. Die Auswirkungen auf die biologische QK werden als geringfügig eingestuft.

##### **5.2.1.2.1.2.2      WF Schwebstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

#### **Schwebstoff:**

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRL als unerheblich eingestuft werden. Die Landesmessstellen BUR SEE und BUR FUC befinden sich zwischen den Beobachtungspunkten t18 und t19. Lediglich am Beobachtungspunkt t18 werden zum Ende der Baggerarbeiten sowohl an der Sohle als auch tiefengemittelt die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehreren zusammenhängenden Tagen (<7 Tage am Stück) überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 22). An t19 (siehe Anlage 3 Abbildung 23) wird die Wirkschwelle zu keiner Zeit überschritten. Aufgrund der Lage der beiden oben genannten Landesmessstellen können demnach hier ebenfalls Überschreitungen der Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 zusammenhängenden Tage ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen werden hier als geringfügig eingeschätzt. Die Landesmessstelle STH ROT befindet sich ca. 2.120 m östlich von t19 und damit noch weiter entfernt von der Baumaßnahme, sodass hier Überschreitungen der Wirkschwelle ausgeschlossen werden können., sodass die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden.

Gemäß Abbildung 64 beschränken sich die Bereiche mit den Überschreitungen der Wirkschwelle auf die Küste und Flachwasserbereiche um Großenbrode. Hier sind die Pflanzengemeinschaften Seegras und fädige Algen angesiedelt. Der größte Teil der betroffenen Fläche ist dabei ohne Bewuchs (71,7%). Die Fläche mit Besiedelung durch Seegras und fädige Algen ist ca. 3 ha groß und hat einen Flächenanteil von 0,016 % an der Gesamtfläche des KWK Fehmarn Sund E. Innerhalb des betroffenen Bereiches kann es während der Bauzeit zu temporären Reduktionen der Wachstumsraten und der Biomasse kommen. Die Schwebstoff erhöhungen oberhalb der Wirkschwelle treten dabei in den ersten 19 Wochen auf (siehe Zeitreihen t25, siehe Anlage 3 Abbildung 24). Aufgrund des kurzen Zeitraums der Belastung, kann von einer schnellen Erholung der charakteristischen Arten ausgegangen werden (Unterlage 18.04). Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

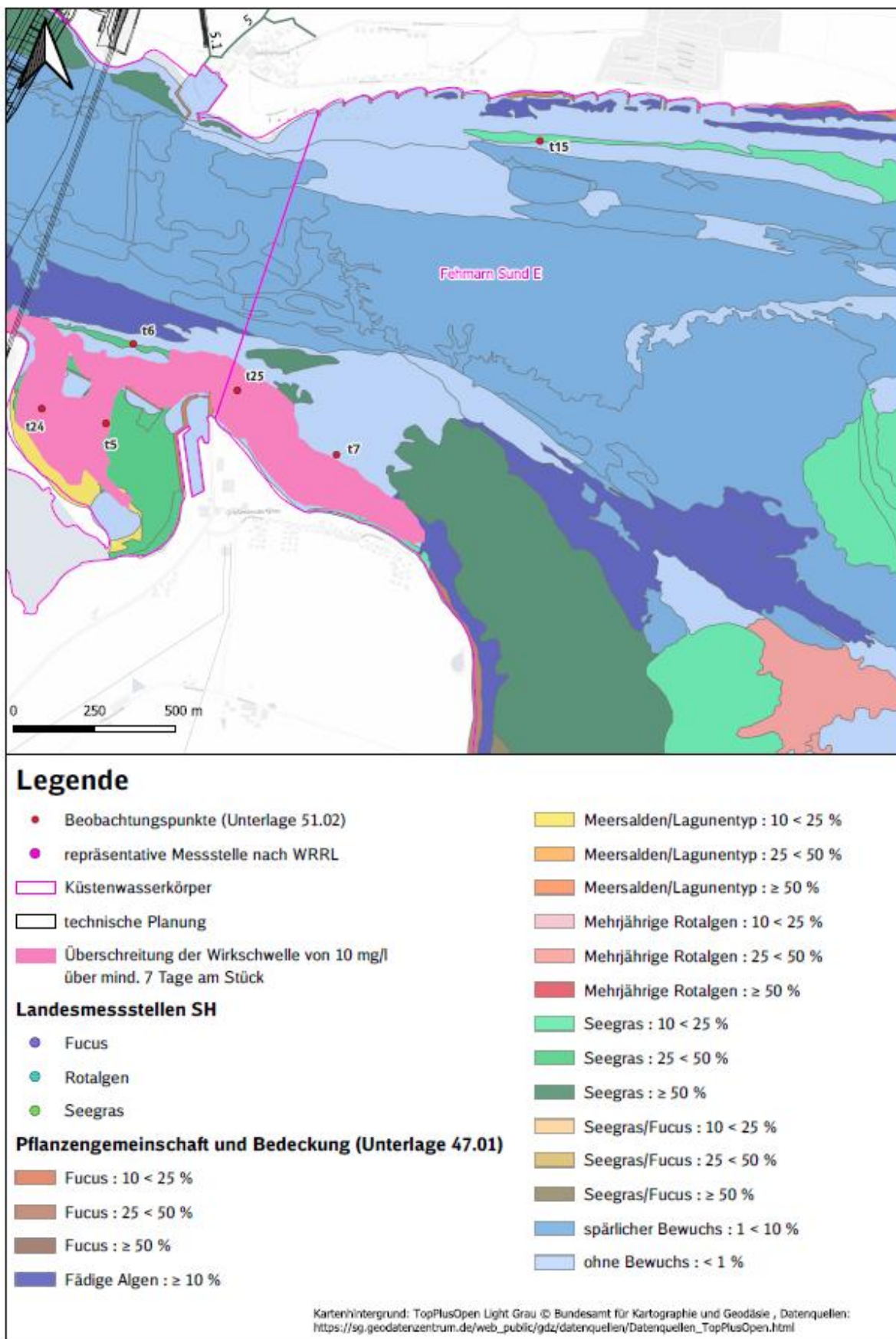


Abbildung 64: Überschreibungsbereich der Wirkschwelle für Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E

### **Sedimentation:**

An der repräsentativen Messstelle nach Wasserrahmenrichtlinie DESM\_SH\_961010 sowie an den Landesmessstellen BUR SEE, BUR FUC und STH ROT wird durch die Nassbaggerung keine zusätzliche Sedimentation hervorgerufen (siehe Abbildung 52). Aufgrund der Sedimentation entstehen keine Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen.

Lokale Auswirkungen sind in Abbildung 52 dargestellt. Es sind nur kleine Bereiche mit maximalen Sedimentationshöhen von bis zu 4 cm im KWK Fehmarn Sund E betroffen. Die größte zusätzliche Sedimentation tritt dabei in dem Bereich unmittelbar östlich der Grenze der beiden KWK Fehmarn Sund W und Fehmarn Sund E am Punkt P10 mit maximal 3 cm auf (siehe Abbildung 52). In diesem Bereich tritt gemäß (Unterlage 47.01) lediglich ein spärlicher Bewuchs mit einem Bedeckungsgrad von 1 – 10 % auf. Die Sedimentationsrate beträgt hier 0,07 cm/d. Aufgrund des spärlichen Bewuchses und des geringen Bedeckungsgrades kann hier eine Beeinflussung der QK ausgeschlossen werden.

Auf der Fläche um den Beobachtungspunkt P2 tritt die größte zusätzliche Sedimentation bis maximal 2 cm auf. Hier siedeln sich gemäß (Unterlage 47.01) Seegras- sowie Seegras/Fucus-Gemeinschaften an. Die Sedimentationsrate liegt hier bei maximal 0,06 cm/d (P2). Die charakteristischen Arten des Seegrases und der Fucus-Gemeinschaft (Unterlage 47.01) weisen Wuchshöhen bis zu 30 cm auf, sodass eine Überdeckung der Großalgen hier ausgeschlossen werden kann. Die insgesamt bewachsene Fläche der Großalgen und Angiospermen, welche durch relevante Sedimentationshöhen betroffen ist, hat eine Fläche von ca. 0,48 ha und somit einen Flächenanteil von 0,003% an der gesamten Fläche des KWK Fehmarn Sund E. Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

### **5.2.1.2.1.2.3 WF Nährstoffverhältnisse**

#### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen als

unerheblich eingestuft werden. Da sich die Landesmessstellen BUR SEE, BUR FUC und STH ROT noch weiter vom Bauvorhaben und den Einleitstellen entfernt befinden, als die repräsentative Messstelle nach WRRL DESM\_SH\_961010 kann auch hier eine Beeinflussung durch ein Nährstoffeintrag als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 auf der Festlandseite eine Reichweite von 11 m für Phosphor<sub>ges.</sub> vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.4, Abbildung 62). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Dies kann wiederum zu einer höheren Trübung des Wassers führen, welche sich reduzierend auf das Wachstum der am Einleitpunkt ansiedelnden Fucus-Gemeinschaft auswirken kann. Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die lokalen Auswirkungen werden hier als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.1.2.4          WF Schadstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.2.1.1.6 Unterpunkt 0). Die jeweiligen Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Die Landesmessstellen BUR SEE, BUR FUC und STH ROT befinden sich in einer deutlich größeren Entfernung zum Bauvorhaben und den Einleitpunkten als die repräsentative Messstelle nach WRRL DESM\_SH\_961010 und die Verdünnungsrechnungen ergeben ebenfalls, dass hier die Konzentrationsanstiege des Parameters Nickel messbar -aber ohne Überschreitung von UQN sein werden. Daher werden auch hier die Auswirkungen als geringfügig eingestuft.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 für Benzo(a)pyren eine Reichweite von 34 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.6, Abbildung 63). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung

der Biomasse der am Einleitzpunkt ansiedelnden Fucus-Gemeinschaft kommen. Diese lokalen und temporären Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund E. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

#### 5.2.1.2.1.2.5 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform des Phytoplanktons wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.2.1.2.1.2.1 bis 5.2.1.2.1.2.4) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 111). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 3,7 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von ca. 0,02 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 107: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig	geringfügig
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	"repräsentative Messstelle/ STH ROT: unerheblich BUR SEE und BUR FUC: geringfügig	Lokal begrenzt
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	Lokal begrenzt
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	lokal begrenzt
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	repräsentative Messstelle/ STH ROT: unerheblich BUR SEE und BUR FUC: geringfügig	lokal begrenzt
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	Lokal begrenzt

#### 5.2.1.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

Die biologische QK hat eine Sensitivität in Bezug auf folgenden Wirkfaktoren (Anhang C6, (MEKUN, 2024).

##### 5.2.1.2.1.3.1 WF Strömungsgeschwindigkeit

#### Fallgruppe G-3 Gewässerausbau

Durch die Änderung der morphologischen Verhältnisse in KWK Fehmarn Sund W ändert sich bei nach Osten zum KWK Fehmarn Sund E gerichteter Strömung der resultierende Durchfluss um - 41,3 m³/s. Die prozentuale Änderung beträgt jedoch weniger als -2,3 %. Die Auswirkungen befinden sich demnach im natürlichen Schwankungsbereich des KWK. Die Auswirkungen auf die biologische QK werden als geringfügig eingestuft.

##### 5.2.1.2.1.3.2 WF Schwebstoffgehalt

#### Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe

#### Schwebstoff:

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen



wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRRL als unerheblich eingestuft werden. Auch an der weiter von der Baumaßnahme entfernten Landesmessstellen MB11 und MB14 wird die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 durchgängigen Tagen ebenfalls nicht überschritten. Demnach können die Auswirkungen auf die QK benthisch wirbellose Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Gemäß Abbildung 65 beschränken sich die Bereiche mit den Überschreitungen der Wirkschwelle auf die Küste und Flachwasserbereiche um Großenbrode. Hier sind die Makrozoobenthosgemeinschaften *Gammaurus* und *Arenicola/Bathyporeia* betroffen. Die betroffene besiedelte Fläche ist ca. 10,3 ha groß und hat einen Flächenanteil von ca. 0,06 % an der Gesamtfläche des KWK Fehmarn Sund E.

Innerhalb des betroffenen Bereiches kann es während der Bauzeit zu temporären Reduktionen der Wachstumsraten kommen. Die Schwebstoffkonzentrationen oberhalb der Wirkschwelle treten dabei in den ersten 19 Wochen auf (siehe Zeitreihen t25, Anlage 3 Abbildung 24). Insbesondere im ersten Drittel der Bauzeit kommt es hier im Tagesmittel zu länger andauernden zusammenhängenden Ereignissen mit erhöhten Konzentrationen > 100 mg/l zusätzlicher Schwebstoffbelastung, jedoch nicht über einen Zeitraum von 30 Tagen oder mehr am Stück. Die Ergebnisse der Modellberechnung weisen hier auch wiederholt kurzzeitige Absenkungen unter den Grenzwert von 100 mg/l auf. Ein Absterben der benthischen Organismen ist jedoch nicht zu erwarten, da Schwebstoffkonzentrationen > 100 mg/l nur kurzzeitig auftreten und sich mit Phasen geringerer Schwebstoffkonzentrationen abwechseln. Die beschriebenen Wirkungen sind insgesamt auf einen Zeitraum von maximal ca. 2-3 Monaten beschränkt. Danach sinken die zusätzlichen Schwebstoffkonzentrationen schnell ab, so dass eine Regeneration der benthischen Fauna einsetzen wird (Unterlage 18.04). Die Auswirkungen der Schwebstoffkonzentrationserhöhungen sind bezogen auf den gesamten KWK für die benthisch wirbellose Fauna als lokal begrenzt einzustufen.

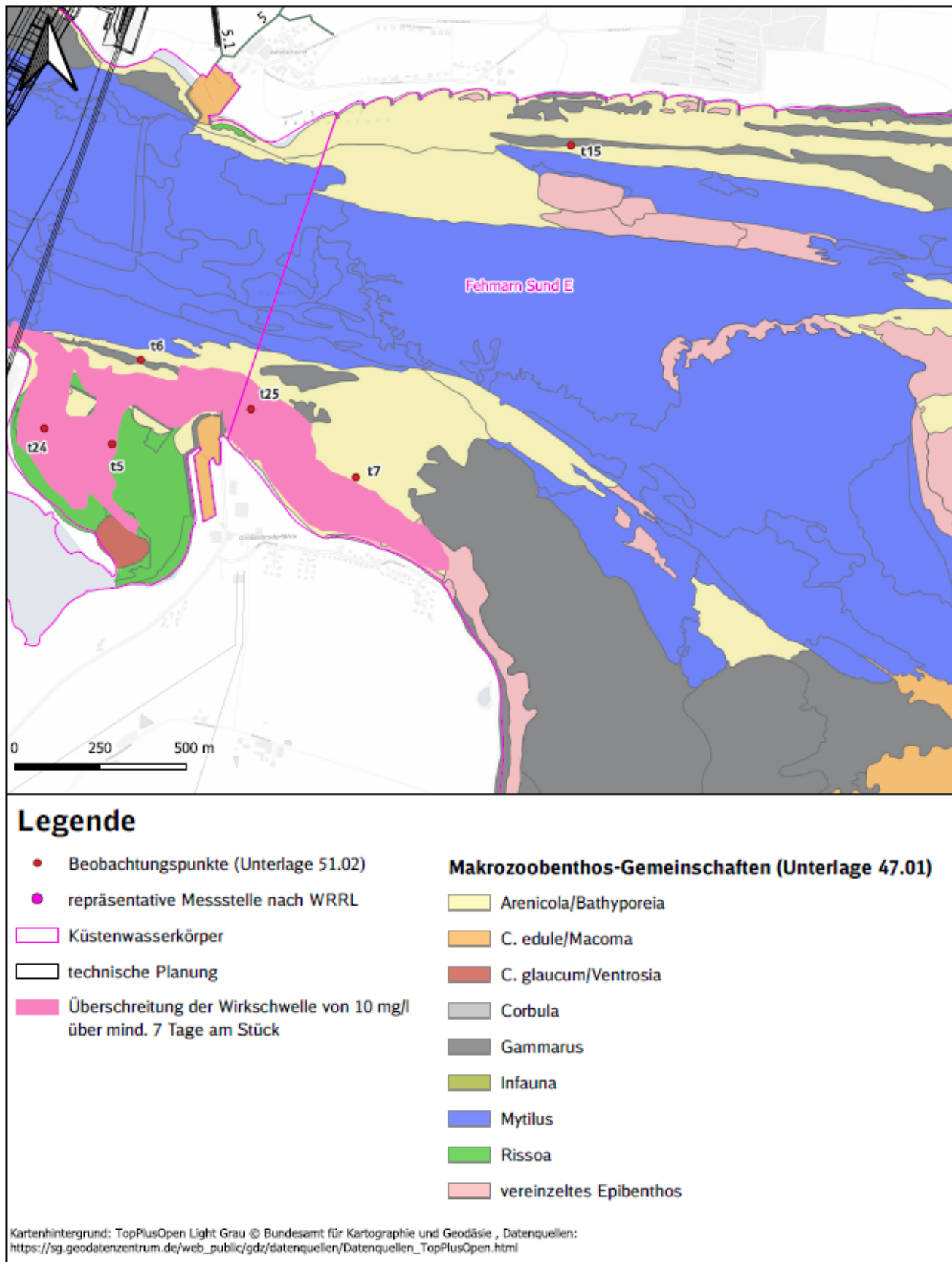


Abbildung 65: Überschreitungsbereich der Wirkschwelle für benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E

### **Sedimentation:**

An der repräsentativen Messstelle nach Wasserrahmenrichtlinie DESM\_SH\_961010 sowie an den Landesmessstellen MB11 und MB14 wird durch die Nassbaggerung keine zusätzliche Sedimentation hervorgerufen (siehe Abbildung 52). Aufgrund der Sedimentation entstehen hier keine Auswirkungen auf die QK benthisch wirbellose Fauna.

Lokale Auswirkungen sind in Abbildung 52 dargestellt. Es sind nur kleine Bereiche mit maximalen Sedimentationen bis zu 4 cm im KWK Fehmarn Sund E betroffen. Die größte zusätzliche Sedimentation tritt dabei in dem Bereich unmittelbar östliche der Grenze der beiden KWK Fehmarn Sund W und Fehmarn Sund E am Punkt P10 mit maximal 3 cm auf (siehe Abbildung 52). In diesem Bereich siedeln gemäß (Unterlage 47.01) *Mytilus*-Gemeinschaft. Die betroffene Fläche ist hier ca. 7,1 ha groß und hat einen Flächenanteil von 0,004 % an dem gesamten KWK. Die Sedimentationsrate beträgt hier 0,07 cm/d. Für die empfindliche Miesmuschel (*Mytilus edulis*) sind nachteilige Auswirkungen auszuschließen. Erst bei einer plötzlichen Überdeckung von > 2 cm ist von einer erhöhten Sterblichkeit der Art auszugehen, die maximalen täglichen Sedimentationsraten liegen darunter, so dass die Auswirkungen hier als lokal begrenzt eingestuft werden können.

Auf der Fläche um den Beobachtungspunkt P2 tritt eine größte zusätzliche Sedimentation bis maximal 2 cm auf. Hier siedeln sich gemäß (Unterlage 47.01) die *Gammarus*-Gemeinschaften an. Die Sedimentationsrate liegt hier bei maximal 0,06 cm/d (P2). Die betroffene Fläche hat eine Größe von ca. 4,8 ha und einen Flächenanteil von 0,003 % am gesamten KWK. Die benthische Fauna kann die Sedimentationsraten auf allen beeinflussten Flächen gut bewältigen und bleibt aufgrund ihrer grabenden (Infauna) und fliehenden Fähigkeit (Epifauna, Weidegänger) unbeeinflusst. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Die gesamte Fläche der benthisch wirbellosen Fauna, welche durch relevante Sedimentationshöhen betroffen ist, hat eine Größe von ca. 11,8 ha und somit einen Flächenanteil von 0,006 % an der gesamten Fläche des KWK Fehmarn Sund W. Diese lokalen und temporären Auswirkungen sind als lokal begrenzte Veränderungen einzustufen.

#### **5.2.1.2.1.3.3      WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Aufgrund der weiteren Entfernung von der Baumaßnahme können auch messbare Konzentrationsanstiege an den Landesmessstellen MB11 und MB14 ausgeschlossen werden. Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK benthisch wirbellose Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 auf der Festlandseite eine Reichweite von 11 m für Phosphor<sub>ges.</sub> vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.4, Abbildung 62). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr6 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Gammarus*- Gemeinschaft angesiedelt. Wie bereits im Kapitel 5.2.1.2.1.1.2 beschrieben, kann es hier zu einer Erhöhung der der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Das Phytoplankton sinkt nach seinem natürlichen Absterben an den Gewässergrund und wird dort unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut. Das sich am Meeresgrund befindende organische Material bildet die Nahrung des Makrozoobenthos. Zunächst stellt eine Erhöhung der Biomasse also eine Erhöhung der Nahrung der Makrozoobenthos dar und damit eine Erhöhung derer Biomasse. Je nachdem wie stark die Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons aufgrund des Nährstoffstoffzufuhr hier ausfällt, fällt ebenfalls die Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus aus. Falls der Sauerstoffgehalt zu niedrig für die *Gammarus*- Gemeinschaft ausfällt, kann sie sich aufgrund ihrer fliehenden Eigenschaften aus dem Wirkungsbereich entfernen.

Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich am Einleitpunkt Gr6 hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen werden demnach als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.1.3.4          WF Schadstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung berechnet.

An der repräsentativen Messstelle nach WRRL ergibt sich für die summarischen Schadstoffeinträge lediglich ein messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10). Die berechneten Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN. Auch an der deutlich weiter entfernten Landesmessstelle MB11 kann noch ein messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel sowohl für den JD

als auch die ZHK berechnet werden. Die Auswirkungen werden hier als geringfügig eingestuft. An der Landesmessstelle MB14 kann kein messbarer Konzentrationsanstieg berechnet werden. Die Auswirkungen können hier als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte an den Einleitstelle Gr6 für Benzo(a)pyren eine Reichweite von 34 m vom Einleitzpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.6, Abbildung 63). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Hier kann es aufgrund des Schadstoffeintrages und der hohen Toxizität von Benzo(a)pyren lokal zu einer Reduzierung der Biomasse der am Einleitzpunkt ansiedelnden *Gammarus*-Gemeinschaft kommen. Diese lokalen und temporären Reduzierungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund E. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.1.3.5      WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform des Phytoplanktons wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.2.1.2.1.3.1 bis 5.2.1.2.1.3.4) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 108). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 11,7 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von ca. 0,06 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 108: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthischesch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig	geringfügig
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	Lokal begrenzt
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	repräsentative Messstelle/ MB 11: geringfügig MB14: unerheblich	lokal begrenzt
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	unerheblich
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	lokal begrenzt
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	Lokal begrenzt

#### 5.2.1.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten

##### 5.2.1.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

###### 5.2.1.2.2.1.1 Tidenregime

###### WF Strömungsgeschwindigkeit

###### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Durch die Änderung der morphologischen Verhältnisse im KWK Fehmarn Sund W ändert sich bei nach Osten gerichteter Strömung der resultierende Durchfluss um -41,3 m³/s. Die prozentuale Änderung beträgt jedoch weniger als -2,3 %. Die Auswirkungen befinden sich demnach im natürlichen Schwankungsbereich und können daher als geringfügig eingestuft werden.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

#### **5.2.1.2.2.1.2 Morphologie**

##### **5.2.1.2.2.1.2.1 WF Strömungsgeschwindigkeit**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Durch die Änderung der morphologischen Verhältnisse im KWK Fehmarn Sund W ändert sich bei nach Osten gerichteter Strömung der resultierende Durchfluss um  $-41,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die prozentuale Änderung beträgt jedoch weniger als  $-2,3 \%$ . Die Auswirkungen befinden sich demnach im natürlichen Schwankungsbereich und können daher als geringfügig eingestuft werden.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)).

Für die biologischen QK benthisch wirbellose Fauna und Großalgen und Angiospermen können die lokalen Auswirkungen ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

##### **5.2.1.2.2.1.2.2 WF Schwebstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

#### **Sedimentation:**

Die maximale Sedimentationshöhe während des Bauvorhabens beträgt nahezu im gesamten Bereich des Fehmarnsund E weniger als 1 cm (Unterlage 51.02). Lediglich zwei Bereiche weisen höhere maximale Ablagerungshöhen auf. Zum einen ein Bereich östlich der Wasserkörpergrenze des KWK Fehmarn Sund W und des KWK Fehmarn Sund E mit maximalen Sedimentationshöhen von bis zu 3 cm und zum anderen ein kleiner Bereich an der östlichen Großenbroder Küste mit maximalen Sedimentationshöhen an der bestehenden Fehmarnsundbrücke mit einer maximalen Sedimentationshöhe von bis zu 3 cm und ein kleiner Bereich an der östlichen Großenbroder Küste mit einer maximalen Ablagerung von bis zu 2 cm. Diese lokalen Änderungen werden als lokal begrenzt eingestuft. Die lokalen Auswirkungen können für die biologischen QK ebenfalls als lokal begrenzt eingestuft werden.

#### **5.2.1.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

##### **5.2.1.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

##### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher können die Nährstoffeinträge nur unerhebliche Veränderungen auf die Biomasse der Algen und den damit verbunden Sauerstoffbedarf des Abbaus dieser Biomasse nachdem natürlichen Absterben haben. Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 auf der Festlandseite eine Reichweite von 11 m für Phosphor<sub>ges.</sub> vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.4, Abbildung 62). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitungswässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen und somit zu einer Erhöhung der Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus der natürlich abgestorbenen Algen. Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn die Wirkbereiche haben lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Daher ist die Auswirkung des WF und resultierend auf die biologischen QK als lokal begrenzt zu bewerten.



#### **5.2.1.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

##### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Stickstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann der Stickstoffeintrag hier als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologischen QK können hier ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

Auch lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 kein Wirkungsbereich für einen Stickstoffeintrag ermittelt werden. Daher ist die Auswirkung des WF und auf resultierend auf die biologischen QK als unerheblich zu bewerten.

#### **5.2.1.2.2.3 Phosphorverbindungen**

##### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Phosphoreinträge keine messbaren Konzentrationsanstieg (siehe Kapitel 5.1.1.1.8 Unterpunkt b)). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologischen QK ist hier ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnte an der Einleitstelle Gr6 auf der Festlandseite eine Reichweite von 11 m für Phosphor<sub>ges.</sub> vom Einleitzpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.4, Abbildung 62). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitungswässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Diese lokalen und temporären Erhöhungen haben dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,0001 % an dem gesamten

Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen werden hier als lokal begrenzt eingestuft. Die lokalen Auswirkungen auf die biologischen QK werden hier ebenfalls als lokal begrenzt eingestuft.

#### **5.2.1.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

##### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtenden Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Fehmarn Sund E unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 104). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind am Einleitpunkt Gr6 im Fehmarn Sund E <10 m (siehe Tabelle 104). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund E. Sodass die Auswirkungen auf die biologischen QK hier demnach als unerheblich eingestuft werden können.

#### **5.2.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

##### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10) ohne dass UQN überschritten werden. Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand können demnach als geringfügig eingestuft werden.

Lokal konnte an den Einleitstelle Gr6 für Benzo(a)pyren eine Reichweite von 34 m vom Einleitpunkt aus ermittelt werden (siehe Kapitel 5.2.1.1.6, Abbildung 63). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine

durchschnittliche Benzo(a)pyren-Konzentration von 0,18 µg/l, welche deutlich oberhalb der JD-UQN liegt. Dieser lokale und temporäre Stoffeintrag hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn die Wirkbereiche haben lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörpers Fehmarn Sund E. Aufgrund des geringen Flächenanteils werden die Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK als lokal begrenzt eingestuft.

## **5.2.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

### **5.2.2.1 Zusammenfassung der anlagenbedingten Projektwirkungen**

#### **5.2.2.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen anlagenbedingten Auswirkungen**

Für den KWK Fehmarn Sund E wurde lediglich der WF Strömungsgeschwindigkeit der Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau als analagenbedingter Wirkfaktor identifiziert. Dieser wird bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die Beschreibung des Wirkfaktors erfolgt dabei auf den KWK Fehmarn Sund E. Dabei wird zunächst überprüft, ob der WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK hat. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

#### **5.2.2.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässer Ausbau**

Dieser Wirkfaktor resultiert aus dem WF morphologische Verhältnisse.

Die Beschreibung erfolgte in Kapitel 3.4.3.1.4.

Die Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten beschränken sich auf den Bereich der ehemaligen Tunneltrasse und haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Belt E. Die Änderungen des ostwärts gerichteten Durchflusses im Fehmarnsund befinden sich ebenfalls im natürlichen Schwankungsbereich.

### **5.2.2.2      Anlagenbedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.2.2.2.1    Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.2.2.2.1.1    Phytoplankton**

Der Wirkfaktor Strömungsgeschwindigkeit hat keinen Einfluss auf die Biomasse des Phytoplanktons. Sodass es anlagenbedingt zu keiner Beeinflussung der QK Phytoplankton kommt.

##### **5.2.2.2.1.2    Großalgen und Angiospermen**

Die Änderungen des nach Osten gerichteten Durchflusses um -0,2 % ist so gering, dass diese im natürlichen Schwankungsbereich liegt, sodass die Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen für den gesamten KWK als geringfügig eingestuft werden.

##### **5.2.2.2.1.3    Benthisch wirbellose Fauna**

Die Änderungen des nach Osten gerichteten Durchflusses um -0,2 % ist so gering, dass diese im natürlichen Schwankungsbereich liegt, sodass die Auswirkungen auf die QK benthisch Wirbellose Fauna für den gesamten KWK als geringfügig eingestuft werden kann.

#### **5.2.2.2.2    Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.2.2.2.2.1    Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

###### **5.2.2.2.2.1.1      Tidenregime**

Die Änderungen des nach Osten gerichteten Durchflusses um -0,2 % ist so gering, dass diese im natürlichen Schwankungsbereich liegt, sodass die Auswirkungen hier als geringfügig eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologischen QK für den gesamten KWK können demnach ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

###### **5.2.2.2.2.1.2      Morphologie**

Die Änderungen des nach Osten gerichteten Durchflusses um -0,2 % ist so gering, dass diese im natürlichen Schwankungsbereich liegt, sodass die Auswirkungen hier als geringfügig eingestuft werden. Die

Auswirkungen auf die biologischen QK für den gesamten KWK können demnach ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

#### **5.2.2.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Der WF Strömungsgeschwindigkeit hat keinen Einfluss auf die APC, sodass auf eine Betrachtung der Auswirkungen hier verzichtet wird.

#### **5.2.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Die Änderung des Durchflusses hat keinen Einfluss auf die QK Flussgebietsspezifische Schadstoffe. Sodass Auswirkungen auf die biologischen QK aufgrund von flussgebietsspezifischen Schadstoffen hier ausgeschlossen werden können.

#### **5.2.2.3 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

Die Änderung des Durchflusses hat keinen Einfluss auf den chemischen Zustand des KWK.

### **5.2.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

#### **5.2.3.1 Zusammenfassung der betriebsbedingten Projektwirkungen**

##### **5.2.3.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen betriebsbedingten Auswirkungen**

In Tabelle 109 wurden die betriebsbedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Sund E zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Sund E beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 109: Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x

#### **5.2.3.1.2 Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Für die Beurteilung der Nährstoffeinträge wurden Wirkradien für Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> an der Einleitstellen Gr6 im KWK Fehmarn Sund E ermittelt. Diese Wirkradien beschreiben den Radius der Fläche, in der der jeweilige Orientierungswert für den guten Zustand der OGewV überschritten ist. Entsprechend hat das Wasser außerhalb des Wirkradius eine Konzentration des jeweiligen zu betrachtenden Stoffes unterhalb des Orientierungswertes nach OGewV. Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l und eine Stickstoff<sub>ges.</sub>-Konzentration von 800 mg/l. Diese Werte liegen deutlich über dem jeweiligen Orientierungswert der OGewV für den guten Zustand. Je nach Einleitstelle und der dort vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeit wird die jeweilige Stoffkonzentration unterschiedlich schnell verdünnt.

Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1).

Die Ergebnisse der resultierenden Wirkradien an den Einleitstellen und der resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle sind in Tabelle 110 zusammengefasst. Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration aus allen Einleitungen und der Nassbaggerung an der repräsentativen Messstelle bestimmt (siehe Tabelle 110). Die Wirkradien der Nährstoffe >10m sind in Abbildung 66 dargestellt.

**Tabelle 110: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund E**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		9,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		13,60
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		13,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		14,30
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	36,39	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	13,001	13,0040
Radius bis Orientierungswert, guter Zustand unterschritten		M	38	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		130,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		200,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		190,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		247,00
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	58,23	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	190,006	109,0111
Radius bis Orientierungswert, guter Zustand unterschritten		M	<10	



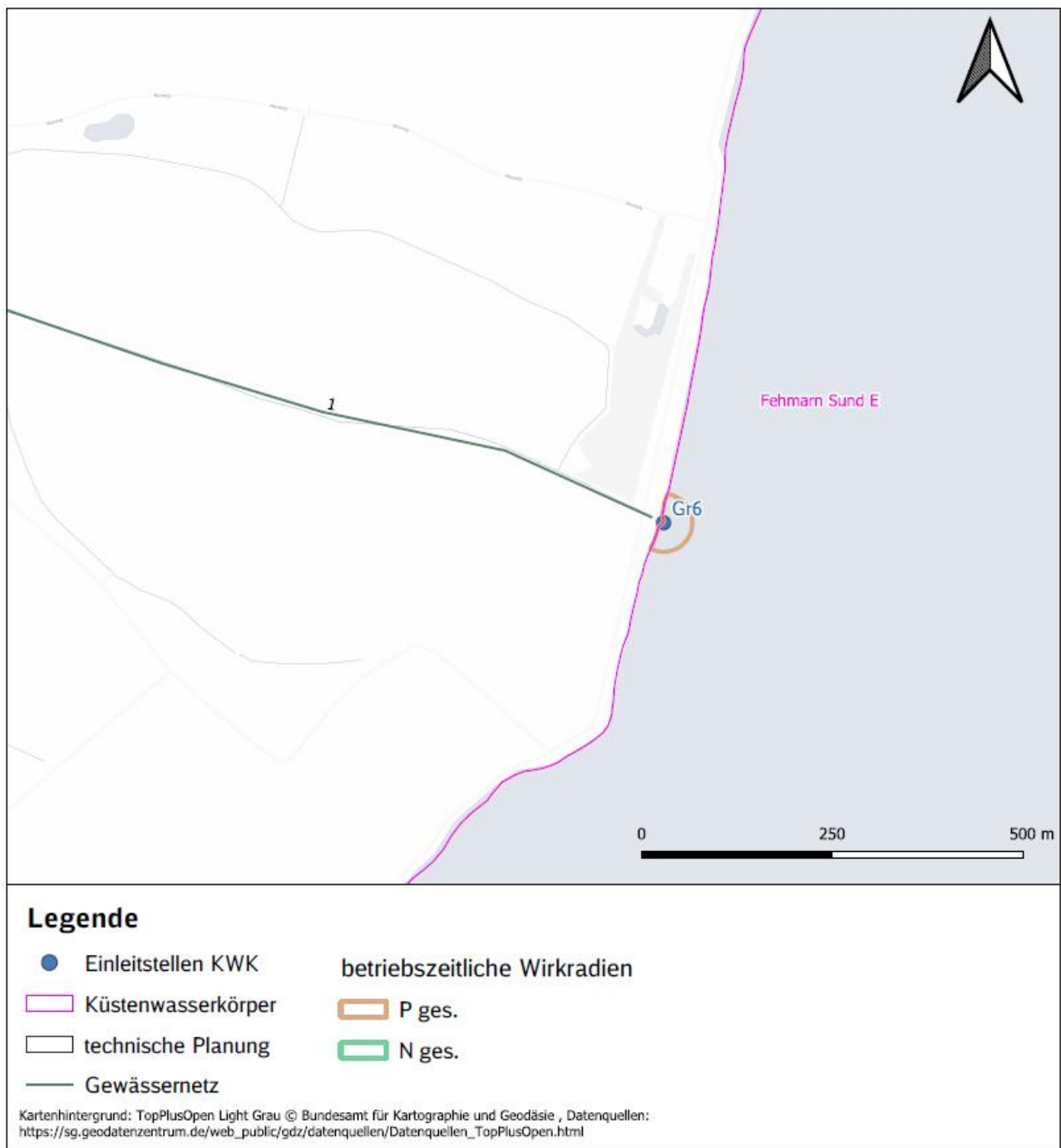


Abbildung 66: Betriebszeitliche Wirkradien der Nährstoffe P<sub>ges.</sub> und N<sub>ges.</sub> im KWK Fehmarn Sund E

#### **5.2.3.1.3 Schwebstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

##### **Schwebstoffkonzentration:**

Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen in die KWK resultieren.

Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurde der Wirkradius an jeder Einleitstelle bestimmt, in dessen Bereich die resultierenden Schwebstoffkonzentrationen im KWK unterhalb der gemessenen Höchstkonzentration im Küstenbereich von 60 mg/l liegt. Die Berechnungen ergaben, dass der Wirkradius an allen Einleitpunkten <10 m ist. Sodass die Auswirkungen unerheblich sind. Daher wird auf eine weitergehende Betrachtung des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.

##### **Sedimentation:**

Aufgrund der zu vernachlässigen Eintragsmengen an Schwebstoffen an den jeweiligen Einleitpunkten, ist die daraus resultierende Sedimentation ebenfalls so gering, dass diese unerheblich und demnach zu vernachlässigen ist. Daher wird auch hier auf die weitere Betrachtung verzichtet.

#### **5.2.3.1.4 Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im

KWK Fehmarn Sund E unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 111). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im Fehmarn Sund E <10 m (siehe Tabelle 111). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Fehmarn Sund E und können vernachlässigt werden.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 112). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. Es konnten weder Überschreitungen der jeweiligen UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle nach WRRL ermittelt werden. Es konnten außerdem keine Wirkradien >10 m für die jeweiligen Stoffe bestimmt werden.

Die Auswirkungen dieses WF werden demnach als unerheblich bewertet und es wird daher auf eine weitere Betrachtung in der Auswirkungsprognose verzichtet.

**Tabelle 111: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		160,00
max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		2,30
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,3004	2,3031
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		2,415
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Zink</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		800,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		12,00
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,0013	12,0099
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		12,60
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Chrom</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		640,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		3,80
resultierende Konzentration im Sedi- ment an der repräsentativen Mess- stelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,8001	3,8007
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		3,99
Radius bis JD-UQN guter Zustand un- terschritten		m	<10	
<b>PCB28 – PCB 180</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		0,02
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		<0,01
resultierende Konzentration im Sedi- ment an der repräsentativen Mess- stelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,0050	0,0050
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		0,006
Radius bis JD-UQN guter Zustand un- terschritten		m	<10	

**Tabelle 112:** Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund E

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>DEHP</b>				
JD-UQN		µg/l		1,30
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,5
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,74	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,250	0,250
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,325
<b>Octylphenol</b>				
JD-UQN		µg/l		0,0100
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,01
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,004	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,0050	0,0050
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0065
<b>Benzo(g,h,i)-perylene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,00082
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,001	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(k)fluoranthene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,001	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(b)fluoranthene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0009	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(a)pyren</b>				
JD-UQN		µg/l		0,00017
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,013	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,027
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,001	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,00010	0,00010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Fluoranthren</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,00630
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0007
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,005	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,00070	0,00070
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00084
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,120
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0010
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,002	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0012
<b>Anthracen</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,10000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,007	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,100
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,002

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0004	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	0,0010
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,003	
<b>Blei</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l	1,30000	
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,1	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,2184	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0501	0,0502
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,115	
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	14,000	
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,1	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,1213	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05000	0,0502
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,75	
<b>Cadmium</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l	0,20	
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	<0,04	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,044	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200	0,0212
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,03	
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l	0,45	
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	<0,04	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,0018	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200	0,0200
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,095
<b>Nickel</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		8,60
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,585
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	2,776	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,5851	0,5869
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,61425
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		34,00
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,691
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,1479	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,6910	<b>0,6911</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,7255



### **5.2.3.2 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.2.3.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.2.3.2.1.1 Phytoplankton**

###### **5.2.3.2.1.1.1 WF Nährstoffverhältnisse**

#### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Phytoplankton als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr6 ein Wirkradius von 38 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 110 und Abbildung 66). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen können in Bezug auf den gesamten KWK als lokal begrenzt eingestuft werden.

###### **5.2.3.2.1.1.2 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK Phytoplankton**

Die biologische QK Phytoplankton wird durch den oben genannten WF (Kapitel 5.2.3.2.1.1.1) beeinflusst. Der oben genannte WF zeigt unerhebliche Veränderungen an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal begrenzte Veränderungen können in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 113). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen QK Phytoplankton als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca.

0,3 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von 0,001 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Phytoplankton.

**Tabelle 113: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt

#### 5.2.3.2.1.2 Großalgen und Angiospermen

##### 5.2.3.2.1.2.1 WF Nährstoffverhältnisse

#### Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden. Da sich die Landesmessstellen BUR SEE, BUR FUC und STH ROT noch weiter vom Bauvorhaben und den Einleitstellen entfernt befinden, als die repräsentative Messstelle nach WRRL DESM\_SH\_961010 kann auch hier eine Beeinflussung durch ein Nährstoffeintrag als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr6 ein Wirkradius von 38 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 110 und Abbildung 66). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Dies kann wiederum zu einer höheren Trübung des Wassers führen, welche sich

reduzierend auf das Wachstum der am Einleitzpunkt ansiedelnden Fucus-Gemeinschaft auswirken kann. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen können in Bezug auf den gesamten KWK als lokal begrenzt eingestuft werden.

#### **5.2.3.2.1.2.2 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen**

Die biologische QK Großalgen und Angiospermen wird durch den oben genannten WF (Kapitel 5.2.3.2.1.2.1) beeinflusst. Der oben genannte WF zeigt unerhebliche Veränderungen an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal begrenzte Veränderungen können in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 114). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen begrenzten Beeinflussungen ist ca. 0,3 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von 0,001 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen.

**Tabelle 114: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt

#### **5.2.3.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

##### **5.2.3.2.1.3.1 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den

jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.1.3.1.2). Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK Großalgen und Angiospermen als unerheblich eingestuft werden. Aufgrund der weiteren Entfernung von der Baumaßnahme können auch messbare Konzentrationsanstiege an den Landesmessstellen MB11 und MB14 ausgeschlossen werden. Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK benthisch wirbellose Fauna als unerheblich eingestuft werden.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr6 ein Wirkradius von 38 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 110 und Abbildung 66). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. In dem Wirkungsbereich der Einleitstelle Gr6 ist gemäß (Unterlage 47.01) ist die *Gammarus*- Gemeinschaft angesiedelt. Wie bereits im Kapitel 5.2.3.2.1.1 beschrieben, kann es hier zu einer Erhöhung der der Biomasse des Phytoplanktons kommen. Das Phytoplankton sinkt nach seinem natürlichen Absterben an den Gewässergrund und wird dort unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut. Das sich am Meeresgrund befindende organische Material bildet die Nahrung des Makrozoobenthos. Zunächst stellt eine Erhöhung der Biomasse also eine Erhöhung der Nahrung der Makrozoobenthos dar und damit eine Erhöhung derer Biomasse. Je nachdem wie stark die Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons aufgrund des Nährstoffstoffzufuhr hier ausfällt, fällt ebenfalls die Sauerstoffzehrung aufgrund des Abbaus aus. Falls der Sauerstoffgehalt zu niedrig für die *Gammarus*- Gemeinschaft ausfällt, kann sie sich aufgrund seiner fliehenden Eigenschaften aus dem Wirkungsbereich entfernen.

Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen können in Bezug auf den gesamten KWK als lokal begrenzt eingestuft werden.

#### **5.2.3.2.1.3.2 Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna**

Die biologische QK benthisch wirbellose Fauna wird durch den oben genannten WF (Kapitel 5.2.3.2.1.3.1) beeinflusst. Der oben genannte WF zeigt unerhebliche Veränderungen an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle. Lokal begrenzte Veränderungen können in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 115). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der biologischen QK Großalgen und Angiospermen als lokal begrenzt eingestuft werden. Die gesamte betroffene Fläche der lokalen

begrenzten Beeinflussungen ist ca. 0,3 ha groß und hat einen Anteil an dem gesamten KWK Fehmarn Sund E von 0,001 %. Die oben genannten Wirkfaktoren führen zu keiner Verschlechterung der biologischen QK benthisches wirbellose Fauna.

**Tabelle 115: Zusammenfassung der Bewertung der betriebsbedingten Wirkfaktoren auf die biologischen QK benthisches wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppe /Wirkfaktoren anlagenbedingt	Bewertung	
		an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und für den gesamten KWK	lokale Auswirkungen
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich	lokal begrenzt

#### 5.2.3.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten

##### 5.2.3.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Betriebsbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die hydromorphologischen Qualitätskomponenten beeinflussen können. Auswirkungen auf die unterstützende QK können daher ausgeschlossen werden. Demnach können Auswirkungen auf die biologischen QK aufgrund von hydromorphologischen Veränderungen ebenfalls ausgeschlossen werden.

##### 5.2.3.2.2.2 allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

###### 5.2.3.2.2.2.1 Sauerstoffhaushalt

###### WF Nährstoffverhältnisse

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.2.3.1.2). Daher können die Nährstoffeinträge nur unerhebliche Veränderungen auf die Biomasse der Algen und den damit verbundenen Sauerstoffbedarf des Abbaus dieser Biomasse nach dem natürlichen Absterben haben. Daher kann hier eine Beeinträchtigung der QK als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr6 ein Wirkradius von 38 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 110 und Abbildung 66). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Hier kann es aufgrund des Nährstoffeintrages lokal zu einer Erhöhung der Biomasse des Phytoplanktons kommen und somit zu einer Erhöhung der Sauerstoffzehrung im aufgrund des Abbaus der natürlich abgestorbenen Algen. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Daher ist die Auswirkung des WF und resultierend auf die biologischen QK als lokal begrenzt zu bewerten.

#### **5.2.3.2.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

##### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurde hierfür die Konzentration an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keinen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Stickstoff<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.2.3.1.2). Daher kann die Auswirkung als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Auch lokale Wirkbereiche an den Einleitstellen, deren Wirkradien >10 m sind, konnten für den Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> nicht ermittelt werden. Demnach werden die lokalen Beeinflussungen ebenfalls als unerheblich eingestuft. Die lokalen Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

### **5.2.3.2.2.3 Phosphorverbindungen**

#### **WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Straßen- und Gleiswässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der betriebszeitlichen Entwässerung.

An der repräsentativen Messstelle ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Nährstoffeinträge keine messbaren Konzentrationsanstiege der Parameter Stickstoff<sub>ges.</sub> und Phosphor<sub>ges.</sub> (siehe Kapitel 5.2.3.1.2). Daher kann die Auswirkung als unerheblich eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als unerheblich einzustufen.

Lokal konnte am Einleitpunkt Gr6 ein Wirkradius von 38 m für den Parameter Phosphor ermittelt werden (siehe Tabelle 110 und Abbildung 66). Gemäß Tabelle 1 haben die Einleitwässer eine durchschnittliche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 500 µg/l, welche deutlich oberhalb des Orientierungswertes für den guten Zustand liegt. Diese lokale Erhöhung hat dabei aber keinen Einfluss auf den gesamten Wasserkörper, denn der Wirkungsbereich hat lediglich einen Flächenanteil von 0,001 % an dem gesamten Wasserkörper Fehmarn Sund E. Die Auswirkungen können in Bezug auf den gesamten KWK als lokal begrenzt eingestuft werden. Die Auswirkungen auf die biologische QK sind hier resultierend ebenfalls als lokal begrenzt einzustufen.

### **5.2.3.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

#### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Mit Kapitel 5.2.3.1.4 wurden die Auswirkungen des WF als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe und daraus resultierend auf die biologischen QK können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

### **5.2.3.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

#### **WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 112). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. Es konnten weder Überschreitungen der jeweiligen UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle nach WRRL ermittelt werden. Es konnten außerdem keine Wirkradien >10 m für die jeweiligen Stoffe bestimmt werden. Die Auswirkungen können demnach als unerheblich eingestuft werden.

### **5.2.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe**

#### **5.2.4.1 Baubedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, kommt es durch das Bauvorhaben zu verschiedenen Beeinflussungen, die als baubedingte Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 116 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurden die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 106, Tabelle 107, Tabelle 108 sowie des Kapitels 5.2.1.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 116 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen. Sowohl für den ökologischen Zustand als auch den chemischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK geringfügig. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und chemischen Zustand sind lokal begrenzt.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 116 aufgeführten lokal begrenzten Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen und die geringfügigen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.



**Tabelle 116: Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
1	G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich	ausgeschlossen	
2	E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt
7	K – 2 Entnahme fester Stoffe	geringfügig	lokal begrenzt	geringfügig	lokal begrenzt	unerheblich	unerheblich	ausgeschlossen	
	<b>Gesamtbewertung</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>	<b>geringfügig</b>	<b>lokal begrenzt</b>

#### **5.2.4.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, kommt es durch die Baumaßnahme zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 117 gibt eine abschließende Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurden die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren in dem Kapitel 5.2.2.2 sowie des Kapitels 5.2.2.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 117 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen. Für den ökologischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK geringfügig. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand sind ebenfalls geringfügig. Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK werden ausgeschlossen.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 117 aufgeführten geringfügigen Veränderungen stellen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 117: Zusammenfassung der anlagenbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/ lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswirkun- gen
2	E – 1 Einleitung von Wässern mit vorran- gig stofflicher Wir- kung	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	ausgeschlossen		ausgeschlossen	ausgeschlossen
	Gesamtbewertung	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	ausgeschlossen		ausgeschlossen	

#### **5.2.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 118 gibt eine abschließende Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurden die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 113, Tabelle 114 und Tabelle 115 sowie des Kapitels 5.1.3.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 118 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen. Für den ökologischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK unerheblich. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand sind lokal begrenzt. Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK werden ausgeschlossen.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 118 aufgeführten lokal begrenzten Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 118: Zusammenfassung der betriebsbedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswirkun- gen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswirkun- gen	repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
2	E- 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	ausgeschlossen	
	<b>Gesamtbewertung</b>	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	unerheblich	lokal begrenzt	ausgeschlossen	

### **5.3 Küstenwasserkörper Orther Bucht**

#### **5.3.1 Baubedingte Auswirkungen den Küstenwasserkörper**

##### **5.3.1.1 Zusammenfassung der baubedingten Projektwirkungen**

###### **5.3.1.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen baubedingten Auswirkungen**

In Tabelle 119 wurden die baubedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Orther Bucht zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Orther Bucht beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 119: Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Sund E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>							
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x	x	x		
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>							
7.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand						Chemischer Zustand
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				



#### **5.3.1.1.2 Schwebstoffgehalt**

##### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

##### **Schwebstoff:**

Während der Nassbaggerung im KWK Fehmarn Sund W werden aus dem Baggergut Schwebstoffe gelöst mit der Strömung im Küstenwasserkörper verdriftet. Die Modellierung der Ausbreitung der Schwebstoffe, während der Nassbaggerung, wurde mit der (Unterlage 51.02) modelliert. Für eine detaillierte Darstellung der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung wurden an 3 Beobachtungspunkten (t11, t12, t27, Lage siehe Abbildung 67) im KWK Orther Bucht Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen an der Wasseroberfläche, in der Mitte der Wassersäule, sohnah, und tiefengemittelt ausgelesen worden (siehe Anlage 3 Abbildung 25 bis Abbildung 27).

Oberflächennah können im KWK Orther Bucht zusätzliche Schwebstoffkonzentrationen von 0,27 mg/l (t12) bis zu maximal 2,69 mg/l auftreten (t27). Diese maximalen Werte treten nur an einzelnen Tagen (siehe Anlage 3 Abbildung 25 bis Abbildung 27) in den letzten 11 Wochen der Baggararbeiten auf. Im Mittel können an der Oberfläche Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von maximal 0,03 mg/l (t27) auftreten. An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,24 mg/l während der gesamten Baggararbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,02 mg/l.

In der Mitte der Wassersäule können maximale Erhöhungen um 16,4 mg/l (t27) in der Nähe der Küste Fehmarns unmittelbar hinter der Grenze der KWK Fehmarn Sund W und Orther Bucht berechnet werden. Im Mittel kann die Schwebstoffkonzentration um 0,02 mg/l (t12) bis 0,08 mg/l (t27) erhöht werden. An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,55 mg/l während der gesamten Baggararbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

Die größten Erhöhungen können im sohnahen Bereich auftreten. Hier wurden an den Beobachtungspunkten t27 an der Küste Fehmarns unmittelbar hinter der Grenze vom KWK Fehmarn Sund W zum KWK Orther Bucht Schwebstoffkonzentrationen bis zu maximal 937,9 mg/l (t27) modelliert. Diese maximale Erhöhung tritt lediglich einmalig in der 26. Woche der Baggararbeiten auf (siehe Anlage 3 Abbildung 27). Die maximalen mittleren

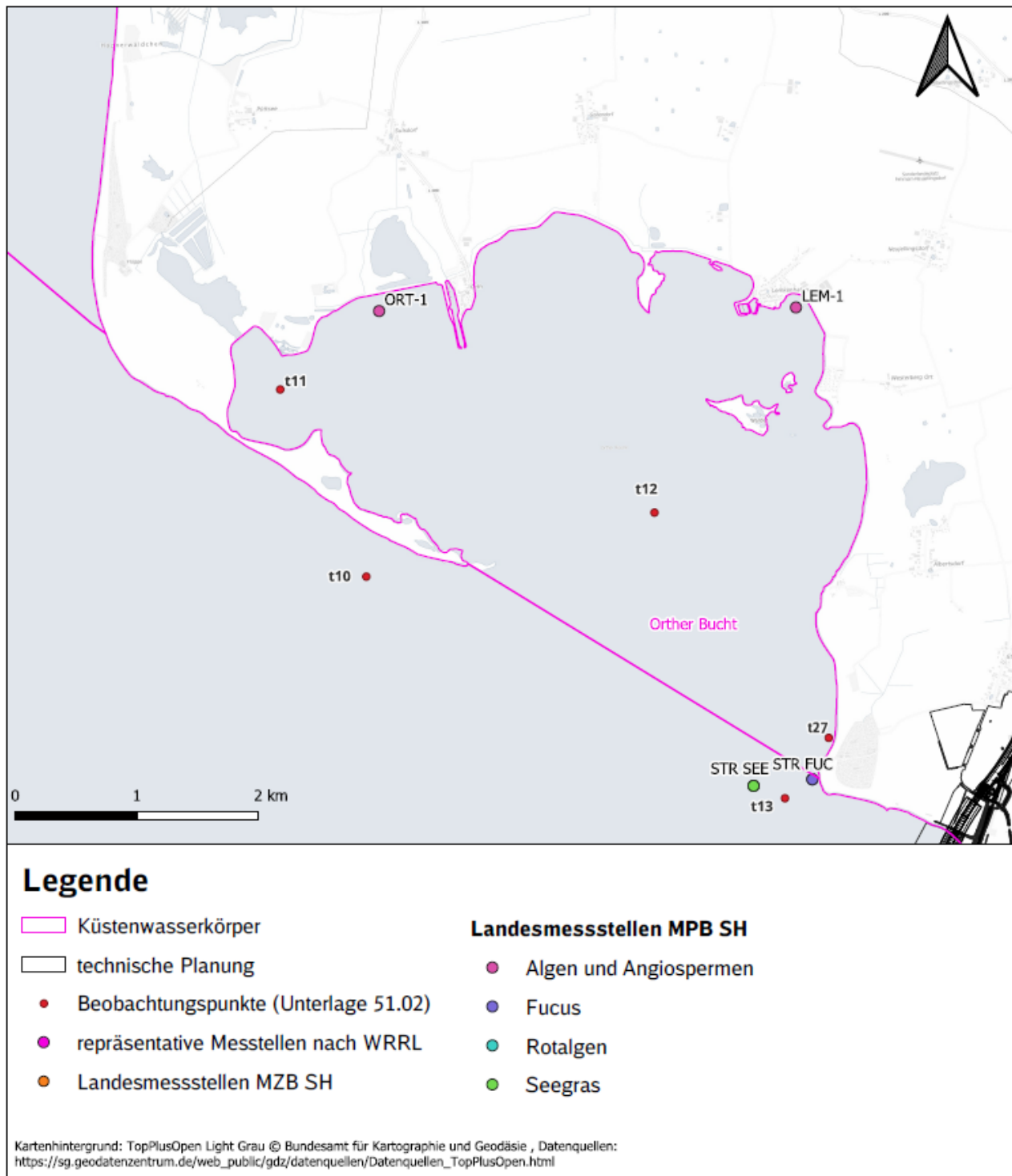
Schwebstofferhöhungen können sohnah 0,2 mg/l (t11) bis 2,0 mg/l (t27) während der Baggararbeiten an den Beobachtungspunkten betragen.

Der Beobachtungspunkt t20 bildet die repräsentative Messstelle nach WRRL ab. Hier werden maximale Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von 4,39 mg/l sohnah und eine mittlere Erhöhung von 0,16 mg/l ermittelt (siehe Anlage 3, Abbildung 10).

Tiefengemittelt werden maximale Erhöhungen von 1,8 mg/l (t12) bis 123,2 mg/l (t27) ermittelt. Dabei treten die höchsten Konzentrationserhöhungen an der Küste Fehmarns unmittelbar hinter der Grenze vom KWK Fehmarn Sund W zum KWK Orther Bucht auf. Im Mittel erfolgt eine Schwebstoffkonzentrationserhöhung von 0,04 mg/l (t11) bis 0,32 mg/l (t27). An der repräsentativen Messstelle (t20, siehe Tabelle 74) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,95 mg/l während der gesamten Baggararbeiten erhöht (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,07 mg/l.

**Tabelle 120: Minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydropnumerischen Modell (Unterlage 51.02) im KWK Orther Bucht**

Beobachtungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohnah	tiefengemittelt
t11	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,02	0,03	0,17	0,04
	MAX	2,69	4,95	22,13	7,24
t12	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,02	0,02	0,24	0,06
	MAX	0,27	0,37	13,07	1,77
t27	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,03	0,08	2,01	0,32
	MAX	2,06	16,43	937,88	123,17



**Abbildung 67:** Beobachtungspunkte gemäß (Unterlage 51.02) für die Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen und die Sedimentation im KWK Orther Bucht

### **Sedimentation:**

Im KWK Orther Bucht wurden keine zusätzlichen Sedimentationen bedingt durch die Ablagerungen der freigesetzten Schwebstoffe durch die Nassbaggerung ermittelt. Es treten keine Auswirkungen durch die zusätzliche Sedimentation auf und können demnach bei der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt werden.

### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

### **Schwebstoffkonzentration:**

Es können Schwebstoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen (Oberflächenentwässerung, Spülung des Nassbaggergutes und Grundwasserhaltung) in die KWK resultieren.

Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden der Wirkradius an jeder Einleitstelle bestimmt, in dessen Bereich die resultierenden Schwebstoffkonzentrationen im KWK unterhalb der gemessenen Höchstkonzentration im Küstenbereich von 60 mg/l liegen. Die Berechnungen ergaben, dass der Wirkradius an allen Einleitpunkten während der Bauzeit <10 m ist. Sodass die Auswirkungen unerheblich sind. Daher wird auf eine weitergehende Betrachtung des Unterpunktes b) des WF Schwebstoffkonzentration in den weiteren Auswertungen verzichtet.

### **Sedimentation:**

Aufgrund der zu vernachlässigen Eintragsmengen an Schwebstoffen an den jeweiligen Einleitpunkten, ist die daraus resultierende Sedimentation ebenfalls so gering, dass diese unerheblich und demnach zu vernachlässigen ist. Daher wird auch hier auf die weitere Betrachtung verzichtet.

### **5.3.1.1.3 Nährstoffverhältnisse**

#### **a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Wie bereits in Kapitel 5.1.1.1.8 beschrieben, können bei der Nassbaggerung Nährstoffe aus den marinen Sedimenten freigesetzt werden. Für den Nährstoff Phosphor<sub>ges.</sub> wurde dabei ein Wirkradius von 2.008 m ermittelt, in dem der Orientierungswert für den guten Zustand überschritten wird. Dieser Wirkradius geht allerdings von einer sich nicht fortbewegenden Einleitstelle (Baggerstandort) aus und ist demnach als maximal möglicher Wirkradius zu verstehen, welcher bei den Baggerarbeiten auftreten kann. Der Wirkradius reicht ca. 1.000 m in den KWK Orther Bucht hinein, sodass es hier zu einer temporären Nährstofferhöhung durch die Baggerarbeiten kommen kann.

Anhand der Verdünnungsrechnungen wurde abgeschätzt welche Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration am Übergang der KWK Fehmarn Sund W zum KWK Orther Bucht vorliegt. Die Berechnung ergab eine Phosphor<sub>ges.</sub>-Konzentration von 13,99 µg/l, welche sich unterhalb der Messbarkeitsgrenze von (14,3 µg/l befindet). Sodass die Konzentrationserhöhung resultierend aus der Nassbaggerung im KWK Orther Bucht nicht messbar ist. Demnach können die Auswirkungen hier als unerheblich eingestuft werden und werden bei der weiteren Auswirkungsprognose nicht mehr betrachtet.

#### **b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Es wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1). Die Ergebnisse der resultierenden Wirkradien an der Einleitstelle Fe2 und der resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle sind in Tabelle 121 zusammengefasst. Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration aus allen Einleitungen und der Nassbaggerung an der repräsentativen Messstelle bestimmt (siehe Tabelle 121).

Es konnten weder Überschreitungen des jeweiligen Orientierungswertes für den guten Zustand noch messbare Konzentrationserhöhungen an der repräsentativen Messstelle nach WRRL berechnet werden. Des Weiteren konnten keine Wirkradien >10 m an der Einleitstelle Fe2 für die Nährstoffe ermittelt werden. Die Auswirkungen können daher als unerheblich eingestuft werden. Auf eine weitere Betrachtung bei der Auswirkungsprognose kann verzichtet werden.

**Tabelle 121: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff ges. und Phosphor ges. im KWK Orther Bucht**

	Abk.	Einheit	Fe2	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
<b>Phosphor<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		11,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		16,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		13,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		14,30
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	13,00	13,30
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		180,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		276,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		190,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		247,00
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	0,00	

	Abk.	Einheit	Fe2	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	190,00	193,86
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	

#### 5.3.1.1.4 Schadstoffgehalt

##### a) Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe

Mit Kapitel 5.1.1.1.10 wurden die Schadstofffreisetzungen bedingt durch die Baggerarbeiten beschrieben. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass sich die Freisetzungen auf den Bereich der Tunneltrasse beschränken und somit nicht den KWK Orther Bucht erreichen. Daher ergeben sich keine Auswirkungen auf die Schadstoffverhältnisse aufgrund der Untergruppe a) und werden in der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt.

##### b) Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen

Durch abfließende Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Orther Bucht unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 122). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im KWK Orther Bucht <10 m (siehe Tabelle 122). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Orther

Bucht. Die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft und in der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt werden.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 123). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem Einleitpunkt Fe2 bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. An der Einleitstelle Fe2 konnten keine Wirkradien >10 m ermittelt werden. Des Weiteren werden messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 bei der Summation aller stofflichen Beeinflussungen (bauzeitliche Einleitungen, Freisetzung bei der Nassbaggerung) für den Stoff Nickel berechnet. Die resultierenden Konzentrationen liegen dabei jeweils unterhalb der jeweiligen UQN. Hier ist zu beachten, dass der KWK über keine im KWK gelegene repräsentative Messstelle nach WRRL verfügt, sondern hier die Werte aus der Messstelle DESM\_SH\_961010 (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) übertragen werden. Die Hauptanteil der summarischen resultierenden Konzentrationen stammt dabei aus der Nassbaggerung und den Einleitungen in den KWK Fehmarn Sund W. In der Orther Bucht kommt es zu keinen Stoffeinträgen (siehe Tabelle 123), daher können Auswirkungen auf den KWK als unerheblich eingestuft werden und bei der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt werden.

**Tabelle 122: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		160,00
max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		2,30
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,30	2,314
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		2,415
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Zink</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		800,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		12,00
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,00	12,014
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	12,60	
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	



	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Chrom</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		640,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		3,80
resultierende Konzentration im Sedi- ment an der repräsentativen Mess- stelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,80	3,809
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		3,99
Radius bis JD-UQN guter Zustand un- terschritten		m	<10	
<b>PCB28 – PCB 180</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		0,02
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		<0,01
resultierende Konzentration im Sedi- ment an der repräsentativen Mess- stelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,0050	0,0050
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		0,006
Radius bis JD-UQN guter Zustand un- terschritten		m	<10	

**Tabelle 123:** Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der bauzeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>DEHP</b>				
JD-UQN		µg/l		1,30
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,5
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,250	<b>0,250</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,325
<b>Octylphenol</b>				
JD-UQN		µg/l		0,0100
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,01
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,0050	<b>0,0050</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0065
<b>Benzo(g,h,i)-perylen</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,00082
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(k)fluoranthen</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(b)fluoranthen</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(a)pyren</b>				
JD-UQN		µg/l		0,00017
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	34	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,027
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,0001
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,000100	<b>0,000100</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Fluoranthren</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,00630
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0007
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00070	<b>0,00070</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00084
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,120
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0010
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0012
<b>Anthracen</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,10000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,100
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>Blei</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		1,30000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,050	<b>0,087</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,115
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		14,000
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05	<b>0,13</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,75
<b>Cadmium</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,20
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,02	<b>0,021</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,03
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,45
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,02

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,0200	<b>0,022</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,095	
Nickel				
JD-UQN		µg/l	8,60	
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l	0,585	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,585	<b>0,683</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,61425	
ZHK-UQN		µg/l	34,00	
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l	0,691	
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,69	<b>0,86</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	0,7255	

#### **5.3.1.1.5 Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- M2: Nassbaggerung Trockendock
- M7: Nassbaggerung der Absenkrinne

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.3.1.1.2 bis 5.3.1.1.4) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der Ausprägung der aquatischen Lebensform aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung dieser führen.

### **5.3.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.3.1.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

##### **5.3.1.2.1.1 Phytoplankton**

Die biologische QK hat eine Sensitivität in Bezug auf folgenden Wirkfaktoren (Anhang C6, (MEKUN, 2024).

##### **5.3.1.2.1.1.1 WF Schwebstoffgehalt**

#### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen treten dabei im Bereich des Meeresbodens auf, wo der kleinste Anteil zur Biomasse des Phytoplanktons geliefert wird. Der größte Beitrag zur Biomasse liefert die Gewässeroberfläche, da dort die Lichtintensität am größten ist. Die Produktion der Biomasse des Chlorophylls ist von der Lichtintensität, Wärme und von dem Nährstoffangebot abhängig. An der repräsentativen Messstelle beträgt die Schwebstoffkonzentrationserhöhung im Mittel 0,02 mg/l während der gesamten Bauzeit. Die mittlere Chlorophyll-Konzentration schwankt in den Jahren 2020 bis 2022 um ca. -20,3 % bis ca. +25% um einen Mittelwert von 1,68 µg/l, sodass die Biomasse ebenfalls in diesen Bereichen natürlich schwanken kann. Bei einer konservativen Annahme, dass eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration zu einer gleich starken Verringerung der Lichtintensität, ausgelöst durch die Verschattung durch die Schwebstoffe, führt und diese zu einer gleich starken Reduzierung der Biomasse des Chlorophylls führt, beträgt die mittlere Reduzierung 0,2 % und ist somit um ein 100-faches kleiner als die natürliche Schwankung der Biomasse. Daher kann diese geringe Biomasseschwankung nur eine unerhebliche Auswirkung auf die QK Komponente Phytoplankton an der repräsentativen Messstelle haben.

Die Zeitreihen der Beobachtungspunkte t11, t12 und t27 zeigen, dass sowohl oberflächennah vergleichbare Konzentrationserhöhungen bis maximal 2,69 mg/l (t11) und im Mittel bis 0,03 mg/l in den letzten 11 Wochen der Baggerarbeiten an einzelnen Tagen auftreten. Diese Erhöhungen liegen vergleichbar wie an der repräsentativen Messstelle im natürlichen Schwankungsbereich und es können vergleichbare Auswirkungen auf die Reduktion der Biomasseschwankungen des Phytoplanktons angenommen werden. Daher können auch hier die Auswirkungen als unerheblich eingestuft werden.

### 5.3.1.2.1.1.2 WF Schadstoffgehalt

#### Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

An der Einleitstelle Fe2 in der Orther Bucht konnte kein zusätzlicher Schadstoffeintrag durch die bauzeitliche Entwässerung ermittelt werden. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.2.1.1.6). Die jeweiligen Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der jeweiligen UQN, sodass hier die Beeinträchtigung auf die QK Phytoplankton als geringfügig eingestuft werden.

### 5.3.1.2.1.1.3 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften

#### Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform des Phytoplanktons wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.3.1.2.1.1.1 und 5.3.1.2.1.1.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal treten nur unerhebliche Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auf (siehe Tabelle 124). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Phytoplankton als geringfügig eingestuft werden. Hier ist zu beachten, dass die aquatische Lebensgemeinschaft der biologische QK primär durch die WF der Fallgruppe E-1 beeinflusst wird.

**Tabelle 124: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Orther Bucht**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich



ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich

#### 5.3.1.2.1.2 Großalgen und Angiospermen

##### 5.3.1.2.1.2.1 WF Schwebstoffgehalt

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRL als unerheblich eingestuft werden. An den Landesmessstellen Ort-1 und LEM-1 wurden mit (Unterlage 51.02) maximale Schwebstoffkonzentrationen von 10 mg/l– 60 mg/l ermittelt. Diese Schwebstoffkonzentrationen befinden sich im natürlichen Schwankungsbereich für küstennahe Gebiete. Die Auswirkungen an den Landesmessstellen können demnach als geringfügig eingestuft werden.

Die mit der (Unterlage 51.02) berechneten höchsten Schwebstoffkonzentrationen an der Sohle des KWK Orther Bucht treten am Beobachtungspunkt t27 an der Küste Fehmarn unmittelbar hinter der Grenze vom KWK Fehmarn Sund W zum KWK Orther Bucht auf. Die Zeitreihe des Punktes t27 (siehe Anlage 3 Abbildung 27) zeigt maximale Erhöhungen bis 937,9 mg/l auf. Diese maximale Erhöhung tritt lediglich einmalig in der 26. Woche der Baggerarbeiten auf (siehe Anlage 3 Abbildung 27). Die maximalen mittleren Schwebstoffkonzentrationen können sohnah 0,2 mg/l (t11) bis 2,0 mg/l (t27) während der Baggerarbeiten an den Beobachtungspunkten betragen. Die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 zusammenhängenden Tagen wird hier demnach nicht überschritten und die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.3.1.2.1.2.2          WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der Einleitstelle Fe2 in der Orther Bucht, konnte kein Schadstoffeintrag durch die bauzeitliche Entwässerung ermittelt werden. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel unterhalb der UQN (siehe Kapitel 5.2.1.1.6). Die Landesmessstellen ORT-1 und LEM-1 befinden sich zwar in einer weiteren Entfernung zum Bauvorhaben und den Einleitpunkten als die repräsentative Messstelle nach WRRL DESM\_SH\_961010 doch die Verdünnungsrechnungen ergeben ebenfalls, dass hier die Konzentrationsanstiege des Parameters Nickel messbar sein werden. Die Auswirkungen können demnach sowohl an der repräsentativen Messstelle nach WRRL als auch an den Landesmessstellen als geringfügig eingestuft werden.

#### **5.3.1.2.1.2.3          WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform der Großalgen und Angiospermen wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.3.1.2.1.2.1 und 5.3.1.2.1.2.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal treten nur unerhebliche Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auf (siehe Tabelle 125). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als geringfügig eingestuft werden. Hier ist zu beachten, dass die aquatische Lebensgemeinschaft der biologische QK primär durch die WF der Fallgruppe E-1 beeinflusst wird.

**Tabelle 125: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Orther Bucht**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	DESM_SH_961010: unerheblich Ort-1 und LEM-1: geringfügig	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig	unerheblich
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	DESM_SH_961010: unerheblich Ort-1 und LEM-1: geringfügig	unerheblich
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	unerheblich

### 5.3.1.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna

#### 5.3.1.2.1.3.1 WF Schwebstoffgehalt

In Bezug auf die repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 (Beobachtungspunkt t20, Zeitreihen siehe Anlage 3, Abbildung 10) liegen die mit der (Unterlage 51.02) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 4,36 mg/l an der Meeresbodensohle, bei maximal 0,55 mg/l in der Mitte der Wassersäule, bei maximal 0,24 mg/l an der Gewässeroberfläche und bei 0,95 mg/l tiefengemittelt über die gesamte Wassersäule. Gemäß (Unterlage 18.04) befinden sich diese maximalen Erhöhungen in dem natürlichen Schwankungsbereich (Fehmarnsundmitte: 10 mg/l im Sommer und 20 mg/l im Winter) und treten nicht durchgängig über die gesamte Bauzeit auf. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen wird in keiner der betrachteten Tiefen überschritten (siehe Anlage 3, Abbildung 10). Daher können Auswirkungen auf die QK an der repräsentativen Messstelle nach WRRL als unerheblich eingestuft werden. Die Landesmessstelle KB3 (Hohlberger Heide) befindet sich in ca. 50 km weiter Entfernung von der repräsentativen

Messstelle DESM\_SH\_961010 und somit deutlich weiter entfernt von dem Bauvorhaben, sodass hier die Auswirkungen ebenfalls als unerheblich eingestuft werden können.

Die mit der (Unterlage 51.02) berechneten höchsten Schwebstoffkonzentrationen an der Sohle des KWK Orther Bucht treten am Beobachtungspunkt t27 an der Küste Fehmarns unmittelbar hinter der Grenze vom KWK Fehmarn Sund W zum KWK Orther Bucht auf. Die Zeitreihe des Punktes t27 (siehe Anlage 3 Abbildung 27) zeigt maximale Erhöhungen bis 937,9 mg/l auf. Diese maximale Erhöhung tritt lediglich einmalig in der 26. Woche der Baggararbeiten auf (siehe Anlage 3 Abbildung 27). Die maximalen mittleren Schwebstoffkonzentrationen können sohnah 0,2 mg/l (t11) bis 2,0 mg/l (t27), während der Baggararbeiten an den Beobachtungspunkten betragen. Die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehr als 7 zusammenhängenden Tagen wird hier demnach nicht überschritten und die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.3.1.2.1.3.2 WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung**

An der Einleitstelle Fe2 in der Orther Bucht, konnte kein Schadstoffeintrag durch die betriebszeitliche Entwässerung ermittelt werden. Die Auswirkungen können hier demnach als unerheblich eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich einen messbaren Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel unterhalb der UQN (siehe Kapitel 5.2.1.1.6). Die Auswirkungen können hier als geringfügig eingestuft werden. Die Landesmessstelle KB03 befindet sich ca. 50 km weiter von dem Bauvorhaben entfernt also die repräsentative Messstelle nach WRRL. Die Verdünnungsrechnungen für die repräsentative Messstelle ergeben hier, dass der Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel nicht mehr messbar sein wird. Die Auswirkungen können demnach an der Landesmessstelle als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.3.1.2.1.3.3 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau/ K-2 Entnahme fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform der benthisch wirbellosen Fauna wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.3.1.2.1.3.1 und 5.3.1.2.1.3.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. in Bezug auf den Schadstoffeintrag geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter an dem Ort der Beurteilung der repräsentativen Messstelle.

Lokal treten nur unerhebliche Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auf (siehe Tabelle 126). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als geringfügig eingestuft werden. Hier ist zu beachten, dass die aquatische Lebensgemeinschaft der biologische QK primär durch die WF der Fallgruppe E-1 beeinflusst wird.

**Tabelle 126: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisches wirbellose Fauna im KWK Orther Bucht**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/Landesmessstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	DESM_SH_961010: geringfügig KB03: unerheblich	unerheblich
<b>7</b>	<b>K – 2 Entnahme fester Stoffe</b>		
7.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	unerheblich
7.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	unerheblich	unerheblich

### 5.3.1.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten

#### 5.3.1.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Baubedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die hydromorphologischen Qualitätskomponenten im KWK Orther Bucht beeinflussen. Auswirkungen auf die biologischen QK durch hydromorphologische Änderungen können demnach ausgeschlossen werden.

#### 5.3.1.2.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Baubedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die APC im KWK Orther Bucht beeinflussen. Auswirkungen auf die biologischen QK durch Änderungen der APC können demnach ausgeschlossen werden.

#### **5.3.1.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Baubedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die flussgebietsspezifischen Schadstoffe im KWK Orther Bucht beeinflussen. Auswirkungen auf die biologischen QK durch Änderungen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe können demnach ausgeschlossen werden.

#### **5.3.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der bauzeitlichen Entwässerungen aus Straßenwässern in den KWK resultieren. Gemäß Kapitel 2.2.3.1 wurden hierfür die jeweiligen Konzentrationen an der repräsentativen Messstellen aus den Einleitungen an den jeweiligen Punkten betrachtet, sowie die Summe der Einträge resultierend aus der bauzeitlichen Entwässerung und der Nassbaggerung. Für den Einleitpunkt Fe2 konnten keine Schadstoffeinträge in den KWK Orther Bucht ermittelt werden. Auswirkungen auf den KWK können als unerheblich eingestuft werden.

An der repräsentativen Messstelle (gelegen im KWK Fehmarn Sund W) ergeben sowohl die einzelnen als auch die summarischen Schadstoffeinträge lediglich ein messbarer Konzentrationsanstieg des Parameters Nickel (siehe Kapitel 5.1.1.1.10). Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK können demnach als geringfügig eingestuft werden.

#### **5.3.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

Anlagenbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die sich auf den ökologischen und auf den chemischen Zustand auswirken können. Anlagenbedingte Auswirkungen der Baumaßnahme auf den KWK Orther Bucht können demnach ausgeschlossen werden.

### **5.3.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

#### **5.3.3.1 Zusammenfassung der betriebsbedingten Projektwirkungen**

##### **5.3.3.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen betriebsbedingten Auswirkungen**

In Tabelle 127 wurden die betriebsbedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Orther Bucht zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Orther Bucht beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 127: Zusammenfassung betriebsbedingten Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Orther Bucht**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>							
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x



### 5.3.3.1.2 WF Nährstoffverhältnisse

#### Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Die Projektwirkung betrachtet die Änderungen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie ihrer Verbindungen. Es können Stoffeinträge durch die Einleitungen der betriebszeitlichen Entwässerungen aus Gleis- und Straßenwässern in Form von Nitrat und Orthophosphat in die KWK resultieren.

Es wurde die resultierende Konzentration an der repräsentativen Messstelle bestimmt (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.1). Die Ergebnisse der resultierenden Wirkradien an den Einleitstellen und der resultierenden Konzentrationen an der repräsentativen Messstelle sind in Tabelle 128 zusammengefasst. Des Weiteren wurde die resultierende Konzentration aus allen Einleitungen und der Nassbaggerung an der repräsentativen Messstelle bestimmt (siehe Tabelle 128).

Es konnten weder Überschreitungen der jeweiligen Orientierungswert noch messbare Konzentrationserhöhungen an der repräsentativen Messstelle nach WRRL berechnet werden. Des Weiteren konnten keine Wirkradien >10 m an der Einleitstelle Fe2 für die Nährstoffe ermittelt werden, da es hier zu keinen Nährstoffeinträgen kommt (siehe Tabelle 128). Auswirkungen auf den KWK Orther Bucht können demnach als unerheblich eingestuft werden und werden bei der weiteren Auswirkungsprognose nicht weiter betrachtet.

**Tabelle 128: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der betriebszeitlichen Einleitungen in Bezug auf die Parameter Stickstoff ges. und Phosphor ges. im KWK Orther Bucht**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
<b>Posphor<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		11,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		16,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		13,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		14,30
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	13,00	13,004

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen & Nassbaggerung
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Stickstoff<sub>ges.</sub></b>				
Orientierungswert, sehr guter Zustand		µg/l		180,00
Orientierungswert, guter Zustand		µg/l		276,00
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		190,00
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		247,00
Stoffeintrag Summe kg/a	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	190,00	190,011
Radius bis Orientierungswert guter Zustand unterschritten		m	<10	

### 5.3.3.1.3 WF Schadstoffgehalt

#### Fallgruppe E-1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Durch abfließende Gleis- und Straßenwässer werden potenziell die im Schwebstoff, bzw. im Sediment zu betrachtende Stoffe und Stoffgruppen Kupfer, Zink, Chrom und PCB eingeleitet. Deren Umweltqualitätsnormen werden im KWK Orther Bucht unterschritten bzw. sind diese Stoffe / Stoffgruppen nicht nachweisbar. Im Ergebnis der Berechnungen der Konzentrationen der genannten Stoffe im Sediment/Schwebstoff (Methodik siehe Kapitel 2.2.3.2) werden trotz der gewählten konservativen Ansätze weder Überschreitungen der UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961010 berechnet (siehe Tabelle 129). Die ermittelten Wirkradien der einzelnen Parameter sind an allen Einleitpunkten im KWK Orther Bucht <10 m (siehe Tabelle 129). Die partikulär gelösten Stoffe haben demnach keinen Einfluss auf den KWK Orther Bucht. Die Auswirkungen können als unerheblich eingestuft und in der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt werden.

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im

Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet (siehe Tabelle 130). Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem Einleitpunkt Fe2 bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden. An der Einleitstelle Fe2 konnten keine Wirkradien >10 m ermittelt werden (siehe Tabelle 130). Es konnten ebenfalls weder Überschreitungen der jeweiligen UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle nach WRRL ermittelt werden (siehe Tabelle 130).

Die Auswirkungen dieses WF werden demnach als unerheblich bewertet und es wird daher auf eine weitere Betrachtung in der Auswirkungsprognose verzichtet.

**Tabelle 129: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der partikulär gelösten Stoffe der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
<b>Kupfer</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		160,00
max. Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		2,30
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	2,3003	2,3031
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		2,415
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Zink</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		800,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		12,00
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	12,0003	12,0099
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS	12,60	
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>Chrom</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		640,00
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		3,80
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	3,8000	3,8007
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		3,99
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	
<b>PCB28 – PCB 180</b>				
JD-UQN		mg/kg TS		0,02
Ausgangskonzentration KWK	CSedOWK	mg/kg TS		<0,01

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen
resultierende Konzentration im Sediment an der repräsentativen Messstelle nach WRRL	Csed,KWK,RW	mg/kg TS	0,0050	0,0050
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		mg/kg TS		0,006
Radius bis JD-UQN guter Zustand unterschritten		m	<10	

**Tabelle 130: Ergebnisse der Berechnung der stofflichen Auswirkungen der gelösten Schadstoffe nach Anlage 8 der OGewV der betriebszeitlichen Einleitungen in den KWK Orther Bucht**

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+Nassbaggerung
<b>DEHP</b>				
JD-UQN		µg/l		1,30
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,5
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,250	<b>0,250</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,325
<b>Octylphenol</b>				
JD-UQN		µg/l		0,0100
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,01
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0050	<b>0,0050</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0065
<b>Benzo(g,h,i)-perylene</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,00082
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>Benzo(k)fluoranthen</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(b)fluoranthen</b>				
ZHK-UQN		µg/l		0,017
Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Benzo(a)pyren</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,00017
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,0002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,00010	<b>0,00010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	34	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,027
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,0001
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentra- tion an der repräsentativen Mess- stelle	CR	µg/l	0,000100	<b>0,000100</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00012
<b>Fluoranthen</b>				

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,00630
mittlere Ausgangskonzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0007
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,00070	<b>0,00070</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,00084
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,120
höchste Konzentration KWK LfU	CA	µg/l		0,0010
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,0012
<b>Anthracen</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,10000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,002
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,100
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0010	<b>0,0010</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,003
<b>Blei</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		1,30000
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		<0,1

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,050	<b>0,0502</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,115
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		14,000
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		<0,1
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,05	<b>0,0502</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,75
<b>Cadmium</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		0,20
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,02	<b>0,0212</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,03
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		0,45
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,02
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,0200	<b>0,020</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,095
<b>Nickel</b>				
<b>JD-UQN</b>		µg/l		8,60
mittlere Ausgangskonzentration KWK	CA	µg/l		0,585
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	

	Abk.	Einheit	Gr6	Summe Einleitungen+ Nassbaggerung
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,585	<b>0,5869</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,61425
<b>ZHK-UQN</b>		µg/l		34,00
höchste Konzentration KWK	CA	µg/l		0,691
Stoffeintrag Summe	M	kg/a	0,00	
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CR	µg/l	0,69	<b>0,6911</b>
Radius von der Einleitstelle bis UQN unterschritten		m	<10	<10
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l		0,7255



### **5.3.3.2 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

#### **5.3.3.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

In den Kapiteln 5.3.3.1.2 und 5.3.3.1.3 wurden die WF Nährstoffverhältnisse und Schadstoffgehalt sowohl lokal als auch für den gesamten KWK Orther Bucht als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen auf die biologischen QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie benthisch wirbellose Fauna werden demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft.

#### **5.3.3.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.3.3.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Betriebsbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die hydromorphologischen Qualitätskomponenten beeinflussen können. Auswirkungen auf die QK können daher ausgeschlossen werden. Demnach können Auswirkungen auf die biologischen QK aufgrund von hydromorphologischen Veränderungen ebenfalls ausgeschlossen werden.

##### **5.3.3.2.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

Betriebsbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die APC im KWK Orther Bucht beeinflussen. Auswirkungen auf die biologischen QK durch Änderungen der APC können demnach ausgeschlossen werden.

##### **5.3.3.2.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

Betriebsbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die die flussgebietsspezifischen Schadstoffe im KWK Orther Bucht beeinflussen. Auswirkungen auf die biologischen QK durch Änderungen der flussgebietsspezifischen Schadstoffe können demnach ausgeschlossen werden.

### **5.3.3.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

Entsprechend den Ausführungen in Kap. 2.2.3.1 wurden die gelösten Frachten und deren Auswirkungen auf die Konzentrationen der durch gleis- und straßenbedingte Einträge potenziell betroffenen Stoffe im Küstenwasserkörper mit Bezug zur repräsentativen Messstelle berechnet. Des Weiteren wurden Wirkradien ab dem jeweiligen Einleitpunkt bestimmt, in denen die jeweiligen UQN der Schadstoffe überschritten werden.

Es konnten weder Überschreitungen der jeweiligen UQN noch messbare Konzentrationsanstiege an der repräsentativen Messstelle nach WRRL ermittelt werden. Es konnten außerdem keine Wirkradien >10 m für die jeweiligen Stoffe bestimmt werden. Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand können demnach als unerheblich eingestuft werden.

## **5.3.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe**

### **5.3.4.1 Baubedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, kommt es durch das Bauvorhaben zu verschiedenen Beeinflussungen, die als baubedingte Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 131 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurde jeweils die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 124, Tabelle 125, Tabelle 126 sowie des Kapitels 5.3.1.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 131 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen. Sowohl für den ökologischen Zustand als auch den chemischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK geringfügig. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und chemischen Zustand sind unerheblich.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 131 aufgeführten unerheblichen und die geringfügigen Veränderungen stellen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 131: Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Orther Bucht**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
1	G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen	unerheblich	unerheblich	geringfügig	unerheblich	unerheblich	unerheblich	ausgeschlossen	
2	E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich
7	K – 2 Entnahme fester Stoffe	unerheblich	unerheblich	geringfügig	unerheblich	unerheblich	unerheblich	ausgeschlossen	
	Gesamtbewertung	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich	geringfügig	unerheblich

#### **5.3.4.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Für den KWK Orther Bucht können keine anlagenbedingten Wirkfaktoren ermittelt werden. Eine Verschlechterung des ökologischen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

#### **5.3.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

Wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden.

Durch die Auswirkungsprognose wurden die betriebszeitlichen Auswirkungen auf den gesamten KWK Orther Bucht sowohl für den ökologischen Zustand als auch für den chemischen Zustand als unerheblich eingestuft.

Die unerheblichen Veränderungen stellen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

## **5.4 Küstenwasserkörper Fehmarn Belt E**

### **5.4.1 Baubedingte Auswirkungen den Küstenwasserkörper**

#### **5.4.1.1 Zusammenfassung der baubedingten Projektwirkungen**

##### **5.4.1.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen baubedingten Auswirkungen**

In Tabelle 132 wurden die baubedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Belt E zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Belt E beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 132: Zusammenfassung baubedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch-chemische QK	Flussgebietsspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>							
6.1	Änderung Morphologische Verhältnisse (Sub-, Eu-, oder Supralithoral)	x	x		x	x		
6.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	x	x	x		x		
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x		x		
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	x	x			x		
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	x	x	x			x	x
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				

#### **5.4.1.1.2 WF morphologische Verhältnisse**

##### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Beschreibung siehe Kapitel 3.4.2.1.5.1.

Die Änderung der morphologischen Verhältnisse beschränken sich dabei auf die potenzielle Verbringfläche und auf einen kleinen Bereich südöstlich der Fläche im Küstenmeer Schlei/ Trave und erreichen den KWK Fehmarnbelt E nicht (siehe Abbildung 36). Auswirkungen auf die morphologischen Verhältnisse im diesem KWK werden demnach ausgeschlossen und in der weiteren Auswirkungsprognose nicht weiter betrachtet.

#### **5.4.1.1.3 WF Nährstoffverhältnisse**

##### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

Änderungen der Nährstoffkonzentrationen können durch die Freisetzung von Schadstoffen aus den marinen Sedimenten bei der Verbringung erfolgen. Es wurden Berechnungen zum Eintrag von Nährstoffen aus dem Baggergut bei der Verbringung durchgeführt (Kapitel 2.2.3.5). Die Ergebnisse sind in Tabelle 133 zusammengefasst. Die resultierenden Nährstoffkonzentrationen an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 sind dabei nicht messbar und werden als unerheblich eingestuft. Auch an den Landesmessstellen KAT ROT, KAT FUC und SKS SEE können keine messbaren Konzentrationsanstiege berechnet werden, die Auswirkungen können hier ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

Die ermittelten Wirkradien der Überschreitung der Messbarkeit ausgehend von der Verbringstelle (siehe Tabelle 133) erreichen den KWK Fehmarn Belt E nicht, sodass Beeinflussungen als unerheblich eingestuft werden können.

Auf eine weitere Betrachtung des WF in der Auswirkungsprognose wird daher verzichtet.

**Tabelle 133: Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggerung auf die Nährstofffreisetzung im KWK Fehmarn Belt E**

Parameter	Abk.	Einheit	N <sub>ges.</sub>	P <sub>ges.</sub>
Orientierungswerte, sehr guter Zustand		µg/l	130,00	9,00
Orientierungswerte, guter Zustand		µg/l	200,00	13,60
Ausgangskonzentration KWK µg/l (LfU, 2023b)	CA	µg/l	177,00	15,00
Mittlere Konzentration im S4-Eluat (Unterlage 41.29)		µg/l	540,00	130,00

Parameter	Abk.	Einheit	N <sub>ges.</sub>	P <sub>ges.</sub>
Konzentration im Wasser am Einleitpunkt (Verbringstandort)	CR	µg/l	180,13	15,78
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CM	µg/l	177,92	15,08
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021)		µg/l	230,1	16,5
Radius bis Unterschreitung der Messbarkeit		m	-	-

#### 5.4.1.1.4 WF Schwebstoffgehalt

##### Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

##### Schwebstoff:

Im Küstenmeer Schlei/Trave erfolgt die Verbringung des durch die Nassbaggerung gewonnenen Materials. Bei dem Prozess der Verbringung wird das Material je nach Zusammensetzung der Bestandteile des Materials unterschiedlich schnell und weit absinken und verdriften. Mit der (Unterlage 51.04) ist durch eine hydronumerische Modellierung die Verbreitung der durch die Verbringung freigesetzten Schwebstoffe modelliert worden. Für eine detaillierte Darstellung der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung wurden an 5 Beobachtungspunkten (repräsentative Messstelle nach WRRL und Landesmessstellen der ökologischen QK, Lage siehe Abbildung 68) Zeitreihen der Schwebstoffkonzentrationen an der Wasseroberfläche, in der Mitte der Wassersäule, sohl nah, und tiefengemittelt ausgelesen worden (siehe Anlage 3 Abbildung 28 bis Abbildung 32).

Oberflächennah können Schwebstoffkonzentrationen von 0,00 mg/l (alle Beobachtungspunkte, siehe Tabelle 134) bis zu maximal 0,58 mg/l auftreten (DESM\_SH\_961008, siehe Tabelle 134). Diese maximalen Werte treten nur an einzelnen Tagen (siehe Anlage 3 Abbildung 28 bis Abbildung 32) auf. Im Mittel können an der Oberfläche Schwebstoffkonzentrationserhöhungen von maximal 0,008 mg/l (KAT FUC, siehe Tabelle 134) auftreten. An der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 (siehe Tabelle 134) wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 0,58 mg/l während der gesamten Nassbaggergutverbringung erhöht (siehe Anlage 3 Abbildung 28). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,007 mg/l.

In der Mitte der Wassersäule können maximale Erhöhungen um 1,22 mg/l (DESM\_SH\_961008, siehe Tabelle 134) berechnet werden. Die maximalen Erhöhungen treten hier in der zweiten Woche der Nassbaggergutverbringung an einem einzelnen Tag auf. Im Mittel kann die Schwebstoffkonzentration um 0,02 mg/l (KAT FUC) bis 0,05 mg/l (MB12, siehe Tabelle 134) erhöht werden. An der repräsentativen Messstelle



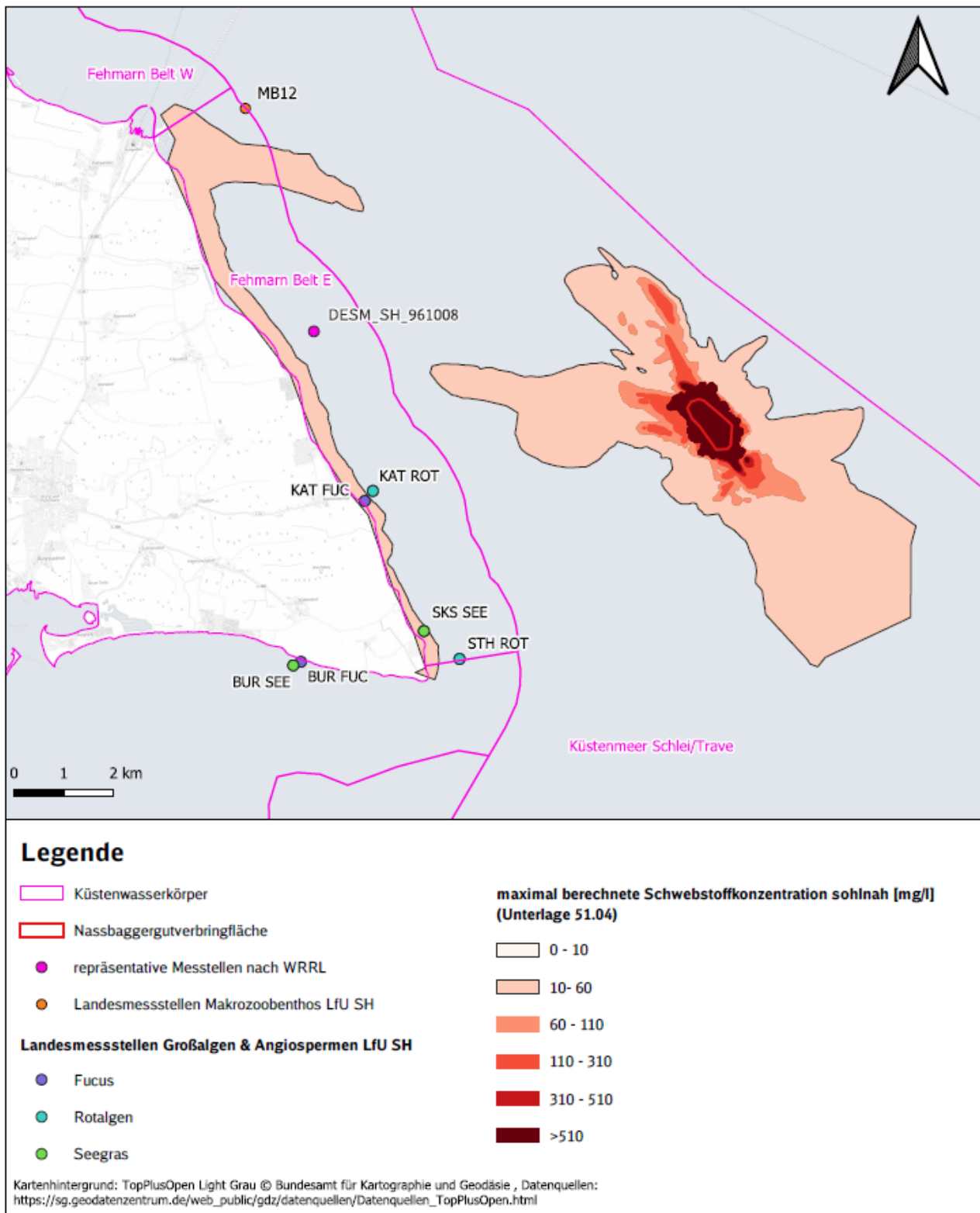
DESM\_SH\_961008 wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 1,22 mg/l während der gesamten Nassbaggergutverbringung erhöht (siehe Anlage 3 Abbildung 28). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,04 mg/l.

Die größten Erhöhungen können im sohnahen Bereich auftreten. Hier wurde an der Landesmessstelle SKS SEE im Süden des KWK Schwebstoffkonzentrationen bis zu maximal 20,83 mg/l modelliert. Die maximalen mittleren Schwebstoffkonzentrationen können sohnah 0,07 mg/l (MB12) bis 0,35 mg/l (SKS SEE) während der Nassbaggergutverbringung an den Beobachtungspunkten betragen. An der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 8,41 mg/l während der gesamten Nassbaggergutverbringung sohnah erhöht (siehe Anlage 3 Abbildung 28). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,09 mg/l.

Tiefengemittelt werden maximale Erhöhungen von 0,66 mg/l (MB12) bis 5,91 mg/l (SKS SEE) ermittelt. Im Mittel erfolgt eine Schwebstoffkonzentrationserhöhung von 0,03 mg/l (MB12) bis 0,12 mg/l (KAT FUC). An der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 wird die Schwebstoffkonzentration um maximal 1,74 mg/l während der gesamten Nassbaggergutverbringung erhöht (siehe Anlage 3 Abbildung 28). Die mittlere Erhöhung liegt bei 0,04 mg/l.

**Tabelle 134: Minimale, mittlere, maximale Schwebstoffkonzentrationen der Zeitreihen an den Beobachtungspunkten aus dem hydronumerischen Modell (Unterlage 51.04) im KWK Fehmarn Belt E**

Beobachtungspunkt		Schwebstoffkonzentration in mg/l			
		Oberflächennah	Mitte der Wassersäule	sohnah	tiefengemittelt
DESM_SH_961008	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,04	0,09	0,04
	MAX	0,58	1,22	8,41	1,74
KAT FUC	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,02	0,34	0,12
	MAX	0,38	0,55	13,19	5,02
KAT ROT	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,02	0,11	0,05
	MAX	0,35	0,52	6,36	2,67
SKS SEE	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,01	0,02	0,35	0,09
	MAX	0,24	0,45	20,83	5,91
MB12	MIN	0,00	0,00	0,00	0,00
	MITTEL	0,00	0,05	0,07	0,03
	MAX	0,17	0,81	7,53	0,66



**Abbildung 68:** Maximale berechnete Schwebstoffkonzentrationen in mg/l sohnah resultierend aus der Nassbaggeregutverbringung gemäß (Unterlage 51.04)

### **Sedimentation:**

Die durch die Verbringung freigesetzten Schwebstoffe lagern sich in Form von Sedimentation an der Gewässersohle ab. Aus dem hydronummerischen Modell (Unterlage 51.04) geht hervor, dass an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 und an den Landesmessstellen KAT FUC, KAT ROT, SKS SEE und MB12 über die gesamte Dauer der Nassbaggergutverbringung keine projektbedingten Sedimentationshöhen  $> 0,0001 \text{ m}$  ( $0,1 \text{ mm}$ ) auftreten. Die Sedimentation kann demnach als unerhebliche Veränderung eingestuft werden und hat keine Auswirkungen auf den KWK Fehmarnbelt E und wird für weitere Auswirkungsprognose nicht weiter betrachtet.

#### **5.4.1.1.5 WF Sauerstoffgehalt**

##### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

Die Auswirkungen der Verbringung des Baggergutes wurden über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.5 abgeschätzt. Bei der Verbringung wird bei der Einleitstelle (Verbringstandort) eine Erhöhung des CSB um  $0,05 \mu\text{g/l}$  berechnet. An der repräsentativen Messstelle steigt der berechnete CSB um  $0,0002 \mu\text{g/l}$ .

#### **5.4.1.1.6 WF Schadstoffgehalt**

##### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

Die Auswirkungen der Verbringung und der sich damit aus dem Sediment freisetzenden Schadstoffe wurden über Verdünnungsrechnungen nach Kapitel 2.2.3.5 abgeschätzt und in Tabelle 135 zusammengefasst.

Die berechneten Konzentrationen an der Einleitstelle (Verbringungsfläche) überschreiten die UQN lediglich bei dem Parameter Blei und die JD-UQN für den Parameter Nickel. Alle anderen ermittelten Konzentrationen liegen unterhalb der jeweiligen UQN. An der repräsentativen Messstelle wird keine Überschreitung der jeweiligen UQN nach Anlage 8 der OGewV berechnet. Es wurden zwar Konzentrationserhöhungen an den

repräsentativen Messstellen berechnet, diese sind jedoch mit Betrachtung der Messungenauigkeiten nach (FGSV, 2021) nicht messbar.

Die ermittelten Wirkradien bis zur Unterschreitung der Messbarkeit und der Unterschreitung der UQN (siehe Tabelle 135) von der Verbringstelle aus, erreichen den KWK Fehmarn Belt E nicht, sodass Beeinflussungen als unerheblich eingestuft werden können.

Auf eine weitere Betrachtung des WF in der Auswirkungsprognose wird daher verzichtet.

**Tabelle 135: Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggergutverbringung auf die Schadstofffreisetzung**

Parameter	Abk.	Einheit	Blei		Cadmium		Nickel		Quecksilber
			JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	ZHK
UQN		µg/l	1,3	14	0,2	1,5	8,6	34	0,07
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	0,585	0,691	<0,0015
Konzentration im Feststoff	CS	mg/kg	14,1	32	0,32	0,76	34	63	0,08
Konzentration im Wasser am Einleitpunkt	CR	µg/l	6,97	15,76	0,18	0,39	17,27	31,61	0,04
<b>resultierende Mischwasser-konzentration an der repräsentativen Messstelle</b>	<b>CM</b>	<b>µg/l</b>	<b>0,085</b>	<b>0,130</b>	<b>0,021</b>	<b>0,022</b>	<b>0,672</b>	<b>0,851</b>	<b>0,0010</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [5 %]		µg/l	0,115	0,75	0,03	0,095	1,015	2,391	0,00425
Radius bis Unterschreitung der Messbarkeit		m	4.275	935		258	2.018	781	500
Radius bis UQN unterschritten		m	269	95			135		

#### 5.4.1.1.7 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft

##### Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.4.1.1.2 bis 5.4.1.1.6) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Abhängig von dem Einfluss und der Stärke der bisher beschriebenen Wirkfaktoren fällt die Wirkung der Ausprägung der

aquatischen Lebensform aus. Die Änderung der aquatischen Lebensform hat entsprechend eine Auswirkung auf die Beurteilung dieser biologischen QK des jeweiligen KWK und kann zu einer Änderung dieser führen.

#### **5.4.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

##### **5.4.1.2.1 Biologische Qualitätskomponenten**

###### **5.4.1.2.1.1 Phytoplankton**

###### **5.4.1.2.1.1.1 WF Schwebstoffgehalt**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

In Bezug auf die repräsentative Messstelle DESM\_SH\_961008 (Zeitreihe siehe Anlage 3 Abbildung 28) liegen die mit der (Unterlage 51.04) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 8,4 mg/l an der Gewässersohle, bei maximal 1,2 mg/l in der Mitte der Wassersäule und bei 0,6 mg/l an der Gewässer-oberfläche. Der größte Beitrag zur Biomasse liefert die Gewässer-oberfläche, da dort die Lichtintensität am größten ist. Die Produktion der Biomasse des Chlorophylls ist von der Lichtintensität, Wärme und von dem Nährstoffangebot abhängig. An der repräsentativen Messstelle beträgt die Schwebstoffkonzentrationserhöhung an der Gewässer-oberfläche maximal 0,6 mg/l während der gesamten Verbringdauer von ca. 8 Monaten. Diese Schwebstoffkonzentrationserhöhungen befinden sich im natürlichen Schwankungsbereich der Schwebstoffkonzentrationen (vergleichend MS02 (FBQ) oberflächennah 2021 – 2024: 0,02 mg/l – 34,14 mg/l, (AEGIR, 2024)). Das Chlorophyll a ist demnach an solche Schwankungen angepasst, sodass die Auswirkungen hier als geringfügig eingestuft werden.

###### **5.4.1.2.1.1.2 WF Ausprägung der aquatischen Lebensform**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch den oben genannten WF Schwebstoffgehalt beeinflusst. Der WF zeigt geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter. Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Phytoplankton als geringfügig eingestuft werden.

**Tabelle 136: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Phytoplankton im KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>		
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	geringfügig	geringfügig
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	geringfügig

#### 5.4.1.2.1.2 Großalgen und Angiospermen

##### 5.4.1.2.1.2.1 WF Schwebstoffgehalt

##### Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe

In Bezug auf die repräsentative Messstelle DESM\_SH\_961008 liegen die mit der (Unterlage 51.04) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 8,4 mg/l an der Gewässersohle, bei maximal 1,2 mg/l in der Mitte der Wassersäule und bei 0,6 mg/l an der Gewässeroberfläche. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen an der Gewässersohle wird zu keinem Zeitpunkt überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 28). An der Landesmessstelle KAT ROT wird die Wirkschwelle ebenfalls zu keiner Zeit während der Nassbaggergutverbringung überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 30). Die Auswirkungen werden sowohl an der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961008 und der Landesmessstelle KAT ROT als unerheblich eingestuft. An den Landesmessstellen KAT FUC und SKS SEE werden sohnah die Wirkschwelle von 10 mg/l an mehreren zusammenhängenden Tagen (<7 Tage am Stück) in der 21. und 26. Woche der Nassbaggergutverbringung überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 29 und Abbildung 31). Die Auswirkungen auf die QK Großalgen und Angiospermen werden an diesen beiden Messstellen demnach als geringfügig eingestuft.

Temporäre zusätzliche Schwebstoffkonzentrationen von 10 mg/l - 60 mg/l können an mehreren zusammenhängenden Tagen (<7 Tage am Stück) auf einer Fläche von ca. 5,4 km<sup>2</sup> im Küstenbereich des Fehmarnbelt E auftreten (siehe Abbildung 68). Die Dauer von 7 zusammenhängenden Tagen wird aber nicht überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 28 bis Abbildung 32), sodass die Auswirkungen hier als geringfügig einzustufen sind.

#### 5.4.1.2.1.2.2 WF Sauerstoffgehalt

##### Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe

Während der Nassbaggertgutverbringung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.5 abgeschätzt. An der repräsentativen Messstelle nach WRRL steigt der berechnete CSB um 0,0002 µg/l. An den Landesmessstellen KAT ROT, KAT FUC und SKS SEE steigt der berechnete CSB um 0,0003 µg/l. Die Auswirkungen werden aufgrund der geringen Steigerung als geringfügig eingestuft.

#### 5.4.1.2.1.2.3 WF Ausprägung der aquatischen Lebensform

##### Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.4.1.2.1.2.1 und 5.4.1.2.1.2.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter.

Lokal begrenzt können ebenfalls Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 137). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft Großalgen und Angiospermen als geringfügig eingestuft werden.

**Tabelle 137: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK Großalgen und Angiospermen im KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
6	K – 1 Einbringung fester Stoffe		
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	repräsentative Messstelle / Kat ROT: unerheblich KAT FUC und SKS SEE: geringfügig	geringfügig
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	geringfügig
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	geringfügig

#### **5.4.1.2.1.3 Benthisch wirbellose Fauna**

##### **5.4.1.2.1.3.1 WF Schwebstoffgehalt**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

In Bezug auf die repräsentative Messstelle DESM\_SH\_961008 liegen die mit der (Unterlage 51.04) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 8,4 mg/l an der Gewässersohle, bei maximal 1,2 mg/l in der Mitte der Wassersäule und bei 0,6 mg/l an der Gewässeroberfläche. Die Wirkschwelle von 10 mg/l für eine Dauer von mehr als 7 Tagen an der Gewässersohle wird zu keinem Zeitpunkt an der repräsentativen Messstelle überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 28). An der Landesmessstelle MB12 liegen die mit der (Unterlage 51.04) berechneten Schwebstoffkonzentrationserhöhungen bei maximal 7,5 mg/l an der Gewässersohle, bei maximal 0,8 mg/l in der Mitte der Wassersäule und bei 0,17 mg/l an der Gewässeroberfläche. Auch hier wird die Wirkschwelle an keinem Zeitpunkt der Nassbaggergutverbringung überschritten. Die Auswirkungen auf die QK benthisch wirbellose Fauna werden hier demnach als unerheblich eingestuft.

Temporäre zusätzliche Schwebstoffkonzentrationen von 10 bis 60 mg/l können an mehreren zusammenhängenden Tagen (<7 Tage am Stück) auf einer Fläche von ca. 5,4 km<sup>2</sup> im Küstenbereich des Fehmarnbelt E auftreten (siehe Abbildung 68). Die Dauer von 7 zusammenhängenden Tagen wird aber nicht überschritten (siehe Anlage 3 Abbildung 28 bis Abbildung 32), sodass die Auswirkungen hier als geringfügig einzustufen sind.

##### **5.4.1.2.1.3.2 WF Sauerstoffgehalt**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Während der Nassbaggergutverbringung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.5 abgeschätzt. An der repräsentativen Messstelle nach WRRL und an der Landesmessstelle MB12 steigt der berechnete CSB um 0,0002 µg/l. Die Auswirkungen werden aufgrund der geringen Steigerung als geringfügig eingestuft.



#### **5.4.1.2.1.3.3 WF Ausprägung der aquatischen Lebensform**

##### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die Ausprägung der aquatischen Lebensform der benthisch wirbellosen Fauna wird durch die oben genannten WF (Kapitel 5.4.1.2.1.3.1 und 5.4.1.2.1.3.2) beeinflusst. Die oben genannten Wirkfaktoren zeigen unerhebliche bzw. geringfügige Veränderungen der einzelnen Parameter.

Lokal können ebenfalls geringfügige Veränderungen in sehr kleinen Bereichen des KWKs auftreten (siehe Tabelle 137). Insgesamt können die Auswirkungen der Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaft benthisch wirbellose Fauna als geringfügig eingestuft werden.

**Tabelle 138: Zusammenfassung der Bewertung der baubedingten Wirkfaktoren auf die biologische QK benthisch wirbellose Fauna im KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppe/ Wirkfaktoren baubedingt	Bewertung	
		An der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und für den gesamten KWK	Lokale Auswirkung
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>		
6.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich	geringfügig
6.4	Änderung Sauerstoffgehalt	geringfügig	geringfügig
6.6	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	geringfügig	geringfügig

#### **5.4.1.2.2 Unterstützende Qualitätskomponenten**

##### **5.4.1.2.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten**

Die Fläche des KWK Fehmarn Belt E ist nicht durch direkte Baumaßnahmen betroffen. Gemäß (Unterlage 51.02) finden Änderungen des Wasserstandes und der mittleren Strömungsgeschwindigkeit nicht außerhalb des Verbringungsgebietes im Küstenmeer Schlei/Trave statt. Die ab einer Mächtigkeit von 5 cm modellierten Ablagerungen beschränken sich dabei auf die potenzielle Verbringfläche und auf einen kleinen Bereich südöstlich der Fläche und erreichen den KWK Fehmarnbelt E nicht (Unterlage 51.04). Aufgrund dieser geringen Sedimentation sind Veränderungen der Tiefenvariation, der Meeresbodenstruktur und des Bodensubstrates auszuschließen. Auswirkungen auf die biologische QK aufgrund von hydromorphologischen Änderungen sind demnach ebenfalls auszuschließen.

#### **5.4.1.2.2.2 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten**

##### **5.4.1.2.2.2.1 Sauerstoffhaushalt**

###### **WF Sauerstoffhaushalt**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Während der Nassbaggergutverbringung werden sauerstoffzehrende Stoffe und Verbindungen (z.B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff), die bisher in den Sedimenten gebunden waren, in die Wassersäule freigesetzt. Die Auswirkungen der Nassbaggerung wurde über Verdünnungsrechnungen des CSB nach Kap. 2.2.3.5 abgeschätzt. An der repräsentativen Messstelle nach WRRL steigt der berechnete CSB um 0,0002 µg/l. An den Landesmessstellen KAT ROT, KAT FUC und SKS SEE steigt der berechnete CSB um 0,0003 µg/l. Die Auswirkungen werden aufgrund der geringen Steigerung als geringfügig eingestuft.

Die biologische QK Phytoplankton hat keine Sensitivität gegenüber diesem WF und wird somit nicht beeinflusst (Anhang C6 (MEKUN, 2024)). Die Auswirkungen auf die biologischen QK Großalgen und Angiospermen und benthisch wirbellose Fauna werden ebenfalls als geringfügig eingestuft.

##### **5.4.1.2.2.2.2 Stickstoffverbindungen**

###### **WF Nährstoffverhältnisse**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Der Wirkfaktor wurde Kapitel 5.4.1.1.3 als unerheblich für den KWK Fehmarn Belt E eingestuft. Auswirkungen auf die biologischen QK können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

##### **5.4.1.2.2.2.3 Phosphorverbindungen**

###### **WF Nährstoffverhältnisse**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Der Wirkfaktor wurde Kapitel 5.4.1.1.3 als unerheblich für den KWK Fehmarn Belt E eingestuft. Auswirkungen auf die biologischen QK können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.4.1.2.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe**

##### **WF Schadstoffverhältnisse**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Die sich bei der Sedimentation absetzenden Schwebstoffe, die durch die Nassbaggergutverbringung freigesetzt worden sind, können keine höheren Schadstoffkonzentrationen im Sediment haben als die in Tabelle 42 (Ergebnisse Untersuchungen (Unterlage 41.29)) angegeben. Die analysierten Schadstoffgehalte im Sediment liegen deutlich unterhalb ihrer JD-UQN nach Anlage 6 der OGewV, daher ist eine Konzentration oberhalb der jeweiligen UQN in den sich absetzten Schwebstoffen ausgeschlossen. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen auf die biologischen QK können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

Alle weiteren nach Anlage 6 der OGewV untersuchten flussgebietsspezifischen Schadstoffen konnten in den Sedimenten im Bereich der geplanten Tunneltrasse nicht nachgewiesen werden, daher wird eine Lösung dieser aus den freigesetzten Schwebstoffen bei der Nassbaggergutverbringung ausgeschlossen. Die Auswirkungen werden als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen auf die biologischen QK können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

#### **5.4.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

##### **WF Schadstoffgehalt**

###### **Fallgruppe K-1 Einbringen fester Stoffe**

Der WF wurde in Kapitel 5.4.1.1.6 als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand können demnach ebenfalls als unerheblich eingestuft werden.

## **5.4.2 Anlagenbedingte Auswirkungen**

### **5.4.2.1 Zusammenfassung der anlagenbedingten Projektwirkungen**

#### **5.4.2.1.1 Methodik der Bewertung von potenziellen anlagenbedingten Auswirkungen**

In Tabelle 139 wurden die anlagebedingten Wirkfaktoren der einzelnen Fallgruppen für den KWK Fehmarn Belt E zusammengefasst. Diese werden bei der nachstehenden Auswirkungsprognose für den ökologischen und chemischen Zustand des KWK erläutert und bewertet. Die einzelnen Wirkfaktoren werden in Bezug auf ihre Wirkung auf den KWK Fehmarn Belt E beschrieben. Dabei wird zunächst überprüft, ob die WF einen Einfluss auf die biologischen QK und den chemischen Zustand des KWK haben. Des Weiteren wird überprüft, ob die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten Auswirkungen auf die „eigentlichen“ biologischen QK haben.

**Tabelle 139: Zusammenfassung anlagenbedingter Wirkfaktoren und deren potentieller Wirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren	Möglicher Wirkzusammenhang im KWK						
		Ökologischer Zustand					Chemischer Zustand (UQN)	
		Benthisch wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)	Weitere aquatische Flora (Großalgen o. Angiospermen)	Phytoplankton	Hydromorphologische QK	Allgemein physikalisch- chemische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe (UQN)	
<b>1</b>	<b>G- 3 Gewässerausbau (inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>							
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	x	x		x	x		
1.2	Änderung Seegang o. Exposition	x	x		x	x		
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	x	x		x	x		
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	x	x	x	x	x		
1.10	Änderung Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften	x	x	x				

#### **5.4.2.1.2 WF Wasserspiegellage / Tidenhub**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Beschreibung siehe Kapitel 3.4.3.1.1.

Die Auswirkungen auf den Wasserstand beschränken sich auf den Bereich der Verbringfläche und treten nur bei starken Windereignissen auf (Unterlage 51.04). Auswirkungen auf den KWK Fehmarn Belt E können demnach ausgeschlossen werden und werden in der weiteren Auswirkungsprognose vernachlässigt.

#### **5.4.2.1.3 WF Seegang o. Exposition**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Durch die Nassbaggergutverbringung verringert sich die ursprüngliche Sohlhöhe um maximal 6,7 m, liegt aber immer noch in einer Tiefe von -16,8 m. Aufgrund der geschaffenen Erhöhung kommt es zu einer geringfügigen, aber messtechnisch schwer nachweisbaren Wellenerhöhung (Siehe Kapitel 3.4.3.1.2, (DMT, 2025)). Die Auswirkungen können im KWK Fehmarn Belt E demnach als unerheblich eingestuft werden und bei der weiteren Betrachtung der Auswirkungen vernachlässigt werden.

#### **5.4.2.1.4 WF Strömungsgeschwindigkeit**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung (Ablagerungskörper)

##### **Durchfluss:**

Gemäß (Unterlage 51.04) zeigt sich eine Verringerung des mittleren Durchflusses im Fehmarnbelt ( $-9,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) für westwärts gerichtete Strömungen. Die Durchflussmengen erhöhen sich bei ostwärts gerichteter Strömung im Fehmarnbelt ( $+11,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in einer vergleichbaren Größenordnung. Die prozentuale Änderung beträgt damit im Fehmarnbelt weniger als  $-0,01 \%$  bzw.  $+0,01 \%$  und wird durch Messungen nicht nachweisbar sein (Unterlage 51.04). Die Auswirkungen können im KWK Fehmarn Belt E demnach als unerheblich eingestuft werden und bei der weiteren Betrachtung der Auswirkungen vernachlässigt werden.

### **Strömungsgeschwindigkeit:**

Die größten mittleren Änderungen ergeben sich im Bereich der Verbringungsfläche. Außerhalb der Verbringungsfläche liegen die Änderungen in einem vernachlässigbaren Bereich. Auch an der repräsentativen Messstelle der Küstenwasserkörper Fehmarnbelt E gibt es keine relevanten Änderungen der tiefengemittelten mittleren Strömungsgeschwindigkeit durch den Zustand nach Abschluss der Verbringung (Unterlage 51.04). Die Auswirkungen können im KWK Fehmarn Belt E demnach als unerheblich eingestuft und bei der weiteren Betrachtung der Auswirkungen vernachlässigt werden.

#### **5.4.2.1.5 WF Schwebstoffgehalt**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Beschreibung siehe Kapitel 3.4.3.1.6.

Aufgrund der geringen Verfügbarkeit von lösbarem Material wird von keiner Beeinflussung der Schwebstoffkonzentration außerhalb des Nahbereiches des Ablagerungskörpers ausgegangen (Unterlage 51.04). Der KWK Fehmarn Belt E ist demnach nicht von einer Erhöhung des Schwebstoffgehaltes betroffen, da sich der Ablagerungskörper im Küstenmeer Schlei/ Trave befindet. Auswirkungen des WF Schwebstoffgehalt können demnach ausgeschlossen werden.

#### **5.4.2.1.6 WF Ausprägung der aquatischen Lebensgemeinschaften**

##### **Fallgruppe G-3 Gewässerausbau**

Bzgl. der Änderung der aquatischen Lebensgemeinschaft werden die QK Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie die Makrozoobenthos betrachtet. Alle oben aufgeführten Wirkfaktoren (Kapitel 5.4.2.1.2 bis 5.4.2.1.5) können sich auf einige oder alle oben genannten biologischen QK auswirken. Die Wirkfaktoren wurden alle als unerheblich eingestuft, sodass der WF Ausprägung der aquatischen Lebensform ebenfalls als unerheblich eingestuft werden kann.

#### **5.4.2.2 Anlagebedingte Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des KWK**

Die unter Kapitel 5.4.2.1 beschriebenen Wirkfaktoren wurden als unerheblich eingestuft. Die Auswirkungen auf den ökologischen Zustand können demnach auch als unerheblich eingestuft werden und es bedarf keiner

gesonderten Betrachtung der einzelnen Bestandteile/ Parameter zur Beurteilung des ökologischen Zustandes.

#### **5.4.2.3 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

Die unter Kapitel 5.4.2.1 beschriebenen Wirkfaktoren haben keine Auswirkungen auf den chemischen Zustand, sodass eine Veränderung aufgrund dieser ausgeschlossen werden kann.

#### **5.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen**

Im KWK Fehmarn Belt E sind Auswirkungen des Betriebs von Anlagen aus dem Fehmarn Sund W ausgeschlossen, da deren nur unerheblich und geringfügige Auswirkungen sich jeweils auf das unmittelbare Umfeld innerhalb des KWK beschränken. Auch Auswirkungen des Betriebs der Anlage des Verbringungskörpers können aufgrund der Lage im Küstenmeer Schlei/Trave und der damit verbundenen Entfernung zum KWK Fehmarn Belt E ausgeschlossen werden.

#### **5.4.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren bezogen auf die Fallgruppe**

##### **5.4.4.1 Baubedingte Wirkfaktoren**

Wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, kommt es durch das Bauvorhaben zu verschiedenen Beeinflussungen, die als baubedingte Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 140 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurden die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren der Tabelle 136, Tabelle 137, Tabelle 138 sowie des Kapitels 5.4.1.3 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 140 eine abschließende Gesamtbewertung für die einzelnen Komponenten des ökologischen Zustandes sowie für den chemischen Zustand an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten KWK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen. Für den ökologischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle/ Landesmessstellen und den gesamte KWK geringfügig. Lokale Auswirkungen auf den ökologischen Zustand sind ebenfalls geringfügig. Die Auswirkungen auf den chemischen Zustand sind unerheblich.

Der ökologische Zustand befindet sich gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) in einem mäßigen Zustand und der chemische Zustand wird als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 140 aufgeführten lokal



geringfügigen Veränderungen stellen ebenso wie die unerheblichen und die geringfügigen Veränderungen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 140: Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des KWK Fehmarn Belt E**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baube- dingt	Ökologischer Zustand						chemischer Zustand	
		Benthisch wirbellose Fauna		Großalgen und Angiospermen		Phytoplankton			
		repräsentative Messstelle/Lan- desmessstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle/ Lan- desmessstellen und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und ge- samter KWK	Lokale Auswir- kungen	repräsentative Messstelle und gesamter KWK	Lokale Auswir- kungen
6	K – 1 Einbringung fes- ter Stoffe	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	unerheblich	unerheblich
	Gesamtbewertung	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	geringfügig	unerheblich	unerheblich

#### **5.4.4.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren**

Wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden.

Gemäß Kapitel 5.4.2 können die Auswirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand als unerheblich eingestuft werden.

Die unerheblichen Veränderungen stellen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

#### **5.4.4.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren**

Wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Für den KWK Fehmarn Belt E konnten keine betriebsbedingten Wirkfaktoren ermittelt werden. Betriebsbedingte Auswirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand können demnach ausgeschlossen werden.

## **5.5 Küstenwasserkörper Fehmarn Sund Ost**

Nach Bewertung der Auswirkungen auf die angrenzenden, zwischen dem Vorhaben und dem Küstenwasserkörper Fehmarn Sund Ost liegenden Küstenwasserkörper Fehmarn Sund E (Einleitungen) und Küstenmeer Schlei/Trave (Baggergutverbringung) können baubedingte, anlagenbedingte und betriebsbedingte Auswirkungen auf den Küstenwasserkörper Fehmarn Sund Ost aufgrund seiner entfernten Lage ausgeschlossen werden. Die Modellierungen und Berechnungen der Auswirkungen in den betroffenen KWK Fehmarn Sund W, Fehmarn Sund E, Orther Bucht, Fehmarn Belt E sowie des Küstenmeers Schlei Trave zeigten, dass aufgrund der Strömungsverhältnisse und der ermittelten Wirkradien eine Beeinflussung in Richtung des Küstenwasserkörpers Fehmarn Sund Ost weder für die BQK noch für die chemische Gewässergüte gegeben ist.

## **5.6 Küstenmeer Schlei/ Trave**

### **5.6.1 Baubedingte Auswirkungen auf den KWK**

#### **5.6.1.1 Baudingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand des KWK**

##### **WF Schadstoffgehalt**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- M12: Nassbaggergutverbringung

Hoheitsgewässer sind gemäß Art. 2 1. Wasserrahmenrichtlinie ausnahmsweise im Hinblick auf den chemischen Zustand in dem Begriff "Oberflächengewässer" eingeschlossen. Angaben zu "Gewässertyp", "Signifikante Belastungen" und "Auswirkungen der Belastungen" sowie zur „Ökologie“ sind für die elektronische Berichterstattung nicht relevant. Insofern erfolgt für das Küstenmeer Schlei/Trave eine Bewertung der Änderungen des chemischen Zustandes.

Das Küstenmeer weist eine Überschreitung der UQN für Quecksilber und Quecksilberverbindungen, wie auch BDE und PFOS auf (BfG, 2022 und MELUND, 2021b). Jede messbare Konzentrationserhöhung an einer repräsentativen Messstelle dieser Stoffe und Stoffverbindungen führt zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands.

Im Rahmen des geplanten Bauvorhabens ist kein Eintrag dieser Stoffe vorgesehen. Eine Verschlechterung aufgrund dieser ubiquitären Stoffe kann ausgeschlossen werden.

Die in der geotechnischen Voruntersuchung gewonnenen Sedimentproben des im Küstenmeer Schlei/ Trave zu verbringenden Aushubs der geplanten Tunneltrasse weisen keine erhöhten Nährstoffgehalte oder sauerstoffzehrenden Eigenschaften auf. Die Schadstoffgehalte entsprechen auch der GÜBAK R1- Norm (Unterlage 41.29).

Ungeachtet dessen wurden ergänzende Berechnungen zu den Auswirkungen der Verbringung des Baggergutes auf den chemischen Zustand des Küstenmeers durchgeführt. Die Auswirkungen der Verbringung und der sich damit aus dem Sediment freisetzenden Schadstoffe wurden über Verdünnungsrechnungen nach Kapitel 2.2.3.5 abgeschätzt und in Tabelle 141 zusammengefasst.

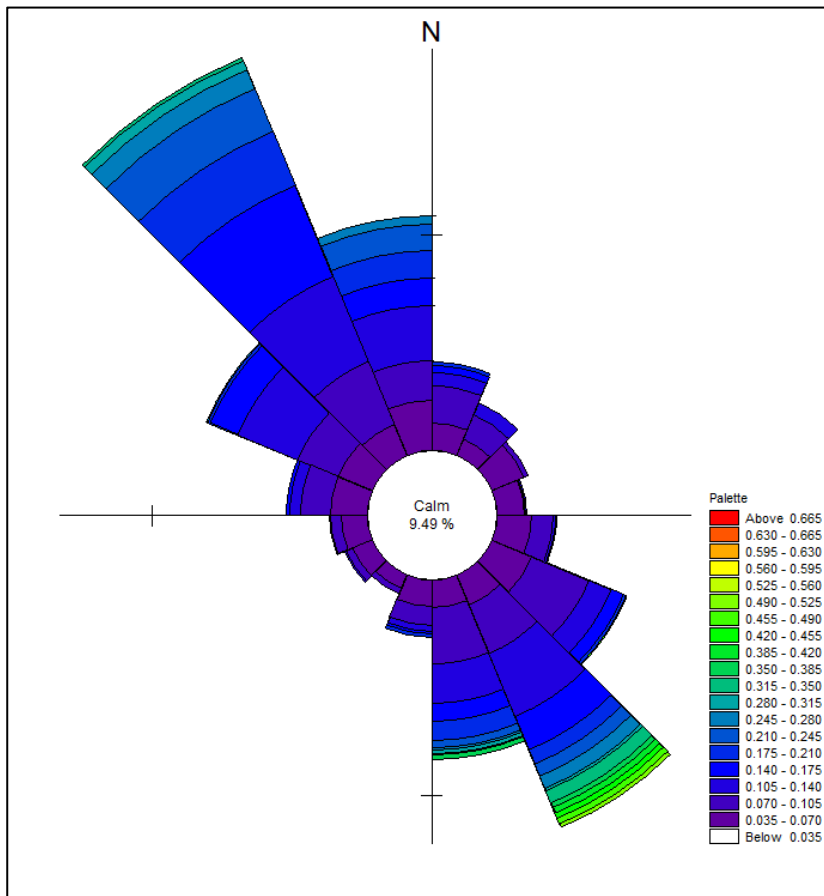
Am Einleitort (Verbringungsfläche) können für alle Parameter messbare Konzentrationserhöhungen berechnet werden. Die berechneten Konzentrationen der Parameter Blei und Nickel überschreiten dabei ihre jeweiligen UQN. Aufgrund der lokalen und temporären Eingrenzbarkeit werden die lokalen Konzentrationserhöhungen als lokal begrenzt eingestuft.

An der repräsentativen Messstelle DESM\_SH\_961014 werden weder Überschreitung der jeweiligen UQN nach Anlage 8 der OGewV noch messbare Konzentrationsanstiege berechnet (siehe Tabelle 141). Die Auswirkungen werden hier als unerheblich eingestuft.

**Tabelle 141: Zusammenfassung Berechnungsergebnisse der Auswirkungen der Nassbaggergutverbringung auf die Schadstofffreisetzung**

Parameter	Abk.	Einheit	Blei		Cadmium		Nickel		Quecksilber
			JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	ZHK
JD-UQN		µg/l	1,3	14	0,2	1,5	8,6	34	0,07
Ausgangskonzentration KWK µg/l	CA	µg/l	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	0,585	0,691	<0,0015
Konzentration im Feststoff	CS	mg/kg	14,1	32	0,32	0,76	34	63	0,08
<b>Konzentration im Wasser am Einleitpunkt</b>	<b>CR</b>	<b>µg/l</b>	<b>6,97</b>	<b>15,76</b>	<b>0,18</b>	<b>0,39</b>	<b>17,27</b>	<b>31,61</b>	<b>0,04</b>
resultierende Mischwasserkonzentration an der repräsentativen Messstelle	CM	µg/l	<b>0,069</b>	<b>0,092</b>	<b>0,02</b>	<b>0,021</b>	<b>0,631</b>	<b>0,776</b>	<b>0,001</b>
Messbarkeitsgrenze nach (FGSV, 2021) [5 %]		µg/l	0,115	0,75	0,03	0,095	1,015	2,391	0,00425
Radius bis Unterschreitung der Messbarkeit		m	4.275	935		258	2.018	781	500
Radius bis UQN unterschritten		m	269	95			135		

Wie dem im hydropnumerischen Modell berechneten Strömungsdiagramm der Verbringungsfläche (Abbildung 69) zu entnehmen ist, sind die Hauptströmungsrichtungen nach NW und SO gerichtet. Keine der repräsentativen Messstellen liegt in den Hauptströmungsrichtungen. In den der Bewertung der Beeinflussung von DESM\_SH\_96\_1008 zu Grund liegenden Berechnungen wurde dennoch der kürzeste Abstand zu den Messstellen angesetzt, auch wenn dieser in Widerspruch zu den Strömungsrichtungen steht.



**Abbildung 69:** Strömungsdiagramm im Bereich der Verbringungsfläche mit Strömungsgeschwindigkeiten in m/s und resultierenden Hauptströmungsrichtungen nach NW und SO

### 5.6.2 Anlagenbedingte Auswirkungen

Anlagenbedingt treten keine Wirkfaktoren auf, die sich auf den chemischen Zustand des Küstenmeers Schlei/Trave auswirken können. Anlagenbedingte Auswirkungen der Baumaßnahme können demnach ausgeschlossen werden.

### **5.6.3      Betriebsbedingte Auswirkungen**

Im Küstenmeer Schlei/ Trave sind Auswirkungen des Betriebs von Anlagen aus dem Fehmarn Sund W (Einleitungen) ausgeschlossen.

## 5.6.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren

### 5.6.4.1 Baubedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, kommt es durch das Bauvorhaben zu verschiedenen Beeinflussungen, die als baubedingte Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 142 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Fallgruppen auf den gesamten Küstenwasserkörper wieder. Hierfür wurden die einzelnen Bewertungen der Wirkfaktoren des Kapitels 5.6.1.1 auf die einzelne Fallgruppe bezogen zusammengefasst. Dabei war jeweils die ungünstigste Bewertung des einzelnen WF ausschlaggebend für die Bewertung der Fallgruppe. Anschließend wurde in der letzten Spalte der Tabelle 142 eine abschließende Gesamtbewertung des chemischen Zustandes an der repräsentativen Messstelle/ Landesmessstelle und den gesamten WK sowie für die lokalen Auswirkungen vorgenommen.

Für den chemischen Zustand sind die Auswirkungen an den repräsentativen Messstelle und den gesamte KWK unerheblich. Auswirkungen auf den chemischen Zustand sind lokal begrenzt.

Der chemische Zustand wird gemäß des Wasserkörpersteckbriefes (MELUND, 2021a) als nicht gut eingestuft. Die in Tabelle 142 aufgeführten lokal begrenzten Veränderungen stellen keine Verschlechterung im Sinne des wasserrechtlichen Verschlechterungsverbotes dar.

**Tabelle 142: Zusammenfassung der baubedingten Auswirkungen der einzelnen Fallgruppen auf den ökologischen und chemischen Zustand des Küstenmeer Schlei/ Trave**

ID	Fallgruppen / Wirkfaktoren baubedingt	chemischer Zustand	
		repräsentative Messstelle und gesamter WK	Lokale Auswirkungen
6	K – 1 Einbringung fester Stoffe	unerheblich	lokal begrenzt
	<b>Gesamtbewertung</b>	<b>unerheblich</b>	<b>lokal begrenzt</b>

### 5.6.4.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Die Anlage des Absenktunnels führt zu keinen Wirkungen in dem Küstenmeer Schlei / Trave. Eine Beeinflussung findet allein durch die bauzeitliche Verbringung des Baggergutes aus dem Absenktunnel statt.



#### **5.6.4.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren**

Wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden.

Der Betrieb des Absenktunnels führt zu keinen Wirkungen in dem Küstenmeer Schlei / Trave.

### **5.7 Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben**

#### **5.7.1 Baubedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

##### **5.7.1.1 Baubedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

###### **5.7.1.1.1 WF Wasserspiegellage**

Während der Bauphase werden für verschiedenen Bauwerke (Trog in offener Bauweise, Trog mit Schlitzwand, und für das Trockendock) Baugruben ausgehoben und Wasserhaltungen durchgeführt. Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

Das gehobene Wasser wird anschließend der bauzeitlichen Entwässerung zugeführt und in den Fehmarnsund eingeleitet. In Tabelle 143 sind die gemäß (Unterlage 27.02) berechneten Wassermengen für die Baugruben des Festlandes dargestellt. Die während der Bauzeit von ca. 4,24 Jahren zu hebende Grundwassermenge beträgt max. ca. 2,7 Mio. m<sup>3</sup>/a, was einem Anteil von ca. 1,88 % der mittleren Grundwasserneubildung des gesamten GWK pro Jahr entspricht. Somit übersteigt die Grundwasserentnahme nicht die langfristige mittlere Grundwasseranreicherung des GWK, sondern macht nur einen sehr geringen Anteil derer aus. Die baubedingte Versiegelung beträgt ca. 240.000 m<sup>2</sup>. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Baugruben entfallen lediglich 0,03 % der Grundwasserneubildung aufgrund bauzeitlicher Beeinflussung. Die Auswirkungen auf den WF Wasserspiegellage und somit den mengenmäßigen Zustand des Grundwasserkörpers werden als geringfügig eingestuft.

**Tabelle 143: Anteil der Grundwasserentnahme und baubedingten Versiegelung an der Grundwasserneubildung**

Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Fläche des GWK	AGWK	km <sup>2</sup>	1.221,00
Grundwasserentnahme im Rahmen des Vorhabens	Q	m <sup>3</sup> /d	2.700.000,00
Grundwasserneubildung	GWN	mm/a	117,00
Grundwasserneubildung	GWN	m <sup>3</sup> /a	143.359.000,00
Anteil Grundwasserentnahme an Grundwasserneubildung		%	1,88
Fläche der Versiegelung Bauzeit	AVB	m <sup>2</sup>	240.000,00
Wegfall Grundwasserneubildung aus Versiegelung		m <sup>3</sup> /a	28.080,00
Wegfall Grundwasserneubildung aus Baugruben		m <sup>3</sup> /a	19.154,85
Verringerte Grundwasserneubildung		m <sup>3</sup> /a	143.339.845,15
Anteil der Verringerung der Grundwasserneubildung		%	0,03

<sup>1)</sup> Gemäß Unterlage 27.02

<sup>2)</sup> Gemäß (LLUR, 2021a)

In Tabelle 144 sind die Eigenschaften der Wasserhaltungen in Bezug auf deren Absenkungen und Reichweiten dargestellt. Gemäß (Unterlage 27.02) ist für einen Bereich der geböschten Baugrube in offener Bauweise (Bau-km 171,5+47 -171,7+20) keine Grundwasserabsenkung nötig. Für den anderen Bereich der Baugrube (Bau-km 171,7+20 - 171,8+99) wurde aufgrund der Gestaltung mit Trögen ebenfalls keine Absenkung im Umfeld ausgewiesen.

**Tabelle 144: Eigenschaften und Berechnungsergebnisse der Baugruben im Bereich des GWK Kossau/ Oldenburger Graben gemäß (Unterlage 27.02)**

	Großenbrode offene Bauweise	Großenbrode Trog mit Schlitzwand	Großenbrode Trockendock
von – bis Bau-km	171,5+47 -171,8+99	171,8+99 - 172,2+03	172,2+03 - 172,9+17
Fläche Baugrube [m <sup>2</sup> ]	10.560	9.759	142.780
Breite Baugrube [m]	30	30	200
Länge Baugrube [m]	352	325,3	713,9
bauzeitlicher Bemessungswasserstand [m NHN]	GOK (4,33)	1,2	1,5
Absenkziel [m NHN]	-1,75	-3,95	-13,5
Absenktiefe in [m]	6,08	5,15	15
Reichweite der Absenkung nach Sichardt [m]	-	-	-



#### **5.7.1.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

So Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Auswirkungen auf die Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers stattfinden, sind ihre Wirkungen im Vergleich zu den Auswirkungen des sukzessiv errichteten Bauwerks vernachlässigbar. Die Bohrpfähle bilden aufgrund ihres geringen Durchmessers kein relevantes Strömungshindernis in den grundwasserführenden Schichten.

Der Einbau von Bauwerken wie Trogelemente und Tunnelportale wie auch Bauwerksgründungen können lokal eine Barrierewirkung haben, die sukzessive in der Bauphase zunimmt und auch für die Anlage wirkt. Es gibt im Vorhaben nur Baubehelfe (Spundwände, Pfähle, etc.), die anschließend auch für die Anlage wirksam sind. Mit (Unterlage 27.02) wurden die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasserströmung untersucht. Hierfür wurde die Grundwasserströmungsverhältnisse mit dem Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis berechnet. Das Berechnungsergebnis für die Grundwasserströmungsverhältnisse auf dem Festland mit dem Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis zeigt, dass es anstromseitig primär im Südwesten des Bauwerkes (Trogbauwerk) zum Aufstau kommt, wodurch sich der natürliche Grundwasserspiegel im nördlichen Bereich um ca. 2 cm und im südlichen Areal um ca. 3 cm erhöht. Dies bewirkt eine Verschiebung der Isohypsen von ca. 200 m in Richtung Süden. Der Aufstau des Grundwassers befindet sich dabei innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Grundwassers (Vergleich, siehe Ganglinien in PFU 41.02). Abstromseitig (im Südosten) ist eine Absenkung von bis zu ca. 5 cm vor allem im Bereich des Trogbauwerkes zu verzeichnen, was ebenfalls innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Grundwassers (Vergleich, siehe Ganglinien in Unterlage 41.02) liegt. Die Auswirkungen der Absenkungen erstrecken sich über die gesamte Länge des Trogbauwerkes bis hin zum Trockendock, wo etwa noch 500 m des Teilbauwerks betroffen sind. Im südwestlichen Flankenbereich des Bauwerkes (südlicher Teil des Trogbauwerkes) ist ein erhöhtes hydraulisches Gefälle zu verzeichnen, welches zur Umströmung des Bauwerkes führt. Im südöstlichen Flankenbereich des Bauwerkes flacht das hydraulische Gefälle ab.

Die generelle Grundwasserfließrichtung wird durch die Baumaßnahme nicht geändert. Grundwasseraufstau und -absenkung treten nur im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme auf. Diese Modellierung betrachtet die größten möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch das fertige Bauwerk. Gemäß (Unterlage

27.02) sind für den bauzeitlichen Zustand keine größeren Auswirkungen zu erwarten. Die Auswirkungen werden als geringfügig eingestuft.

#### **5.7.1.2 Baubedingte Einwirkungen auf den chemischen Zustand**

##### **WF Schadstoffgehalt/ Nährstoffverhältnisse**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L9: Bauwerk TOG
- L12: Errichtung und Betrieb Bodenlagerflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L16: Versickerung von Spülwassern
- L18: Entwässerung von Baustraßen

##### **Baugrundverbesserungen**

Als Baugrundverbesserungen in den Einschnitten und unter den Trögen und Tunnelportalen wird Kalkung vorgesehen. Damit erhöht sich der pH-Wert und die Mobilität anorganischer Stoffe sinkt tendenziell. Die mögliche Erhöhung von Ca- und  $\text{HCO}_3^-$  Konzentrationen beschränkt sich auf das unmittelbare Umfeld der Bodenverbesserung und hat potenziell keine negativen Auswirkungen auf den Grundwasserchemismus. Die Bohrpfähle bestehen aus inertem Material.

##### **Baelemente und Baustoffe**

Der Einbau von Bauwerken wie Trogelemente und Tunnelportale wie auch Bauwerksgründungen und Schlitzwände können sehr lokal zu einer chemischen Beeinflussung des Grundwassers führen. Eine chemische Auswirkung auf den Grundwasserkörper sowie auf repräsentative Messstellen ist jedoch auszuschließen. Baustoffe werden aus natürlichen, in der Regel ortsnahen Quellen (Sand und Kies aus der Spülung des laut GÜBAK-Klassifizierung unbelasteten Baggergutes) verwendet. Wasserbausteine bestehen ebenfalls aus inertem Material. Ansonsten gelten die Vorschriften der (EBV,2021). Auswirkungen auf das Grundwasser sind somit ausschließbar.

### Bodenlagerflächen

Der ortsnah beim Aushub gewonnene Boden wird auf den Bodenlagerflächen gelagert. Der Boden kann aufgrund der Ostsee- Exposition erhöhte Cl- und SO<sub>4</sub>- Gehalte aufweisen, die jedoch auch im Ausgangszustand sich aufgrund der Ortsnähe auf das Grundwasser auswirken. Zusätzliche Auswirkungen auf das Grundwasser sind somit ausschließbar.

### Grabenversickerung

Das aus den Wasserhaltungen der bauzeitlichen Entwässerung sowie das gesammelte anfallende Niederschlagwasser aus den Baugruben des Troges (offene Bauweise und geschlossene Bauweise mit Schlitzwänden) wird der bauzeitlichen Entwässerung zugeführt. Die Einleitung in den Einleitstellen Gr4 und Gr5 erfolgt direkt in den Fehmarnsund über Rohrleitungen. Das Wasser zu den Einleitstellen im Fehmarnsund Gr1, Gr2, Gr3 und Gr6 wird über Gräben zu diesen Einleitstellen in den Fehmarnsund eingeleitet.

Während des Fließens zur Einleitstelle versickert ein Teil des abgeleiteten Wassers über das Gewässerbett der Gräben und gelangt ins Grundwasser.

Der stoffliche Eintrag wurde nach den Formeln (15) bis (17) abgeschätzt. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 145 dargestellt:

**Tabelle 145: Abschätzung des Stoffeintrages über die Grabenversickerung auf den GWK Kossau/Oldenburger Graben**

			Cl	oPO <sub>4</sub> -P	N	Zn	PCB 138
Parameter	Symbol	Einheit					
Länge Gräben mit Anschluss an die Entwässerung	L	m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Grabenbreite	b	m	1	1	1	1	1
Abflusswirksame Fläche für Einleitungen	AE	m <sup>2</sup>	4000	4000	4000	4000	4000
Durchlässigkeitsbeiwert Grabensohle	k <sub>f</sub>	m/s	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-07
Gradient, vertikale Versickerung	I	-	1	1	1	1	1
Konzentration des eingetragenen Stoffes	C	mg/l	117	0,5	0,5	0,42	2,90E-06
Stoffeintrag	M <sub>v</sub>	kg	1,48E+03	6,31E+00	6,31E+00	5,30E+00	3,66E-05
Fracht der Einleitung	BRW	mg/a	1,48E+09	6,31E+06	6,31E+06	5,30E+06	3,66E+01
Konzentration im GWK (Ausgangszustand)	c <sub>v</sub>	mg/l	150,00	0,02	0,80	0,0023	0,00
GWN 0,2 Fläche	V	m <sup>3</sup>	2,87E+07	2,87E+07	2,87E+07	2,87E+07	2,87E+07
Eintrag auf 0,2 Fläche mit GWN	M	mg/a	4,30E+12	6,25E+08	2,29E+10	6,59E+06	0,00E+00

			Cl	oPO <sub>4</sub> -P	N	Zn	PCB 138
<b>Gesamteintrag</b>	Mg	mg/a	4,30E+12	6,31E+08	2,29E+10	1,19E+07	3,66E+01
<b>Mischungskonzentration GWK</b>	CMisch	mg/l	150,05	0,02	0,80	0,00	0,00
<b>Erhöhung um</b>	dC	mg/l	5,15E-02	2,20E-04	2,20E-04	1,85E-04	1,28E-09
<b>Messunsicherheit</b>		mg/l	7,50E+00	3,27E-03	2,40E-01	1,15E-05	5,80E-07
<b>Messbarkeit</b>			FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH
<b>SW GrwV</b>	SW	mg/l	2,50E+02	5,00E-01	5,00E+01		
<b>GFS LAWA</b>	GFS	mg/l				6,00E+01	5,00E-04
<b>Überschreitung Prüfwerte</b>			FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Es wurden Chlorid (Cl) aus Tausalz, Ortho-Phosphat (oP<sub>4</sub>-P) und Stickstoff (N) als relevante Nährstoffe betrachtet und die ermittelten Mischungskonzentrationen mit den Messbarkeiten nach (MEKUN, 2024) sowie mit den Schwellenwerten der GrwV abgeglichen. Während für Ortho-Phosphat und Stickstoff die Konzentrationen der mittleren Belastungen für Straßenabflüsse aus Tabelle 1 genutzt werden konnten, wurde für Chlorid eine mittlere Konzentration aus der Tausalz-Nutzung und der Niederschlagsmenge, sowie der angeschlossenen Verkehrsfläche ermittelt. Im Ergebnis werden nur äußerst geringe, nicht messbare Konzentrationsanstiege ermittelt. Schwellenwerte der Grundwasserverordnung werden nicht erreicht. Für den Eintrag von Metallen wurde Zink mit der höchsten Konzentration im abfließenden Straßen- und Gleiswasser nach Tabelle 2 betrachtet. Der berechnete, sehr geringe Konzentrationsanstieg ist messbar. Für Zink liegen keine Schwellenwerte der GrwV vor. Es wurden hilfsweise die GFS der LAWA herangezogen. Der GFS für Zink wird weit unterschritten. Für die im Grundwasser nicht nachgewiesenen organischen Verbindungen aus Straßen- und Gleisabflüssen wurde PCB 138 mit der höchsten Konzentration im Straßenabfluss nach Tabelle 1 und dem kleinsten Prüfwert für das Grundwasser exemplarisch betrachtet. Der berechnete, sehr geringe Konzentrationsanstieg ist nicht messbar. Für PCB 138 liegen keine Schwellenwerte der GrwV vor. Es wurden hilfsweise die GFS der LAWA herangezogen. Der GFS wird weit unterschritten.

Baubedingte Auswirkungen durch die Entwässerung aufgrund von Versickerung aus Gräben werden als geringfügig eingeschätzt.

#### Versickerung von Spülwasser aus dem Spülfeld

Während der Spülung von Baggergut zur Kies- und Sandgewinnung kann Spülwasser (Ostseewasser nach Kontakt mit dem Spülgut) auf dem Spülfeld mit einer Fläche von 30.000 m<sup>2</sup> versickern. Der stoffliche Eintrag wurde nach Formel (15) bis und (17) abgeschätzt. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 146 dargestellt:

**Tabelle 146: Abschätzung des Stoffeintrages über die Versickerung aus dem Spülfeld auf den GWK Kossau/Oldenburger Graben**

Parameter	Symbol	Einheit	Cl	oP <sub>4</sub> -P	N	Zn
Fläche Spülfeld	AS	m <sup>2</sup>	34.000	34.000	34.000	34.000
Durchlässigkeitsbeiwert Spülfeldsohle	kf s	m/s	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-07
Gradient, vertikale Versickerung	I	-	1	1	1	1
Sickermenge, Spülfeld	QS	m <sup>3</sup>	1,07E+05	1,07E+05	1,07E+05	1,07E+05
Konzentration des eingetragenen Stoffes	C	mg/l	7000	0,134	0,541	0,01
Stoffeintrag	Mv	kg	7,51E+05	1,44E+01	5,80E+01	1,07E+00
Fracht der Einleitung	BRW	mg/a	7,51E+11	1,44E+07	5,80E+07	1,07E+06
Konzentration im GWK (Ausgangszustand)	cv	mg/l	1,50E+02	2,18E-02	8,00E-01	0,00023
GWN 0,2 Fläche GWK	V	m <sup>3</sup>	2,87E+07	2,87E+07	2,87E+07	2,87E+07
Eintrag auf 0,2 Fläche mit GWN	M	mg/a	4,30E+12	6,25E+08	2,29E+10	6,59E+06
Gesamteintrag	Mg	mg/a	5,05E+12	6,39E+08	2,30E+10	7,67E+06
Mischungskonzentration GWK	CMisch	mg/l	176,18	0,02	0,80	0,00
Erhöhung um	dC	mg/l	2,62E+01	5,01E-04	2,02E-03	3,74E-05
Messunsicherheit		mg/l	7,50E+00	3,27E-03	2,40E-01	1,15E-05
Messbarkeit			WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR
SW GrwV	SW	mg/l	2,50E+02	5,00E-01	5,00E+01	
GFS LAWA	GFS	mg/l				6,00E+01
Überschreitung Prüfwerte			FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH
Kumulative Betrachtung Spülfeld und Gräben						
Mischungskonzentration GWK	CMisch	mg/l	1,76E+02	2,25E-02	8,02E-01	2,52E-03
Erhöhung um	dC	mg/l	1,76E+02	2,25E-02	8,02E-01	2,52E-03
SW GrwV	SW	mg/l	2,50E+02	5,00E-01	5,00E+01	
GFS LAWA	GFS	mg/l				6,00E+01
Überschreitung Prüfwerte			FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Falsch – keine Überschreitung von Prüfwerten

Es wurden Chlorid (Cl) aus Ostseewasser und Ortho-Phosphat (oP<sub>4</sub>-P) und Stickstoff (N) als relevante Nährstoffe betrachtet und die ermittelten Mischungskonzentrationen mit den Messbarkeiten nach (MEKUN, 2024) sowie mit den Schwellenwerten der GrwV abgeglichen. Während für Ortho-Phosphat und Stickstoff die Mittelwerte der Eluate aus den Untersuchungen zur GÜBAK (Unterlage 41.29) genutzt werden konnten, wurde für Chlorid die Konzentration im Meerwasser im Fehmarn Sund W mit 7 g/l (LfU, 2023b) angesetzt. Im Ergebnis werden nur sehr geringe, für Ortho-Phosphat und Stickstoff nicht messbare Konzentrationsanstiege ermittelt. Schwellenwerte der Grundwasserverordnung werden nicht erreicht. Für den Eintrag von Metallen



wurde Zink betrachtet. Der berechnete, sehr geringe Konzentrationsanstieg ist messbar. Für Zink liegen keine Schwellenwerte der GrwV vor. Es wurden hilfsweise die GFS der LAWA herangezogen. Der GFS wird weit unterschritten. Organische Schadstoffe sind im Spülwasser nicht in messbaren Konzentrationen zu erwarten, da sie weder im Ostseewasser noch im Baggergut nachweisbar sind. Abschließend wurde noch die kumulative Wirkung aus Grabenversickerung und Spülfeldversickerung betrachtet, Auch hier werden keine Schwellenwerte der GrwV oder GFS der LAWA erreicht oder überschritten.

Baubedingte Auswirkungen durch die Entwässerung aufgrund von Versickerung aus dem Spülfeld werden als geringfügig bewertet.

Die im LBP aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen „001\_V Schonende Behandlung der bei Bauarbeiten anfallenden Bodenmaterialien“, „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „004\_V Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern“, „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, „016\_V Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Mineralboden aus landseitigem und marinem Aushub“ sowie „032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“ wurden in den der Auswirkungsprognose zugrunde liegenden Planungen berücksichtigt und mindern die Auswirkungen auf das oben beschriebene, geringfügige Maß.

#### **5.7.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf grundwasserabhängige Landökosysteme**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L8: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie Bohrpfähle für den TOG
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

In Kap. 3.4.2.2.5 wurden die grundwasserabhängigen Landökosysteme abgeleitet. Es gibt im südlichen Teil der Trasse (Festland), der im GWK Kossau/ Oldenburger Graben liegt, vier Bereiche mit grundwasserabhängigen Landökosystemen (Abbildung 29). Am südlichen Randbereich der Trasse dominieren entwässerte

Feuchtwälder mit vereinzelt Röhricht- und Grünlandbereichen. Östlich der Trasse befindet sich das Große Moor, ein Niedermoor mit Röhrichten und Seggen, in den Randbereichen mit feuchtem und frischem Grünland und Flutrasen. An der Westküste, westlich des Baufeldes befinden sich vereinzelt kleine Biotope von Röhrichten und Weiden, wie auch artenreiche frische Mähweiden (Grünland). Letztere befinden sich auf dem Tschernosem-Pseudogley Stauboden.

Durch die Baumaßnahmen verringert sich die Fläche des entwässerten Feuchtwaldes um 393 m<sup>2</sup>. Der Feuchtwald wird in (Unterlage 17.01) als degradierter Sumpfwald eingestuft. 1758 m<sup>2</sup> des Feuchtwaldes werden jedoch als Nacheingriffszustand bestehen bleiben.

Der dort verlaufende Graben Gewässer 2 wird nicht zur Entwässerung des Baufeldes genutzt. Es sind somit keine mengenmäßigen oder stofflichen Beeinträchtigungen zu erwarten.

Das Große Moor wird durch den Graben Gewässer 1 durchflossen. In den Graben wird bauzeitlich über die Einleitstellen G5 und GS-5 aus den Bahnbauflächen und den Straßenbauflächen eingeleitet. Ein Bahnbetrieb findet bauzeitlich nicht statt. Die Einleitung von Straßenbauflächen erfolgt in GS-5 nach Rückhaltung durch RRB 5. Die Einleitungen werden auf den Landschaftsabfluss in Höhe von 1,2 l/(s\*ha) gedrosselt. Insofern sind keine mengenmäßigen Auswirkungen zu erwarten, der Abfluss wird tendenziell vergleichmäßigt. Im Großen Moor überwiegen effluente Verhältnisse (Entwässerung von Grundwasser in den Graben), so dass auch keine stofflichen Auswirkungen zu besorgen sind.

In Richtung der Einleitung in den Fehmarnsund nach Westen fließen die zur Ableitung der Entwässerung genutzten Gräben Gewässer 5 und 5.1.1.1. entlang von Röhrichten, Weiden und frischen Mähwiesen. In die Gräben wird bauzeitlich über die Einleitstellen GS-4 und G5 aus den Bahnbauflächen und den Straßenbauflächen eingeleitet. Ein Bahnbetrieb findet bauzeitlich nicht statt. Die Einleitung von Straßenbauflächen erfolgt in GS-4 nach Rückhaltung durch RBFA 1. Die Einleitungen werden auf den Landschaftsabfluss in Höhe von 1,2 l/(s\*ha) gedrosselt. Insofern sind keine mengenmäßigen Auswirkungen zu erwarten, der Abfluss wird tendenziell vergleichmäßigt. Die Behandlung über RBFA 1 führt aufgrund eines stoffabhängigen Reinigungsgrades von 86 bis 90% zu einer Verringerung der stofflichen Belastung. Im Küstenbereich überwiegen weiterhin auch effluente Verhältnisse (Entwässerung von Grundwasser in die Gräben), so dass auch keine stofflichen Auswirkungen zu besorgen sind.

Auch hier wirken die im LBP aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „004\_V Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“ sowie „032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“.

## **5.7.2 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

### **5.7.2.1 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

#### **5.7.2.1.1 WF Wasserspiegellage**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L1: Versiegelung durch Bahnkörper
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L9: Bauwerk TOG

Eine anlagenbedingte mengenmäßige Beeinträchtigung des Bauwerks findet aufgrund der Neuversiegelung der Verkehrsflächen, Anlagenflächen und Teilversiegelung der Hochwasserschutzmaßnahmen statt. Durch die Neuversiegelung der Verkehrsflächen wird die jährliche Grundwasserneubildung um 0,01 % reduziert (siehe Tabelle 147). Die durch die Versiegelung hervorgerufene Verringerung der Grundwasserneubildung macht demnach nur einen sehr geringen Anteil der gesamten Grundwasserneubildung des GWKs aus und wird daher als geringfügig eingestuft. Das Verhältnis zwischen Dargebot und Entnahme wird nicht messbar beeinflusst.

**Tabelle 147: Verminderung der Grundwasserneubildung durch das geplante Bauvorhaben auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben**

<b>GWK</b>	<b>Fläche GWK [km²]</b>	<b>Neuversiegelte Fläche [km²]</b>	<b>GWNB des GWK [m³/a]</b>	<b>Verminderte GWNB [m³/a]</b>	<b>Verringerung [%]</b>
Kossau/ Oldenburger Graben	1.221	0,160	143.359.000	18.720	0,01

Die Ausgleichsmaßnahmen des LBP „045\_A Entsiegelung“ und „050\_A Wiederherstellung bauzeitlich beanspruchter Flächen (inkl. Bodenrekultivierung)“ begrenzen die Verringerung der Grundwasserneubildung auf die praktisch nicht messbare Größe.

#### **5.7.2.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L9: Bauwerk TOG

Mit (Unterlage 27.02) wurden die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasserströmung untersucht. Hierfür wurde die Grundwasserströmungsverhältnisse mit dem fertigen Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis berechnet. Das Berechnungsergebnis für die Grundwasserströmungsverhältnisse auf dem Festland mit dem Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis zeigt, dass es anstromseitig primär im Südwesten des Bauwerkes (Trogbauwerk) zum Aufstau kommt, wodurch sich der natürliche Grundwasserspiegel im nördlichen Bereich um ca. 2 cm und im südlichen Areal um ca. 3 cm erhöht. Dies bewirkt eine Verschiebung der Isohypsen von ca. 200 m in Richtung Süden. Der Aufstau des Grundwassers befindet sich dabei innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Grundwassers (Vergleich, siehe Ganglinien in PFU 41.02). Abstromseitig (im Südosten) ist eine Absenkung von bis zu ca. 5 cm vor allem im Bereich des Trogbauwerkes zu verzeichnen, was ebenfalls innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Grundwassers (Vergleich, siehe Ganglinien in PFU 41.02) liegt. Die Auswirkungen der Absenkungen erstrecken sich über die gesamte Länge des Trogbauwerkes bis hin zum Trockendock, wo etwa noch 500 m des Teilbauwerks betroffen sind. Im südwestlichen Flankenbereich des Bauwerkes (südlicher Teil des Trogbauwerkes) ist ein erhöhtes hydraulisches Gefälle zu verzeichnen, welches zur Umströmung des Bauwerkes führt. Im südöstlichen Flankenbereich des Bauwerkes flacht das hydraulische Gefälle ab.

Die generelle Grundwasserfließrichtung wird durch die Baumaßnahme jedoch nicht geändert. Grundwasseraufstau und -absenkung treten nur im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme auf. Diese Modellierung betrachtet die größten möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch das fertige Bauwerk. Gemäß (Unterlage 27.02) sind für den bauzeitlichen Zustand keine größeren Auswirkungen zu erwarten. Eine Veränderung der Grundwasserspiegellage an den repräsentativen mengenmäßigen Messstellen wird ausgeschlossen.

### **5.7.2.2      Anlagenbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand**

#### **WF Schadstoffgehalt**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L7: vorhabenbedingte Hochwasserschutzmaßnahmen auf Großenbrode
- L9: Bauwerk TOG

Durch die geplanten Bauwerke wird dem Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben kein Grundwasser entnommen oder hinzugeführt.

Der Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) dient im Bauvorhabengebiet nicht der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung. Die Bewertung des Bauvorhabens wird deshalb ausschließlich nach Artikel 4 WRRL vorgenommen.

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton und den aus der Bauphase in das Bauwerk übernommenen Schlitzwänden finden in vernachlässigbarem Umfang primär in der Bauphase statt und sind auch als Auswirkung der Anlage lokal begrenzt. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton – insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet, und eine feste Matrix bildet.

Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte, die entstehen, CSH und die entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Versuche, die die Unlöslichkeit von Beton in Wasser bestätigen, umfassen zum Beispiel Wassereindringtests (Penetrationsprüfungen), Druckfestigkeit in verschiedenen Umgebungen und Langzeitauslagerung von Betonproben in Wasser, um die Dauerhaftigkeit zu evaluieren. Solche Tests bestätigen, dass Beton, sofern er sachgemäß gemischt, behandelt und gehärtet wird, nicht in Wasser löslich ist und somit eine effektive und dauerhafte Baukomponente für wasserexponierte Strukturen ist.

Die Baumaterialien für die vorhabenbedingten Hochwasserschutzmaßnahmen entsprechen den Anforderungen der LAGA bzw. der Ersatzbaustoffverordnung und haben somit keine nachteiligen Auswirkungen auf den chemischen Zustand.

Eine chemische Auswirkung auf den Grundwasserkörper oder auf repräsentative Messstellen ist auszuschließen.

### **5.7.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

#### **5.7.3.1 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

##### **WF Wasserspiegellage**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Eine Einleitung von Wässern in den Grundwasserkörper ist nicht vorgesehen. Jedoch kann es temporär zu influenten Verhältnissen und somit zu einer Versickerung von Wässern aus den Ableitungsgräben in den

Grundwasserkörper kommen. Da die Drosselung der Einleitung an den Gebietsabfluss angepasst wurde ist die mengenmäßige Beeinflussung des Grundwasserkörpers durch diesen Wirkfaktor vernachlässigbar.

### **5.7.3.2 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand**

#### **WF Schadstoffgehalt**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Eine Einleitung von Wässern in den Grundwasserkörper ist nicht vorgesehen. Jedoch kann es temporär zu influenten Verhältnissen und somit zu einer Versickerung von Wässern aus den Ableitungsgräben in den Grundwasserkörper kommen. Es werden die gleichen Ableitungsgräben wie im Bauzustand genutzt. Die Fläche der angeschlossenen Verkehrsflächen im Betrieb nimmt im Vergleich zur Bauzeit ab. Das Spülfeld existiert während des Betriebes nicht mehr. Die Bewertung für den Bauzustand, dass nur geringfügige Auswirkungen auf den GWK zu erwarten sind, kann daher auf den Betrieb übertragen werden.

### **5.7.3.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf grundwasserabhängige Landökosysteme**

In Kap. 3.4.2.2.5 wurden die grundwasserabhängigen Landökosysteme abgeleitet. Es gibt im südlichen Teil der Trasse (Festland), der im GWK Kossau/ Oldenburger Graben liegt, vier Bereiche mit grundwasserabhängigen Landökosystemen (Abbildung 29). Am südlichen Randbereich der Trasse dominieren entwässerte Feuchtwälder mit vereinzelt Röhricht- und Grünlandbereichen. Östlich der Trasse befindet sich das Große Moor, ein Niedermoor mit Röhrichten und Seggen, in den Randbereichen mit feuchtem und frischem Grünland und Flutrasen. An der Westküste, westlich des Baufeldes befinden sich vereinzelt kleine Biotop von Röhrichten und Weiden, wie auch artenreiche frische Mähweiden (Grünland). Letztere befinden sich auf dem Tschernosem-Pseudogley Stauboden.

Der im Bereich der entwässerten Feuchtwälder verlaufende Graben Gewässer 2 wird zur Entwässerung von Außenflächen über die Einleitstelle GS-2 genutzt, befestigte Flächen sind nicht angeschlossen. Es sind somit keine mengenmäßigen oder stofflichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Das gleiche gilt für die Entwässerung über die Einleitstelle GS-3 in die Großenbroder Aue.

Das Große Moor wird durch den Graben Gewässer 1 durchflossen. In den Graben wird über die Einleitstellen G6 und GS-5 aus den Bahnflächen und den Straßenflächen eingeleitet. Die Einleitung von Straßenbauflächen erfolgt in GS-5 nach Rückhaltung durch RRB 5. Die Einleitungen werden auf den Landschaftsabfluss in Höhe von  $1,2 \text{ l/(s*ha)}$  gedrosselt. Insofern sind keine mengenmäßigen Auswirkungen zu erwarten, der Abfluss wird vergleichmäßig. Im Großen Moor überwiegen effluente Verhältnisse (Entwässerung von Grundwasser in den Graben), so dass auch keine stofflichen Auswirkungen zu besorgen sind.

In Richtung der Einleitung in den Fehmarnsund nach Westen fließen die zur Ableitung der Entwässerung genutzten Gräben Gewässer 5 und 5.1.1.1. entlang von Röhrichten, Weiden und frischen Mähwiesen. In die Gräben wird über die Einleitstelle GS-4 aus den Straßenbauflächen eingeleitet. Die Einleitung von Straßenbauflächen erfolgt in GS-4 nach Rückhaltung durch RBFA 1. Die Einleitungen werden auf den Landschaftsabfluss in Höhe von  $1,2 \text{ l/(s*ha)}$  gedrosselt. Insofern sind keine mengenmäßigen Auswirkungen zu erwarten, der Abfluss wird vergleichmäßig. Die Behandlung über RBFA 1 führt aufgrund eines stoffabhängigen Reinigungsgrades von 86 bis 90% zu einer Verringerung der stofflichen Belastung. Im Küstenbereich überwiegen weiterhin auch effluente Verhältnisse (Entwässerung von Grundwasser in die Gräben), so dass auch keine stofflichen Auswirkungen zu besorgen sind.

Ein für die bauzeitliche Wasserhaltung angelegtes Gewässer wird entsprechend Ausgleichsmaßnahme „052\_A“ naturnah entwickelt. Das Kleingewässer erhält zumindest kleinflächig eine Mindestwassertiefe von 1,00 bis 1,50 m und Uferböschungen mit wechselnder Neigung. Das Kleingewässer wird der Eigenentwicklung überlassen, da sich relativ schnell Uferstrand- und Röhrichtvegetation ansiedelt.

#### **5.7.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren**

##### **5.7.4.1 Baubedingte Wirkfaktoren**

Wie in Kapitel 3.4.2.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen baubedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 148 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.



**Tabelle 148: Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben**

ID	Wirkfaktoren	GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07)
<b>1</b>	<b>G – 3 Gewässerausbau (Inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>	
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	geringfügig
1.4	Änderung Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>	
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	geringfügig
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig
<b>5.1</b>	<b>A – 2 Ausleitung/ Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung</b>	
5.1	Änderung der Wasserspiegellage	unerheblich
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>	
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich
<b>7</b>	<b>K – 3 Entnahme fester Stoffe</b>	
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich

#### 5.7.4.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.3.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 149 gibt eine abschließende Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

**Tabelle 149: Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben**

ID	Wirkfaktoren	GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07)
<b>1</b>	<b>G – 3 Gewässerausbau (Inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>	
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	geringfügig
1.4	Änderung der Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich

### 5.7.4.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.4.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst. Tabelle 150 gibt eine abschließende Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

**Tabelle 150: Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Kossau/ Oldenburger Graben**

ID	Wirkfaktoren	GWK Kossau/ Oldenburger Graben (ST07)
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>	
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	geringfügig
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig

### 5.7.5 Auswirkungen auf Trinkwasserschutzgebiete, Lebensräume und weitere Schutzgebiete

Wie in Kapitel 4 dargelegt, befindet sich kein Trinkwasserschutzgebiet im geplanten Bauumfeld oder der Reichweite der Grundwasserabsenkungen. Eine chemische oder mengenmäßige Beeinflussung von Trinkwasserschutzgebieten durch das geplante Bauvorhaben ist ausgeschlossen.

Das Baugebiet auf Festlandseite befindet sich fast vollflächig im Landschaftsschutzgebiet „Nordküste von Großenbrode“. Hier befinden sich Frischwiesen, die nach 3.4.2.1.1.10 als grundwasserabhängig eingestuft wurden. Die Auswirkungen der Grundwasserabsenkungen erreichen aufgrund der geringen Reichweiten die Frischwiesen nicht. Aufgrund der überwiegend effluenten Verhältnisse, der Vergleichmäßigung der Abflüsse in den Gräben und die Maßnahmen zur Reinigung der Abflüsse aus der Entwässerung kann eine Beeinflussung durch einen bauzeitlichen oder betriebsbedingten Stoffeintrag aufgrund von Einleitungen über das Gewässer 5 ausgeschlossen werden.

## **5.8 Grundwasserkörper Fehmarn**

### **5.8.1 Baubedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

#### **5.8.1.1 Baubedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

##### **5.8.1.1.1 WF Wasserspiegellage**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L1: Versiegelung durch Bahnkörper
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung
- L17: Versiegelung durch Baustraßen

Während der Bauphase werden für verschiedenen Bauwerke inselseitig (Tunnel in offener Bauweise, Trog Straße & Bahn, Trog Straße, Trog Bahn und für die Rückverankerung der Stützwand) Baugruben ausgehoben und Wasserhaltungen durchgeführt. Das gehobene Wasser wird anschließend der bauzeitlichen Entwässerung zugeführt und in den Fehmarnsund eingeleitet. In Tabelle 151 sind die gemäß (Unterlage 27.02) berechneten Wassermengen für die Baugruben des Festlandes dargestellt. Die während der Bauzeit von ca. 4,24 Jahren zu hebende Grundwassermenge beträgt max. ca. 0,45 Mio. m<sup>3</sup>/a, was einem Anteil von ca. 4,73 % der mittleren Grundwasserneubildung des gesamten GWK pro Jahr entspricht. Somit übersteigt die Grundwasserentnahme nicht die langfristige mittlere Grundwasseranreicherung des GWK, sondern macht nur einen sehr geringen Anteil derer aus. Die baubedingte Versiegelung beträgt ca. 90.000 m<sup>2</sup>. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Baugruben entfallen lediglich 0,08% der Grundwasserneubildung aufgrund bauzeitlicher Beeinflussung. Die Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand können hier als geringfügig eingestuft werden.

**Tabelle 151: Anteil der Grundwasserentnahme und baubedingten Versiegelung an der Grundwasserneubildung Fehmarn**

Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Fläche des GWK	AGWK	km <sup>2</sup>	185,00
Grundwasserentnahme im Rahmen des Vorhabens	Q	m <sup>3</sup> /d	475.000

Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Grundwasserneubildung	GWN	mm/a	54
Grundwasserneubildung	GWN	m <sup>3</sup> /a	10.036.000
Anteil Grundwasserentnahme an Grundwasserneubildung		%	4,73
Fläche der Versiegelung Bauzeit	AVB	m <sup>2</sup>	90.000
Wegfall Grundwasserneubildung aus Versiegelung		m <sup>3</sup> /a	4860
Wegfall Grundwasserneubildung aus Baugruben		m <sup>3</sup> /a	2.774,02
Verringerte Grundwasserneubildung		m <sup>3</sup> /a	10.033.225,98
Anteil der Verringerung der Grundwasserneubildung		%	0,08

<sup>1)</sup> Gemäß Unterlage 27.02

<sup>2)</sup> Gemäß (LLUR, 2021a)

In Tabelle 152 sind die Eigenschaften der Wasserhaltungen in Bezug auf deren Absenkungen und Reichweiten dargestellt. Gemäß (Unterlage 27.02) wird lediglich für die Baugrube der Stützwand (Bau-km 175,6+07 - 175,8+09) eine Reichweite der Absenkung von 30 m berechnet. Für die anderen Baugruben wurden (Unterlage 27.02) befindet sich der Absenktichter innerhalb der Baugrube, sodass der Einfluss auf den Grundwasserspiegel nur lokal ist und auf die Dauer der Wasserhaltung begrenzt bleibt. Die Auswirkungen auf das Verhältnis von Dargebot und Entnahme können ebenfalls als geringfügig eingestuft werden.

**Tabelle 152: Eigenschaften und Berechnungsergebnisse der Baugruben im Bereich des GWK Fehmarn gemäß (Unterlage 27.02)**

	Fehmarn Tunnel offene Bauweise	Fehmarn gemeinsamer Trog Straße & Bahn	Fehmarn Trog Straßenstrecke	Fehmarn Trog Bahnstrecke	Fehmarn Rückverankerung Stützwand
von – bis Bau-km	174,6+81 - 174,8+57	174,8+57 - 175,0+69 4+378 - 4+585	4+585 – 4+863	175,0+69 - 175,6+07	175,6+07 - 175,8+09
Fläche Baugrube [m <sup>2</sup> ]	11.819,00	13.337,00	11.140,00	10.766,00	4.046,00
Breite Baugrube [m]	53	63	40	20	20
Länge Baugrube [m]	223	211,7	278,5	538,3	202,3

	Fehmarn Tunnel of- fene Bau- weise	Fehmarn gemeinsamer Trog Straße & Bahn	Fehmarn Trog Straßenstre- cke	Fehmarn Trog Bahnstrecke	Fehmarn Rückveranke- rung Stütz- wand
bauzeitlicher Be- messungswas- serstand [m NHN]	2,0	GOK (5,12)	GOK (5,32)	GOK (5,97)	GOK (4,43)
Absenkziel [m NHN]	-13,0	-9,9	-2,2	-5,9	-2,75
Absenktiefe in [m]	15,0	15,02	7,52	11,87	7,18
Reichweite der Absenkung nach Sichardt [m]		-	-	-	30

#### 5.8.1.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L11: Bauwerk TOF
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben

Der Einbau von Bauwerken wie Trogelemente und Tunnelportale wie auch Bauwerksgründungen können lokal eine Barrierewirkung haben. Mit (Unterlage 27.02) wurden die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasserströmung untersucht. Hierfür wurde die Grundwasserströmungsverhältnisse mit dem Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis berechnet. Die Berechnungsergebnisse für Fehmarn zeigen, dass es anstromseitig primär im Südwesten des Bauwerks zum Aufstau kommt, wodurch sich der natürliche Grundwasserspiegel in diesem Baubereich um ca. 0,2 m erhöht. Die Aufstauhöhe befindet sich innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Grundwassers. Diese wasserseitige Beeinflussung der Grundwasser- verhältnisse ist gemäß der Modellierung im Bereich der Tröge und des Tunnels in offener Bauweise zu ver- zeichnen.

Abstromseitig ist östlich des Bauwerkes eine Absenkung von bis ca. 0,5 m zu. Diese wasserseitige Beeinflus- sung der Grundwasserverhältnisse ist gemäß der Modellierung im Bereich des gemeinsamen Trogbauwerks bis zum mittleren Teil des Bahntroges zu verzeichnen. Im nordöstlichen Bereich des Bauwerks kommt es zu einer geringen Absenkung des Grundwassers von ca. 0,1 m als Folge der Umströmung um das Bauwerk.

Das hydraulische Gefälle bleibt annähernd gleich. Es ist lediglich eine Verschiebung der Grundwassergleichen aufgrund des Aufstaus und der Absenkung im Anstrom- und Abstrombereich von ca. 50 m zu verzeichnen. Da das Bauwerk im nördlichen Bereich (Trog der Bahn) auf der kurzen Bauwerksseite angeströmt wird ist die Beeinflussung des Bauwerks auf die Grundwasserströmung insgesamt gering.

Diese Veränderungen der Grundwasserspiegellage liegen im natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers und treten nur lokal im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme auf. Die generelle Grundwasserfließrichtung wird durch die Baumaßnahme nicht geändert. Diese Modellierung betrachtet die größten möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch das fertige Bauwerk. Gemäß (Unterlage 27.02) sind für den bauzeitlichen Zustand keine größeren Auswirkungen zu erwarten. Lokale Auswirkungen werden als geringfügig eingestuft.

Eine Veränderung der Grundwasserspiegellage an den repräsentativen mengenmäßigen Messstellen wird als ausgeschlossen bewertet.

#### **5.8.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand**

##### **WF Schadstoffgehalt /Nährstoffverhältnisse**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L12: Errichtung und Betrieb Bodenlagerflächen
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

Das aus den Wasserhaltungen der bauzeitlichen Entwässerung sowie das gesammelte anfallende Niederschlagswasser aus den Baugruben des Troges (offene Bauweise und geschlossene Bauweise mit Schlitzwänden) wird der bauzeitlichen Entwässerung zugeführt. Die Einleitung in der Einleitstelle Fe1 erfolgt direkt in den Fehmarnsund über Rohrleitungen. Das Wasser zu der Einleitstelle im Fehmarnsund Fe2 wird über Gräben des Grabensystems 7 zu dieser Einleitstelle in den Fehmarnsund geführt.

Während des Fließens zur Einleitstelle versickert ein Teil des abgeleiteten Wassers über das Gewässerbett der Gräben und gelangt ins Grundwasser.

Der stoffliche Eintrag wurde nach Formel (15) bis (17) abgeschätzt. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 153 dargestellt:

**Tabelle 153: Abschätzung des Stoffeintrages über die Grabenversickerung Fehmarn**

Parameter	Symbol	Einheit	Cl	oP <sub>4</sub> -P	N	Zn	PCB 138
Länge Gräben mit Anschluss an die Entwässerung	L	m	2.500				
Grabenbreite	b	m	1				
Abflusswirksame Fläche für Einleitungen	AE	m <sup>2</sup>	2.500				
Durchlässigkeitsbeiwert Grabensohle	kf	m/s	1,00E-07				
Gradient, vertikale Versickerung	I	-	1				
Konzentration des eingetragenen Stoffes	C	mg/l	0,5	0,5	0,42	2,90E-06	0,5
Stoffeintrag	Mv	kg	3,94E+00	3,94E+00	3,31E+00	2,29E-05	3,94E+00
Fracht der Einleitung	BRW	mg/a	3,94E+06	3,94E+06	3,31E+06	2,29E+01	3,94E+06
Konzentration im GWK (Ausgangszustand)	cv	mg/l	0,02	60,64	0,00	0,00	0,02
GWN 0,2 Fläche	V	m <sup>3</sup>	2,01E+06	2,01E+06	2,01E+06	2,01E+06	2,01E+06
Eintrag auf 0,2 Fläche mit GWN	M	mg/a	3,07E+07	1,22E+11	0,00E+00	0,00E+00	3,07E+07
Gesamteintrag	Mg	mg/a	3,47E+07	1,22E+11	3,31E+06	2,29E+01	3,47E+07
Mischungskonzentration GWK	CMisch	mg/l	0,02	60,64	0,00	0,00	0,02
Erhöhung um	dC	mg/l	1,96E-03	1,96E-03	1,65E-03	1,14E-08	1,96E-03
Messunsicherheit		mg/l	2,30E-03	1,82E+01	0,00E+00	5,80E-07	2,30E-03
Messbarkeit			FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH
SW GrwV	SW	mg/l	5,00E-01	5,00E+01			5,00E-01
GFS LAWA	GFS	mg/l			6,00E+01	5,00E-04	
Überschreitung Prüfwerte			FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Es wurden Chlorid (Cl) aus Tausalz, Ortho-Phosphat (oP<sub>4</sub>-P) und Stickstoff (N) als relevante Nährstoffe betrachtet und die ermittelten Mischungskonzentrationen mit den Messbarkeiten nach (MELUND, 2021a) sowie mit den Schwellenwerten der GrwV abgeglichen. Während für Ortho-Phosphat und Stickstoff die Konzentrationen der mittleren Belastungen für Straßenabflüsse aus Tabelle 1 genutzt werden konnten, wurde für Chlorid eine mittlere Konzentration aus der Tausalz-Nutzung und der Niederschlagsmenge, sowie der

angeschlossenen Verkehrsfläche ermittelt. Im Ergebnis werden nur äußerst geringe, für Chlorid und Ortho-Phosphat nicht messbare Konzentrationsanstiege ermittelt. Die Anstiege für Stickstoff sind geringfügig. Schwellenwerte der Grundwasserverordnung werden bei keinem der Parameter erreicht. Für den Eintrag von Metallen wurde Zink mit der höchsten Konzentration im abfließenden Gleiswasser betrachtet. Der berechnete, sehr geringe Konzentrationsanstieg ist messbar. Für Zink liegen keine Schwellenwerte der GrwV vor. Es wurden hilfsweise die GFS der LAWA herangezogen. Der GFS wird weit unterschritten. Für die im Grundwasser nicht nachgewiesenen organischen Verbindungen aus Straßen- und Gleisabflüssen wurde PCB 138 mit der höchsten Konzentration und dem kleinsten Prüfwert für das Grundwasser exemplarisch betrachtet. Der berechnete, sehr geringe Konzentrationsanstieg ist nicht messbar. Für PCB 138 liegen keine Schwellenwerte der GrwV vor. Es wurden hilfsweise die GFS der LAWA herangezogen. Der GFS wird weit unterschritten.

Baubedingte Auswirkungen durch die Entwässerung aufgrund von Versickerung aus Gräben können ausgeschlossen werden.

Der Einbau von Bauwerken wie Trogelemente und Tunnelportale wie auch Bauwerksgründungen und Schlitzwände können sehr lokal zu einer chemischen Beeinflussung des Grundwassers führen. Eine chemische Auswirkung auf den Grundwasserkörper sowie auf repräsentative Messstellen ist jedoch auszuschließen. Baustoffe werden aus natürlichen, in der Regel ortsnahen Quellen (Sand und Kies aus der Spülung des laut GÜBAK-Klassifizierung unbelasteten Baggergutes) verwendet. Ansonsten gelten die Vorschriften der (EBV,2021). Auswirkungen auf das Grundwasser sind somit ausschließbar.

Die im LBP aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen „001\_V Schonende Behandlung der bei Bauarbeiten anfallenden Bodenmaterialien“, „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „004\_V Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern“, „007\_V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Bauphase“, „016\_V Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Mineralboden aus landseitigem und marinem Aushub“ sowie „032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“ wurden in den der Auswirkungsprognose zugrunde liegenden Planungen berücksichtigt und mindern die Auswirkungen auf das oben beschriebene, geringfügige Maß.



### **5.8.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf grundwasserabhängige Landökosysteme**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L1: Versiegelung durch Bahnkörper
- L2: Bodenaustausch mit lokaler Bodenverbesserung durch Kalken
- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L5: Entwässerung der Straßen
- L6: Durchlässe für Kleingewässer
- L10: Bodenaushub und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den TOF
- L12: Errichtung und Betrieb Bodenlagerflächen
- L13: Versiegelung durch Baustelleneinrichtung
- L14: Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen
- L15: Entwässerung der Bodenlagerflächen
- L17: Versiegelung durch Baustraßen
- L18: Entwässerung von Baustraßen
- L19: Grundwasserentnahme aus Baugruben
- L20: Einleitungen von Grundwasser aus der Wasserhaltung

In Kap. 3.4.2.2.5 wurden die grundwasserabhängigen Landökosysteme abgeleitet. Es gibt im nördlichen Teil der Trasse (Insel Fehmarn), der im GWK Fehmarn liegt, zwei Bereiche mit grundwasserabhängigen Landökosystemen (Abbildung 30). Südöstlich der Trasse dominieren entwässerte Feuchtwälder, Feuchtgrünländer und Feldgehölze aus Erlen. Der Bereich wird durch das Vorhaben nicht berührt. Westlich, vor der Orther Bucht befindet sich ein schmaler, sichelförmiger Streifen Feuchtgrünland am westlichen Fuß des dort verlaufenden Dammes.

Der diesen Streifen scheinbar berührende Graben Gewässer 7 wird zur Entwässerung der Bahnbauflächen und zur Einleitung von Grundwasser aus der Wasserhaltung Schlitzwand Fehmarn in die Orther Bucht genutzt. Der Graben wird jedoch vor dem Damm über ein Pumpwerk in die Orther Bucht geführt und tangiert

somit diesen Streifen nicht. Es sind somit keine mengenmäßigen oder stofflichen Beeinträchtigungen zu erwarten.

Alle weiteren Maßnahmen beeinflussen aufgrund ihrer Lage keine grundwasserabhängigen Landökosysteme.

Auch hier wirken die im LBP aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen „002\_V Ordnungsgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „003\_V Ordnungsgemäße bauzeitliche Entwässerung und Wasserhaltung“, „004\_V Allgemeine Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen an Gewässern“, „008\_V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern“ während der Bauphase sowie „032\_V Minderung der Schwebstoffe und Sedimentation während der Aushubarbeiten“.

## **5.8.2 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

### **5.8.2.1 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

#### **5.8.2.1.1 WF Wasserspiegellage**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L1: Versiegelung durch Bahnkörper
- L4: Versiegelung durch Straßenneubau
- L11: Bauwerk TOF

Eine anlagenbedingte - mengenmäßige Beeinträchtigung des Bauwerks findet aufgrund der Neuversiegelung der Verkehrsflächen statt. Durch die Neuversiegelung der Verkehrsflächen wird die jährliche Grundwasserneubildung um 0,05 % reduziert (siehe Tabelle 154). Die durch die Versiegelung hervorgerufenen Verringerung der Grundwasserneubildung macht demnach nur einen sehr geringen Anteil der gesamten Grundwasserneubildung des GWK aus und wird daher als geringfügig eingestuft. Das Verhältnis zwischen Dargebot und Entnahme wird nicht nachteilig beeinflusst.

**Tabelle 154: Verminderung der Grundwasserneubildung durch das geplante Bauvorhaben auf den GWK Fehmarn**

<b>GWK</b>	<b>Fläche GWK [km<sup>2</sup>]</b>	<b>Neuversiegelte Fläche [km<sup>2</sup>]</b>	<b>GWNB des GWK [m<sup>3</sup>/a]</b>	<b>Verminderte GWNB [m<sup>3</sup>/a]</b>	<b>Verringerung [%]</b>
Fehmarn	185	0,101	10.036.000	5.454	0,05

Die Ausgleichsmaßnahmen des LBP „045\_A Entsiegelung“ und „050\_A Wiederherstellung bauzeitlich beanspruchter Flächen (inkl. Bodenrekultivierung)“ begrenzen die Verringerung der Grundwasserneubildung auf die sehr geringe Größe.

#### **5.8.2.1.2 WF Strömungsgeschwindigkeit**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L11: Bauwerk TOF

Mit (Unterlage 27.02) wurden die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasserströmung untersucht. Hierfür wurde die Grundwasserströmungsverhältnisse mit dem Bauwerk als wasserundurchlässiges Hindernis berechnet. Die Modellierung zeigt, dass sich das Grundwasser anstromseitig primär im Südosten des Bauwerks (Trogbauwerke) aufstaut, wodurch der Grundwasserspiegel in diesem Bereich um ca. 0,5 m ansteigt. Dieser Aufstau befindet sich gemäß (Unterlage 27.02) im natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers. Abstromseitig ist eine Absenkung bis ca. 0,25 m westlich des Bauwerkes im Bereich des Tunnels in offener Bauweise zu verzeichnen. Am nordöstlichen Bereich des Bauwerkes kommt es aufgrund der Umströmung des Bauwerks zu einem Aufstau von ca. 0,25 m. Diese Veränderungen der Grundwasserspiegellage liegen im natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers und treten nur lokal im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme auf. Die generelle Grundwasserfließrichtung wird durch die Baumaßnahme nicht geändert. Diese Modellierung betrachtet die größten möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch das fertige Bauwerk. Lokale Beeinflussungen werden als geringfügig eingestuft.

Eine Veränderung der Grundwasserspiegellage an den repräsentativen mengenmäßigen Messstellen wird als ausgeschlossen bewertet.

Eine Beeinflussung der lokalen Trinkwassergewinnungsanlage bei Wulfen (Grundwassergewinnung Fehmarn) ist ausgeschlossen (Unterlage 27.02.)

#### **5.8.2.2 Anlagenbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand**

##### **WF Schadstoffgehalt**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L6: Durchlässe für Kleingewässer
- L11: Bauwerk TOF

Durch das geplante Bauwerk wird dem GWK Fehmarn kein Grundwasser entnommen oder hinzugeführt.

Der Grundwasserkörper Fehmarn (ST08) dient nicht zur Trinkwasserversorgung, die den Art. 7 (1) WRRL anwendbar macht (mind. 50 Personen und  $> 10\text{m}^3/\text{d}$ ). Eine Bewertung des chemischen Zustands findet aufgrund der GrwV statt.

Schadstoffeinträge durch chemische Reaktionen von tiefgründigen Bauwerken aus Stahlbeton mit ihrer stofflichen Umgebung sind lokal begrenzt. Eine chemische Auswirkung auf den Grundwasserkörper oder auf repräsentative Messstellen ist auszuschließen. Beton löst sich nicht in Wasser auf, weil er aus einer Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kies oder Stein) und in der Regel auch Zusatzstoffen besteht, die chemische Reaktionen eingehen, die zu einem harten, steinähnlichen Material aushärten. Wenn die Bestandteile von Beton – insbesondere Zement und Wasser – miteinander gemischt werden, beginnen sie eine chemische Reaktion, die als Hydratation bezeichnet wird. Während der Hydratation bildet sich ein neues Produkt, das als Kalziumsilikathydrat (CSH) bekannt ist, welche die Partikel im Zement zusammenbindet, und eine feste Matrix bildet.

Nachdem der Beton ausgehärtet hat, wird er wasserunlöslich und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten natürlichen Umwelteinflüsse einschließlich Wasser. Beide Produkte, die entstehen, CSH und die entstehenden Kalziumaluminathydrate, sind weitgehend wasserunlöslich und schaffen die dichte, harte Matrix, die Beton seine Festigkeit und Langlebigkeit verleiht.

Um die Beständigkeit und Haltbarkeit von Beton gegenüber Wasser und anderen Umwelteinflüssen zu quantifizieren und zu sichern, gibt es eine Reihe von Normen und Prüfverfahren:

DIN EN 206 - Diese Norm gilt in Deutschland und legt die Eigenschaften, die Leistung, die Herstellung und die Konformität von Beton fest inklusive der konkreten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Beton gegenüber Wasser und Frost.

DIN 1045 - Teil der deutschen Normenreihe, die unter anderem die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Beton behandelt, einschließlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchteinflüsse.

EN 12390 - Eine Reihe europäischer Normen, die Prüfverfahren für Beton beinhalten, darunter auch die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit.

Versuche, die die Unlöslichkeit von Beton in Wasser bestätigen, umfassen zum Beispiel Wassereindringtests (Penetrationsprüfungen), Druckfestigkeit in verschiedenen Umgebungen und Langzeitauslagerung von Betonproben in Wasser, um die Dauerhaftigkeit zu evaluieren. Solche Tests bestätigen, dass Beton, sofern er

sachgemäß gemischt, behandelt und gehärtet wird, nicht in Wasser löslich ist und somit eine effektive und dauerhafte Baukomponente für wasserexponierte Strukturen ist.

### **5.8.3 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserkörper**

#### **5.8.3.1 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand**

##### **WF Wasserspiegellage**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Eine Einleitung von Wässern in den Grundwasserkörper ist nicht vorgesehen. Jedoch kann es temporär zu influenten Verhältnissen und somit zu einer Versickerung von Wässern aus den Ableitungsgräben in den Grundwasserkörper kommen. Da die Drosselung der Einleitung an den Gebietsabfluss angepasst wurde ist die mengenmäßige Beeinflussung des Grundwasserkörpers durch diesen Wirkfaktor vernachlässigbar.

#### **5.8.3.2 Betriebsbedingte Auswirkungen auf den chemischen Zustand**

##### **WF Schadstoffgehalt**

Folgende Vorhabenbestandteile verursachen den WF:

- L3: Entwässerung des Bahnkörpers
- L5: Entwässerung der Straßen

Eine Einleitung von Wässern in den Grundwasserkörper ist nicht vorgesehen. Jedoch kann es temporär zu influenten Verhältnissen und somit zu einer Versickerung von Wässern aus den Ableitungsgräben in den Grundwasserkörper kommen. Es werden die gleichen Ableitungsgräben wie im Bauzustand genutzt. Die Fläche der angeschlossenen Verkehrsflächen im Betrieb nimmt im Vergleich zur Bauzeit ab. Die Bewertung für den Bauzustand, dass keine stofflichen Auswirkungen auf den GWK zu erwarten sind, kann daher auf den Betrieb übertragen werden.

## 5.8.4 Zusammenfassung der Bewertung der Wirkfaktoren

### 5.8.4.1 Baubedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.2.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen baubedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 155 gibt eine abschließende Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper wieder. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

**Tabelle 155: Bewertung der baubedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Fehmarn**

ID	Wirkfaktoren	GWK Fehmarn (ST08)
<b>1</b>	<b>G – 3 Gewässerausbau (Inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>	
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	geringfügig
1.4	Änderung Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>	
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	geringfügig
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig
<b>5.1</b>	<b>A – 2 Ausleitung/ Entnahme von Wasser ohne Wiedereinleitung</b>	
5.1	Änderung der Wasserspiegellage	unerheblich
<b>6</b>	<b>K – 1 Einbringung fester Stoffe</b>	
6.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich
<b>7</b>	<b>K – 3 Entnahme fester Stoffe</b>	
7.5	Änderung Schadstoffgehalt	unerheblich

### 5.8.4.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.3.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen anlagenbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 156 gibt eine abschließende Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper wieder. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

**Tabelle 156: Bewertung der anlagenbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK Fehmarn**

ID	Wirkfaktoren	GWK Fehmarn (ST08)
<b>1</b>	<b>G – 3 Gewässerausbau (Inkl. Anlagen): Neubau von Anlagen</b>	
1.1	Änderung Wasserspiegellage/ Tidenhubs	Geringfügig
1.4	Änderung Strömungsgeschwindigkeit	geringfügig
1.6	Änderung Schwebstoffgehalt	unerheblich
1.7	Änderung Nährstoffverhältnisse	unerheblich
1.8	Änderung Sauerstoffgehalt	unerheblich
1.9	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig

#### 5.8.4.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Wie in Kapitel 3.4.4.2 beschrieben, kommt es durch den Gewässerausbau zu verschiedenen betriebsbedingten Beeinflussungen, die als Wirkfaktoren zusammengefasst werden. Tabelle 157 gibt eine abschließende Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren auf den gesamten Grundwasserkörper wieder. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes wird anhand der oben durchgeführten Auswirkungsprognose ausgeschlossen.

**Tabelle 157: Bewertung der betriebsbedingten Auswirkungen der Wirkfaktoren des Bauwerks auf den GWK „Fehmarn**

ID	Wirkfaktoren	GWK Fehmarn (ST08)
<b>2</b>	<b>E – 1 Einleitung von Wässern mit vorrangig stofflicher Wirkung</b>	
2.1	Änderung Sauerstoffgehalt	Unerheblich
2.2	Änderung Nährstoffverhältnisse	geringfügig
2.3	Änderung Schwebstoffgehalt	Unerheblich
2.4	Änderung Schadstoffgehalt	geringfügig

#### 5.8.5 Auswirkungen auf Trinkwasserschutzgebiete, Lebensräume und weitere Schutzgebiete

Wie in Kapitel 4 dargelegt, befindet sich kein Trinkwasserschutzgebiet im geplanten Bauumfeld. Eine chemische oder mengenmäßige Beeinflussung von Trinkwasserschutzgebieten durch das geplante Bauvorhaben ist



ausgeschlossen. In Unterlage 27.02. wird aufgrund der geringen hydraulischen Reichweiten auch eine Beeinflussung der lokalen Grundwassernutzung in Wulfen ausgeschlossen.

Anlagenbedingte Beeinflussungen auf die Schutzgebiete können ausgeschlossen werden.

Grundwasserabhängige Landökosysteme werden nicht beeinflusst.

## 6. Prüfung auf Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot und Trendumkehrgebot

### 6.1 Küstenwasserkörper

Die Wasserqualität der Küstenwasserkörper in Schleswig-Holstein soll durch einen verminderten Nährstoffeintrag der einmündenden Fließgewässer verbessert werden (MELUND, 2021b). Dadurch wird die Eutrophierung der Küstenwasserkörper verringert werden (MELUND, 2021b).

Der Wasserkörpersteckbrief des Landes Schleswig-Holstein hat ein Monitoringprogramm zur Herkunft der PFOS als konzeptionelle ergänzende Maßnahme angesetzt (Tabelle 158, (MELUND, 2021a)). Diese prioritäre Stoffgruppe wurde für den dritten Bewirtschaftungszyklus in die chemische Bewertung der Wasserkörper aufgenommen.

**Tabelle 158: Ergänzende Maßnahmen zur Zielerreichung in den Küstenwasserkörpern (MELUND, 2021a)**

LAWA-Code	Maßnahmen	Stoff	Status	Umsetzung bis
508	Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	laufend	2027

Da alle Küstenwasserkörper dem gleichen Maßnahmenprogramm unterliegen, werden diese nicht separat aufgeführt.

Im Küstenmeer Schlei/ Trave sind keine Maßnahmen geplant.

Die Auswirkungen der Baumaßnahmen und des geplanten Bauwerkes wurden baubedingt, analgenbedingt und betriebsbedingt maximal als geringfügig eingestuft. Eine Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustandes kann ausgeschlossen werden.

Das Verschlechterungsverbot wird eingehalten. Das Vorhaben erschwert oder behindert die in Tabelle 158 genannte Maßnahme nicht. Gleiches gilt für die angestrebte Verminderung des Nährstoffeintrages der einmündenden Fließgewässer. Das Vorhaben steht damit dem Zielerreichungsgebot nicht entgegen.

## **6.2 Grundwasserkörper**

Die Bewirtschaftungsziele der Wasserkörper des Landes Schleswig-Holstein zielen auf eine Nährstoffreduzierung. Es sollen in beiden Wasserkörpern die Auswaschungen aus landwirtschaftlichen Flächen vermindert werden (Tabelle 159, MELUND, 2021a). Das gilt besonders in Wasserschutzgebieten.

**Tabelle 159: Ergänzende Maßnahmen Grundwasserkörper Kossau/ Oldenburger Graben (ST07) und Fehmarn (ST08) (MELUND, 2021a)**

LAWA-Code	Maßnahmen	Belastungstyp WRRL, Anhang II	Fläche [km²] ST07	Fläche [km²] ST08	Stoff	Status	Umsetzung bis
41	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in GW durch Auswaschung aus der Landwirtschaft	Diffuse Quellen: Landwirtschaft	51,6	8,1	Nitrat	laufend	2027
43	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch besondere Anforderungen in Wasserschutzgebieten	Diffuse Quellen: Landwirtschaft	1,2	<0,1	Nitrat	laufend	2027

Die Grundwasserkörper befinden sich in einem guten chemischen Zustand, ein Schadstofftrend wurde nicht festgestellt (BfG, 2022, MELUND, 2021a und b). Das Trendumkehrgebot findet deshalb keine Anwendung.

Eine mengenmäßige Beeinflussung der Grundwasserkörper durch das Vorhaben wird ausgeschlossen (siehe Kapitel 5.4 und 5.5).

In seiner Anlage gefährdet das geplante Bauwerk nicht die Durchführbarkeit der geplanten Maßnahmen (Zielerreichungsgebots). Das Vorhaben steht damit dem Verbesserungsgebot nicht entgegen.

## **7. Voraussetzungen für eine Ausnahme nach § 31 Abs. 2 WHG bzw. § 47 Abs. 3**

Das Vorhaben beeinflusst die Bewirtschaftungsziele nicht. Es steht insbesondere dem Zielerreichungs- oder Verbesserungsgebot nicht entgegen, so dass eine Ausnahme nach § 31 Abs. 2 WHG nicht erforderlich ist.

## **8. Zusammenfassung**

Gegenstand des Fachbeitrages WRRL ist das Infrastrukturprojekt zur Fehmarnsundquerung, das die Anbindung des geplanten Fehmarnbelt-Tunnels in Deutschland umfasst. Dazu gehören der Neubau eines kombinierten Absenktunnels für Straßen- und Bahnverkehr zwischen der Insel Fehmarn und dem Festland sowie die Ertüchtigung der bestehenden Fehmarnsundbrücke für Fußgänger- und Radverkehr und der zweigleisige Ausbau und die Elektrifizierung der Eisenbahnstrecke Lübeck–Puttgarden im PFA Fehmarnsundquerung (Kap 1). Das Projekt zielt auf eine nachhaltige Entwicklung ab, verursacht jedoch potenzielle Eingriffe in sechs Küsten- und zwei Grundwasserkörper. Es werden daher Schutzmaßnahmen und Kompensationslösungen für betroffene Ökosysteme vorgesehen.

Der Fachbeitrag bewertet die Einhaltung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und nationaler Gesetze wie dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Dabei werden die Umweltziele zur Vermeidung von Verschlechterungen des Wasserzustands und die Erfüllung von Bewirtschaftungszielen berücksichtigt (Kap. 2).

Der Fachbeitrag WRRL beschreibt den Ausgangszustand (Kap. 4) und bewertet die Auswirkungen auf potenziell betroffene Grund- und Küstenwasserkörper (Kap. 5). Zur Bewertung werden die Ergebnisse hydronumerischer Modelle für Strömung und Sedimenttransport, eigene Berechnungen zur Auswirkung von Einleitungen und chemische Analysen des LfU sowie der VHT zu den KWK und GWK herangezogen (Kap.2.2).

Die Modelle, Berechnungen und Bewertungen zeigten, dass weder die geplanten Anlagen noch die geplanten Bau- und Betriebsmaßnahmen signifikanten Verschlechterungen in den biologischen und chemischen Qualitätskomponenten in den KWK verursachen.

Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA) und Regenrückhaltebecken (RRB) reduzieren hydraulische Einflüsse und die Schadstoffeinträge in die Wasserkörper, so dass die Auswirkungen auf die Wasserkörper je nach Parameter unerheblich oder geringfügig sind. Schadstoffkonzentrationen an den repräsentativen Messstellen bleiben unter den Umweltqualitätsnormen (UQN). Lokal begrenzte Veränderungen (z. B. Sedimentation und Schwebstoffbelastung) wurden ebenfalls als unerheblich oder geringfügig eingestuft. Temporäre Beeinträchtigungen wie Schwebstoff erhöhungen durch Nassbaggerungen, Verbringung von Baggergut und Einträge von Baustellenwässern wurden analysiert. Diese bleiben in räumlich und zeitlich begrenzten Bereichen. Die langfristigen Auswirkungen, wie der Einfluss von Entwässerungsanlagen und die Verstärkung der Strömungsdynamik, sind gemäß Modellen und Berechnungen geringfügig.

Die Modellierungen für die Grundwasserströmung ergaben, dass die Bauwerke die natürlichen Grundwasserhältnisse nur geringfügig beeinflussen. Die Auswirkungen auf chemische Parameter bleiben unterhalb zulässiger Prüfwerte.

Die Wiederherstellung von Seegraswiesen und Riffstrukturen zur Kompensation von Eingriffen in marine Lebensräume sowie zusätzliche Schutzmaßnahmen wie die Schaffung neuer Lebensräume und die Auffüllung von durch Baggerarbeiten beeinträchtigten Flächen verringern die Auswirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten bzw. gleichen die Auswirkungen aus (Kap. 3.3).

Es wurde festgestellt, dass das Vorhaben die Erreichung der Umweltziele gemäß EU-WRRL und Wasserhaushaltsgesetz (WHG) nicht gefährdet (Kap. 6) und keine Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot vorliegen (Kap. 5).

Die geplanten Maßnahmen sind mit den Bewirtschaftungszielen der betroffenen Wasserkörper vereinbar.

Durch technische und organisatorische Maßnahmen werden negative Einflüsse minimiert, und der gute Zustand der Wasserkörper bleibt gewährleistet.

## 9. Literaturverzeichnis und Datenquellen

### Gesetze, Leitfäden und Rechtsprechungen

- BBodSchG, 2021: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist, Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz
- BfN & BMU, 2021: Bundesamt für Naturschutz (BfN) & Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU): Handreichung zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung, November 2021. URL: <https://www.bfn.de/eingriffsregelung>
- CIS, 2001: Common Implementation Strategy for Water Framework Directive (2000/60/EC), 2. Mai 2011, sowie Guidance documents (Leitfäden)
- EBA, 2023: Eisenbahnbundesamt: Mustergliederung für einen Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben an Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes, [https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52\\_Mustergliederung\\_Fachbeitrag\\_WRRL.html?nn=3857504](https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52_Mustergliederung_Fachbeitrag_WRRL.html?nn=3857504); Stand Mai 2023, 13 Seiten.
- FEB, 2024: Eisenbahnbundesamt, Fachinformation für die Entwässerung von Bahnanlagen, [https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52\\_Fachinformation\\_Entwaesserung\\_Bahnanlagen\\_FEB.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52_Fachinformation_Entwaesserung_Bahnanlagen_FEB.pdf?__blob=publicationFile&v=2), Stand 04/2024
- EU-HWRM-RL, 2007: Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060>, zuletzt abgerufen: 09.04.2024
- FGSV, 2021: Forschungsgruppe für Straßenbau- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: M WRRL – Merkblatt zur Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der Straßenplanung R2, Ausgabe 2021, FGSV Verlag GmbH, 71 Seiten
- GrwV, 2022: Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist, URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/grwv\\_2010/BJNR151300010.html](https://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/BJNR151300010.html), zuletzt abgerufen: 10.01.2023
- GWRL, 2006: Richtlinie 2006/118/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:DE:PDF>, zuletzt abgerufen: 09.04.2024

- OGewV, 2020: Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist, URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/OGewV\\_2016/OGewV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/OGewV_2016/OGewV.pdf), zuletzt abgerufen: 11.11.2022
- LAWA, 2016: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitungen von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Stand Januar 2017, 28 Seiten
- LAWA, 2020 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Fachtechnische Hinweise für die Erstellung der Prognose im Rahmen des Vollzugs des Verschlechterungsverbotes, 17./18. September 2020, Würzburg
- LLUR, 2020: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) Obere Bodenschutzbehörde: Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen, November 2020
- LWG S-H, 2019: Wasserrecht für Schleswig-Holstein. Hg. v. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. Kiel, vom 13. November 2019 (GVOBl. Schl.-H. S. 425), zuletzt abgerufen am 16.01.2023
- MELUND, 2022a: Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein, Stand 21.03.2022, 85 Seiten, [https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/Verschlechterungsverbot/leitfadenVerschlechterungsverbot.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/Verschlechterungsverbot/leitfadenVerschlechterungsverbot.pdf?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt aufgerufen am 11.11.2022
- MELUND, 2022b: Verfahrensvorschlag für die Prüfung der Vereinbarkeit von Vorhaben mit den Zielen nach §§ 45 a-f WHG (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL), 23 Seiten, Stand 10.03.2022
- MEKUN, 2024: Leitfaden für den Umgang mit dem Verschlechterungsverbot nach WRRL in Schleswig-Holstein, Stand 06.09.2024, [https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/Verschlechterungsverbot/leitfadenVerschlechterungsverbot.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/Verschlechterungsverbot/leitfadenVerschlechterungsverbot.pdf?__blob=publicationFile&v=2), zuletzt aufgerufen am 02.03.2024
- MSRL, 2008: Richtlinie 2008/56/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie), URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008L0056>, zuletzt abgerufen: 11.11.2022
- TrinkwV, 2023: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159); URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv\\_2023/TrinkwV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2023/TrinkwV.pdf), zuletzt abgerufen: 12.01.2024
- UQN-RL, 2008: Richtlinie 2008/105/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG,



84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, 16.12. 2008, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0105>, Zuletzt abgerufen: 09.04.2024

WHG, 2009: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist, URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/whg\\_2009/WHG.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf), zuletzt abgerufen: 11.11.2022

WRRL, 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. L 327 vom 22.12.2000, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060&qid=1668164033601>, zuletzt abgerufen: 11.11.2022

#### Rechtsurteile:

EuGH, vom 01.07.2015, C-461/13: „Weservertiefung“, Vertiefung verschiedener Teile des Flusses Weser im Norden Deutschlands zur Ermöglichung der Durchfahrt von größeren Containerschiffen zu den deutschen Häfen Bremerhaven, Brake und Bremen, URL: <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=165446&pageIndex=0&doclang=DE&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=851719>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 09.02.2017, 7 A 2.15: Ausbau der Bundeswasserstraße Elbe (Elbvertiefung), Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe, URL: <https://www.bverwg.de/090217U7A2.15.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

EuGH, vom 28.05.2020, C-535/18: Neubau Ortsumgehung Ummeln, URL: <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=226864&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&occ=first&part=1>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 02.11.2017, 7 C 25.15: Kraftwerk Staudinger, URL: <https://www.bverwg.de/021117U7C25.15.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

EuGH, vom 02.03.2023, C-723/21: „Flutung des Cottbuser Ostsees“, Schlussantrag der Generalanwältin, URL: <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=270841&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&occ=first&part=1>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 12.06.2019, 9 A 2.18: Planfeststellung Straßenrecht (Westumfahrung Halle), Neubau der BAB A143 - Westumfahrung Halle (Saale), URL: <https://www.bverwg.de/120619U9A2.18.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 28.04.2016, 9 A 9.15: Planfeststellung Straßenrecht (Elbquerung BAB A20), Planfeststellungsbeschluss Neubau der A20, Nord-West-Umfahrung Hamburg Abschnitt von der

Landesgrenze      Niedersachsen/Schleswig-Holstein      bis      B      431,      URL:  
<https://www.bverwg.de/280416U9A9.15.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 10.11.2016, 9 A 18.15:      Planfeststellung Straßenrecht (Elbquerung BAB A20), Planfeststellungsbeschluss für den Neubau der A 20 zwischen Drochtersen und der Landesgrenze Niedersachsen/Schleswig-Holstein, URL: <https://www.bverwg.de/101116U9A18.15.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 12.06.2019, 9 A 2.18:      Planfeststellung Straßenrecht (Westumfahrung Halle), URL: <https://www.bverwg.de/120619U9A2.18.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 11.07.2019, 9 A 13.18:      Planfeststellung des 7. Bauabschnitts der A 39 zwischen Wolfsburg und Lüneburg, URL: <https://www.bverwg.de/110719U9A13.18.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 27.11.2018, 9 A 8.17:      Planfeststellung Neubau A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg im Abschnitt 4 westlich Wittenborn bis zur Kreuzung mit der A 7 (PFB Teil A) sowie für den Bau des Autobahnkreuzes A 20/A 7 (PFB Teil B, URL: <https://www.bverwg.de/271118U9A8.17.0>, zuletzt aufgerufen: 09.07.2024

BVerwG, vom 22.04.2016, 7 KS 27.15:      Verlegung der B 3 von nordöstlich Celle (B 191) bis südöstlich Celle (B 214) - OU Celle - Mittelteil, URL: <https://openjur.de/u/889094.html>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, Urteil vom 21.11.2023, 9 A 11.21, juris, Rn. 49      Rücknahme des Planstellungsbeschlusses A49 zwischen Stadtallendorf und A5 wegen Flurbereinigungsbetroffenheit, URL: <https://www.bverwg.de/211123U9A11.21.0>, zuletzt abgerufen: 23.04.2025

EuGH, vom 04.05.2016, C-436/14:      Urteil des Gerichtshofs (erste Kammer) Bewilligung des Baus eines Wasserkraftwerks am Fluss Schwarze Sulm Österreich, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:62014CJ0346>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 11.08.2016 A 1.15:      Ausbau der Bundeswasserstraße Weser, URL: <https://www.bverwg.de/110816U7A1.15.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

BVerwG, vom 30.11.2020, A 5.20;      Straßenrechtliche Planfeststellung (Ortsumgehung Ummeln), URL: <https://www.bverwg.de/301120U9A5.20.0>, zuletzt aufgerufen: 09.04.2024

Datengrundlagen vom Vorhabenträger

Planfeststellungsunterlagen:

Unterlage 1: Erläuterungsbericht

Unterlage 1.01: Ingenieurgesellschaft fehmarlink2, RAMBOLL / BÖGER + JÄCKLE c/o Ramboll Deutschland GmbH: Erläuterungsbericht Technik

Unterlage 2: Übersichtskarten und Pläne

Unterlage 2.01: Übersichtsplan

Unterlage 2.02: Übersichtslagepläne

Unterlage 7: Bauwerkspläne

Unterlage 7.01: Brücken

Unterlage 7.02: Tunnel

Unterlage 7.02.032: Querschnitte Absenktunnel, Verfüllung im Graben

Unterlage 12: wassertechnische Berechnungen

Unterlage 12.01: Ingenieurgesellschaft fehmarlink2: Vorhaben ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt Fehmarnsund (FSQ): Erläuterungsbericht der wassertechnischen Berechnungen

Unterlage 12.04: Ingenieurgesellschaft fehmarlink2: Vorhaben ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt Fehmarnsund (FSQ), Übersichtslagepläne betriebszeitliches Entwässerungskonzept

Unterlage 16.: Umweltverträglichkeitsstudie

Unterlage 16.01: FROELICH & SPORBECK GmbH & Co. KG: Vorhaben ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Neubau der B 207 PFA Fehmarnsundquerung (FSQ): Umweltverträglichkeitsstudie und Anlagen

Unterlage 17: Landschaftspflegerischer Begleitplan

Unterlage 17.01: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA, FROELICH & SPORBECK GmbH & Co. KG: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B 207 PFA, Fehmarnsundquerung (FSQ): Erläuterungsbericht Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP)

Unterlage 17.02: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA: Maßnahmenblätter

Unterlage 17.03: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA: Bestands- und Konfliktpläne

Unterlage 17.04: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA: Maßnahmenübersichtspläne

Unterlage 17.05: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA: Maßnahmenpläne trassennah

Unterlage 17.06: Trüper Gondesen und Partner mbB, TGP Landschaftsarchitekten BDLA: Maßnahmenpläne trassenfern

Unterlage 18: FFH-Unterlagen (Flora- und Fauna -Habitat)

Unterlage 18.04 Froelich & Sporbeck GmbH & Co. KG & Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH (ARSU): ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B 207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ): FFH-Verträglichkeitsprüfung für das Gebiet „Meeresgebiet Östliche Kieler Bucht“ und Anlagen

Unterlage 27: Unterlage für wasserwirtschaftliche Belange

Unterlage 27.02: IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B 207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ): Unterlagen für wasserwirtschaftliche Belange

Unterlage 38: Bodenverwertungs- und Entsorgungskonzept (BoVEK)

Unterlage 38.02: Deutsche Bahn AG, DB Immobilien: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207 PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Bericht: Bodenverwertungs- und Entsorgungskonzept (BoVEK)

Unterlage 41: Geotechnische Berichte

Unterlage 41.01: BBI – Geo und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH, ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hier: Absenktunnel Bau-km 172,8+73 bis Bau-km 174,6+82

Unterlage 41.02: BBI – Geo und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hier: Trockendock, Bahn Bau-km 172,2+0,3 – Bau-km 172,9+17

Unterlage 41.04: BBI – Geo und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hier: Trogbauwerke, Großenbrode Bau-km 171, 5+47 bis Bau-km 172,2+03, Fehmarn Bau-km 174,8+59 bis Bau-km 175,7+42

Unterlage 41.29 BBI – Geo und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hier: Orientierender Schadstoffbericht LAGA & GÜBAK für die Bahn und die Straße

Unterlage 46: Kartierung Terrestrisch

Unterlage 46.01 GFN- Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Fachbeitrag Flora und Fauna Terrestrische Kartierung 2021 bis 2024 und Anlagen

Unterlage 47: Marine Kartierung

Unterlage 47.01: Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (ifAÖ): Fehmarnsundquerung Kartierung im marinen Bereich, Ergebnisbericht des 1. Und 2. Kartierjahres 2021 -2023

Unterlage 49: Unterlage für die Einleitung von Niederschlagswasser in öffentliche Abwasseranlagen

Unterlage 49.01: Endzustand Bahn

Unterlage 49.01.001: Hydro?logo! ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Bericht zur N-A-Modellierung Endzustand Bahn

Unterlage 49.01.002: Hydro?logo! ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Bericht zur N-A-Modellierung Endzustand Bahn (Fortschreibung)

Unterlage 49.02: Endzustand Straße

Unterlage 49.02.001: Hydro?logo!                      ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Bericht zur N-A-Modellierung Endzustand Straße

Unterlage 49.03:        Bauzustand Gesamt

Unterlage 49.03.001 Hydro?logo!                      ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Bericht zur bauzeitlichen N-A-Modellierung

Unterlage 49.03.003: Ingenieurgesellschaft fehmarlink2:                      BIM Planung Fehmarnsundquerung, Erläuterungen bauzeitliches Entwässerungskonzept

Unterlage 50:                      Unterlage zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Unterlage 50.01:        FROELICH & SPORBECK GmbH und Co. KG, ARSU GmbH, MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH: ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Fachbeitrag MSRL

Unterlage 51:                      hydronumerischen Modell

Unterlage 51.02        DMT GmbH & Co. KG:                      ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hydronumerisches Modell - Auswirkungsprognose auf Hydrografie, Wasserqualität, Sedimente des Meeresbodens und Küstenmorphologie

Unterlage 51.04        DMT GmbH & Co. KG:                      ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207, PFA Fehmarnsundquerung (FSQ), Hydronumerisches Modell - Verbringung von Nassaushub - Auswirkungsprognose auf Hydrografie, Wasserqualität, Sedimente des Meeresbodens

#### Sonstige Datenquellen

AEGIR, 2024:                      Online Anwendung, Monitoringdaten der Trübung der festen Fehmarnbeltquerung,  
URL:        [https://aegir.femern.com/en/liveData/monthly/waterquality/turbidity/min\\_max\\_median](https://aegir.femern.com/en/liveData/monthly/waterquality/turbidity/min_max_median),  
zuletzt abgerufen: 05.12.2024

ARGE Jungk und Joswig, 2022:    Neubau Fehmarnsundquerung (FSQ) Großprojekt ABS/NBS Hamburg – Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) - Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie – Relevanzprüfung Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL), Stand 16.11.2022, 21 Seiten

- ARGE Jungk und Joswig, 2023: Neubau Fehmarnsundquerung (FSQ) Großprojekt ABS/NBS Hamburg – Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) - Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie – Vorgehen zur Ermittlung von grundwasserabhängigen Landökosystemen, Stand: 06.03.2023, 14 Seiten
- Barnekow, D., 2004: Ist die Anlage eines künstlichen Steinriffs auf Weichboden in der Flensburger Förde eine sinnvolle Naturschutzausgleichsmaßnahme? Schlussfolgerungen aus der Besiedlungsfolge der ersten zwei Jahre, Flensburg 2004
- BfG, 2022: Bundesanstalt für Gewässerkunde: Karten und Wasserkörpersteckbrief zum 3. Bewirtschaftungszyklus (Stand 14.04.2022), URL: <https://geoportal.bafg.de/karten/wfdmaps2022/#>; Letzter Aufruf: 27.02.2023
- BKG, 2018: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: CORINE Land Cover 5 ha, Stand 2018 (CLC5-2018), URL: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html>, letzter Aufruf: 01.01.2025
- BMUV, 2023: Bromierte Flammenschutzmittel, URL: <https://www.bmuv.de/themen/gesundheit-chemikalien/chemikalien/bromierte-flammenschutzmittel>, letzter Aufruf 23.03.2023
- Braun, 2013: Braun.C., Gälli, Rene, Kammer, Christoph, BMG Engineering AG: Belastung durch Gleisabwasser, Emissionen von Mikroverunreinigungen aus dem Bahnverkehr in Fließgewässer, Fachartikel AQUA & GAS N°7/8, 2013
- BSH, 2018: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH): INSPIRE - View Service - Elevation – Bathymetry, Website, URL: <https://www.geoseaportal.de/mapapps/resources/apps/bathymetrie/index.html?lang=de>, zuletzt aufgerufen: 24.04.2024
- DB Netz AG, 2022a: Vorhaben ABS/ NBS – Lübeck- Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 5.2: Bau-km 165,982 – Bau-km 173,113: Unterlage 22.7, Wasserrechtlicher Fachbeitrag, Stand 24.06.2022, 99 Seiten
- DB Netz AG, 2022b: Vorhaben ABS/ NBS – Lübeck- Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 5.2: Bau-km 165,982 – Bau-km 173,113: Unterlage 22.7.3, Anhang 2: Wasserkörpersteckbriefe und Messstellen, Stand 25.06.2022, 62 Seiten
- DB Netz AG, 2023a: Verlegung von zwei 110 kV-Kabelsystemen im Fehmarnsund – Wasserrechtlicher Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)
- DMT, 2025: Stoschek, Oliver (07.03.2025): AW: FSQ - Frage zum Bericht Baggergutverbringung, [E-Mail])
- DZSF, 2022: Einstufung von Niederschlagswasser auf Streckengleisen; Quantifizierung und Charakterisierung der Abflussmenge und chemischen Zusammensetzung von Niederschlagswasser
- EBA, 2019 Eisenbahn- Bundesamt: Beurteilung der Bemessung von Gleisentwässerungseinrichtungen und Durchlässen von Fließgewässern Evaluierung der Bemessungsgrundlagen vor dem Hintergrund veränderter Niederschlagsereignisse aufgrund des Klimawandels, Bonn, 2019

- Climat-Data, 2022: Klima Daten und Graphen 1991- 2021 für die Messstation Hamburg, URL: <https://en.climate-data.org/europe/germany/hamburg/hamburg-69/>, letzte Aktualisierung Mai 2022, letzter Aufruf: 16.07.2024
- Cottrell et al., 2016: Cottrell, R. S.; Black, K. D.; Hutchison, Z. L.; Last, K. S.: The Influence of Organic Material and Temperature on the Burial Tolerance of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*: Considerations for the Management of Marine Aggregate Dredging. In: PLOS ONE. (1)
- DWD, 2023: Deutscher Wetterdienst: Vieljährige Mittelwerte; URL: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj\\_mittelwerte.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html), letzter Aufruf: 14.04.2023
- Essink, 1999: Essing, K.: Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. In: Journal of Coastal Conservation 5(1): 69-80, March 1999
- Gibbs & Hewitt, 2004: Gibbs, M. & Hewitt, J.: Effects of sedimentation on macrofaunal communities: a synthesis of research studies for ARC. ([http://www.aucklandcity.govt.nz/council/documents/technicalpublications/TP264\\_Sed\\_eff\\_macrofauna.pdf](http://www.aucklandcity.govt.nz/council/documents/technicalpublications/TP264_Sed_eff_macrofauna.pdf))
- Hendrick et al., 2016: Hendrick, V. J.; Hutchison, Z. L.; Last, K. S.: Sediment Burial Intolerance of Marine Macroinvertebrates. In: PLOS ONE.
- Hinchey et al., 2006: Hinchey, E. K.; Schaffner, L. C.; Hoar, C. C.; Vogt, B. W.; Batte, L. P.: Responses of Estuarine Benthic Invertebrates to Sediment Burial: The Importance of Mobility and Adaptation. In: Hydrobiologia. (1)
- Hutchison et al., 2016: Hutchison, Z. L.; Hendrick, V. J.; Burrows, M. T.; Wilson, B.; Last, K. S.: Buried Alive: The Behavioural Response of the Mussels, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* to Sudden Burial by Sediment. In: PLOS ONE. (3)
- IfAÖ, 2022 Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH: Fehmarnsundquerung: Machbarkeitsstudie „Riffwiederherstellung bzw. Riffrenaturierung im Ostseeraum bei Fehmarn
- IMP, 2024: IMP Ingenieure GmbH und Co KG, Fehmarnsundquerung - physikalischen Gewässergütemessungen – Trübungen, Oldenburg, 10.07.2024
- IPN, 2023: Schichtung des Wasserkörpers Ostsee; <https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/hintergruende/einflussfaktoren/salzgehalt.html>, Letzter Aufruf: 22.09.2023
- Lisbjerg et al., 2002: Lisbjerg, D., Petersen, J.K. & Dahl, K. : Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 391, 2002, <http://faglige-rapporter.dmu.dk>
- LLUR, 2021a: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Dezernat 44: Mittlere Niederschlagssumme Schleswig-Holstein (1991-2020), [https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/H/hydrologie\\_und\\_niederschlag/Downloads/NiederschlagswasserkarteLangMit-tel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/H/hydrologie_und_niederschlag/Downloads/NiederschlagswasserkarteLangMit-tel.pdf?__blob=publicationFile&v=1), letzter Aufruf 15.02.2023



- LLUR 2021b: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Dezernat 44: WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2021) Äußere Küstengewässer (BALCOSIS), Stand 15.03.2022
- LLUR, 2021c: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Dezernat 44: WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2021) Innere Küstengewässer (PHYBIBCO), Stand 15.03.2022
- LLUR, 2022a: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Dezernat 44: Kartieranleitung und Standardliste der Biotoptypen Schleswig-Holsteins, Version 2.1.1, Stand Juli 2022, 236 S.
- LLUR, 2022b: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Dezernat 44: Grundwasserstammdaten und Analytik im Grundwasserkörper ST07 und ST08, schriftliche Mitteilung vom 24.11.2022
- LfU 2023a: Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein: WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2022) Äußere Küstengewässer (BALCOSIS), Stand 19.04.2023
- LfU, 2023b: Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein Dezernat 45: Biologische und Chemische Analysedaten der KWK, schriftl.- Mitteilung vom 16.05.2023
- LfU, 2024a: Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung „Gewässer“, Dezernat „Technischer Gewässerschutz“, LLUR 4010, Grundwasserstammdaten und Analytik im Grundwasserkörper ST07 und ST08, E-Mail vom 10.01.2024
- LfU, 2024b: Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung „Gewässer“, Dezernat „Technischer Gewässerschutz“, LLUR 4010, Chlorophyll-Daten 2020 – 2022, E-Mail vom 08.05.2024
- LfU, 2024c: Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung „Gewässer“, Dezernat „Technischer Gewässerschutz“, LLUR 4010, EQR-Bewertung der benthisch wirbellosen Fauna, E-Mail vom 28.06.2024
- Maurer et al., 1986: Maurer, D.; Keck, R. T.; Tinsman, J. C.; Leathem, W. A.; Wethe, C.; Lord, C.; Church, T. M.: Vertical Migration and Mortality of Marine Benthos in Dredged Material: A Synthesis. In: Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. (1)
- MELUND, 2021a: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung - Schleswig-Holstein: Wasserkörpersteckbriefe 3ter BWZ Schleswig-Holstein, [https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/webauswertung/api/processingChain?conditionValues-SetHash=CA67EA2&selector=ROOT.WRRL-Wasserk%C3%B6rpersteckbriefe.WRRL\\_WKIS%3Awk\\_liste\\_bwz3.sel&processings=WRRL\\_WKIS%3Awkstb\\_bwz3%2Fwasserkörpersteckbrief\\_3bwz.rpt&disynocache=1676379129040&executionConfirmed=true](https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/webauswertung/api/processingChain?conditionValues-SetHash=CA67EA2&selector=ROOT.WRRL-Wasserk%C3%B6rpersteckbriefe.WRRL_WKIS%3Awk_liste_bwz3.sel&processings=WRRL_WKIS%3Awkstb_bwz3%2Fwasserkörpersteckbrief_3bwz.rpt&disynocache=1676379129040&executionConfirmed=true), Stand 31.08.2021, Letzter Aufruf: 27.02.2023
- MELUND, 2021b: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung: Bewirtschaftungsplan (gem. Art. 13 EG-WRRL bzw. § 83 WHG) FGE Schlei/Trave 3. Bewirtschaftungszeitraum 2022 – 2027, 402S. Stand: 22.12.2021

- MELUND, 2023: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung –Biotopkartierung Schleswig-Holstein (2014-2020): Kartenanwendung URL: <https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/webauswertung/index.xhtml>, letzter Aufruf 22.02.2023
- MEKUN, 2023: Umweltportal Schleswig-Holstein: Kartenanwendung, URL: [https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste;jsessionid=29A4BA944D8634E93B6FEB435E06447?lang=de&topic=thallgemein&bgLayer=sgx\\_geodatenzentrum\\_de\\_de\\_basemapde\\_web\\_raster\\_grau\\_DE\\_EPSG\\_25832\\_ADV&layers\\_opacity=b67ccaa99b183ed07a429825991ff793&E=631866.22&N=6030142.55&zoom=8&layers=f4c369b5b44e3e2d8c9bd3537d861ae4&layers\\_visibility=9cf3bc6dbdc60f3b8024278299870509](https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste;jsessionid=29A4BA944D8634E93B6FEB435E06447?lang=de&topic=thallgemein&bgLayer=sgx_geodatenzentrum_de_de_basemapde_web_raster_grau_DE_EPSG_25832_ADV&layers_opacity=b67ccaa99b183ed07a429825991ff793&E=631866.22&N=6030142.55&zoom=8&layers=f4c369b5b44e3e2d8c9bd3537d861ae4&layers_visibility=9cf3bc6dbdc60f3b8024278299870509), Letzter Aufruf. 22.02.2023
- MU Niedersachsen, 2023: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Monitoring Handbuch der aktuellen deutschen Bund/Länder-Messprogramme (BLMP) zur Überwachung der Meeresumwelt von Nord- und Ostsee: URL: <https://mhb.meeresschutz.info/de/start>, letzter Aufruf: 25.06.2024
- Navarro & Widdows, 1997: Navarro, J. M, Widdows, J.: Feeding physiology of *Cerastoderma edule* in response to a wide range of seston concentrations. In: Marine Ecology Progress Series, Vol: 152, Page: 175 -186, published June 26, 1997
- Powilleit et al., 2009: Powilleit, M.; Graf, G.; Kleine, J.; Riethmüller, R.; Stockmann, K.; Wetzel, M. A.; Koop, J. H. E.: Experiments on the survival of six brackish macro-invertebrates from the Baltic Sea after dredged spoil coverage and its implications for the field. In: J. Mar. Syst. (3)
- Purchon, 1937: Purchon, R.D.: Studies on the biology of the Bristol Channel, an ecological study of the beach and dock at Portishead. In: Preceedings oft he Bristol Natural History Society, Page: 311- 329, 1937
- Sagert et al., 2008: Sagert, S., Selig, U., Schubert, H.: Phytoplanktonindikatoren zur ökologischen Klassifizierung der deutschen Küstengewässer der Ostsee. Rost. Meeresbiologische Beiträge: Heft 20:45-69
- Schleswig-Holstein, 2023: Wasserrahmenrichtlinie Arbeitsgruppen; <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/arbeitsgruppen.html>; Letzter Aufruf: 27.02.2023
- uWB, 2022: Untere Wasserbehörde Fehmarn: mdl. Mitteilung vom 03.11.2022
- Velasco & Navarro, 2002: Velasco, L. A. & Navarro, J. M.: Feeding physiology of infaunal (*Mulinia edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves under a wide range of concentrations and qualities of seston. In: Marine Ecology Progress Series Vol 240, Page: 143-155, September 2002
- WBV, 2022: Wasserbeschaffungsverband Fehmarn – (WBV): <https://wbv-fehmarn.de/>, letzter Aufruf: 02.12.2022

WetterKontor, 2023: Wetterkontor, Website, Jahresniederschlagsmittel Großenbrode und Fehmarn 2015 – 2022, URL: <https://www.wetterkontor.de/wetter-rueckblick/monats-und-jahreswerte.asp?id=A397>, letzter Aufruf: 15.02.2023

ZVO, 2023: Zweckverband Ostholstein – (ZVO): Trinkwasserinformation, [www.zvo.com/trinkwasser-informationen](http://www.zvo.com/trinkwasser-informationen), letzter Aufruf: 27.02.2023