

Energiedrehscheibe Wilhelmshaven – FSRU Phase 1

**Antrag auf Erlaubnis der Einleitung von Ab- und Prozesswässern
aus der FSRU in die Jade gemäß § 8 WHG**

Umweltfachliche Bewertung

Anhang 6 - Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Antragsteller:



Uniper Global Commodities SE



Rev.-Nr. 2-0	27.09.2022	Dr. S. Jaklin	C. Ketzer
Version	Datum	geprüft	freigegeben 

Antragsteller			
	Uniper Global Commodities SE Holzstraße 6 40221 Düsseldorf	Ansprechpartner:	H. Pantwich, T. Schönhoff
		Tel.:	+49 (0)151 72317420 +49 (0)170 9258802
		E-Mail:	Hanna.pantwich@uniper.energy Thomas.schoenhoff@uniper.energy

Auftragnehmer			
	IBL Umweltplanung GmbH Bahnhofstraße 14a 26122 Oldenburg Tel.: +49 (0)441 505017-10 www.ibl-umweltplanung.de	Zust. Abteilungsleitung:	K. Zorn
		Projektleitung:	K. Zorn
		Bearbeitung:	-
		Projekt-Nr.:	1458

Subunternehmer/Partner			
	BioConsult GmbH & Co. KG Auf der Muggenburg 30 28217 Bremen Tel.: +49 (0)421 694981-21 https://www.bioconsult.de	Projektleitung:	F. Bachman
		Bearbeitung:	D. Kopetsch, S. Jaklin
		Projekt-Nr.	888

Inhalt

1	Rechtliche Grundlagen	1
1.1	EU-Richtlinien und Umsetzung in deutsches Recht.....	1
1.2	Aktuelle Rechtsauffassung in der Vorhabenzulassung	3
2	Arbeitsschritte und methodische Grundlagen.....	3
2.1	Arbeitsschritte	3
2.2	Darstellung des Gewässerzustands (Ist-Zustand)	4
2.2.1	Oberflächenwasserkörper.....	4
2.2.1.1	Bewertung ökologischer Zustand.....	4
2.2.1.2	Bewertung chemischer Zustand	5
2.2.2	Grundwasserkörper	6
2.2.2.1	Bewertung mengenmäßiger Zustand	6
2.2.2.2	Bewertung chemischer Zustand	7
2.3	Gewässerüberwachung und Messstellen.....	7
2.4	Bewertung der vorhabenbedingten Veränderungen	8
2.4.1	Prüfung von Verstößen gegen das Verschlechterungsverbot	8
2.4.1.1	Oberflächenwasserkörper.....	8
2.4.1.2	Grundwasserkörper	10
2.4.1.3	Allgemeine Bewertungsmaßstäbe	11
2.4.2	Prüfung von Verstößen gegen das Zielerreichungsgebot	12
2.4.2.1	Oberflächenwasserkörper.....	12
2.4.2.2	Grundwasserkörper	13
3	Vorhabenmerkmale und -wirkungen	14
3.1	Kurzbeschreibung des Vorhabens	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.2	Wirkfaktoren.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4	Identifizierung vom Vorhaben betroffener Wasserkörper	15
5	OWK Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)	18
5.1	Kurzbeschreibung und Ist-Zustand	18
5.1.1	Unterstützende Qualitätskomponenten	20
5.1.2	Biologische Qualitätskomponenten (QK).....	21
5.1.3	Chemischer Zustand	31
5.1.4	Prognose für die Zielerreichung bis 2027	32
5.2	Auswirkungsprognose im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot.....	33
5.2.1	Unterstützende Qualitätskomponenten	33
5.2.1.1	Hydromorphologische Qualitätskomponenten	33
5.2.1.2	Chemische und allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	33
5.2.1.2.1	Flussgebietsspezifische Schadstoffe	33
5.2.1.2.2	Temperatur	34
5.2.2	Biologische Qualitätskomponenten	38
5.2.2.1	Phytoplankton	39
5.2.2.2	Makrophyten	40
5.2.2.3	Makrozoobenthos.....	42
5.2.3	Chemischer Zustand	43

5.3	Auswirkungsprognose im Hinblick auf das Zielerreichungsgebot.....	44
6	Fazit.....	46
7	Literaturverzeichnis	47

Abbildungen

Abbildung 3-1:	Geplantes Vorhaben mit seinen Bestandteilen Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 4-1:	Lage und Abgrenzung des OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ mit Wirkräumen des Vorhabens (IMP 2022) und den repräsentativen Messstellen (NLWKN 2013)	17
Abbildung 5-1:	Verteilung eulitoraler Grünalgen im Juli 2020 (Jahresmaximum) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“	24
Abbildung 5-2:	Langfristige Entwicklung der Bedeckung des Eulitorals (252 km ²) mit Grünalgen von 1990 bis 2020 (Jahresmaxima) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“	25
Abbildung 5-3:	Seegrasvorkommen im Jaderaum im Jahr 2019.	26
Abbildung 5-4:	Eulitorale Seegraswiesen (min. 5% Bedeckung) im Bereich Stollhammer/Seefelder Watt (Jadebusen) von 1995 bis 2019.....	27
Abbildung 5-5:	Verbreitung der Salzwiesen im Jadesystem.....	28
Abbildung 5-6:	Stationsraster der Benthosbeprobungen 2019 und 2020 unter Symbolisierung der Artenzahl.....	31
Abbildung 5-7:	Modellierte maximale Temperaturabsenkung im Bereich der FSRU und des LNG-Tankers.....	35
Abbildung 5-8:	Modellierte maximale Temperaturerhöhungen im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers).....	36
Abbildung 5-9:	Monatliche Wassertemperaturen am Messpunkt „Südlich HES-Küstenanleger (Innenjade)“, 2008-2018, 5-Minuten-Werte.)	38

Tabellen

Tabelle 1-1:	Umweltziele nach Art. 4 WRRL.....	1
Tabelle 2-1:	Zu bewertende hydromorphologische, chemische und physikalisch-chemische (unterstützende) Qualitätskomponenten in der Kategorie Küstengewässer.	5
Tabelle 2-2:	Fristen zur Einhaltung der UQN der prioritären Stoffe des chemischen Zustands aus: FGE Ems 2022.	6
Tabelle 2-3:	Vorgehensweise bei der Bewertung der biologischen QK nach der „kombinierten Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“.....	9
Tabelle 2-4:	Vorgehensweise bei der Bewertung des chemischen Zustands nach der „kombinierten Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“.....	10
Tabelle 3-1:	Übersicht der Wirkfaktoren sowie potenzieller Wirkungen auf die biologischen und unterstützenden Qualitätskomponenten sowie den chemischen Zustand.	15
Tabelle 4-1:	Messstellenzuordnung (Überblicksweise/Operativ) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ aus: NLWKN 2013.....	16
Tabelle 5-1:	Ökologischer und chemischer Zustand im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01).	20
Tabelle 5-2:	Vorschlag für Grenzwerte der maximalen absoluten Wassertemperatur und zur Bewertung der maximalen Temperaturerhöhung am Rand der Mischungszone, nach Brockmann (2014).	37
Tabelle 5-3:	Maßnahmentypen in dem vom Vorhaben betroffenen OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“.....	45

1 Rechtliche Grundlagen

1.1 EU-Richtlinien und Umsetzung in deutsches Recht

Die **EU-Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL, 2000/60/EG) dient der Schaffung eines Ordnungsrahmens zum Schutz aller Oberflächengewässer und des Grundwassers. Sie bündelt einen Großteil der in Europa bestehenden Regelungen zum Gewässerschutz. Ergänzt wird die WRRL durch zwei sogenannte Tochterrichtlinien, in denen die Regelungen und Kriterien der WRRL weiter ausdifferenziert werden – die **EU-Grundwasserrichtlinie** (GWRL, 2006/118/EG) und die **Umweltqualitätsnormrichtlinie** (UQN-RL, 2008/105/EG sowie Änderungsrichtlinie 2013/39/EU).

In Deutschland wurde die WRRL in den §§ 27 ff. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in nationales Recht umgesetzt. Die maßgebenden Umweltziele der WRRL für „natürliche“ (Natural Water Bodies – NWB) Oberflächengewässer sind entsprechend Art. 4 das Erreichen des guten ökologischen Zustands und des guten chemischen Zustands. Bei „künstlichen Wasserkörpern“ (Artificial Water Bodies – AWB) oder „erheblich veränderten Wasserkörpern“ (Heavily Modified Water Bodies – HMWB) gelten das gute ökologische Potenzial und der gute chemische Zustand als Zielvorgabe. Für die Grundwasserkörper wird analog dazu das Erreichen des guten mengenmäßigen und chemischen Zustands angestrebt; gleichzeitig soll eine Trendumkehr bei anthropogen bedingten Zunahmen der Schadstoffbelastungen erreicht werden. Die beschriebenen Ziele bilden das sog. **Zielerreichungsgebot** (oft auch „Verbesserungsgebot“) der WRRL ab. Daneben ist in allen Oberflächen- und Grundwasserkörpern auch eine Verschlechterung des Gewässerzustands i. S. d. **Verschlechterungsverbots** zu vermeiden. Für Wasserkörper, die sich in ausgewiesenen Schutzgebieten befinden, gelten nach Anhang IV der WRRL dieselben Zielvorgaben, sofern die Schutzgebietsverordnungen keine anderweitigen Bestimmungen enthalten. Eine Übersicht zu den Umweltzielen gibt die Tabelle 1-1.

Ursprünglich sollten die WRRL-Umweltziele mit Ablauf des ersten Bewirtschaftungszyklus im Jahr 2015 erreicht werden. In einigen Wasserkörpern wurde diese Frist nicht eingehalten. Für sie wurden Fristverlängerungen bis zum Ablauf des zweiten (2021) bzw. dritten Bewirtschaftungszyklus (2027) erwirkt. Solche Ausnahmen von den Zielvorgaben und -fristen sind unter bestimmten Voraussetzungen zulässig.

Tabelle 1-1: Umweltziele nach Art. 4 WRRL

Umweltziele Oberflächengewässer	Umweltziele Grundwasser
<u>Zielerreichungsgebot</u> : Erreichen des guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials und des guten Chemischen Zustands	<u>Zielerreichungsgebot</u> : Erreichen des guten mengenmäßigen und chemischen Zustands
<u>Phasing-out-Verpflichtung</u> (unterstützend): Einstellung der Einleitungen, Emissionen oder Verluste prioritär gefährlicher Stoffe	<u>Trendumkehrgebot</u> (unterstützend): Trendumkehr bei signifikanten und weiterhin zunehmenden Schadstoffkonzentrationen
<u>Verschlechterungsverbot</u> : Vermeiden einer Verschlechterung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials und des chemischen	<u>Verschlechterungsverbot</u> : Vermeiden einer Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Grundwasserzustands

Gewässerzustands	
------------------	--

Die WRRL, GWRL und UQN-RL wurden auf Bundesebene durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in nationales Recht umgesetzt Nach § 27 Abs. 1 WHG gilt für oberirdische Gewässer (entsprechend § 44 für Küstengewässer):

"Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass

- 1. eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird und*
- 2. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden“.*

Ferner gilt nach § 27 Abs. 2 WHG:

"Oberirdische Gewässer, die nach § 28 WHG als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass

- 1. eine Verschlechterung ihres ökologischen Potenzials und ihres chemischen Zu-stands vermieden wird und*
- 2. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden“.*

Die Bewirtschaftung des Grundwassers ist in § 47 WHG geregelt. Hier gilt:

„Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass

- 1. eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;*
- 2. alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;*
- 3. ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung.“*

[...] Für Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen nach Absatz 1 gilt § 31 Abs. 1, 2 Satz 1 und Absatz 3 entsprechend [] (§ 47 Abs. 3 WHG)“.

Werden die Eigenschaften eines Gewässers so verändert, dass deren Umweltziele nicht zu erreichen sind oder eine weitere Verschlechterung nicht auszuschließen ist, kann dies nach § 31 Abs. 2 WHG zulässig sein (vgl. Art. 4 Abs. 7 WRRL), wenn

- 1. „dies auf einer neuen Veränderung der physischen Gewässereigenschaften oder des Grundwasserstandes 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 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 Aus-wirkungen auf den Gewässerzustand zu verringern“.*

Konkrete Anforderungen an die Gewässereigenschaften, an die Ermittlung und Beschreibung des Zustands von Gewässern sowie an deren Benutzung sind in der **Oberflächengewässerverordnung** (OGewV, 2016) sowie in der **Grundwasserverordnung** (GrwV, 2010) geregelt.

1.2 Aktuelle Rechtsauffassung in der Vorhabenzulassung

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat in seinem Grundsatzurteil vom 01.07.2015 (Rs. C 461/13) im Zusammenhang mit dem Klageverfahren gegen den Planfeststellungsbeschluss zur Anpassung der Unter- und Außenweser die bis dato strittige Auslegung des WRRL-Verschlechterungsverbots geklärt. Dieses Urteil wurde durch die Folgeurteile des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG) zu den geplanten Anpassungen der Weser (Rs. 7 A 1.15, 11.08.2016) und Elbe (Rs. 7 A 2.15, 09.02.2017) sowie weiteren Verfahren weiter konkretisiert. In seinem Urteil vom 28.05.2020 (Rs. C 535/18) überträgt der EuGH den zuvor für die Oberflächengewässer entwickelten Bewertungsmaßstab auch auf das Grundwasser.

Aus der Rechtsprechung resultierten die Handlungsanweisung der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser LAWA 2017 zum Verschlechterungsverbot sowie der Leitfaden zur Berücksichtigung der WRRL bei der Vorhabenzulassung in Bundeswasserstraßen (BMVI 2019). Sie bilden die Grundlage für das methodische Vorgehen im vorliegenden Fachbeitrag.

2 Arbeitsschritte und methodische Grundlagen

2.1 Arbeitsschritte

Im Rahmen der Untersuchung möglicher Auswirkungen des Vorhabens auf die maßgebenden Bewirtschaftungsziele (vgl. Tabelle 1-1) sind folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Beschreibung des Vorhabens und seiner Wirkfaktoren (Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)
- Identifizierung der vom Vorhaben betroffenen Oberflächen- und Grundwasserkörper (Kapitel 4)
- Auswirkungsprognose (Kapitel 5):
 - Kurzbeschreibung und aktueller Ist-Zustand
 - Prognose möglicher nachteiliger Veränderungen durch das Vorhaben in Hinblick auf das „Verschlechterungsverbot“
 - Prognose zur Vereinbarkeit des Vorhabens mit der Zielerreichung im Hinblick auf das „Zielerreichungsgebot“
- Abschließende fachgutachterliche Einschätzung (Kapitel 6)

2.2 Darstellung des Gewässerzustands (Ist-Zustand)

2.3 Oberflächenwasserkörper

2.3.1.1 Bewertung ökologischer Zustand

Das Vorhaben betrifft ausschließlich natürlich eingestufte Oberflächenwasserkörper (OWK) der Küstengewässer (vgl. Kapitel 5). Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich daher auf den ökologischen Zustand und die in den Küstengewässern relevanten Messgrößen.

Der ökologische Zustand eines OWK wird gem. § 5 Abs. 4 S. 1 OGewV anhand von kennzeichnenden biologischen Qualitätskomponenten (QK) bewertet. Bei der Bewertung sind hydromorphologische, allgemein physikalisch-chemische sowie chemische Qualitätskomponenten unterstützend heranzuziehen (s. u.). Laut Anlage 3 der OGewV sind für die Kategorie der Küstengewässer bis zur 1 sm-Grenze (vgl. § 44 WHG) folgende biologische QK heranzuziehen:

- QK Phytoplankton
- QK Großalgen oder Angiospermen (sofern geeignet bzw. vorhanden)
- QK benthische wirbellose Fauna (nachfolgend Makrozoobenthos)

Die Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten erfolgt mit Hilfe von international abgestimmten („interkalibrierten“), WRRL-konformen und von der LAWA (Bund-/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser) anerkannten Bewertungsverfahren, die in Anlage 5 der OGewV für jeden Gewässertyp gelistet sind. Teilweise führen die zuständigen Fachbehörden auch eine Bewertung allein auf Basis von „Expert Judgement“ durch oder übertragen die Bewertung eines OWK auf die jeweils angrenzenden OWK, sofern diese insgesamt vergleichbar sind. Das Vorgehen bei der Bewertung der niedersächsischen Küstengewässer ist detailliert in NLWKN (2010) beschrieben.

Bei natürlichen Wasserkörpern erfolgt die Bewertung des ökologischen Zustands durch die Klassen sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht (vgl. Tabelle 1 der Anl. 4 OGewV). Der angestrebte „gute Zustand“ beschreibt ein Gewässer mit nur geringen anthropogenen Veränderungen. Er definiert sich über geringe Abweichungen vom „sehr guten“ Zustand (Referenzzustand) und ist laut MU (2020) erreicht, wenn die betrachteten bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten in ihrer Zusammensetzung und Abundanz (bei Fischen zusätzlich auch Altersstruktur) nur geringfügig von den typenspezifischen Gemeinschaften abweichen, der Anteil störungsempfindlicher Arten im Verhältnis zu den robusten Arten nur eine graduelle Abweichung zeigt und der Grad der Vielfalt der Arten ebenfalls nur eine geringfügige Abweichung aufweist.

Unterstützend zu den biologischen QK werden auch hydromorphologische und allgemeine physikalisch-chemische QK hinzugezogen; ihnen kommt eine wesentliche Bedeutung bei der Plausibilisierung der Bewertungsergebnisse für die biologischen QK und den ökologischen Zustand insgesamt zu. Sie werden aber nicht eigenständig auf Verstoß gegen die einschlägigen Bewirtschaftungsziele geprüft. So sind in Anlage 4 der OGewV für die hydromorphologischen sowie die allgemein physikalisch-chemischen QK Bedingungen beschrieben, die zur Erreichung des sehr guten, guten und mäßigen ökologischen Zustands eingehalten werden müssen. Zusätzlich ist für die chemische QK (flussgebietsspezifische Schadstoffe) in § 5 Abs. 5 OGewV festgeschrieben, dass der gute ökologische Zustand nur dann erreicht werden kann, wenn sämtliche Umweltqualitätsnormen (UQN) eingehalten werden. Werden hingegen eine UQN oder mehrere UQN nicht eingehalten, ist der ökologische Zustand höchstens als „mäßig“ einzustufen. Die Einstufung der unterstützenden Qualitätskomponenten erfolgt anhand der

jeweiligen Grenz- und Schwellenwerte, auf Basis von „Expert Judgement“ und für die hydromorphologischen Qualitätskomponenten z. T. auch unter Zuhilfenahme von Bewertungs-Schemata (vgl. www.gewaesserbewertung.de).

Die Tabelle 2-1 gibt einen Überblick zu den unterstützenden QK, die laut Anlage 3 der OGewV in den Küstengewässern zu betrachten sind.

Tabelle 2-1: Zu bewertende hydromorphologische, chemische und physikalisch-chemische (unterstützende) Qualitätskomponenten in der Kategorie Küstengewässer.

Qualitätskomponentengruppe	Qualitätskomponente/Parameter
Hydromorphologische Qualitätskomponenten gem. Anlage 3 Nr. 2 OGewV	
Morphologie	Tiefenvariation
	Struktur und Substrat des Bodens
	Struktur der Gezeitenzone
Tideregime	Seegangbelastung
	Richtung vorherrschender Strömungen
Chemische Qualitätskomponenten gem. Anlage 3 Nr. 3.1 OGewV	
Flussgebietspezifische Schadstoffe	synthetische u. nichtsynthetische Schadstoffe in Wasser, Sedimenten oder Schwebstoffen (nach Anlage 6 OGewV)
Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten gem. Anlage 3 Nr. 3.2 OGewV	
Allgemeine physikalisch-chemische Komponenten	Sichttiefe
	Temperaturverhältnisse
	Sauerstoffhaushalt
	Salzgehalt
	Nährstoffverhältnisse

2.3.1.2 Bewertung chemischer Zustand

Der chemische Zustand wird gem. § 6 Satz 1 OGewV anhand einer Liste von UQN für die prioritären und bestimmte andere Schadstoffe sowie für den Eutrophierungsindikator Nitrat bewertet. Die betreffenden Stoffe und ihre UQN sind in den Richtlinien 2008/105/EG bzw. der Änderungsrichtlinie 2013/39/EG geregelt und in Anlage 8, Tabelle 2 der OGewV gelistet. Die Bewertung des chemischen Zustands erfolgte gemäß den Vorgaben der OGewV in Verbindung mit der bundesweit abgestimmten LAWA-Handlungsanleitung LAWA 2019. Die Klassifizierung erfolgt nach § 6 Sätze 2, 3 OGewV zweistufig als „gut“ (UQN eingehalten) und „nicht gut“ (UQN nicht eingehalten). Wird die zulässige Höchstkonzentration eines Stoffes innerhalb des OWK überschritten, ist der chemische Zustand bereits als nicht gut einzustufen. Die Tabelle 2-2 gibt einen Überblick zu den Stoffen und ihren jeweiligen Fristen.

Tabelle 2-2: Fristen zur Einhaltung der UQN der prioritären Stoffe des chemischen Zustands aus: FGE Ems 2022.

Stoffe	Frist zur Einhaltung der UQN	Max. Verlängerung der Frist bis
Alachlor, Atrazin, Benzol, Cadmium und Cadmiumverbindungen, Tetrachlorkohlenstoff, C10-C13-Chloralkane, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos-Ethyl, 1,2-Dichlorethan, Dichlormethan, Bis(2ethyl-hexyl)phthalat (DEHP), Diuron, Endosulfan, Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Hexachlorcyclohexan, Isoproturon, Quecksilber und -verbindungen, 4-Nonylphenol, Octylphenol, Pentachlorbenzol, Pentachlorphenol, Simazin, Tetrachlorethylen, Trichlorethylen, Tributylzinn-Kation, Trichlorbenzol, Trichlormethan, Trifluralin, Nitrat	2015	2027
Anthracen, polybromierte Diphenylether, Naphthalin, Fluoranthren, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Blei und Bleiverbindungen, Nickel und Nickelverbindungen	2021	2033
Noch nicht in der Bewertung zu berücksichtigen¹: Dicofol, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Quinoxifen, Dioxin und dioxinähnliche Verbindungen, Aclonifen, Bifenox, Cybutryn, Cypermethrin, Dichlorvos, Hexabromcyclododecan (HBCDD), Heptachlor und Heptachlorepoxid, Terbutryn	2027	2039

1) Bei der aktuellen chemischen Bewertung sind die neuen Stoffe noch nicht zu berücksichtigen, jedoch sind die Monitoringergebnisse darzustellen und geeignete Minderungsmaßnahmen in die Maßnahmenprogramme aufzunehmen aus: FGE Ems 2022.

2.3.2 Grundwasserkörper

2.3.2.1 Bewertung mengenmäßiger Zustand

Der mengenmäßige Zustand eines Grundwasserkörpers (GWK) wird in den Zustandsklassen „gut“ oder „schlecht“ eingestuft. Er ist laut § 4 Abs. 2 GrwV dann gut, wenn

- die Entwicklung der Grundwasserstände oder Quellschüttungen zeigt, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme die verfügbare Grundwasserressource nicht übersteigt und
- durch menschliche Tätigkeiten bedingte Änderungen des Grundwasserstandes zukünftig nicht dazu führen, dass die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 und 44 des WHG für die Oberflächengewässer, die mit dem Grundwasserkörper in hydraulischer Verbindung stehen, verfehlt werden, sich der Zustand dieser Oberflächengewässer im Sinne von § 3 Nummer 8 des WHG signifikant verschlechtert, Landökosysteme, die direkt vom Grundwasserkörper abhängig sind, signifikant geschädigt werden und das Grundwasser durch Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen infolge räumlich und zeitlich begrenzter Änderungen der Grundwasserfließrichtung nachteilig verändert wird.

Ein schlechter mengenmäßiger Grundwasserzustand liegt laut Erlass des Nds. Umweltministeriums vom 25.04.2014 vor, sobald durch anthropogen bedingte Veränderungen des Grundwasserspiegels mindestens eines der vorgenannten Schutzziele verfehlt wird MU 2020.

2.3.2.2 Bewertung chemischer Zustand

Auch der chemische Zustand des Grundwassers wird in den Klassen „gut“ oder „schlecht“ eingestuft. Ein guter chemischer Zustand ist laut § 7 GrwV dann erreicht, wenn die in Anlage 2 enthaltenen oder gemäß § 5 GrwV festgelegten Schwellenwerte an den Messstationen des GWK nicht überschritten werden.

Ein guter chemischer Zustand gilt auch dann als erreicht, wenn es keine Anzeichen dafür gibt, dass festgestellte Schwellenwertüberschreitungen aus anthropogenen Quellen stammen und die Grundwasserbeschaffenheit weder zu signifikanten Verschlechterungen hydraulisch verbundener OWK oder noch zu signifikanten Schädigungen von grundwasserabhängigen Landökosystemen führt. Mit dieser Regelung wird den teilweise hohen geogenen Stoffeinträgen in das Grundwasser Rechnung getragen (z. B. erhöhte Salzwasserintrusion in Küstennähe NLWKN 2014. Ferner gilt laut § 7, Abs. 3, Nr. 1 a) GrwV, dass auch bei einem überschrittenen Schwellenwert der „gute“ chemische Zustand erreicht werden kann, wenn davon weniger als ein Fünftel der GWK-Fläche betroffen sind; weitere Ausnahmegründe sind in § 7 Abs. 1 - 3 GrwV genannt.

Die für den chemischen Zustand des Grundwassers relevanten Stoffe (Nitrat, Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich der relevanten Metaboliten, Arsen, Cadmium, Blei, Quecksilber, Ammonium, Chlorid, Nitrit, Ortho-Phosphat, Sulfat und die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen) entsprechen zum Teil denen, die auch bei der Bewertung der OWK als flussgebietspezifische Schadstoffe oder prioritäre und nicht-prioritäre Schadstoffe sowie bei den allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten berücksichtigt werden.

2.4 Gewässerüberwachung und Messstellen

Die Überwachung des Gewässerzustands (Oberflächen- und Grundwasser) findet an ausgewählten Messstellen statt. Sie sollen den Zustand der jeweils untersuchten Parameter und Komponenten für den gesamten Wasserkörper repräsentieren („repräsentative Messstellen“). Die Überwachungsergebnisse der Messstellen bilden die Grundlage für die in den Bewirtschaftungsplänen dargestellte Zustandsbewertungen sowie die darauf aufbauende Maßnahmenplanung. Auch für die Beurteilung von Vorhabenwirkungen ist die Lage der Messstellen von Bedeutung; formal betrachtet sind nur solche Auswirkungen relevant, die zu mess- und beobachtbaren Zustandsveränderungen an den repräsentativen Messstellen führen. In der Auswirkungsprognose wird daher stets auch auf die Messstellen abgestellt.

In der WRRL sind die Messnetze zur überblicksweisen und operativen Überwachung verankert. Die Überblicksmessstellen befinden sich an bedeutenden Gewässern und dienen der dauerhaften Erfassung großräumiger Entwicklungen der Gewässerqualität. Die operative Überwachung findet an Gewässern statt, die aufgrund von Belastungen die Umweltziele verfehlen. Sie wird solange aufrechterhalten, bis die Ziele erreicht sind. Die operativen Messstellen dienen der Identifizierung von Quellen und Ursachen der vorherrschenden Belastungen und helfen bei der Dokumentation der Wirkung von Maßnahmen. Ergänzend zur überblicksweisen und operativen Überwachung werden an sog. unterstützenden Messstellen die allgemein physikalisch-chemischen Parameter gemessen. Einige Qualitätskomponenten, darunter die Brack- und Salzwiesen, werden indes nicht über einzelne Messstellen, sondern durch eine flächenhafte Erfassung bewertet NLWKN 2013, NMU 2021a.

Das Messstellennetz für die vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper ist auf der Übersichtskarte in Kapitel 4 dargestellt.

2.5 Bewertung der vorhabenbedingten Veränderungen

2.5.1 Prüfung von Verstößen gegen das Verschlechterungsverbot

Das Vorgehen bei der Prüfung von Verstößen gegen das Verschlechterungsverbot folgt einem transparenten und funktionsgerechten Ansatz und wird fachlich nachvollziehbar untersetzt:

1. Auf Basis des Ist-Zustands der OWK/GWK werden die zu erwartenden vorhabenbedingten Veränderungen der bewertungsrelevanten Komponenten beschrieben.
2. Anschließend wird geprüft, ob sich aus den prognostizierten Veränderungen Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot ergeben.
3. Bei der Prüfung wird zwischen den Begriffen der „nachteiligen Veränderung“ (Veränderung einer für den Gewässerzustand relevanten Komponente ohne Rechtsfolgen) und „Verschlechterung“ unterschieden (Veränderung erfüllt die tatbestandlichen Voraussetzungen des WHG, ist gerichtlich überprüfbar und mit entsprechenden Rechtsfolgen verbunden).

2.5.1.1 Oberflächenwasserkörper

Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten

Bezüglich einer nachteiligen Veränderung der unterstützenden Qualitätskomponenten verweist das BVerwG (Rs. 7 A 2/15, 09.02.2017, Rn. 496) auf deren „unterstützenden“ Charakter. Die hydromorphologischen, allgemein physikalisch-chemischen und chemischen Qualitätskomponenten bilden lediglich die Habitatbedingungen innerhalb des Gewässers ab, welche wiederum den Zustand von Flora und Fauna beeinflussen können.

Laut LAWA (2017) stellt die nachteilige Veränderung bzw. die Herabstufung einer unterstützenden Qualitätskomponente nicht *per se* eine Verschlechterung i S. d. WRRL dar; vielmehr ist die *indirekte* Folgewirkung für die Einstufung der übergeordneten biologischen Qualitätskomponenten maßgebend. In der wasserrechtlichen Prüfung muss ggf. dezidiert dargelegt werden, warum eine nachteilige Veränderung einer unterstützenden Qualitätskomponente keine negativen Auswirkungen auf die Einstufung der biologischen Qualitätskomponente im Sinne einer Verschlechterung hat (s. u.).

Veränderungen der biologischen Qualitätskomponenten

Nachteilige Veränderungen der biologischen Qualitätskomponenten können *direkt* durch das Vorhaben verursacht werden oder *indirekt* aus den Veränderungen der Habitatbedingungen resultieren (abgebildet durch die unterstützenden Qualitätskomponenten, s.o.). Ob eine Verschlechterung im Sinne der WRRL vorliegt, ist laut Urteil des EuGHs (Az. C-461/13, 01.07.2015, Rn. 70) anhand einer kombinierten „Zustandsklassen/Status-Quo-Theorie“ zu bestimmen. Es gilt:

- Nicht jede nachteilige Veränderung des Gewässerzustands stellt automatisch eine Verschlechterung dar.
- Eine Verschlechterung liegt vor, sobald sich der Zustand mindestens einer biologischen Qualitätskomponente im Sinne des Anhangs V WRRL um eine Klasse verschlechtert, auch wenn diese Verschlechterung nicht zu einer schlechteren Einstufung des Oberflächenwasserkörpers insgesamt führt (Zustandsklassen-Theorie).

- Ist eine Qualitätskomponente bereits in der niedrigsten Klasse eingeordnet (schlechter Zustand/Potenzial), stellt jede weitere Verschlechterung dieser Komponente auch eine Verschlechterung des Oberflächenwasserkörpers dar (Status-Quo-Theorie).

Bei der Prüfung ist außerdem eine Reihe zusätzlicher Aspekte zu berücksichtigen (u. a. Messbarkeit von Veränderungen), die sich aus den Urteilen des BVerwG ergeben und im Abschnitt „Allgemeine Bewertungsmaßstäbe“ weiter unten erläutert werden.

Die Tabelle 2-3 zeigt den Zusammenhang von Bewertungsklassen, EQR-Werten (Ecological Quality Ratio) und der „Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“ für die biologischen Qualitätskomponenten.

Tabelle 2-3: Vorgehensweise bei der Bewertung der biologischen QK nach der „kombinierten Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“.

Ist-Zustand bzw. Ist-Potenzial der bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten					
Ökologischer Zustand (NWB)	sehr gut	gut	mäßig	unbefried.	schlecht
Ökologisches Potenzial (AWB / HMWB)	gut und besser		mäßig	unbefried.	schlecht
EQR-Wert*	1,0 – 0,8	< 0,8 – 0,6	< 0,6 – 0,4	< 0,4 – 0,2	< 0,2 – 0,0
Bewertung der vorhabenbedingt zu erwartenden Veränderungen					
Verfahren	„Zustandsklassen-Theorie“			„Status-Quo-Theorie“	
Fragestellung	Sind die vorhabenbedingten Veränderungen nachteilig und deutlich (signifikant), sodass ein Zustands-/ Potenzialklassenwechsel der Qualitätskomponente zu erwarten ist?			Sind die vorhabenbedingten Veränderungen nachteilig?	
Bewertungsregel	Der Zustands-/Potenzialklassenwechsel einer Qualitätskomponente wird als Verschlechterung gewertet.			Jede weitere mess- oder beobachtbare nachteilige Veränderung wird als Verschlechterung gewertet.	

Erläuterung: * Je nach Qualitätskomponente, Gewässertyp und Bewertungsverfahren gelten z. T. unterschiedliche EQR-Grenzwerte für den sehr guten/guten sowie den guten/mäßigen Zustand (vgl. Anlage 5 OGEV und Anhang B)

Veränderungen des chemischen Zustands

Das zuvor für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebene Vorgehen ist laut EuGH auf Qualitätskomponenten und Stoffe gleichermaßen anzuwenden (Az. C-461/13, 01.07.2015, Rn. 66 sowie C-535/18, 28.05.2020, Rn. 118). Demnach gilt das Verschlechterungsverbot äquivalent zu den biologischen Qualitätskomponenten auch für jeden einzelnen bewertungsrelevanten Stoff des chemischen Zustands; die UQN fungieren in diesem Kontext als Zustandsklassengrenzen. Die LAWA (2017) fasst das Vorgehen wie folgt zusammen (S. 23, verändert):

- Eine Verschlechterung des chemischen Zustands liegt bei Oberflächenwasserkörpern vor, wenn infolge eines Vorhabens eine UQN für einen Stoff nach Anlage 8 Tabellen 1 und 2 OGEV im relevanten OWK überschritten wird.

- Aus der Fokussierung auf die einzelne Qualitätskomponenten nach Anhang V WRRL folgt ferner, dass eine Verschlechterung auch dann anzunehmen ist, wenn der chemische Zustand bereits wegen Überschreitung einer anderen UQN nicht gut ist. Keine Verschlechterung ist gegeben, wenn sich zwar der Wert für einen Stoff verschlechtert, die UQN aber noch nicht überschritten wird (sog. Auffüllung).
- Analog zum Vorgehen bei bereits als „schlecht“ eingestuft biologischen Qualitätskomponenten (s. o.) stellt auch hier jede weitere Erhöhung der Konzentration eines Schadstoffs eine Verschlechterung dar, wenn die UQN für diesen Stoff bereits überschritten wurde.

Auch hier sind die zusätzlichen und weiter unten erläuterten „Allgemeinen Bewertungsmaßstäbe“ zu berücksichtigen. Die Tabelle 2-4 zeigt den Zusammenhang von Bewertungsklassen und der „Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“ für den chemischen Zustand.

Tabelle 2-4: Vorgehensweise bei der Bewertung des chemischen Zustands nach der „kombinierten Zustandsklassen-/Status-Quo-Theorie“.

OWK	Ist-Zustand der bewertungsrelevanten Einzelstoffe	
Chemischer Zustand (NWB, AWB und HMWB)	Gut (UQN aller relevanten Stoffe eingehalten)	Nicht gut (UQN mindestens eines relevanten Stoffes überschritten)
Bewertung der vorhabenbedingt zu erwartenden Veränderungen des chemischen Zustands:		
Verfahren	„Zustandsklassen-Theorie“	„Status-Quo-Theorie“
Fragestellung	Werden vorhabenbedingt relevante Stoffe eingetragen, sodass ein Klassenwechsel ihrer UQN von „gut“ zu „nicht gut“ zu erwarten ist?	Werden vorhabenbedingt relevante Stoffe eingetragen, deren UQN bereits im Ist-Zustand überschritten sind?
Bewertungsregel	Die Überschreitung der UQN wird als Verschlechterung gewertet.	Jede weitere mess- oder beobachtbare Erhöhung wird als Verschlechterung gewertet.

2.5.1.2 Grundwasserkörper

Verschlechterung des chemischen Zustands

Laut EuGH ist die „Zustandsklassen / Status-Quo-Theorie“ auch auf das Grundwasser anzuwenden, weil die Umweltziele für das Oberflächen- und Grundwasser in dieselbe rechtliche Systematik eingebettet sind (C-535/18, 28.05.2020, Rn. 118). Demnach gilt für den chemischen Zustand der GWK LAWA 2017, S.26f:

„Eine Verschlechterung des chemischen Zustands liegt vor, sobald mindestens ein Schadstoff den für den jeweiligen Grundwasserkörper maßgeblichen Schwellenwert [...] überschreitet, es sei denn die Bedingungen nach § 7 Abs. 3 oder § 7 Abs. 2 Nr. 2 Buchst. A bis c GrwV werden erfüllt. Für Schadstoffe, die den maßgebenden Schwellenwert bereits überschreiten, stellt jede weitere (messbare) Erhöhung der Konzentration eine Verschlechterung dar.“

Eine Verschlechterung ist laut EuGH im Übrigen schon dann gegeben, wenn der Schwellenwert für einen relevanten Stoff bereits an einer einzigen Messstelle überschritten wird.

Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands

Hinsichtlich des mengenmäßigen Zustands liegt laut LAWA (2017) eine Verschlechterung vor, sobald mindestens eines der für die Bewertung des Ist-Zustandes relevanten Kriterien aus § 4 Abs. 2 GrwV nicht mehr erfüllt wird. Auch hier gilt, dass bei Kriterien, die bereits vor Durchführung des Vorhabens nicht erfüllt werden, jede weitere mess- oder beobachtbare negative Veränderung eine Verschlechterung darstellt.

Rolle der grundwasserabhängigen Landökosysteme

Für die Beurteilung von Verschlechterungen des chemischen und mengenmäßigen Zustands sind die hydraulisch angeschlossenen grundwasserabhängigen Landökosysteme von besonderer Bedeutung. Diese können über Veränderungen der Grundwasserstände (mengenmäßiger Zustand) oder die Wasserbeschaffenheit (chemischer Zustand) „signifikant geschädigt“ werden, was eine Verschlechterung indiziert. Eine „signifikante Schädigung“ liegt vor, wenn der zuvor erfasste Biotoptyp von besonderer ökologischer oder sozioökonomischer Bedeutung ist und infolge des Vorhabens verloren geht LAWA (2017).

Für die Beurteilung, ob es infolge mengenmäßiger oder stofflicher Veränderungen im Grundwasser zu signifikanten Schädigungen der o. g. Landökosysteme kommt, liegen keine einheitlichen Grenzwerte oder Verfahren vor. Hier bedarf es i. d. R. einer genauen Einzelfallanalyse.

2.5.1.3 Allgemeine Bewertungsmaßstäbe

Raumbezug

Bezugsraum für die Bewertung von Verschlechterungen sind jeweils die betroffenen Wasserkörper in ihrer offiziellen Abgrenzung, d. h. maßgebend ist, ob ein Vorhaben zu einer Verschlechterung auf der Ebene eines gesamten Wasserkörpers führt. Relevant ist hierfür die Veränderung an der repräsentativen Messstelle (OWK) bzw. den Messstellen (GWK).

Zeitbezug

Laut CIS-Leitfaden No. 36 CIS 2019, Kap. 3.3.1 können Tätigkeiten bzw. Vorhaben mit Blick auf deren Wirkdauer zu Folgendem führen:

- „i. Kurzfristige Auswirkungen auf Qualitätskomponenten, wodurch sich der Zustand bzw. das Potenzial von Wasserkörpern in kurzer Zeit erholen kann;*
- ii Langfristige Auswirkungen, wodurch sich der Zustand bzw. das Potenzial von Wasserkörpern dauerhaft oder für lange Zeit verändert und sich voraussichtlich nicht erholt. [...] „Für kurze Zeit“ oder „für längere Zeit“ sind nicht definiert. Allerdings können die für die Überwachungsprogramme genannten Häufigkeiten als Anhaltspunkt dienen.“ (S. 24/25)*

Für die Berücksichtigung des Zeitbezugs im Kontext der Vorhabenprüfung ordnet BMVI (2019, S. 36) die vorangegangene Darstellungen im CIS-Leitfaden wie folgt ein:

„Das heißt, gelingt es ein Vorhaben derart zu realisieren, dass ein WK sich von herstellungsbedingten Beeinträchtigungen [zum Zeitpunkt der Fertigstellung] bis zum nächsten Monitoring erholt hat und diese dort nicht (mehr) mess- und beobachtbar sind, liegt kein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot vor. Je näher der nächste Monitoringzyklus zeitlich an dem

Umsetzungszeitpunkt eines Vorhabens liegt, desto eher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Beeinträchtigungen dort mess- und beobachtbar sind. Es ist aber auch zu berücksichtigen, ob sich die betroffenen Qualitätskomponenten bereits an der Grenze zur nächst niedrigeren Klasse oder sich in der niedrigsten Klasse befindet.“

Mess- und Beobachtbarkeit

Eine Veränderung des chemischen oder ökologischen Zustands, die bezogen auf den betroffenen OWK messtechnisch nicht nachweisbar ist, stellt laut BVerwG keine Verschlechterung im Sinne der WRRL dar (Rs. 7 A 2.15, 09.02.2017). So können rein theoretische, also beispielsweise aus Berechnungen oder Modellen abgeleitete, aber in der Natur mit Hilfe verfügbarer Methoden nicht nachweisbare Veränderungen auch nicht als solche gewertet werden. Dabei ist irrelevant, ob die Veränderungen tatsächlich nicht auftreten, oder ob es lediglich an geeigneten Mess- und Bewertungsverfahren mangelt. Demnach können auch nur mess- bzw. beobachtbare zukünftige Veränderungen einem Vorhaben zugeordnet und ggf. als Verschlechterung gewertet werden. Dies trifft auch zu, wenn sich die betroffene Qualitätskomponente bereits im schlechtesten Zustand befindet LAWA 2017. Ferner ergänzt das BVerwG (Rs. 7 A 2.15, Rn. 533), dass „[...] auch messbare Änderungen, namentlich bei dynamischen Parametern, marginal sein [können], wenn sie in Relation zur natürlichen Band- oder Schwankungsbreite nicht ins Gewicht fallen.“

2.5.2 Prüfung von Verstößen gegen das Zielerreichungsgebot

Das Vorgehen bei der Prüfung von Verstößen gegen das Zielerreichungsgebot erfolgt in den folgenden Schritten:

1. Die zu erwartenden vorhabenbedingten Veränderungen werden den Maßnahmen gegen-übergestellt, die in den behördenverbindlichen Maßnahmenprogrammen für die OWK/GWK vorgesehen und zur fristgerechten Erreichung der Bewirtschaftungsziele erforderlich sind.
2. Anschließend wird geprüft, ob sich daraus Verstöße gegen das Zielerreichungsgebot ergeben. Die Auslegung und Operationalisierung des Zielerreichungsgebots in diesem Fachbeitrag werden nachfolgend erläutert.
3. Die Ergebnisse der Prüfung von Verstößen gegen das Verschlechterungsverbot werden berücksichtigt; laut BVerwG stellt jedoch nicht jeder Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot auch automatisch einen Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot dar (Rs. 7 A 1.15, 11.08.2016, Rn. 169; dort wird der Begriff „Verbesserungsgebot“ genutzt).

2.5.2.1 Oberflächenwasserkörper

Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot liegt vor, sobald die zur Erhaltung oder Erreichung des guten ökologischen Zustands/Potenzials und des guten chemischen Zustands geplanten Maßnahmen ganz oder teilweise durch das Vorhaben behindert oder verzögert werden, sodass die fristgerechte Zielerreichung erschwert oder gefährdet ist.

Die Beurteilung richtet sich dabei nach dem allgemeinen ordnungsrechtlichen Wahrscheinlichkeitsmaßstab. Relevant ist somit, ob die Folgewirkungen des Vorhabens mit hinreichender Wahrscheinlichkeit faktisch die o. g. Tatbestände auslösen. Die Grundlage für die Prüfung bilden die in den jeweils gültigen

Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen formulierten Ziele und Zielzeitpunkte sowie Maßnahmen.

Phasing out-Verpflichtung: Nach Art. 4 Abs. 1 lit. a Nr. iv WRRL sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, Einleitungen, Emissionen und Verluste prioritär gefährlicher Stoffe zu beenden oder schrittweise einzustellen. Dieses „phasing out“ ist Teil der Umweltziele und wirkt unterstützend auf das Zielerreichungsgebot für den chemischen Zustand. Der eigenständige Gehalt besteht laut BVerwG darin, „[...] dass [es] – anders als das Verbesserungsgebot – nicht nur immissions- sondern auch emissionsbezogene Anforderungen regelt.“ (Rs. 7 C 25/15, 02.11.2017, Rn. 59). Das „phasing out“ ist bislang nicht in deutsches Recht umgesetzt und ist nach Ansicht des BVerwG nicht vollziehbar, weil die notwendigen Vorgaben seitens der EU fehlen (Vorschläge zur Emissionsbegrenzung, vgl. Art. 16 Abs. 8 WRRL). Auf mögliche Verstöße gegen das „phasing out“ wird in diesem Fachbeitrag daher auch nicht weiter eingegangen.

2.5.2.2 Grundwasserkörper

Für das Grundwasser liegen keine gerichtlichen Entscheidungen zur Anwendung des Zielerreichungsgebots vor. Die zuvor für die OWK konkretisierten Vorgaben (s. o.) werden deshalb auf das Grundwasser übertragen (mit Ausnahme der Phasing out-Verpflichtungen). Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot liegt demnach vor, sobald die zur Erhaltung oder Erreichung des guten mengenmäßigen und chemischen Zustands geplanten Maßnahmen ganz oder teilweise durch das Vorhaben behindert oder verzögert werden, sodass die fristgerechte Zielerreichung erschwert oder gefährdet ist. Auch hier gilt der allgemeine ordnungsrechtliche Wahrscheinlichkeitsmaßstab.

Trendumkehrgebot: Nach § 47 Abs. 1 Nr. 2 WHG sollen alle signifikanten und anhaltenden Trends steigender Schadstoffkonzentrationen, die infolge menschlicher Tätigkeiten auftreten, umgekehrt werden. Dieses „Trendumkehrgebot“ ist Teil der WRRL-Umweltziele und wirkt unterstützend auf das Zielerreichungsgebot für den chemischen Grundwasserzustand (Tabelle 1-1).

Seitens der Behörden werden GWK als gefährdet eingestuft, wenn das Risiko besteht, dass sie die Bewirtschaftungsziele nicht erreichen. Sofern ein Trend nach Anl. 6 Nr. 1 GrwV besteht, der zu einer signifikanten Gefahr für die Qualität der Gewässer oder Landökosysteme, für die menschliche Gesundheit oder die potentiellen oder tatsächlichen legitimen Nutzungen der Gewässer führen kann, werden Maßnahmen zur Trendumkehr veranlasst. Sie werden in den jeweils gültigen Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen dokumentiert.

Verstöße gegen das Trendumkehrgebot liegen demnach vor, wenn Maßnahmen zur Trendumkehr ganz oder teilweise durch das Vorhaben behindert oder verzögert werden, sodass die fristgerechte Zielerreichung erschwert oder gefährdet ist, oder wenn das Vorhaben einen steigenden Trend von Schadstoffkonzentrationen verursachen kann (z. B. infolge von Schadstoffeinleitungen). Ein Verstoß kann daher prinzipiell schon bei geringen Schadstoffkonzentrationen vorliegen.

3 Vorhabenmerkmale und -wirkungen

Für das Vorhaben wurden Wirkfaktoren abgeleitet, die allen naturschutzfachlichen Unterlagen zugrunde liegen (Kapitel 2 der Unterlage „Umweltfachlichen Bewertung“, Tabelle 2-6). Davon werden im Folgenden nur solche Wirkfaktoren weiter betrachtet, die mit Blick auf die Bewirtschaftungsziele der WRRL überhaupt dazu geeignet erscheinen, den Zustand der Wasserkörper in bewertungsrelevanter Weise und auf Wasserkörperrniveau zu beeinflussen. Ein Einfluss auf das Tideregime (unterstützende Qualitätskomponenten) ist auszuschließen, da nach IMP (2022) keine vorhabenbedingten Veränderungen der Tidedynamik und Wasserstände zu ermitteln sind. Mögliche Änderungen der Strömungsmuster sind gering und lokal und führen zu keiner messbaren Veränderung im OWK.

Eine Übersicht der relevanten Wirkfaktoren und potenzieller Wirkungen, die in der nachfolgenden Auswirkungsprognose (Kapitel 5) betrachtet werden, gibt die Tabelle 3-1. Für das Grundwasser können keine relevanten Wirkpfade festgestellt werden.

Tabelle 3-1: Übersicht der Wirkfaktoren sowie potenzieller Wirkungen auf die biologischen und unterstützenden Qualitätskomponenten sowie den chemischen Zustand.

Wirkfaktoren		
	Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser
Biologische Qualitätskomponenten		
Phytoplankton	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen auf das Phytoplankton Freisetzung von Nährstoffen durch Zersetzung der abgetöteten Organismen	Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen
Makrophyten	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen auf Makrophyten Freisetzung von Nährstoffen durch die Zersetzung der organischen Substanz der in der FSRU abgetöteten Organismen	Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen
Makrozoobenthos (MZB)	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen auf das MZB Freisetzung von Nährstoffen durch die Zersetzung der organischen Substanz der in der FSRU abgetöteten Organismen	Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen
Hydromorphologische Qualitätskomponenten		
Morphologie		
Tideregime		
Allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten		
Sichttiefe		
Temperatur		Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen
Sauerstoffhaushalt		
Salzgehalt		
Nährstoffverhältnisse		
Chemische Qualitätskomponenten		
Flussgebietsspezifische Schadstoffe	Potenzielle Schadstofffreisetzung durch elektrochemische In-situ-Chlorierung in den seewasserführenden Leitungen der FSRU	
Chemischer Zustand		
Prioritäre und nicht prioritäre Schadstoffe	Potenzielle Schadstofffreisetzung durch elektrochemische In-situ-Chlorierung in den seewasserführenden Leitungen der FSRU	

4 Identifizierung vom Vorhaben betroffener Wasserkörper

Potenziell vom Vorhaben betroffen und damit im Rahmen des vorliegenden Fachbeitrags zu betrachten sind laut BMVI (2019) grundsätzlich alle Wasserkörper, die von den Wirkfaktoren des Vorhabens erreicht werden können. Das Vorhaben befindet sich vollständig in der WRRL-Flussgebietseinheit (FGE) Weser und darin im Koordinierungsraum Tideweser – einem von vier Koordinierungsräumen in der FGE.

Oberflächenwasserkörper

Das Vorhaben wird im Bereich der Innenjade zwischen Hooksiel und Voslapper Groden realisiert (Abbildung 4-1). Eine Betroffenheit ist somit für den OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende

Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ anzunehmen, in dem sich das Vorhaben befindet. Mit Blick auf die in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** identifizierten Wirkfaktoren und die durch IMP (2022) prognostizierten Wirkräume kann die Betroffenheit weiterer angrenzender OWK sicher ausgeschlossen werden.

Die Lage und Grenzen des o. g. OWK sowie die repräsentativen Messstellen (vgl. Kapitel 2.4) sind in Abbildung 4-1 dargestellt. Die Zuordnung der Messstellen zu den jeweils gemessenen Parametern bzw. Komponenten sowie ihre Entfernung zum Vorhabenbereich zeigt die Tabelle 4-1.

Tabelle 4-1: Messstellenzuordnung (Überblicksweise/Operativ) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ aus: NLWKN 2013.

Parameter/Komponenten*	JaBu_W_1	JaBu_W_2	JaBu_MZB_8	JaBu_MZB_9	JaBu_MZB_12	JaBu_Myt_1	JaBu_Zos_1	Jade_F_1	Jade_W_2	Jade_Myt_1
Phytoplankton	X									
Seegras (ausgewählte Standorte)							X			
Makrozoobenthos			X	X	X					
Schadstoffe (Wasserphase)		X X							X	
Schadstoffe (Sediment)	<i>Beprobung der Transekte „Jadebusen“ (bei Varel) und „Hoher Weg“ (auf dem Hohe Weg Watt)</i>									
Schadstoffe (Muscheln)						X				X
Allgemein physikalisch-chemische Parameter	X	X							X	
Entfernung zum Vorhabenbereich (km)	14,4	18,3	22,7	15,9	4,3	5,3	22,6	5,9	6,0	18,4

* Die folgenden Komponenten/Parameter werden nicht bzw. nicht nur durch Punkt-Messstellen, sondern vollständig oder ergänzend über flächenhafte Erfassungen bewertet: Röhrichte, Brack- und Salzmarschen, Seegras (Gesamtkartierung), Makroalgen.

Grundwasserkörper

Die GWK sind in der WRRL-Systematik so abgegrenzt, dass sie an der Küste enden und nicht in die Übergangs- und Küstengewässer hineinreichen. Die seeseitigen Bestandteile des Vorhabens sollen innerhalb der Jade realisiert werden und es wurden keine grundwasserrelevanten Wirkpfade identifiziert (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), deshalb kann eine Betroffenheit der landseitig angrenzenden GWK für diese Vorhabenbestandteile sicher ausgeschlossen werden.

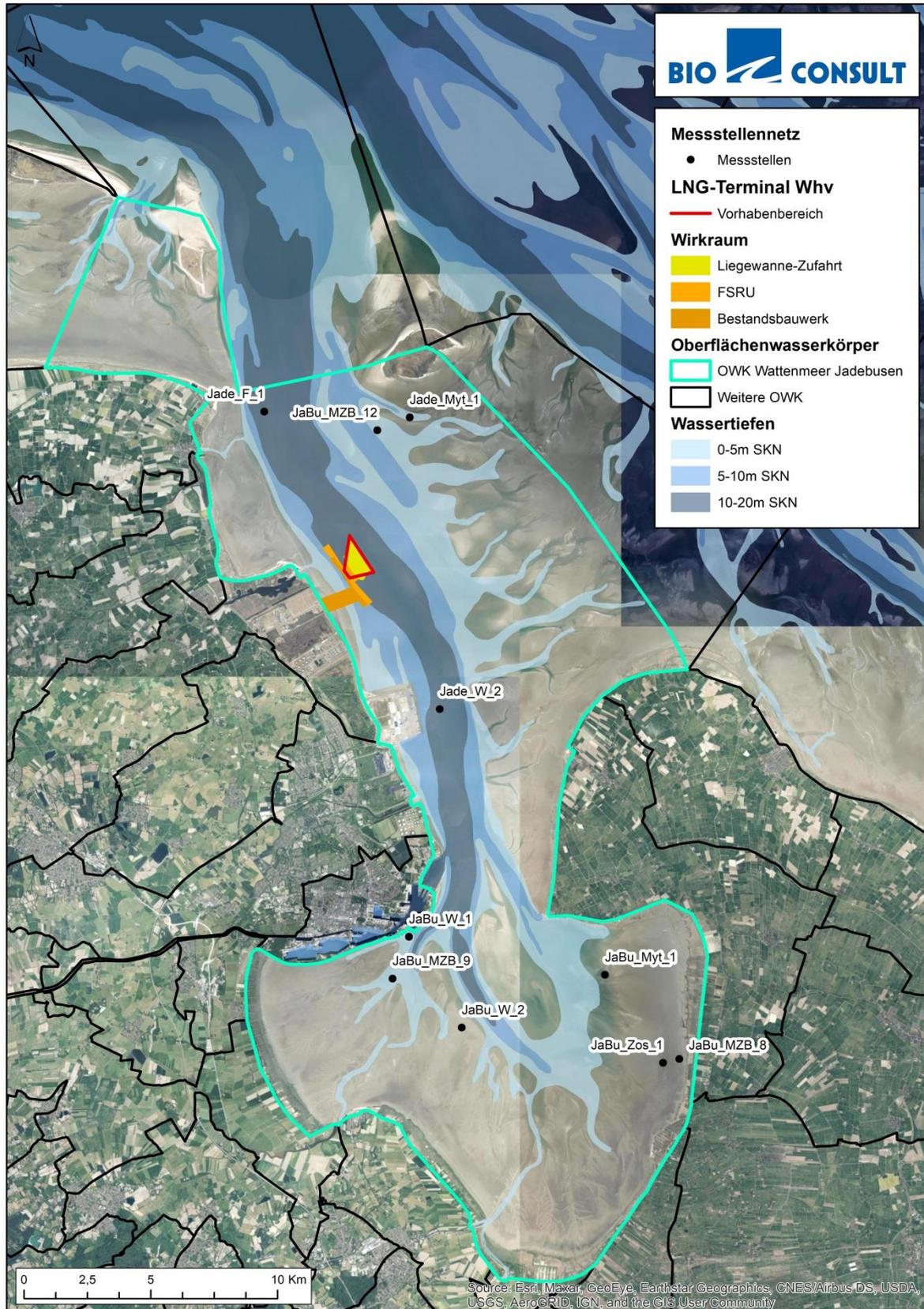


Abbildung 4-1: Lage und Abgrenzung des OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ mit Wirkräumen des Vorhabens (IMP 2022) und den repräsentativen Messstellen (NLWKN 2013)

5 OWK Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)

5.1 Kurzbeschreibung und Ist-Zustand

Im Folgenden wird der potenziell betroffene OWK kurz charakterisiert und sein ökologischer sowie chemischer Ist-Zustand dargestellt. Berücksichtigt werden die Bewertungen, die im Laufe des 2. Bewirtschaftungszyklus (2015-2021) erhoben wurden und im aktuellen Zyklus (2021-2027) die offizielle Bewertung für die Wasserkörper bilden. Der hier beschriebene Ist-Zustand bildet somit die Grundlage für die anschließende Auswirkungsprognose, zu der auch weitere Daten und Informationen genutzt werden, die im LBP bzw. in den schutzgutspezifischen Anhängen zum LBP zusammengestellt sind.

Die folgenden Angaben zum OWK und seinem Zustand stammen, wenn nicht anders gekennzeichnet, aus den folgenden Quellen:

- FGG Weser (2021a): Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Weser, Bewirtschaftungszeitraum 2021 bis 2027.
- FGG Weser (2021b): Maßnahmenprogramm für die Flussgebietseinheit Weser, Bewirtschaftungszeitraum 2021 bis 2027.
- NMU (2021a): Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 118 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 13 der WRRL
- NMU (2021b): Niedersächsischer Beitrag zu den Maßnahmenprogrammen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 117 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 11 der WRRL
- NLWKN (2010). Bewertung des ökologischen Zustands der niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässer (Stand: 2009, bisher nicht aktualisiert)
- „Wasserblick“: Wasserkörpersteckbriefe der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) aus dem 3. Zyklus der WRRL (2021-2027), abrufbar unter (letzter Zugriff 20.03.2022): https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB_2021/index.html?lang=de

Geographische Einordnung und Kurzcharakterisierung

Die Typisierung der Küstengewässer erfolgte nach System B (Anhang II, 1.1 und 1.2, WRRL) unter Berücksichtigung v.a. der Faktoren Salzgehalt und Exposition NLWKN 2010. Der OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (Code: N2_4900_01) gehört zum Gewässertyp N2 = Euhalines Wattenmeer. Dieser Gewässertyp N2 weist marine Salzgehalte >29 auf. Die Exposition (Seegang) ist mäßig und der Tidehub mesotidal (2-4 m), im Jadebusen auch makrotidal (>4 m).

Der hier betrachtete OWK umfasst den Großteil des sog. Jadesystems. Zu ihm gehören der gesamte Jadebusen, die nördlich daran anschließende Innenjade sowie das Hohe-Weg-Watt im nordöstlichen Teil des OWK bis zur Linie Mellum-Langwarden. Der nordwestliche Teil umfasst den Bereich zwischen der Küste Wanderlang bis zum östlichen Ende Wangerooge einschl. der Insel Minsener Oog. Seine Gesamtfläche beträgt laut Wasserkörpersteckbrief rund 407 km². Im Nordosten grenzt der OWK an das Gebiet der Außenweser (OWK Westliches Wattenmeer der Weser (4900_01)). Im Norden befindet sich seine Grenze auf der Linie Schillig-Mellum, welche gleichzeitig den Übergang von der Innen- zur Außenjade markiert; hier schließt sich in Richtung Norden der OWK „Offene Küstengewässer vor

Jadebusen“ (N1_4900_01) an. Im Westen schließt sich der OWK „Euhalines Wattenmeer der Ems“ (N2_3100_01) an.

Mitten durch die Innenjade verläuft das Jedefahrwasser, welches die Anfahrt nach Wilhelmshaven und zu den Industriebetrieben im Norden der Stadt ermöglicht. Die Seeschiffahrtsstraße beginnt auf Höhe der ehemaligen „1. Einfahrt“ bei Wilhelmshaven. Sie erstreckt sich von hier aus durch die gesamte Innen- und Außenjade und mündet nach ca. 60 km in die offene Nordsee. Auf Höhe des Jade-Weser-Ports (JWP) grenzt das Fahrwasser unmittelbar ans Festland, ansonsten sind beidseitig Wattflächen ausgebildet. Die östlichen Wattflächen sind Teil der ausgedehnten Flächen des Hohe Weg-Watts während die westlichen Wattflächen bis Hooksiel nur als schmaler Saum (max. ca. 500 m) ausgebildet sind. Erst nördlich von Hooksiel verbreitern sie sich auf max. ca. 2.500 m.

Der ökologische und chemische Zustand der Küstengewässer wird maßgeblich von der natürlichen Dynamik der Nordsee und den anthropogenen Aktivitäten in den Einzugsgebieten bestimmt. Vor allem Nähr- und Schadstoffeinträge, die Schifffahrt sowie Küstenschutz- und Strombaumaßnahmen haben negative Auswirkungen auf den Zustand der OWK.

Der OWK wurde als natürlicher OWK klassifiziert (NWB, natural water body). Sein ökologischer Zustand ist derzeit „**mäßig**“, der chemische Zustand ist „**nicht gut**“. Die Tabelle 2-1 zeigt die detaillierten Bewertungsergebnisse des Ist-Zustands.

Tabelle 5-1: Ökologischer und chemischer Zustand im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01).

Ökologischer Zustand (gesamt)	mäßig
Biologische Qualitätskomponenten	
Phytoplankton	mäßig
Angiospermen/Makrophyten (gesamt)	mäßig
- Teilkomponente Großalgen	mäßig
- Teilkomponente Seegras	schlecht
- Teilkomponente Brack- und Salzwiesen	sehr gut
Makrozoobenthos	gut
Unterstützend heranzuziehende Qualitätskomponenten	
Morphologie	gut
Tideregime	u
Allgemeine physikalisch-chemische Bedingungen (Sichttiefe, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Salinität, Nährstoffe)	6
Chemische Bedingungen	UQN eingehalten
UQN für flussgebietspezifische Schadstoffe nach Anlage 6 OGewV	
Chemischer Zustand (gesamt)	nicht gut
UQN für Stoffe nach Anl. 8 der OGewV überschritten	Ubiquitäre Stoffe: Quecksilber, Bromierte Diphenylether (BDE), Benzo(ghi)pe- rylen
Weitere Angaben nach Wasserkörper-Steckbrief	
Gewässertyp	N2
Status	NWB
Flächengröße	406,2 km ² (40.620 ha)

Quelle: FGG Weser (2020), „Wasserblick“, NLWKN Norden-Norderney schriftl., Fr. Kolbe
Erläuterung: NWB = natural water body, N2 = euhalines Wattenmeer, u = unbekannt, 6 = monitored but not used

5.1.1 Unterstützende Qualitätskomponenten

Für die unterstützenden QK und Parameter (vgl. Kap. 5.1.1) liegen z.Z. nur eingeschränkt behördlichen Einschätzungen des Zustands vor. Eine allgemeine Beschreibung des abiotischen Umweltzustands im Vorhabengebiet kann dem UVP-Bericht entnommen werden (Kapitel 8). Dort wird u. a. auf die morphologischen und hydrologischen sowie die physikalisch-chemischen Eigenschaften des OWK eingegangen. Ferner liegt mit dem Fachbeitrag „Morphodynamik, Kolkentwicklung, Baggerarbeiten sowie hydromorphologische Wirkraumabschätzung und Beweissicherung“ eine ausführliche Zustandsaufnahme des Vorhabenbereichs vor (IMP 2022).

In Küstengewässern des Typs N2 wird derzeit die QK Morphologie bewertet, welche hier aktuell mit „gut“ eingestuft ist (vgl. Tabelle 5-1).

Zur QK flussgebietspezifische Schadstoffe zählen „synthetische und nichtsynthetische Schadstoffe in Wasser, Sedimenten oder Schwebstoffen“ (Anlage 3, Nr. 3.1 OGewV). Hierbei handelt es sich um 67 prioritäre Stoffe, die auf nationaler Ebene als bedenklich eingestuft wurden, aber nicht zur EU-weit gültigen Liste der prioritären Schadstoffe gehören; letztere werden beim chemischen Zustand betrachtet (vgl. Kapitel 5.1.3). Die flussgebietspezifischen Schadstoffe und die dazugehörigen

Umweltqualitätsnormen (UQN) ergeben sich aus Anlage 6 der OGewV. Die Einhaltung der UQN wird anhand von Jahresdurchschnittswerten (JD-HQN) und zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN) beurteilt. Im hier betrachteten OWK werden im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (2016-2021) alle UQN eingehalten und die flussgebietsspezifischen Schadstoffe werden mit „gut“ bewertet.

Eine Bewertung der allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter findet durch die Behörden derzeit nicht statt (vgl. Tabelle 5-1); die Parameter werden aber entsprechend den Vorgaben der OGewV untersucht („monitored but not used“).

5.1.2 Biologische Qualitätskomponenten (QK)

Phytoplankton

Das pflanzliche Plankton ist bezüglich der Biomasse und Produktionskapazität der Hauptträger der marinen Primärproduktion und die Basis des marinen Nahrungsgefüges (z. B. Sommer 1994, Tardent 1985). Veränderungen des Phytoplanktons können sich somit auf das gesamte Systemgefüge auswirken (van Beusekom et al. 2017, van Beusekom et al. 2019). Grundsätzlich besteht im Wattenmeer ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Nährstofffrachten (TP und TN) über die großen Flüsse und der Phytoplanktonbiomasse (Cadee 1986, Philippart & Cadee 2000). Im Wattenmeer wird *Phaeocystis* spp. als ein Repräsentant des Phytoplanktons eingestuft, der auf Eutrophierung der küstennahen Gewässer mit erhöhten Zellzahlen, verlängerter Blütendauer und höherer Blütenfrequenz reagiert (Cadee & Hegeman 2002, Elbrächter et al. 1994, Hanslik et al. 1998). *Phaeocystis*-Kolonien werden daher im Rahmen der Algenfrühwarnsysteme der Länder miterfasst.

Für die deutschen Küstengewässer der Nordsee wird das „**Deutsche Phytoplanktonbewertungsverfahren für Küstengewässer der Nordsee**“ angewendet. Die Bewertung des Phytoplanktons in den Küstengewässern der Nordsee erfolgt auf Basis des multifaktoriellen Ansatzes nach Dürselen et al. (2006), welcher im Rahmen der Europäischen Interkalibrierung mehrfach angepasst wurde (aktualisiert, Dürselen et al. 2010). Für die Bewertung des Phytoplanktons wird primär der Parameter Chlorophyll a-Konzentrationen herangezogen. Ein übermäßiges Wachstum des Phytoplanktons (gemessen anhand der Chlorophyll-a Konzentrationen) führt zu einer schlechteren Einstufung der QK. Zur Plausibilisierung der Ergebnisse wird ergänzend eine qualitative und quantitative Analyse der Gemeinschaft durchgeführt (Artzusammensetzung, Abundanzen und Biovolumen). Zudem gehen die Blütenfrequenz der schaumbildenden Alge *Phaeocystis* spp. in die Plausibilisierung mit ein.

Im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ erfolgt die überblicksweise Überwachung der QK Phytoplankton ganzjährig im 14-Tage-Rythmus an der Station JaBu_W_1 bei Wilhelmshaven (vgl. Abbildung 4-1). Die Bewertung der Chlorophyll a-Konzentrationen erfolgt als 90 %-Perzentil über die Vegetationsperiode. Die OK Phytoplankton wird im OWK derzeit mit „mäßig“ bewertet (Tabelle 5-1).

In allen Wasserkörpern der Küstengewässer wurden für die Qualitätskomponente Phytoplankton Chlorophyll-Konzentrationen gemessen, die die interkalibrierten Grenzwerte zum Teil erheblich überschreiten. Dies führt in allen Küstenwasserkörpern der Nordsee zur Verfehlung des guten Zustands. Die Belastungen sind dabei v.a. in nach wie vor zu hohen Nährstoffeinträgen über die Flüsse und die atmosphärische Deposition. Im Wattenmeer wirkt zudem das Sediment als Senke für Nährstoffe, sodass hierüber große Mengen Nährstoffe freigesetzt werden können (NMU 2021a).

Das aus NLWKN (2010) stammende Fazit zu den niedersächsischen Küstengewässern gilt daher auch heute noch unverändert, nämlich „*dass das Nicht-Erreichen des ‚guten ökologischen Zustands‘ der*

Küstengewässer bezüglich Phytoplankton zum überwiegenden Teil auf die erheblichen Belastungen der Wasserkörper durch Nährstoffeinträge aus den einmündenden Fließgewässern des jeweiligen Einzugsgebiets zurück zu führen ist.“ (S.10). Auch wenn die Nährstoffkonzentrationen z. T. einen langfristig abnehmenden Trend zeigen, überschreiten die Konzentrationen weiterhin die Schwellenwerte für den guten Zustand (vgl. Kapitel 5.1.1 und UVP-Bericht, Kapitel 8.1.1.2.3). Da die Maßnahmen zur Reduktion der Nährstoffeinträge in die Küstengewässer erst langfristig wirksam werden (NMU 2021a), ist entsprechend eine Zustandsverbesserung des Phytoplanktons verzögert zu erwarten.

Angiospermen und Makrophyten

Die QK Makrophyten/Phytobenthos ist in vier Teilkomponenten untergliedert: die „Großalgen“, das am Gewässergrund siedelnde „Phytobenthos“ sowie die im Wasser wurzelnden, aber entweder aus dem Wasser herausragenden oder periodisch trockenfallenden Angiospermen; letztere unterteilen sich wiederum in die Teilkomponenten „Röhrichte, Brack- und Salzmarschen“ sowie das „Seegras“. Eine Bewertung dieser QK erfolgt nur dann, wenn nennenswerte Bestände mindestens einer dieser Teilkomponenten in einem OWK vorkommen. Für den OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ gehen die Teilkomponenten Großalgen und Angiospermen (Seegras und Brack- und Salzwiesen) in die Bewertung der QK ein, das Phytobenthos hingegen nicht.

Großalgen

Die Verbreitung von Großalgen resultiert u. a. aus dem Nährstoff- und Lichtangebot, der Wassertemperatur und dem Fraßdruck. Die Makroalgen gliedern sich in Rotalgen (Rhodophyta), Braunalgen (Phaeophyta) und Grünalgen (Chlorophyta). Durch die harschen Lebensbedingungen des Wattenmeers ist die Algenflora natürlicherweise artenarm und durch kurzlebige Arten charakterisiert. Das potenzielle Arteninventar des niedersächsischen Wattenmeeres ist in NLWKN (2021) gelistet. Hiernach werden die Watten v.a. von Grünalgen dominiert, während Rot- und Braunalgen eine geringere Artenvielfalt aufweisen. Im Erfassungszeitraum 2009-2017 wurden insgesamt 41 Arten in Niedersachsen im Eulitoral nachgewiesen; die tatsächlich Artenzahl liegt aber durchaus höher, da die Algen nur stichprobenhaft überprüft werden. Die dominierenden Grünalgen setzten sich i. d. R. aus dem *Ulva-Enteromorpha*-Komplex sowie Arten der Gattungen *Chaetomorpha*, *Rhizoclonium*, *Blidingia* und *Cladophora* zusammen (NLWKN 2021). Innerhalb der Großalgen werden auch eingewanderte Arten registriert. Hierzu gehören z.B. der Japanische Beerentang *Sargassum muticum* und *Agarophyton vermiculophyllum*, die z.T. dichte Bestände im Wattenmeer bilden (NLWKN 2021). Das Artenspektrum der Neophyta wird sich wahrscheinlich zukünftig aufgrund der ansteigenden Wassertemperaturen erweitern. Im Wattenmeer gehören mit Grünalgen bedeckte Flächen zum sommerlichen Erscheinungsbild; das saisonale Maximum liegt meist in den Sommermonaten zwischen Juli und August (Kolbe 2006, NLWKN 2021).

Zur Zeit werden die Großalgen nur anhand des Vorkommens von Großalgen auf den Wattflächen bewertet (NLWKN 2010). Durch monatliche Befliegungen zur Vegetationsperiode (Mai-September) wird die Ausdehnung und der Bedeckungsgrad eulitoraler Großalgen erfasst. Hierdurch werden v.a. einjährige Grünalgen (opportunistische Grünalgen) erfasst, die als Zeiger von Eutrophierung im Wattenmeer gelten und insbesondere in den 1990er Jahren dichte Algenmatten auf den Wattflächen bildeten (Jaklin et al. 2007, Kolbe 2006).

Die maximale Ausdehnung der Grünalgen im Sommer 2020 im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ ist in Abbildung 5-1 dargestellt. Im OWK sind Grünalgen v.a. auf dem Hohe Weg-Watt südlich von Mellum und im Jadebusen stark vertreten (NLWKN 2021). Die Wattbereiche nördlich von Hooksiel waren weniger stark besiedelt, während im Wattbereich bei Minsener Oog

große und dichte Grünalgenbestände vorkamen. Die langfristige Entwicklung der Grünalgen auf den Wattflächen ist in Abbildung 5-2 für den Zeitraum 1990 bis 2020 (jeweils die jährlichen Maxima) dargestellt. In den 1990er Jahren war die Bedeckung der Wattflächen am größten; 1992 wurde die größte Ausdehnung mit 26,4 km² bedeckter Fläche gemessen, was einer relativen Bedeckung von 10,5 % des Eulitorals entspricht. Im folgenden Zeitraum bis Anfang der 2000er Jahre ging die Bedeckung um ca. die Hälfte zurück. Danach waren periodisch schwankende Werten zwischen 16 km² (2002) und 2,4 km² (2011) zu beobachten. Im Zeitraum zwischen 2012 und 2016 wurden wieder sehr hohe Werte beobachtet; in den letzten drei Jahren (2018 bis 2020) dagegen wieder vergleichsweise geringe (2,7 bis 6,5).

Die Bewertung des ökologischen Zustands der Teilkomponente Grünalgen erfolgt anhand des Parameters „Fläche sommerlicher Grünalgenbestände“ als Jahresmaximum wie in Abbildung 5-2 dargestellt. Die Teilkomponente Großalgen wird auf dieser Basis aktuell mit „**mäßig**“ eingestuft (Tabelle 5-1).

Die Belastungen ergeben sich wie schon zuvor für das Phytoplankton beschrieben, aus den weiterhin zu hohen Nährstoff-Konzentrationen in den Küstengewässern.

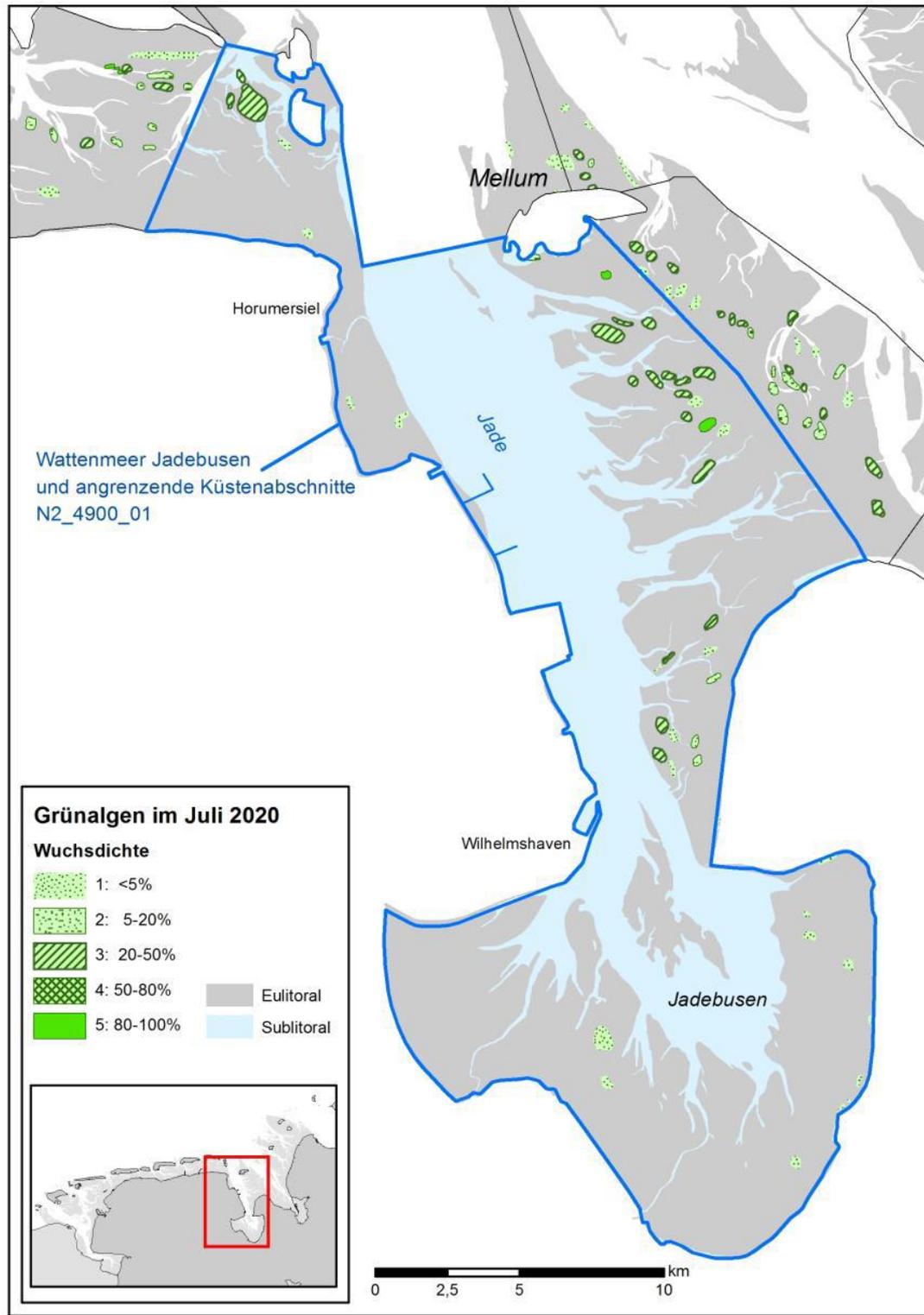


Abbildung 5-1: Verteilung eulitoraler Grünalgen im Juli 2020 (Jahresmaximum) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“.

Quelle: Datenquelle: NLWKN 2021

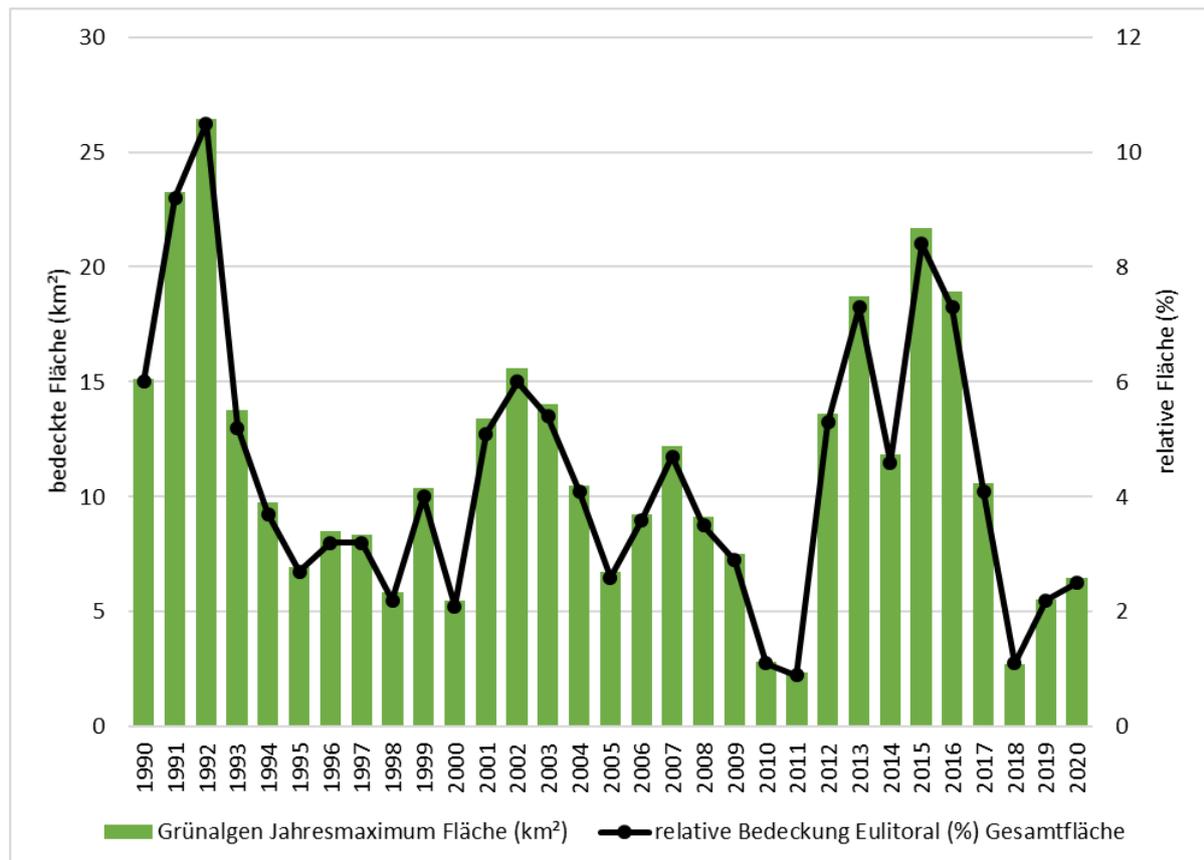


Abbildung 5-2: Langfristige Entwicklung der Bedeckung des Eulitorals (252 km²) mit Grünalgen von 1990 bis 2020 (Jahresmaxima) im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“.

Quelle: Datenquelle: NLWKN 2021

Seegras

Seegraswiesen kommen in zumeist landnahen strömungsberuhigten Bereichen vor und werden hauptsächlich vom Zwergseegras (*Zostera noltii*) und zu einem geringeren Anteil aus dem Echten Seegras (*Zostera marina*) gebildet. Ihre Bedeutung liegt in ihrer Funktion als Nahrungs- und Lebensraum für zahlreiche Arten der Wirbellosenfauna sowie für einige Fische und Vögel (Borum et al. 2004, Dolch et al. 2017, Short et al. 2001). Daneben stabilisieren sie das Sediment und bilden produktive Biotope.

Im niedersächsischen Wattenmeer werden die Seegrasbestände im Rahmen des TMAP-Monitorings flächendeckend alle 6 Jahre, zuletzt 2019 (Küfog & Steuer 2020), durch Begehungen untersucht und ihre Fläche, der Bedeckungsgrad und die Artzusammensetzung aufgenommen. Einzelne Flächen werden jährlich begutachtet (siehe Messstelle JaBu_Zos_1, Tabelle 4-1). Die Verteilung der Seegras-Vorkommen im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ ist in Abbildung 5-3 dargestellt. In der Jade konzentrieren sich die Vorkommen eulitoral Seegräser nach wie vor auf die ausgedehnten Flächen des Jadebusens. Im gesamten Jadebusen kam 2019, wie auch schon 2013 und 2008, ausschließlich das Zwerg-Seegras (*Zostera noltii*) vor, während 2000/2002 noch Einzelvorkommen von *Zostera marina* nachgewiesen wurden (Adolph et al. 2003). Die schmalen Eulitoralbereiche der östlichen Innenjade weisen keine Seegräser auf. Die zum Vorhabenbereich nächstgelegenen Bestände befinden sich in ca. 4 km Entfernung im Wattbereich von Hooksiel. Bei Hooksiel wurden eine größere und eine kleine Seegraswiese mit Flächen von 0,1076 km² und 0,0088 km² im Mischwatt kartiert. Die Seegraswiesen wiesen eine mittlere bis gute Vitalität und eine mittlere Gesamtbedeckung von 19 % auf. Bei beiden Wiesen handelte es sich um reine *Zostera noltii*-Bestände. Nördlich der Wiesen

wurden fünf Einzelvorkommen von *Zostera marina* kartiert. Der lockere Bestand von *Z. marina* welcher hier noch 2013 aufgenommen wurde, war verschwunden.

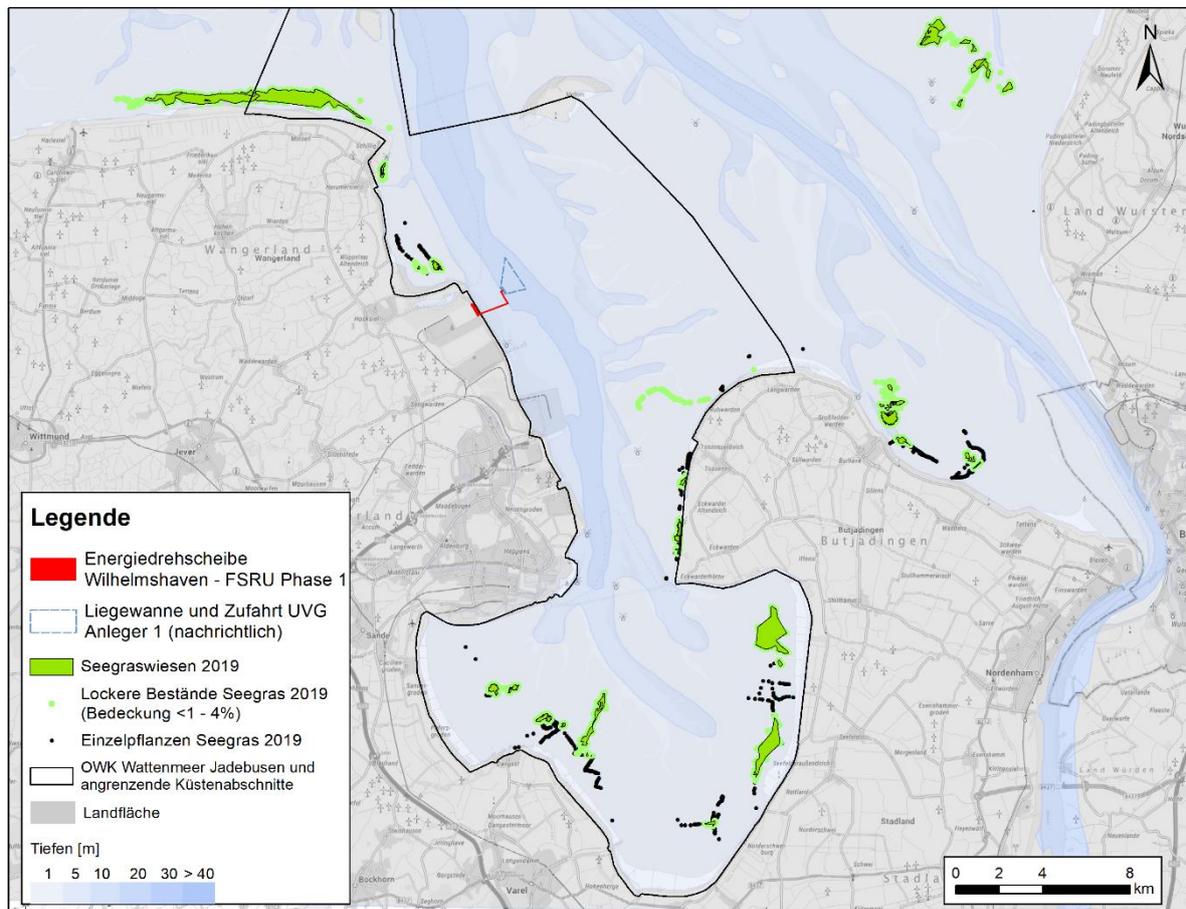


Abbildung 5-3: Seegrasvorkommen im Jaderaum im Jahr 2019.

Quelle: Datenquelle: Geoserver <https://mdi.niedersachsen.de/geoserver>

Entlang der gesamten niedersächsischen Küste zeigte sich ein starker Rückgang der Seegraswiesen von 2013 auf 2019 (Küfog & Steuer 2020). Der stärkste Flächenrückgang war hierbei an der Jade zu beobachten. Hier verringerte sich die Fläche mit Seegraswiesen im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ wie in Abbildung 5-4 dargestellt, drastisch von 15,43 km² (2013) auf aktuell 2,21 km² (Küfog & Steuer 2020). Die Seegrasbestände im Seefelder und Stollhammer Watt werden als Dauerflächen für die überblicksweise Überwachung nach WRRL seit 2006 jährlich kartiert (Abbildung 5-4). Nach einer kontinuierlichen Zunahme von Seegraswiesen von 1995 bis 2009, verblieb der Bestand bis 2013 auf einem ähnlichen Niveau. Von 2013 auf 2014 war ein starker Rückgang der Seegraswiesen von 8,5 km² auf 2,8 km² zu beobachten. In den Folgejahren hat sich der Bestand bis 2019 weiter kontinuierlich verkleinert.

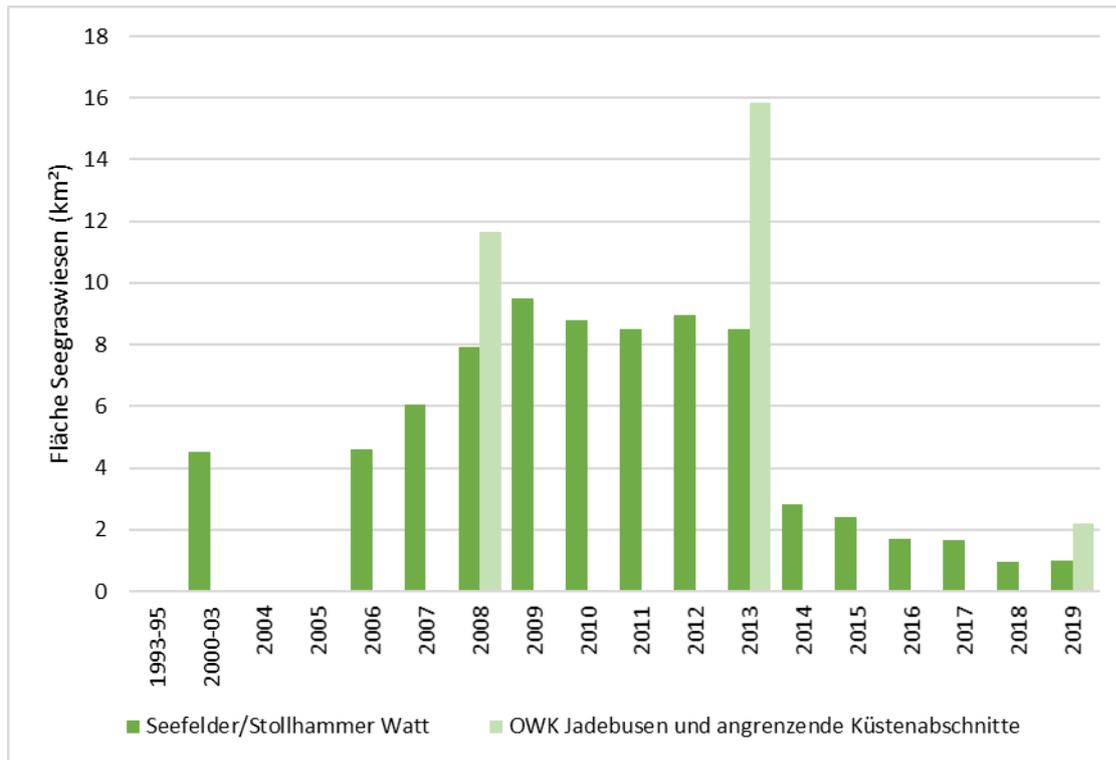


Abbildung 5-4: Eulitorale Seegrasswiesen (min. 5% Bedeckung) im Bereich Stollhammer/Seefelder Watt (Jadebusen) von 1995 bis 2019.

Daten: Küfog & Steuer (2020) und Adolph et al. (2003)

Die Bewertung der Seegrassvorkommen wird anhand der Fläche der Seegrasswiesen vorgenommen, wobei der Zustand anhand der prozentualen Flächenverluste im Bezug zur jemals gemessenen größten Fläche gesetzt wird (Kolbe 2006). Als weitere Parameter gehen die Artzusammensetzung und die Besiedlungsdichte als kombinierter Parameter in das Bewertungssystem ein. Aufgrund des beschriebenen Rückgangs der Seegrasswiesen zwischen 2013 und 2019, wird der Zustand der Teilkomponente Seegrass im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ aktuell mit „**schlecht**“ bewertet (Tabelle 5-1).

Seegräser sind mehrjährige, stenöke Arten, die als sensitiv gegenüber Störungen gelten (Reise et al. 2005). Die Regeneration von einmal vernichteten Beständen wird für als Wattenmeer als problematisch eingestuft (NLWKN 2010). Die höchsten Belastungen scheinen sich nach jetzigem Kenntnisstand für das Seegrass im Wattenmeer aus negativen Effekten der Eutrophierung zu ergeben (NLWKN 2010). Seegräser sind an niedrige Nährstoffkonzentrationen angepasst und werden durch die Eutrophierung der Gewässer geschädigt. Die Belastungen ergeben sich wie schon zuvor für das Phytoplankton beschrieben, aus den weiterhin zu hohen Nährstoff-Konzentrationen in den Küstengewässern.

Brack- und Salzmarschen

Die Teilkomponente Brack- und Salzwiesen entwickelt sich im Wattenmeer im Übergangsbereich zwischen Land und Meer, vorzugsweise in strömungsberuhigten Bereichen. Hierbei ist eine bestimmte Abfolge der Vegetationszonierung vom Watt zum Land ausgebildet. Im Watt ist eine Pionierzone ausgebildet, die aus Queller oder Schlickgras besteht und periodisch überflutet wird. Oberhalb der Flutlinie beginnt die Andelgraszone im Übergang von der Queller- zur Salzwiesenzone. Innerhalb der Salzwiese folgen salztolerante Pflanzen wie Strandflieder, Strandsode, etc. Diese Pflanzen ertragen unregelmäßigen Salzeintrag. Mit zunehmendem Abstand vom Meer treten weitere Blütenpflanzen hinzu und die

Salztoleranz nimmt ab. Die Bedeutung der Salzwiesen liegt in ihrer Funktion als natürlicher Küstenschutz (dampfende Wirkung auf die Wellenenergie, Sedimentationsort) sowie als Lebens-, Nahrungs-, Brut- und Rastraum für z.T. sehr spezialisierte (endemische) Arten, darunter Insekten und Vögel.

Im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ finden sich das Gros der Brack- und Salzwiesen im Jadebusen sowie bei Hooksiel (Abbildung 5-5).

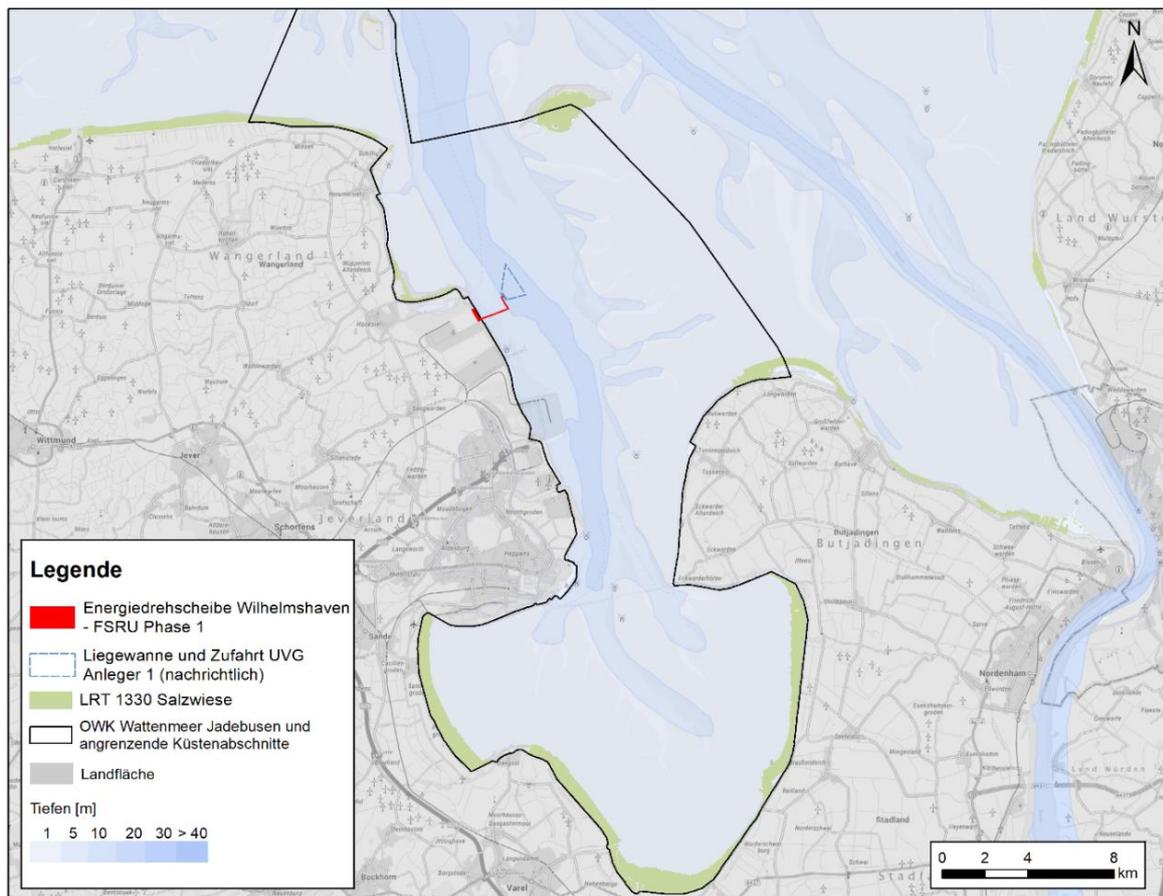


Abbildung 5-5: Verbreitung der Salzwiesen im Jadesystem.

Daten: Biototypen NLPV Niedersachsen, Stand 2010

Quelle: <https://mdi.niedersachsen.de/geoserver/Biototypen/ows?service=WFS&version=2.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=Biototypen:Gesamt>

Die Ausdehnung der Röhrichte sowie die Brack- und Salzmarschen werden in Niedersachsen nach dem Bewertungsverfahren von Arens (2006, 2009a, 2009b) bewertet, welches zwischen den verschiedenen Salinitätszonen differenziert. Für den β -mesohalinen bis polyhalinen Abschnitt sind die Parameter „Vorlandfläche“ der Brack- und Salzmarschen sowie deren „Vegetationszonierung“ relevant. Die überblicksweise Überwachung der Teilkomponente erfolgt alle 6 Jahre in Form von Luftbildauswertungen und vor-Ort-Kartierungen (NLWKN 2010). Der Zustand der Teilkomponente Brack- und Salzwiesen im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ wird aktuell mit „**sehr gut**“ bewertet (Tabelle 5-1).

Brack- und Salzmarschen reagieren auf verschiedene natürliche bzw. anthropogene Stressoren sensibel. Zu den anthropogenen Belastungen zählen v.a. die Eindeichungen, die landwirtschaftliche Nutzung und die Eutrophierung (NLWKN 2010).

Die Bewertung der QK Makrophyten erfolgt als Mittelwert der drei Teilkomponenten und ergibt einen „**mäßigen**“ Zustand (Tabelle 5-1).

QK benthische wirbellose Fauna

Die benthische wirbellose Fauna (nachfolgend „Makrozoobenthos“) umfasst die mit dem bloßen Auge erkennbaren Organismen, die im Meeresboden (Endofauna) oder darauf leben (Epifauna). Das Makrozoobenthos fungiert als ökologisches Bindeglied zwischen den Primärproduzenten einerseits und den Konsumenten und Destruenten andererseits. Grundsätzlich tritt die Artenvielfalt des Wattenmeeres gegenüber der offenen Nordsee zurück (z.B. Wolff 1981), da die fluktuierenden Umweltbedingungen insbesondere in den eulitoralischen Bereichen eine hohe Anpassung der Organismen erfordern. Das Wattenmeer ist aber gleichzeitig sehr produktiv. Es werden sehr hohe Biomassewerte von bis zu 80 g AFTG/m² erreicht (Piersma et al. 1993)¹. Von dieser Biomasse ernähren sich eine Vielzahl von Fischen und Vögeln, die das Wattenmeer zeitweise als Kinderstube, Überwinterungsplatz oder während des Durchzuges nutzen.

Die Besiedlung des Sublitorals unterscheidet sich v.a. in Abhängigkeit der hydromorphologischen Verhältnisse und dem Korngrößenspektrum der Sedimente (BioConsult 2007, Dörjes et al. 1969, Gutperlet et al. 2015, Steuwer & NLWKN 2013). Grob unterteilen lassen sich die stark durchströmte Fahrrinne mit mittel- bis grobsandigen Sedimenten bis hin zu Kies. Hier herrscht die *Ophelia limacina*-Siedlung vor, die sich als vergleichsweise artenarm darstellt und keine charakteristischen Begleitarten aufweist (Dörjes et al. 1969). Ostwärts Richtung Hohe Weg Watt schließt sich, nicht überall in gleichmäßiger Stärke ausgeprägt, die *Magelona papillicornis*-Siedlung² auf Feinsand bis zu grobsandigem Mittelsand an. Der Übergang von der Innenjade zu den Baljen ist von Schlick, feinsandigem Schlick bis hin zu schlickigem Feinsand gekennzeichnet. Hier kommt die *Petricolaria pholadiformis*-Siedlung vor. Die genannten Varianten gehen ineinander über und lassen sich weiter differenzieren (Gutperlet et al. 2017). Das Eulitoral weist gegenüber dem Sublitoral eine artenärmere Gemeinschaft auf, da die durch Ebbe und Flut hervorgerufenen Wechsel der Umweltbedingungen eine hohe Anpassung der Organismen erfordern. Das Makrozoobenthos der dunklen Sandwatten wird durch stetige Arten wie *Arenicola marina*, *Nephtys hombergii*, *Scoloplos armiger*, *Cerastoderma edule*, *Macoma balthica*, *Pygospio elegans*, *Urothoe poseidonis*, *Bathyporeia sarsi*, *Lanice conchilega* und *Magelona mirabilis* geprägt. Daneben finden sich „helle Sandwatten“, „Mischböden“, „Steilhänge“, „Schlickböden“, „Hartböden“, „Schillbänke“, „Brandungswälle“ sowie zoobenthische Biotope (Miesmuschel), phytobenthische Biotope (Seegras, Makroalgen, Queller) und weitere. Grotjahn & Jaklin (2007) haben für den gesamten Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (Jadebusen und Innenjade (Schillighörn-Mellum) insgesamt 260 Taxa des Makrozoobenthos erfasst, so dass dieser insgesamt als sehr artenreich zu charakterisieren ist.

Im Sublitoral wurden im Mai und Oktober 2019 sowie im Mai 2020 vorhabenspezifische Erfassungen des Makrozoobenthos an insgesamt 78 Stationen durchgeführt (BioConsult 2020). Die Hauptergebnisse der drei Bestandaufnahmen waren:

- Das untersuchte Gebiet weist insgesamt eine hohe benthische Arten- und Formenvielfalt auf (119 Arten aus 13 Großgruppen).
- Räumlich waren aufgrund der heterogenen Sedimente im Untersuchungsgebiet deutliche Unterschiede in der Artenvielfalt und Abundanz zu erkennen.

¹ AFTG: aschefreies Trockengewicht

² *Magelona papillicornis* wurde zwischenzeitlich in *Magelona mirabilis* umbenannt. Die unter diesem Namen subsummierten Individuen konnten dann später in *Magelona mirabilis* und *Magelona johnstoni* differenziert werden. Bei den JadeWeserPort Untersuchungen wurde nur *M. mirabilis* nachgewiesen, so dass in der Innenjade *M. papillicornis* in Dörjes et al. (1969) und mit *M. mirabilis* gleichzusetzen ist

- Ein besonderer Artenreichtum wurde für die hartsubstrat-geprägten Bereiche festgestellt, die eine doppelt so hohe Artenvielfalt wie die „reinen“ Sandgebiete aufwiesen. Die Artenvielfalt war v.a. in dem vermehrten Auftreten epibenthischer Arten begründet.
- Die artenreiche Ausstattung in den hartsubstratgeprägten Bereichen führte zur fachlichen Einordnung des nach § 30 BNatSchG geschützten Biototyps „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KMFFk*). Das Biotop hat u. a. wegen seiner besonderen Epifauna-Ausstattung eine Bedeutung als Strukturelement und Trittsteinbiotop.

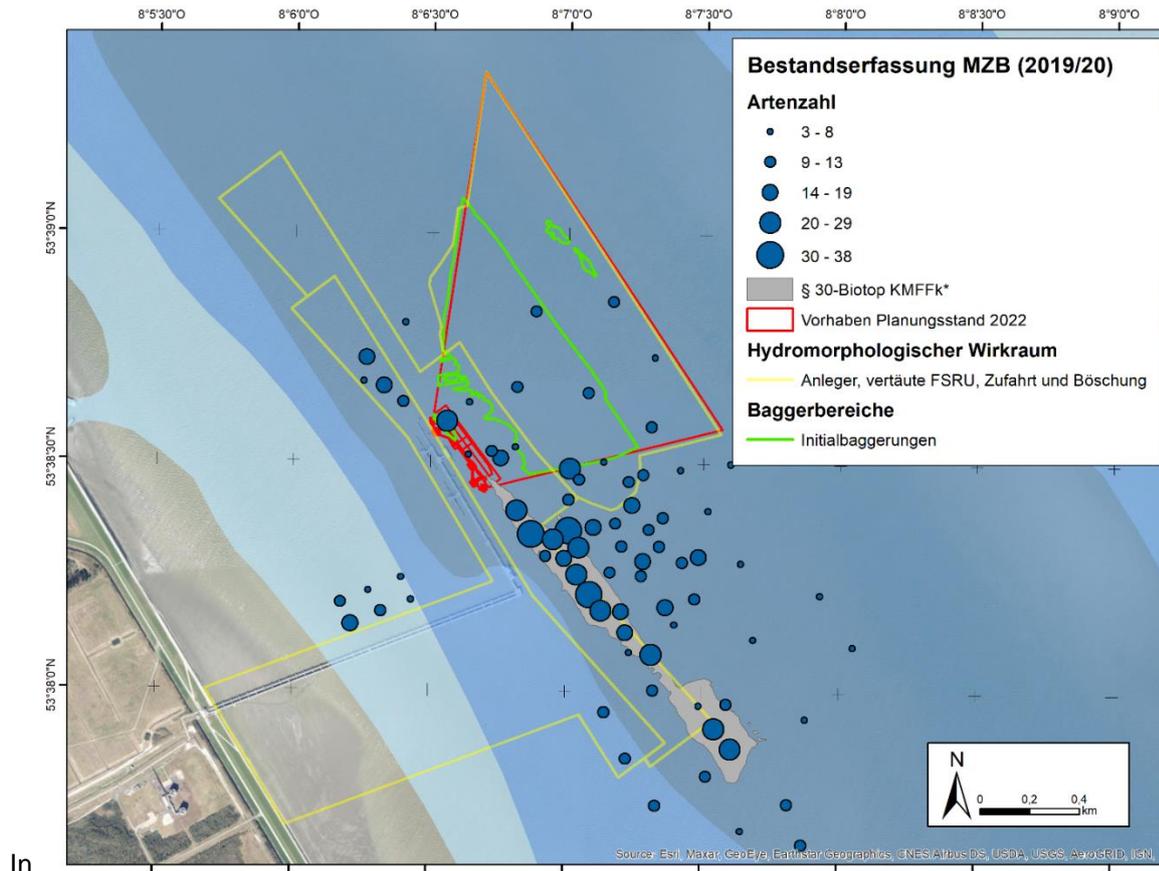


Abbildung 5-6 sind die Beprobungsstationen zur Erfassung des Makrozoobenthos dargestellt und die Artenzahl an jeder Station anhand der Kreisgröße (Kategorien) symbolisiert. Die Kreise verdeutlichen die hohe Artenvielfalt des § 30-Biotops gegenüber den eher sandig geprägten Bereichen der Zufahrt und Liegewanne.

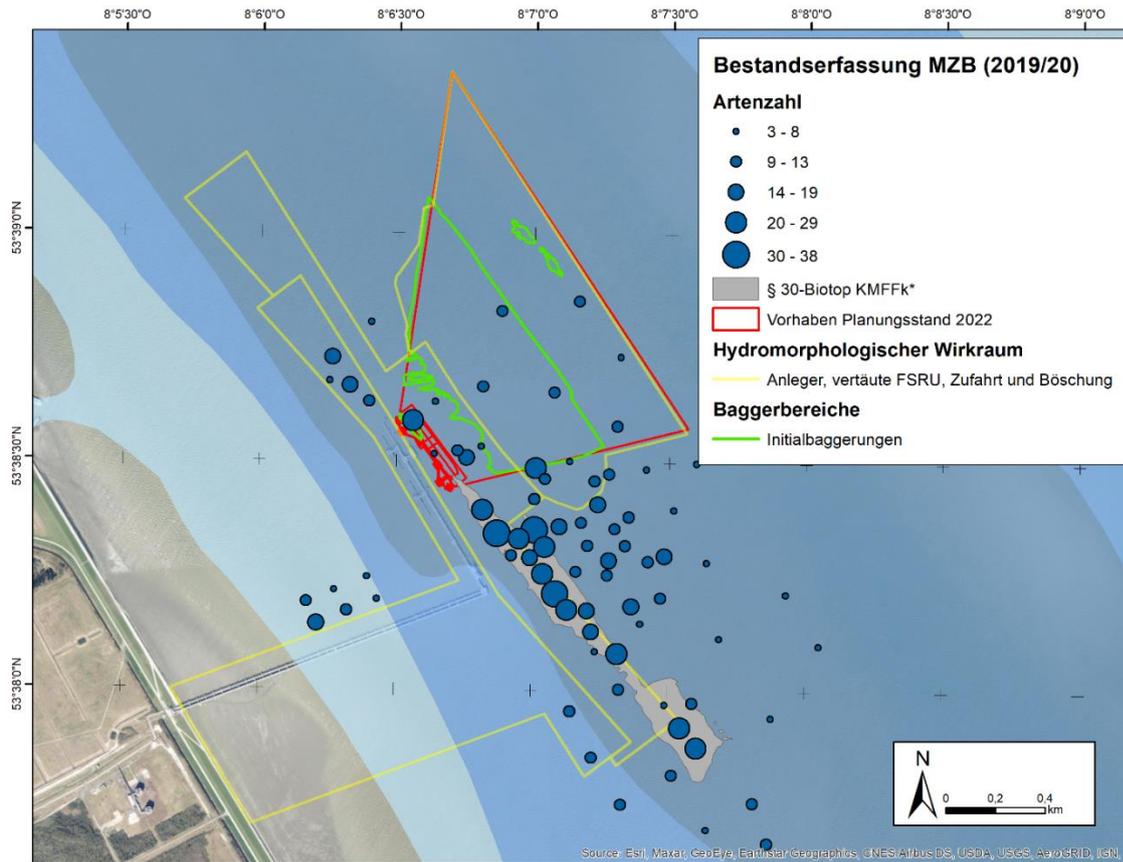


Abbildung 5-6: Stationsraster der Benthosbeprobungen 2019 und 2020 unter Symbolisierung der Artenzahl

Insgesamt wird dem Vorhabenbereich hinsichtlich der faunistischen Besiedlungsmuster eine hohe Wertigkeit unterstellt. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse findet sich in BioConsult (2020) sowie im Anhang Tiere (Makrozoobenthos) zum Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP).

Das Makrozoobenthos wird im Rahmen der Überwachungsprogramme an einer eulitoral Station im Jadebusen (JaBu_MZB_8) und zwei sublitoralen Stationen (JaBu_MZB_9 und JaBu_MZB_12) einmal jährlich überwacht (Tabelle 4-1). Im Gegensatz zum Vorhabenbereich fehlen an diesen Stationen die Hartsubstrate, sodass sich die Bewertung auf die im OWK vorherrschenden Weichsubstrate bezieht. Die Weichbodenfauna wird nach dem M-AMBI-Verfahren von Muxika et al. (2007) bewertet. Der ökologische Zustand wird für die QK benthische Wirbellose als „gut“ angegeben (Tabelle 5-1).

Ähnlich wie bei der QK Phytoplankton (s. o.) wirkt sich auch beim Makrozoobenthos die Eutrophierung negativ auf die Bewertung aus. Zusätzlich ist der physikalische Stress durch die Strombau- und Unterhaltungsmaßnahmen sowie die Fischereitätigkeiten von Bedeutung. Ferner schlagen sich auch der Eintrag von Schadstoffen, die Einschleppung fremder Arten sowie die klimatischen Veränderungen negativ in der Bewertung nieder (NLWKN 2010).

5.1.3 Chemischer Zustand

Der Eintrag von Schwermetallen in deutsche Küstengewässer erfolgt größtenteils über die Flüsse. Entsprechend nehmen die Schwermetallbelastungen im Wasser und in den Sedimenten mit zunehmender Entfernung zur Küste ab (Loewe 2009, Loewe et al. 2013). Belastungsschwerpunkte sind die innere Deutsche Bucht und das Elbeästuar, aber auch in den Mündungsgebieten von Weser und Ems wurden

in der Vergangenheit erhöhte Konzentrationen nachgewiesen. Schadstoffe gelangen v. a. aus industriellen, kommunalen und landwirtschaftlichen Einleitern an Land in die Gewässer oder stammen aus Altlasten (u. a. Hafensedimente).

Bei der Bewertung des chemischen Zustands werden prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe sowie der Eutrophierungsindikator Nitrat berücksichtigt. Die aktuelle Bewertung des chemischen Zustands im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ zeigt eine Überschreitung der UQN nach Anlage 8 der OGewV (2016), sodass sich der Wasserkörper aktuell in einem **„nicht guten“** chemischen Zustand befindet (Tabelle 5-1).

Die Überschreitung ist auf ubiquitäre Schadstoffe in Biota (Quecksilber, Bromierte Diphenylether) sowie auf den ubiquitären Schadstoff Benzo(ghi)perylen in der Wasserphase zurückzuführen (Messung 2017, NLWKN Hildesheim, Fr. Minuth schriftl).

5.1.4 Prognose für die Zielerreichung bis 2027

Die Einschätzung der Zielerreichung der Oberflächenwasserkörper teilt sich auf in die Bewertung des chemischen und ökologischen Zustands (FGG Weser 2020). Aufgrund der gebietsübergreifenden Überschreitung der UQN für ubiquitäre (überall vorkommenden) prioritäre Stoffe wurde der chemische Zustand in den Bewirtschaftungsplänen 2015 bis 2021 und 2021 bis 2027 überall als „schlecht“ eingestuft. Laut FGG Weser (2020) können die Erfolge bei der Beseitigung vieler anderer stofflicher Belastungen so nicht ausreichend dargestellt werden, weil zwar gesonderte Darstellungen (ohne ubiquitäre Stoffe) in separaten Karten möglich sind, aber von der WRRL nicht als Erfolge bei der Zielerreichung gewertet und anerkannt werden. Für die Zielerreichung des guten chemischen Zustands wird für den OWK „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ der Zeitraum nach 2027 angesetzt.

Für den OWK „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ wird die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands bis 2027 aufgrund natürlicher Gegebenheiten als „unwahrscheinlich“ eingestuft.

5.2 Auswirkungsprognose im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot

In diesem Kapitel wird ermittelt, ob das Vorhaben gegen das Verschlechterungsverbot nach § 27 Abs. 1 und Abs. 2 des WHG verstößt.

Zunächst werden die vorhabenbedingten Veränderungen der unterstützenden Qualitätskomponenten beschrieben (Kapitel 5.2.1). Anschließend werden mögliche Auswirkungen des Vorhabens auf die biologischen Qualitätskomponenten dargestellt (Kapitel 5.2.2). Hierbei werden indirekte³ Auswirkungen einbezogen. Darauf folgt die Darstellung möglicher Auswirkungen auf den chemischen Zustand (Kapitel 5.2.3). Ein abschließendes Fazit wird in Kapitel 6 gezogen.

Die Auswirkungsprognose berücksichtigt nur solche Wirkfaktoren, Parameter und Komponenten, für die in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (dort Tabelle 3-1) ein potenziell bewertungsrelevanter Wirkzusammenhang festgestellt wurde.

5.2.1 Unterstützende Qualitätskomponenten

5.2.1.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Die relevanten hydromorphologischen Qualitätskomponenten in Küstengewässern sind laut Oberflächengewässerverordnung (Anlage 3 Nr. 2 OGeWV) die **Morphologie** und das **Tideregime**. Für beide Qualitätskomponenten wurden keine Wirkfaktoren identifiziert (s. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), so dass im Folgenden nicht weiter betrachtet werden.

5.2.1.2 Chemische und allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Die relevanten Qualitätskomponenten dieser Gruppe, sind in den Küstengewässern laut Anlage 3, Nr. 3 der OGeWV:

- 1) Die chemischen Qualitätskomponenten, die eine Liste von 67 Schadstoffen darstellen, die auch als flussgebietsspezifische Schadstoffe bezeichnet werden (Anlage 6 der OGeWV).
- 2) Die Gruppe der allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten, die die QK Sichttiefe, Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt und Nährstoffverhältnisse umfasst.

Für die QK Salzgehalt konnten Auswirkungen im Voraus ausgeschlossen werden (vgl. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), so dass eine weitere Betrachtung nicht stattfindet.

5.2.1.2.1 Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Die flussgebietsspezifischen Schadstoffe umfassen „synthetische und nichtsynthetische Schadstoffe in Wasser, Sedimenten oder Schwebstoffen“. Die Stoffe und ihre Umweltqualitätsnormen (UQN) ergeben sich aus Anlage 6 der OGeWV. Die Einhaltung der UQN wird anhand von Jahresdurchschnittswerten (JD-HQN) und zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN) in allen Gewässerkategorien beurteilt. Während des Betriebs der FSRU werden keine Stoffe eingeleitet, die zu den flussgebietsspezifischen

³ Es resultieren keine direkten Auswirkungen aus der Einleitung von Ab- und Prozesswässern aus der FSRU in die Jade, nur indirekt ausgelöst z.B. als Folge der veränderten Habitatbedingungen (abgebildet durch die unterstützenden Qualitätskomponenten), siehe Kapitel 2.5.1.1.

Schadstoffen zählen. Ein vorhabenbedingter Einfluss auf eine UQN der flussgebietspezifischen Schadstoffe ist somit nicht zu erwarten.

5.2.1.2.2 Temperatur

Für die Küstengewässer sind in der OGewV bezüglich der Wassertemperatur keine Richt- oder Grenzwerte definiert. In den Bestimmungen für den guten ökologischen Zustand von Küstengewässern (Anlage 4, Tabelle 5, OGewV) findet sich bezüglich der Temperatur die Aussage, dass die Werte nicht über den Bereich hinausgehen, innerhalb dessen die Funktionsfähigkeit des Ökosystems und die Einhaltung der in der OGewV beschriebenen Werte für einen guten Zustand der biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet sind.

Über die FSRU selbst und den jeweiligen vertäuten LNG-Tanker wird thermisch verändertes Wasser in die Jade eingeleitet. Bei den Einleitungen ist zwischen dem offenen und kombinierten Kreislauf auf der einen Seite und dem geschlossenen Kreislauf auf der anderen Seite zu differenzieren. Im offenen und kombinierten Kreislauf wird das für die Regasifizierung benötigte Prozesswasser (468.000 m³/d) um 7°C abgekühlt, das Wasser für die Frischwassererzeugung (2.112 m³/d) um 8°C erwärmt eingeleitet. Im geschlossenen Kreislauf wird das Wasser aus dem Kühlwassersystem der Hauptmotoren (29.280 m³/d) um 15°C und das aus dem Kühlwassersystem der Hilfsmotoren (45.840 m³/d) um 5°C erwärmt eingeleitet. Die Angaben zur Frischwassererzeugung im offenen und kombinierten Kreislauf entsprechen denen für den geschlossenen Kreislauf. Im geschlossenen Kreislauf wird damit deutlich weniger aber deutlich wärmeres Wasser eingeleitet. Der jeweils vertäute LNG-Tanker leitet zusätzlich um ca. 10°C erwärmtes Wasser während der Übertragungsdauer ein (ca. 60.000 m³/d).

Als Basis für die Auswirkungsprognose dient das von DHI-WASY (2022) aufgesetzte hydronumerische Modell zur Temperaturlausbreitung. Da die dort für das worst case-Szenario getroffenen Annahmen auf höheren Einleitmengen (558.000 m³/Tag abgekühltes, 141.000 m³/Tag erwärmtes Wasser) basieren, sind sie für die Prognose der vorhabenbedingten Auswirkungen als konservative Annahmen anzusehen.

Das Modell betrachtet über einen Simulationszeitraum von drei Wochen zwei Szenarien: Szenario 1 fokussiert auf die Einleitung von 20.000 m³/h abgekühltem Betriebswasser aus der Regasifizierung der FSRU mit ΔT -7 K. Szenario 2 betrachtet die Einleitung erwärmten Wassers aus zwei Auslässen der FSRU (1.300 m³/h mit ΔT +15 K, 2.000 m³/h mit ΔT 5°K) und einem Auslass des LNG-Tankers (30 h a 2.500 m³/h mit ΔT 10 K). Betrachtet werden vier charakteristische Tidezeitpunkte (max. Flutstrom, Tidehochwasser, max. Ebbstrom, Tideniedrigwasser).

Im Szenario 1 sinkt das **heruntergekühlte Wasser** zu Boden und führt dort zu den größten Temperaturunterschieden. Nahe des Einleitpunktes beträgt nach DHI-WASY (2022) die maximale Abkühlung, die innerhalb eines dreiwöchigen Simulationszeitraumes sohnah auftrat (-3,8 K) (s. Abbildung 5-7). Die Kühlfahne mit maximalen Abkühlungen > -1 K ist kleinräumig (Liegebereich); Temperaturdifferenzen > -0,1 K sind in der Längsausdehnung in bis zu 2.000 m sichtbar. Bei Betrachtung der mittleren negativen Temperaturveränderungen (nicht grafisch dargestellt) bildet sich keine Kältefahne aus und selbst im Nahbereich der FSRU sind die Temperaturunterschiede nahe der Gewässersohle mit < -0,1 K gering. Die Unterschiede sind nach DHI-WASY (2022) kaum abbildbar und bewegen sich zudem im Bereich der Modelltoleranz. Grundsätzlich sind die größten Temperaturunterschiede zum Tidezeitpunkt des Niedrigwassers zu beobachten.

Für das Szenario 2 ergeben sich die größten Temperaturdifferenzen durch Einleitung **erwärmten Wassers** ebenfalls zur Tidephase Niedrigwasser. Hier tritt die maximale Erwärmung von +6,6 K lokal am

Einleitpunkt oberflächennah auf. Die sohnnahe Differenz beträgt maximal +0,4 K. Außerhalb der Liegewanne liegen die Maximalwerte der Erwärmung bei < 1 K. Die Maximalwerte der Erwärmung mit über 0,1 K erstrecken sich horizontal insgesamt über eine Distanz von bis zu 900 m um den Ort der Einleitung (s. Abbildung 5-8). Im Mittel (hier nicht grafisch dargestellt) sind die Temperaturänderungen deutlich geringer. Oberflächennah werden Mittelwerte > 0,1 K nur am Auslass berechnet. Sohnnah liegt die mittlere Erwärmung unterhalb von 0,1 K.

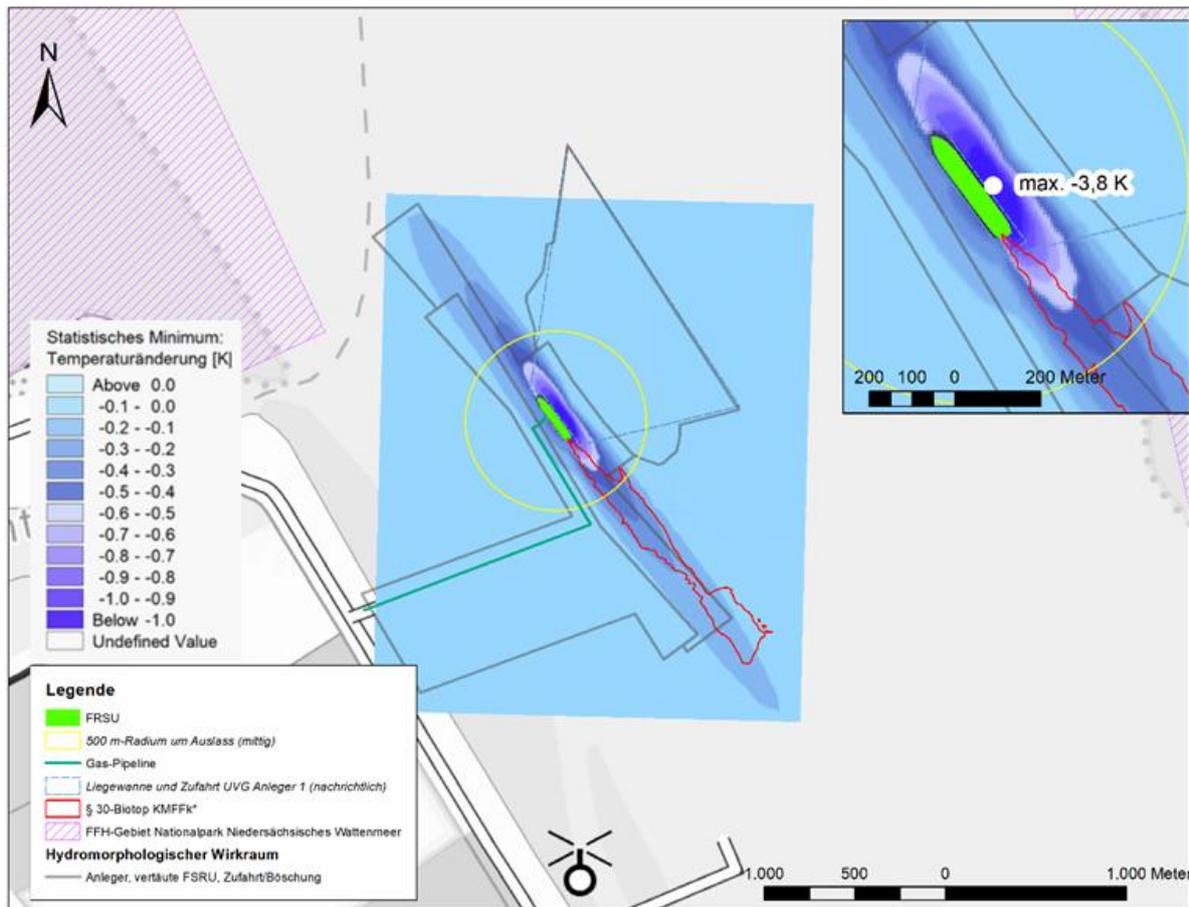


Abbildung 5-7: Modellerte maximale Temperaturabsenkung im Bereich der FSRU und des LNG-Tankers.

Erläuterung: Graphik Temperaturveränderung aus DHI-WASY (2022), Maximalwerte innerhalb eines Simulationszeitraumes von 3 Wochen.

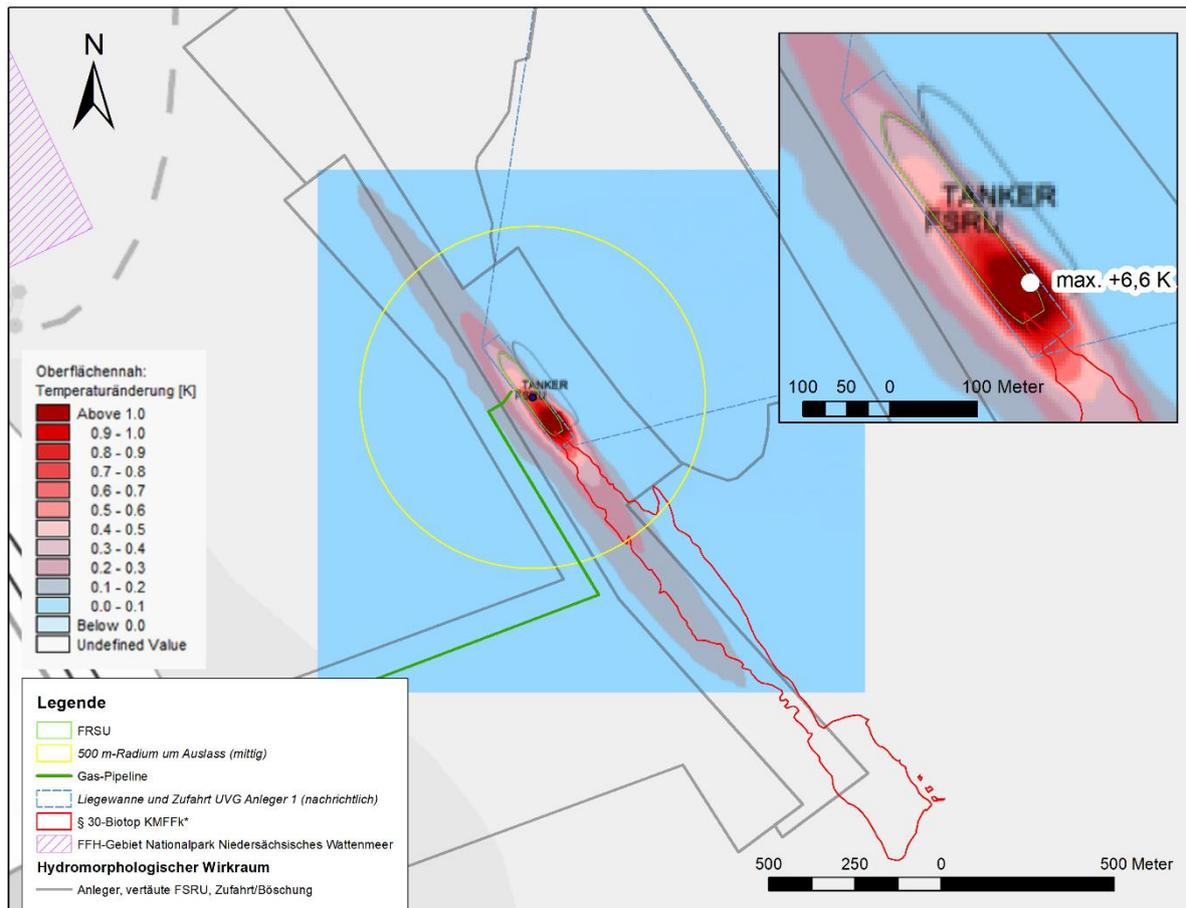


Abbildung 5-8: Modellierte maximale Temperaturerhöhungen im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers).

Erläuterung: Graphik Temperaturveränderung aus DHI-WASY (2022), Maximalwerte innerhalb eines Simulationszeitraumes von 3 Wochen.

Bezüglich des Eintrags von Wärme liegt für die Küstengewässer ein Bericht zur Erfassung und Bewertung von Wärmeeintrag in das niedersächsische Küstengewässer vor (Brockmann 2014) der im Auftrag des NLWKN erstellt wurde. Dieser Bericht schlägt u.a. Grenzwerte für Küstengewässer vor, die auch für den Wasserkörper der Jade angewendet werden können. Dementsprechend wird für den „guten Zustand“ in Küstengewässern für den Sommer (Juli – August) ein Wert von $< 23\text{ °C}$ als maximale absolute Temperatur oder eine Temperaturerhöhung $< 1\text{ K}$ genannt. Für den Winter (Januar – März) gibt Brockmann (2014) als Grenzwert der maximalen Temperatur $< 10\text{ °C}$ oder eine Temperaturerhöhung von $< 1\text{ K}$ an (s. Tabelle 5-2). Diese Angaben beziehen sich auf den Rand der Mischungszone, die üblicherweise pragmatisch als Kreis mit einem Radius von 500 m um die Einleitstelle verstanden wird. Bezüglich der maximalen Temperaturerhöhung gibt Brockmann (2014) für den „guten Zustand“ einen Wert von > 0 und $< 3\text{ K}$ an (s. Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Vorschlag für Grenzwerte der maximalen absoluten Wassertemperatur und zur Bewertung der maximalen Temperaturerhöhung am Rand der Mischungszone, nach Brockmann (2014).

Zeitraum	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Küstengewässer: maximale erlaubte absolute Temperatur [°C]				
Sommer (Juli-August)	< 23 °C	< 23 °C	23 - 28 °C	28 - 30 °C	≥ 30°C
	und keine messbare Temperaturerhöhung	oder Temperaturerhöhung <1 K	und Temperaturerhöhung > 1 K		
Winter (Januar-März)	keine messbare Temperaturerhöhung	< 10 °C		≥ 10°C	
		oder Temperaturerhöhung < 1 K			
	Küstengewässer: maximale erlaubte relative Temperaturveränderung [K]				
Sommer und Winter	0 K	> 0 und < 3 K	3-4 K	4-5 K	≥5 K

Die Anwendung der von Brockmann (2014) vorgeschlagenen Grenzwerte auf das hier betrachtete Vorhaben zeigen, dass die Kriterien für die Zustandsklasse „gut“ bei einer Einleitung erwärmten Wassers eingehalten werden:

- Grenzwert für die absolute Temperatur: < 23°C oder Temperaturerhöhung < 1K.
- Grenzwert für die. maximale relative Temperaturerhöhung: > 0 und < 3 K.

Zwar kann es in den Sommermonaten in der Jade auch schon unter den derzeitigen Bedingungen zeitweise zu Maximalwerten >23°C kommen (s. Abbildung 5-9, Werte für Juli & August), doch wird das Kriterium einer Temperaturerhöhung von < 1K am Rand der Mischungszone (500 m Radius) durchgängig eingehalten. Die Modellergebnisse von DHI (2022) (s. oben, Abbildung 5-8) zeigen, dass außerhalb der Liegewanne eine messbare Veränderung aufgrund der schnellen Einmischung des Einleitwassers in das Jadewasser auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers beschränkt ist.

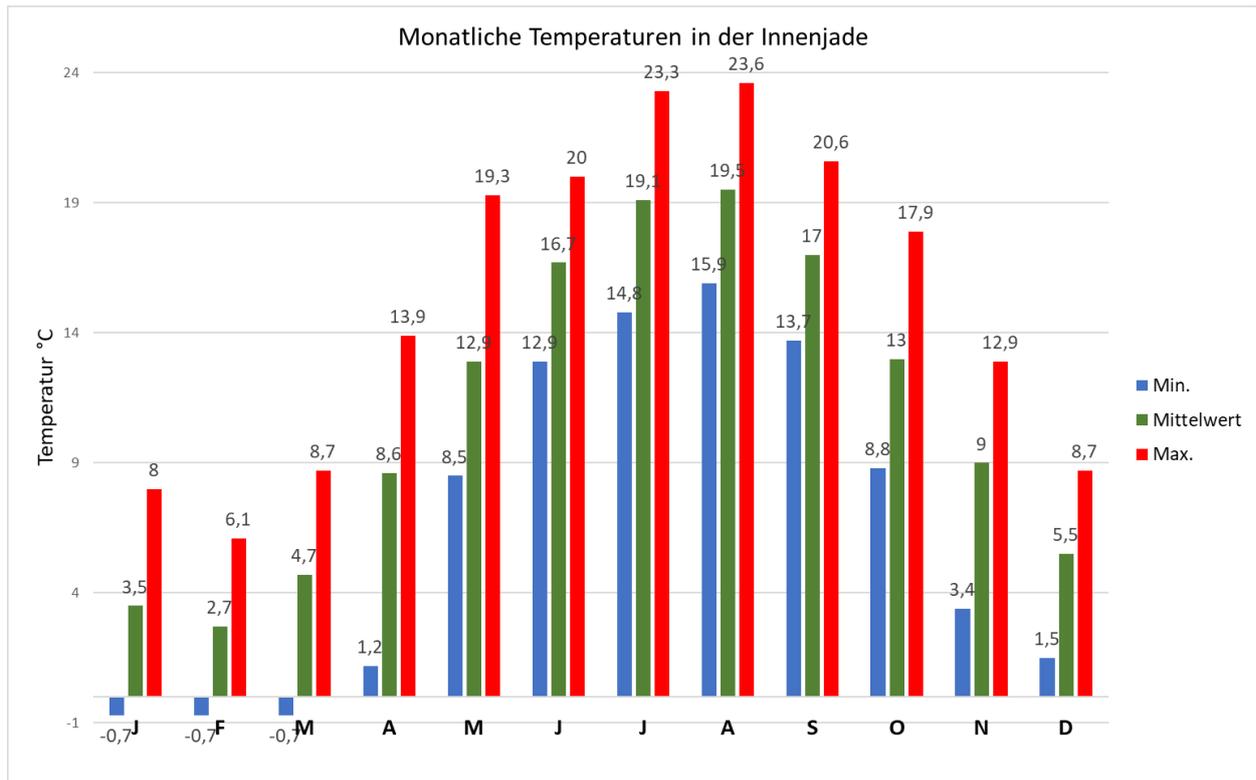


Abbildung 5-9: Monatliche Wassertemperaturen am Messpunkt „Südlich HES-Küstenanleger (Innenjade)“, 2008-2018, 5-Minuten-Werte.)

Datenquelle: NLWKN 2021

Für eine Beurteilung der Einleitung von heruntergekühltem Wasser in Küstengewässer liegen keine spezifischen Grenzwerte vor. Bezüglich des räumlichen Einflusses durch die Einleitung abgekühlten Wassers, zeigt die Modellierung der DHI WASY (2022) allerdings eine noch kleinräumigere Auswirkung als bei der Einleitung erwärmten Wassers. Die Temperaturabsenkungen sind bei Betrachtung der mittleren negativen Temperaturveränderungen schon im Nahbereich der Einleitung durch das Modell kaum abbildbar und bewegen sich im Bereich der Modelltoleranz.

Da sowohl eine prognostizierte signifikante Temperaturerhöhung, als auch eine Verminderung der Temperatur des Jadewassers auch unter einer „worst case“ Annahme auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt bleiben, sind Folgewirkungen durch die vorhabenbedingte Einleitung thermisch veränderten Wassers für die biologischen Qualitätskomponenten auf Wasserkörperebene auszuschließen.

5.2.2 Biologische Qualitätskomponenten

Im Folgenden werden die Veränderungen der biologischen Qualitätskomponenten beschrieben und bewertet. Das methodische Vorgehen bei der Ermittlung, ob eine Verschlechterung i. S. d. WRRL vorliegt, ist in Kapitel 2.5.1 dargelegt („Zustandsklassen/Status-Quo-Theorie“).

Geprüft werden indirekte Folgewirkungen, die sich aus einer vorhabenbedingten Veränderung der Habitatbedingungen ergeben (z. B. erhöhte Nährstoff- oder Schwebstoffgehalte, abgebildet durch die unterstützenden Qualitätskomponenten).

5.2.2.1 Phytoplankton

Die Bewertung der Qualitätskomponente Phytoplankton basiert im Wesentlichen auf den im Gewässer gemessenen Chlorophyll a-Konzentrationen. Der Gesamtzustand ist derzeit „mäßig“ (Tabelle 5-1). Laut „Zustandsklassen-Theorie“ ist zu prüfen, ob das Vorhaben zu einem Klassenwechsel bei der Einstufung dieser Qualitätskomponente führt.

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf die Qualitätskomponente Phytoplankton sind die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen i.V.m. dem Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG (s. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Untersuchungsrelevant sind mögliche seeseitige Auswirkungen durch:

- Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen
- Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenwirkungen, beschrieben und entsprechend der in Kap. 2.5 beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

Einleitend sei erwähnt, dass selbst eine massive Reduzierung der Phytoplanktondichte, bzw. die Reduzierung des Chlorophyll a-Gehalts nach dem Bewertungsverfahren gemäß WRRL formal zu keiner Verschlechterung der Bewertung führen würde, da aufgrund der Eutrophierung der Nordsee und damit einhergehender hoher Chlorophyll a-Gehalte, der „gute Umweltzustand“ im Sinne der WRRL nicht erreicht wird. Im Folgenden werden jenseits dieses formalen Aspektes die vorhabenbedingten potenziell negativen Auswirkungen auf das Phytoplankton beschrieben:

Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen

Durch das in der FSRU eingesetzte Biozid (In-situ-Produktion von Chlorbioziden) gelangen bei der Rückführung Chlor- und Bromderivate in den Wasserkörper die eine toxische Wirkung auf Organismen auch außerhalb der FSRU haben können.

Bezüglich der Freisetzung potenziell toxischer Verbindungen in den OWK, liegt ein Gutachten von AquaEcology (2022) vor. Entsprechend dieses Gutachtens lagen alle prognostizierten Konzentrationswerte aus Verdünnungsberechnungen für die betrachteten Bromnebenprodukte (BNP) sowohl im Nah- als auch im Fernbereich sehr niedrig. Sie lagen selbst im Worst-Case-Fall – das heißt Annahme von maximalen Konzentrationen ohne Abbau- oder Ausgasungsprozesse – unter den NOEC⁴- und PNEC⁷-Werten für verschiedene aquatische Organismen. Unter Einbeziehung von Abbauprozessen in der Wassersäule ist die Prognose für die Konzentrationen im Fernbereich noch deutlich niedriger. Eine Ausnahme bildet Bromoform, das sowohl in den Ausgangssimulationen als auch im Worst-Case-Fall die PNEC-Werte im Nahbereich der FSRU überschreiten kann. Allerdings wurden dabei Ausgasungsprozesse, die für Bromoform relevante Größenordnungen annehmen können, in der Simulation nicht berücksichtigt. AquaEcology (2022) schlussfolgern auf Basis der Ergebnisse ihrer Simulation zu den durch Elektrolyse freigesetzten Chlorbioziden, dass die daraus resultierenden Konzentrationen von Bromnebenprodukten sowohl im Nahbereich der FSRU-Anlage als auch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens keine messbaren Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen erwarten lassen.

Eine Freisetzung von Nährstoffen ergibt sich durch die Zersetzung von Biomasse der während des Betriebs des Wärmetauscher-Systems der FSRU getöteten Organismen. Diese Nährstofffreisetzung

⁴ NOEC= no observed effect concentration, PNEC= predicted no effect concentration

könnte potenziell das Wachstum des Phytoplanktons forcieren. Aufgrund der sehr geringen Intensität dieses Wirkpfades (s. Kapitel 5.2.3) sind Folgewirkungen auf Wasserkörperebene ausgeschlossen.

Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Während des Betriebs der FSRU kommt es je nach Betriebsweise zur Einleitung von abgekühltem oder erwärmten Wassers (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Da sowohl eine prognostizierte signifikante Temperaturerhöhung als auch eine Verminderung der Temperatur des Jadewassers auch unter einer „worst case“ Annahme auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt bleiben, sind Folgewirkungen durch die vorhabenbedingte Einleitung thermisch veränderten Wassers für die Qualitätskomponente Phytoplankton auf Wasserkörperebene auszuschließen (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Fazit

In der Gesamtschau sind vorhabenbedingte Auswirkungen auf die Qualitätskomponente Phytoplankton, die zu einer Verschlechterung auf Wasserkörperebene führen können, auszuschließen.

5.2.2.2 Makrophyten

Die Qualitätskomponente Makrophyten setzt sich aus den drei Teilkomponenten Seegras, Großalgen (hier: opportunistische Grünalgen) sowie den Salz- und Brackmarschen zusammen. Der Gesamtzustand ist derzeit „mäßig“ (Tabelle 5-1). Laut „Zustandsklassen-Theorie“ ist zu prüfen, ob das Vorhaben zu einem Klassenwechsel bei der Einstufung dieser Qualitätskomponente führt.

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf die Qualitätskomponente Makrophyten sind die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen i.V.m. dem Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG (s. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Untersuchungsrelevant sind mögliche seeseitige Auswirkungen durch:

- Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen
- Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenwirkungen, beschrieben und entsprechend der in Kap. 2.5 beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen

Durch das in der FSRU eingesetzte Biozid (In-situ-Produktion von Chlorbioziden) gelangen bei der Rückführung Chlor- und Bromderivate in den Wasserkörper die eine toxische Wirkung auf Organismen auch außerhalb der FSRU haben können.

Nach einem Gutachten von AquaEcology (2022) lagen alle prognostizierten Konzentrationswerte aus Verdünnungsberechnungen für die betrachteten Bromnebenprodukte (BNP) sowohl im Nah- als auch im Fernbereich sehr niedrig. AquaEcology (2022) schlussfolgern auf Basis der Ergebnisse ihrer Simulation zu den durch Elektrolyse freigesetzten Chlorbioziden, dass die daraus resultierenden Konzentrationen von Bromnebenprodukten sowohl im Nahbereich der FSRU-Anlage als auch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens keine messbaren Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen erwarten lassen (weitere Details s. Ausführungen zum Phytoplankton, Kap.

5.2.2.1). Auswirkungen auf die QK Makrophyten im Wasserkörper werden deshalb für diesen Wirkfaktor ausgeschlossen.

Eine Freisetzung von Nährstoffen ergibt sich durch die Zersetzung von Biomasse der während des Betriebs des Wärmetauscher-Systems der FSRU getöteten Organismen. Diese Nährstofffreisetzung könnte potenziell das Wachstum der Makrophyten (v.a. opportunistische Grünalgen) forcieren. Seegrasbestände könnten dagegen durch stärkeres Wachstum von Algen auf ihren Blättern beeinträchtigt werden. Des Weiteren führen auch erhöhte Stickstoffkonzentrationen zu einer Schwächung der Pflanzen und macht sie anfälliger gegenüber Krankheitserregern.

Grünalgen sind Eutrophierungsanzeiger und eine Zunahme ihrer Fläche würde eine Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Teilkomponente indizieren. Eine Zunahme der Flächen kann nur durch einen deutlichen Eintrag von Nährstoffen erfolgen, was vorhabenbedingt ausgeschlossen werden kann (s. Kapitel 5.2.3). Da der Transport von ggf. freigesetzter organischer Substanz (im Wärmetauscher-System der FSRU abgetötete Organismen) in der jeweiligen Hauptströmungsrichtung stromauf und stromab des Vorhabenbereichs und parallel zur Fahrinne erfolgen wird, sind auch hierüber keine mess- oder beobachtbaren Veränderungen der o. g. Grünalgenbestände zu erwarten. Alle übrigen Grünalgenbestände in diesem OWK befinden sich im Jadebusen oder auf den Watten rechtsseitig der Jade in noch größerer Entfernung (> 5 km) und ebenfalls abseits der Fahrinne (Abbildung 5-1). Aufgrund dessen können Veränderungen dieser Bestände durch Freisetzung von Nährstoffen mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Seegraswiesen in allen niedersächsischen Küstengewässern verzeichnen in den vergangenen Jahren deutliche Rückgänge. Als eine der wichtigsten Gefährdungsursachen gilt die Eutrophierung der Küstengewässer. In der letzten Erfassung aus dem Jahr 2019 wurden größere zusammenhängende Bestände nur im östlichen Jadebusen sowie auf den Wattflächen vor Minsen (Gemeinde Wangerland) in Entfernungen > 10 km zum Vorhabenbereich kartiert (Abbildung 5-3). Einzelpflanzen und kleinere Seegraswiesen wurden auch auf dem Watt vor Hooksiel in etwa 3-4 km Entfernung zum Vorhabenbereich gefunden. Aufgrund ihrer Entfernung, der Lage abseits der Fahrinne und der Hauptströmungsachse sowie des äußerst geringen Ausmaßes des Wirkfaktors „Nährstofffreisetzung“ (s. Kapitel 5.2.3), gilt hier dieselbe Argumentation wie bei den Grünalgen (s. o.); vorhabenbedingte Beeinträchtigungen der Seegrasbestände im OWK durch Freisetzung von Nährstoffen sind nicht zu erwarten.

Salz- und Brackmarschen finden sich an flach auslaufenden und strömungsberuhigten Küstenabschnitten, hier insbesondere im Jadebusen. In geringerer Ausdehnung befinden sich Salzwiesen auch vor Hooksiel in etwa 5 km Entfernung zum Vorhaben (Abbildung 5-5). Hier sei erneut auf die Argumentation zu den Grünalgen und Seegraswiesen verwiesen (s. o.). Veränderungen der Salz- und Brackmarschen sind in diesem OWK nicht zu erwarten.

Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Während des Betriebs der FSRU kommt es je nach Betriebsweise zur Einleitung von abgekühltem oder erwärmten Wassers (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Da sowohl eine prognostizierte signifikante Temperaturerhöhung als auch eine Verminderung der Temperatur des Jadewassers auch unter einer „worst case“ Annahme auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt bleiben, sind Folgewirkungen durch die vorhabenbedingte Einleitung thermisch veränderten Wassers für die Qualitätskomponente Makrophyten auf Wasserkörperbene auszuschließen (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Fazit

Insgesamt sind aufgrund der Entfernung aller Makrophytenbestände zum Vorhabenbereich und ihrer Verortung deutlich abseits der hydromorphologischen Wirkräume keine Veränderungen zu erwarten. Eine Verschlechterung der Qualitätskomponente Makrophyten im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ erscheint damit ausgeschlossen.

5.2.2.3 Makrozoobenthos

Die Bewertung der Qualitätskomponente Makrozoobenthos erfolgt in den Küstengewässern mit Hilfe des M-AMBI Verfahrens, welches für die Bewertung von Weichböden entwickelt wurde. Der Gesamtzustand im OWK ist derzeit „gut“ (Tabelle 5-1). Laut „Zustandsklassen-Theorie“ ist zu prüfen, ob das Vorhaben zu einem Klassenwechsel bei der Einstufung dieser Qualitätskomponente führt.

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf die Qualitätskomponente Makrozoobenthos sind die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen i.V.m. dem Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG (s. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Untersuchungsrelevant sind mögliche Auswirkungen durch:

- Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen
- Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenwirkungen, beschrieben und entsprechend der in Kap. 2.5 beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

Betriebsbedingter Eintrag von Schad- und Nährstoffen

Durch das in der FSRU eingesetzte Biozid (In-situ-Produktion von Chlorbioziden) gelangen bei der Rückführung Chlor- und Bromderivate in den Wasserkörper die eine toxische Wirkung auf Organismen auch außerhalb der FSRU haben können.

Wie bereits im Kapitel 5.2.2.1 beschrieben, liegt für die Freisetzung potenziell toxischer Verbindungen in den OWK ein Gutachten von AquaEcology (2022) vor. Entsprechend des Gutachtens lagen alle prognostizierten Konzentrationswerte aus Verdünnungsberechnungen für die betrachteten Bromnebenprodukte (BNP) sowohl im Nah- als auch im Fernbereich sehr niedrig. Sie lagen selbst im Worst-Case-Fall – das heißt Annahme von maximalen Konzentrationen ohne Abbau- oder Ausgasungsprozesse – unter den NOEC- und PNEC-Werten für verschiedene aquatische Organismen. Unter Einbeziehung von Abbauprozessen in der Wassersäule ist die Prognose für die Konzentrationen im Fernbereich noch deutlich niedriger. Eine Ausnahme bildet Bromoform, das sowohl in den Ausgangssimulationen als auch im Worst-Case-Fall die PNEC-Werte im Nahbereich der FSRU überschreiten kann. Allerdings wurden dabei Ausgasungsprozesse, die für Bromoform relevante Größenordnungen annehmen können, in der Simulation nicht berücksichtigt. AquaEcology (2022) schlussfolgern auf Basis der Ergebnisse ihrer Simulation zu den durch Elektrolyse freigesetzten Chlorbioziden, dass die daraus resultierenden Konzentrationen von Bromnebenprodukten sowohl im Nahbereich der FSRU-Anlage als auch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens keine messbaren Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen erwarten lassen.

Eine Freisetzung von Nährstoffen ergibt sich durch die Zersetzung von Biomasse der während des Betriebs des Wärmetauscher-Systems der FSRU getöteten Organismen. Diese Nährstofffreisetzung könnte potenziell einen Einfluss auf das Makrozoobenthos haben, z.B. durch eine Zunahme von Arten,

die als Eutrophierungszeiger gelten. Aufgrund des äußerst geringen Ausmaßes dieses Wirkpfades (s. Kapitel 5.2.3) sind Folgewirkungen auf Wasserkörperebene allerdings nicht zu erwarten.

Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Während des Betriebs der FSRU kommt es je nach Betriebsweise zur Einleitung von abgekühltem oder erwärmten Wassers (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Da sowohl eine prognostizierte signifikante Temperaturerhöhung als auch eine Verminderung der Temperatur des Jadewassers auch unter einer „worst case“ Annahme auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt bleiben, sind Folgewirkungen durch die vorhabenbedingte Einleitung thermisch veränderten Wassers für die biologischen Qualitätskomponenten auf Wasserkörperebene auszuschließen (s. Kap. 5.2.1.2.2).

Fazit

Eine Verschlechterung der Qualitätskomponente Makrozoobenthos im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ ergibt sich aufgrund der Kleinräumigkeit und Intensität der Wirkungen nicht.

5.2.3 Chemischer Zustand

Im Folgenden werden mögliche Veränderungen des chemischen Zustands beschrieben und bewertet. Das methodische Vorgehen bei der Ermittlung, ob eine Verschlechterung i. S. d. WRRL vorliegt, ist in Kapitel 2.5.1 dargelegt („Zustandsklassen/Status-Quo-Theorie“).

Der chemische Zustand wird anhand einer Liste von UQN für die prioritären und bestimmte andere Schadstoffe sowie für den Eutrophierungsindikator Nitrat bewertet. Der Gesamtzustand ist derzeit „**nicht gut**“. Es liegen Überschreitungen der Biota-UQN für die sog. ubiquitären Stoffe Quecksilber und Bromierte Diphenylether (BDE) sowie für die UQN in der Wasserphase beim ubiquitären Benzo(ghi)perylen vor (Tabelle 5-1).

Durch den geplanten Betrieb einer Anlage für die In-situ-Produktion von Chlorbioziden zur Vermeidung bzw. Verminderung von Biofilmen im Wärmetauscher-System der FSRU sowie weiteren seewasserführenden Leitungen, kommt es zur Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper.

Aus dem durch elektrochemische In-situ-Chlorierung produzierten Chlor entsteht zunächst eine Mischung aus hypochloriger Säure und Hypochlorit-Ionen. Durch die Reaktion mit dem im Meerwasser vorhandenen Bromid werden diese sehr schnell zu hypobromiger Säure und Hypobromit oxidiert. Diese stark oxidierenden Verbindungen (TRO – „total residual oxidant“) werden zu 50 bis 80 % direkt durch die Oxidation organischer Substanz und Carbonat aus dem Meerwasser in die Produktion von CO₂ umgesetzt. Dabei entstehen wieder Bromid und Chlorid als Ionen (AquaEcology 2022).

Die verbleibenden TRO-Mengen können eine breite Palette von Halogenverbindungen bilden, die in das umgebende Seewasser abgegeben werden. Dabei handelt es sich nach dem Gutachten von AquaEcology (2022) vorwiegend um Halogenmethane (0,5 bis 5 %), Halogenessigsäuren, Halogenacetamide und Halogenacetonitrile (0 bis 5 %) sowie Brom-Chlor-Phenole (etwa 0,1 %) (Bean et al 1978, in AquaEcology 2022). Laut AquaEcology (2022) handelt es sich -bis auf die Halogenphenole⁵- bei allen

⁵ Bei den auftretenden Halogenphenolverbindungen handelt es sich wegen des hohen Bromidgehaltes des Meerwassers fast ausschließlich um bromierte einfache Phenole, die nicht persistent sind. Dennoch können halogenorganische Verbindungen in höhere Konzentrationen toxische Wirkungen auf Organismen haben und werden diesbezüglich in den entsprechenden Kapiteln unter 6.2.2 behandelt.

der zunächst auftretenden Nebenprodukte um kurzkettenige, aliphatische Verbindungen, die zum großen Teil im Seewasser keine lange Lebensdauer (Proliferationszeit) haben und sich schnell in unschädliche Verbindungen umwandeln. Keine dieser Verbindungen entspricht den in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) in den Anhängen 6 und 8 gelisteten Schadstoffen. Das Entstehen von prioritären oder prioritär gefährlichen Stoffen ist laut des Gutachtens von AquaEcology (2022) nicht wahrscheinlich. Das Gutachten folgert entsprechend, dass keine Verschlechterung des chemischen Zustands des Wasserkörpers der Jade zu erwarten ist, auch regional oder partiell nicht.

5.3 Auswirkungsprognose im Hinblick auf das Zielerreichungsgebot

In diesem Kapitel wird ermittelt, ob die Einleitung von Ab- und Prozesswässern gegen das Zielerreichungsgebot nach § 27 Abs. 1 und Abs. 2 des WHG verstößt. Dazu wird geprüft, ob die Maßnahmen zur Erreichung der Umweltziele (WRRL) bzw. der Bewirtschaftungsziele (WHG) für das Oberflächenwasser durch das Vorhaben behindert oder erschwert werden, sodass die fristgerechte Zielerreichung gefährdet wäre.

Für den hier betrachteten OWK sind die entsprechenden Maßnahmen im Maßnahmenprogramm der FGG Weser (2021b) gelistet und beschrieben; sie ergeben sich aus dem standardisierten LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (LAWA 2020).

Die Maßnahmenplanung erfolgt auf Grundlage übergeordneter Handlungsfelder für einzelne OWK. In der FGG Weser gelten die Verbesserung der Gewässerstruktur und Durchgängigkeit sowie die Reduzierung der Nähr- und Schadstoffeinträge als wichtige Handlungsfelder (FGG Weser 2020).

Es wird zwischen grundlegenden, ergänzenden und zusätzlichen Maßnahmen differenziert. Die grundlegenden Maßnahmen stellen gesetzlich verankerte Mindestanforderungen dar und sind für die Zielerreichung zwingend erforderlich, in der Regel aber nicht ausreichend. Hierzu zählen u. a. alle Maßnahmen zur Umsetzung der in Anhang VI Teil A der WRRL genannten EU-Richtlinien. Dementsprechend müssen ergänzende Maßnahmen geplant und umgesetzt werden, die im Maßnahmenprogramm gelistet sind und i.d.R. praktische Maßnahmen im Gewässer umfassen, z. B. Renaturierungsprojekte. Zusätzliche Maßnahmen werden beschlossen, wenn sich im Laufe des Bewirtschaftungszyklus wider Erwarten und aufgrund neuerer Erkenntnisse zeigt, dass die bereits umgesetzten und geplanten Maßnahmen nicht ausreichend sind. Ferner wird zwischen technischen Maßnahmen, die auf die Reduzierung von Belastungen durch Stoffeinträge, Abflussregulierungen und morphologische Veränderungen abzielen, sowie rein konzeptionellen Maßnahmen, welche die Akzeptanz der technischen Maßnahmen durch Beratung und Forschung fördern sollen, unterschieden (NMU 2021b).

Die Tabelle 5-3 gibt einen Überblick zu den Maßnahmen, die im hier betrachteten OWK im aktuellen Maßnahmenprogramm vorgesehen sind.

Tabelle 5-3: Maßnahmentypen in dem vom Vorhaben betroffenen OWK „Wattenmeer Ja-debusen und angrenzende Küstenabschnitte“.

LAWA-Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Belastungstyp	Erläuterung / Beschreibung
36	Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen aus anderen diffusen Quellen	Diffuse Quellen: Sonstige diffuse Quellen	<i>„Maßnahmen zur Verringerung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen, die nicht einem der vorgenannten Belastungsgruppen (vgl. Nr. 24 bis 35) zuzuordnen sind.“</i>
512	Abstimmung von Maßnahmen in oberliegenden und/oder unterhalb liegenden Wasserkörpern	Konzeptionelle Maßnahmen	<i>„Abstimmung von Maßnahmen, deren Umsetzung zur Reduzierung einer Belastung im jeweiligen Wasserkörper nicht in diesem selbst, sondern in einem oder mehreren oberliegenden und/oder unterhalb liegenden Wasserkörper(n) erforderlich ist.“</i>

Keine der beiden vorgenannten Maßnahmentypen ist durch das Vorhaben in seiner Umsetzbarkeit, Zielsetzung oder Wirksamkeit betroffen.

Diffuse Stoffeinträge (Nr. 36) in den OWK können durch entsprechende Maßnahmen auch weiterhin verringert werden. Im Rahmen des Vorhabens werden keine bzw. keine auf Wasserkörperebene mess- oder beobachtbaren Schadstoffeinträge oder -freisetzungen erwartet, die das Ziel der Maßnahme konterkarieren würde (vgl. hierzu auch Kapitel 5.2.3). Auch die rein konzeptionellen Maßnahmen des Typs Nr. 512 bleiben vom Vorhaben unberührt.

6 Fazit

Verschlechterungsverbot

Von dem hier betrachteten Vorhaben ist potenziell der OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ betroffen. Für alle angrenzenden OWK sowie das Grundwasser konnte eine Betroffenheit mit Blick auf die prognostizierten Vorhabenwirkungen sowie deren Intensität, Reichweite und Dauer von vornherein und mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Für die bewertungsrelevanten Komponenten innerhalb des OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ erfolgte in den Kapiteln 5.2.1 (unterstützende Qualitätskomponenten), 5.2.2 (biologische Qualitätskomponenten) sowie 5.2.3 (chemischer Zustand) eine vertiefende Betrachtung der potenziell vorhabenbedingten Veränderungen.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass die prognostizierten Vorhabenwirkungen zu keinen Veränderungen des ökologischen oder chemischen Zustands führen. Ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot im Sinne der aktuellen Rechtsauffassung der WRRL liegt nicht vor.

Zielerreichungsgebot

Für den potenziell vom Vorhaben betroffenen OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)“ erfolgte in Kapitel 5.3 eine Gegenüberstellung der im aktuellen Maßnahmenprogramm (Periode 2021-2027) geplanten Maßnahmengruppen mit den prognostizierten Vorhabenwirkungen.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Maßnahmen in ihrer Umsetzbarkeit, Zielsetzung oder Wirksamkeit nicht durch das Vorhaben be- oder verhindert werden. Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot im Sinne der aktuellen Rechtsauffassung der WRRL liegt nicht vor.

7 Literaturverzeichnis

- AQUAECOLOGY, 2018: Auswirkungen der Passage des Kühlwassersystems auf Zooplanktonorganismen im ENGIE Steinkohlekraftwerk Wilhelmshaven. - Gutachten im Auftrag ENGIE Kraftwerk Wilhelmshaven GmbH & Co. KG, S. 23.
- AQUAECOLOGY, 2022: Marine Growth Prevention System Wilhelmshaven. Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System. Fachbeitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung, im Auftrag der UNIPER Global Commodities SE., 63 S.
- ADOLPH, W., JAKLIN, S., MEEMKEN, M. & MICHAELIS, H. 2003. Die Seegrassbestände des niedersächsischen Wattenmeeres (2000 - 2002). - Dienstbericht der Forschungsstelle Küste, Norderney 1/2003, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste, Norderney: 19 S.
- ARENS, S. 2006. Bewertungssystem nach WRRL für die Angiospermen der Übergangs- und Küstengewässer der FGE Weser und für das Küstengewässer der FGE Elbe. - (unveröffentl.) Projektbericht im Auftrag des NLWKN, Brake/Oldenburg, 94 S.
- ARENS, S. 2009a. Erfassung und Bewertung der Makrophyten/Angiospermen im Rahmen eines Praxistests zur Umsetzung der EG-WRRL in den Übergangsgewässern von Weser und Ems. - (Bericht i. A. des NLWKN Brake-Oldenburg) 63 S.
- ARENS, S. 2009b. Erfassung und Bewertung der Röhrichte, Brack- und Salzmarschen (Makrophyten/Angiospermen) im Rahmen eines Praxistests zur Umsetzung der EG-WRRL in den Übergangsgewässern von Weser und Ems. - (unveröff. Bericht i. A. des NLWKN - Betriebsstelle Brake/Oldenburg) 46 S.
- BEUKEMA, J. J. 1992: Dynamics of juvenile shrimp Crangon crangon in a tidal-flat nursery of the Wadden Sea after mild and cold winters. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 83, 157-165 S.
- BIJKERK, R. 1988. Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogte sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek. - Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, NL Haren: 72 S.
- BIOCONSULT 2007. Ist die Jade ein erheblich verändertes Gewässer? - Eine Analyse im Rahmen der WRRL. - (im Auftrag des NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg) Bremen/Oldenburg: 116 S. + Anhänge.
- BIOCONSULT 2020. Benthos- und fischökologische Erfassung im geplanten LNG-Terminal „Inselanleger mit FSRU und Untersee-Gasleitung“. Kumulative Betrachtung der Erfassungen Frühjahr und Herbst 2019 und Frühjahr 2020. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) S.
- BIOCONSULT 2022: Fachbeitrag Fischschutz LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. Abschätzung Fischverluste und Hinweise zu Schutzmaßnahmen. - (unveröffentl. Gutachten i.A. von UNIPER Global Commodities SE) 67 S.
- BMVI (Hrsg.) 2019. Leitfaden zur Erstellung des Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben der WSV an BWaStr - Fassung Dezember 2019. - (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) Bonn: 85 S. + Anlagen.
- Borja, A., Franco, J., Pérez, V. 2000: A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Mar. Poll. Bull. 40 (12). 1100-1114.
- Borja, A. & I. Muxika 2005: Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Mar. Poll. Bull. 50, 787-789.
- BORUM, J., DUARTE, C. M., KRAUSE-JENSEN, D. & GREVE, T. M. 2004. European seagrass: an introduction to monitoring and management. Publication by M & MS project EVK3-CT-2000-00044. - 88 S.
- BROCKMANN CONSULT 2014: Entwicklung eines Ansatzes zur Erfassung und Bewertung von Wärmeeintrag in das niedersächsische Küstengewässer. - Bericht im Auftrag des NLWKN, 183 S. + Anhang
- CADEE, G. C. 1986. Increased phytoplankton primary production in the MARsdiep area (Western Dutch Wadden sea). - Neth. J. Sea Res. 20: 285-290.

- CADEE, G. C. & HEGEMAN, J. 2002. Phytoplankton in the Marsdiep at the end of the 20th century, 30 years monitoring biomass, primary production, and *Phaeocystis* blooms. - Journal of Sea Research 48: 97-110.
- CIS 2019. Leitfaden No. 36, Ausnahmen von den Umweltzielen gem. Art. 4 Abs. 7. Deutsche Übersetzung von: Guidance document No. 36 (2017), Exemptions to the environmental objectives according to Article 4(7). - Common Implementation Strategy for the water framework directive, S.
- DIAZ, R. J. & ROSENBERG, R. 1995. Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and behavioural responses of benthic macrofauna. - Oceanogr. Mar. Biol. Ann Rev. 33: 245-303.
- DHI-WASY 2020. UNIPER –LNG Terminal Wilhelmshaven Wirkraumanalyse: Strömungsänderungen bedingt durch den geplanten Inselanleger. - (Version 30.09.2020) 16 S.
- DHI-WASY 2022: Wärme-Ausbreitungsstudie für den LNG-Terminal Wilhelmshaven. Einleitung von Regas-Abwasser und Kühlwasser durch die FSRU und den LNG Tanker in die Jade - Hydronumerische Modellierung. - (unveröffentl. Gutachten im Auftrag der UNIPER Global Commodities SE) 35 S.
- DOLCH, T., FOLMER, E. O., FREDERIKSEN, M. S., HERLYN, M., VAN KATWIJK, M. M., KOLBE, K., KRAUSE-JENSEN, D., SCHMEDES, P. & WESTERBEEK, E. P. 2017. Seagrass. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded 24.11.2018.DD.MM.YYYY. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/seagrass. - In: KLOEPPER, S.E.A. (Hrsg.), 24.
- DÖRJES, J., GADOW, S., REINECK, H.-E. & SINGH, I. B. 1969. Die Rinnen der Jade (Südliche Nordsee): Sedimente und Makrozoobenthos. - Senckenbergiana maritima 1/50, 5-62 S.
- DÜRSELEN, C., GRAGE, A., EHMEN, S., SCHULZ, M. & WÜBBEN, A. 2006. Erstellung eines multifaktoriellen Bewertungssystems für Phytoplankton der deutschen Nordsee-Küstengewässer im Zuge der EG-Wasserrahmenrichtlinie. - (Gutachten im Auftrag des NLWKN) 105 S. + Anhang.
- DÜRSELEN, C., HEYDEN, B. & RAABE, T. 2010. Multifaktorielles Bewertungssystem für Phytoplankton der deutschen Nordsee-Küstengewässer (EG-WRRL). Klassengrenzen, Biodivolumen und Chlorophyll. - (Gutachten im Auftrag des des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR)) 106 S.
- ELBRÄCHTER, M., RAHMEL, J. & HANSLICK, M. 1994. Phaeocystis im Wattenmeer. - In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., VON WESTERNHAGEN, H. & LENZ, W. (Hrsg.), Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell-Verlag, Berlin: 87-90.
- FGE EMS 2022. Internationaler Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 Wasserrahmenrichtlinie für die Flussgebietseinheit Ems -Bewirtschaftungszeitraum 2021 - 2027. - Herausgeber: Flussgebietsgemeinschaft Ems (FGE Ems), 266 S.
- FGG WESER (Flussgebietsgemeinschaft Weser) 2020. EG-Wasserrahmenrichtlinie: Bewirtschaftungsplan 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 83 WHG: Anhörungsdokument 2020 zur Information der Öffentlichkeit gemäß § 83 Abs. 4 WHG und Art. 14, Abs 1 (c), 2000/60/EG. - Hildesheim: 275 S. +Anhänge.
- FGG WESER (Flussgebietsgemeinschaft Weser) 2021a. Bewirtschaftungsplan 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 83 WHG. - Hildesheim: 286 S. +Anhänge.
- FGG WESER (Flussgebietsgemeinschaft Weser) 2021b. Maßnahmenprogramm 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 82 WHG. - Hildesheim: 60 S. +Anhänge.
- GROTJAHN, M. & JAKLIN, S. 2007. Modellprojekt HMWB Tideweser und ostfriesisches Wattenmeer, II. Steckbrief zur aktuellen Situation (Makrozoobenthos, Makrophyten) der Wasserkörper, III. Bewertung der Veränderungen und Ausweisung der Wasserkörper nach EG-WRRL. Bericht 7/2007 des NLWKN. - 93 S.
- GÜNTHER, C.-P. 1992. Dispersal of intertidal invertebrates. A strategy to react to disturbances of different scales? - Netherlands Journal of Sea Research 30: 45-56.
- HESTHAGEN, I. H. & B. GJERMUNDSEN 1978: Late summer diurnal migration in the hyper-benthos of Vejsnäs Rinne, Western Baltic. - B. Meeresforsch. 27: 19-26
- GÜBAK 2009. Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in Küstengewässern (GÜBAK). - 39 S.

- GUTPERLET, R., CAPPERUCCI, R. M., BARTHOLOMÄ, A. & KRÖNCKE, I. 2015. Benthic biodiversity changes in response to dredging activities during the construction of a deep-water port. - Mar. Biodiv. DOI 10.1007/s12526-014-0298-0: 21.
- GUTPERLET, R., CAPPERUCCI, R. M., BARTHOLOMÄ, A. & KRÖNCKE, I. 2017. Relationships between spatial patterns of macrofauna communities, sediments and hydroacoustic backscatter data in a highly heterogeneous and anthropogenic altered environment. - Journal of Sea Research 121: 33-46.
- HANSLIK, M., RAHMEL, J., BÄTJE, M., KNIERIEMEN, S., SCHNEIDER, G. & DICK, S. 1998. Der Jahresgang blütenbildender und toxischer Algen an der niedersächsischen Küste seit 1982. - Umweltbundesamt, Forschungsbericht 102 04 248. 211 S.
- IMP 2022. LNG Terminal WHV. Fachbeiträge Morphodynamik, Kolkentwicklung, Baggerarbeiten sowie hydromorphologische Wirkraumabschätzung und Beweissicherung. Bericht Nr. 429. - 91 S.
- JAKLIN, S., PETERSEN, B., ADOLPH, W., PETRI, G. & HEIBER, W. 2007. Aufbau einer Bewertungsmatrix für die Gewässertypen nach EG-WRRL im Küstengebiet der Nordsee, Schwerpunkt Flussgebietseinheiten Weser und Elbe. Abschlussbericht Teil A: Nährstoffe, Fische, Phytoplankton, Makrophyten (Makroalgen und Seegras). - Bericht des NLWKN im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 96 S.
- KOLBE, K. 2006. Bewertungssystem nach WRRL für Makroalgen und Seegräser der Küsten- und Übergangsgewässer der FGE Weser und Küstengewässer der FGE Elbe. - (unveröff. Gutachten im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Brake / Oldenburg, Flussgebietsmanagement Übergangs-Küstengewässer) 99 S.
- KRIEG, H. J., OESMANN, ., STILLER, G.2010. Literaturstudie zu den Auswirkungen von Kühlwasserentnahme und -einleitung auf das aquatische Milieu des Elbeästuars – unter besonderer Berücksichtigung von Biomasseschädigungen des Phytoplanktons, des Zooplanktons und der Fischeier und Fischlarven sowie die Folgen auf den Sauerstoffhaushalt. Im Auftrag Koordinierungsraum Tideelbe (KOR-TEL) FHH-NI-SH & FH Hamburg/BSU/Wassergütestelle Elbe. 133 S.
- KÜFOG & STEUWER, J. 2020. Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2019. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. - (Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des NLWKN) 102 S. <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/162151>,
- KUIPERS, B. R. & R. DAPPER 1984: Nursery function of Wadden Sea tidal flats for the brown shrimp *Crangon crangon*. - Marine Ecology Progress Series 17: 171-181.
- LAWA (Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) 2017. Handlungsempfehlungen Verschlechterungsverbot, beschlossen auf der 153. LAWA-Vollversammlung am 16./17. März 2017 in Karlsruhe. - 42 S.
- LTEW 2020. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven - Standortspezifische Umgebungsbedingungen. - (LNG Terminal Wilhelmshaven GmbH) 25 S.
- LAWA 2019. Handlungsanleitung für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Einstufung des chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper, Stand 31.12.2019. - Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, 11 S.
- LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Kleingruppe "Fortschreibung LAWA-Maßnahmenkatalog") 2020. LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRMRL, MSRL). - aktualisierte Fassung der 150. LAWA-Vollversammlung am 17./18. September 2015 in Berlin, Stand 03.06.2020: 13 S. mit Anhang. <https://www.wasserblick.net/servlet/is/142651/LAWA-BLANO-Ma%C3%9Fnahmenkatalog.pdf?command=downloadContent&filename=LAWA-BLANO-Ma%C3%9Fnahmenkatalog.pdf>,
- LOEWE, P. 2009. System Nordsee - Zustand 2005 im Kontext langzeitlicher Entwicklungen. - (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) Berichte des BSH 44/2009, Hamburg und Rostock. - 261 S.
- LOEWE, P., KLEIN, H. & WEIGELT-KRENZ, S. (Eds.) 2013. System Nordsee – 2006 & 2007: Zustand und Entwicklungen. - (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) Berichte des BSH 49, Hamburg und Rostock: 303 S.

- MU 2020. Entwurf des niedersächsischen Beitrags zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 118 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 13 der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Stand: Dez. 2020). - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 202 S.
- MUXIKA, I., BORJA, A. & BALD, J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference condition and benthic ecological status, according to the European Water Frame Directive. - Mar. Poll. Bull. 55: 16-29.
- NLWKN 2010. Umsetzung der EG-WRRL-Bewertung des ökologischen Zustands der niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässer (Stand: Bewirtschaftungsjahr 2009). Küstengewässer und Ästuare 1/2010. - 59 S.
- NLWKN 2013. Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen, Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer - 2013. - Küstengewässer und Ästuare Band 6, 50 S.
- NLWKN 2014. Leitfaden für die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-WRRL. - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Aurich: 23 S. +Anlagen.
- NLWKN 2021. Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer - Datenzusammenstellung 1990 bis 2020. - Dienstbericht NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg 30 S.
- NMU 2021a. Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 118 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 13 der WRRL. - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover: 242 + Anhang S. Dezember 2021.
- NMU 2021b. Niedersächsischer Beitrag zu den Maßnahmenprogrammen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 117 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 11 der WRRL. - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover: 188 + Anhang S. Dezember 2021.
- NOWAK 2019. Bericht zum Einzelauftrag von Uniper Technologies GmbH zur Entnahme und Untersuchung am geplanten LNG-Terminal Wilhelmshaven. - Institut Dr. Nowak, Ottersberg: 58 S.
- PHILIPPART, C. J. M. & CADEE, G. C. 2000. Was total primary production in the western Wadden Sea stimulated by nitrogen loading? - Helgol. Mar. Res. 54: 55-62.
- PIERSMA, T., DE GOEIJ, P. & TULP, I. 1993. An evaluation of intertidal feeding habitats from a shorebird perspective: towards relevant comparisons between temperate and tropical mudflats. - Neth. J. Sea Res. 31: 503-512.
- REISE, K., VAN KATWIJK, M., DE JONG, D., SCHANZ, A. & JAGER, Z. 2005. Seagrass. - (Wadden Sea Quality Status Report 2004) - Wadden Sea Ecosystem 19: 203-210.
- SHORT, F. T., COLES, R. G. & SHORT, C. A. 2001. Global seagrass research methods. - Elsevier Science B.V., Amsterdam: 473 S.
- SOMMER, U. 1994. Planktologie. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 274 S.
- STEUWER, J. & NLWKN 2013. Untersuchungen zum Makrozoobenthos von potentiellen Hartsubstratflächen im Sublitoral der Außenweser. - (Bericht im Rahmen des INTERREG IV B Projektes "Tide - Tidal River Development") S.
- TARDENT, P. 1985. Meeresbiologie: Eine Einführung. - Thieme, Stuttgart: o. S.
- VAN BEUSEKOM, J. E. E., BOT, P., CARSTENSEN, J., GRAGE, A., KOLBE, K., LENHART, H.-J., PÄTSCH, J., PETENATI, T. & RICK, J. 2017. Eutrophication. - In: S. KLOPPER ET AL. (Hrsg.), Wadden Sea Quality Status Report. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 07.11.2018. Downloaded 23.11.2018, 20 S.
- VAN BEUSEKOM, J. E. E., CARSTENSEN, J., HOFMEISTER, R., LENHART, H., KOLBE, K., PÄTSCH, J., RICK, J., RÖNN, L. & RUITER, H. 2019. Wadden Sea Eutrophication: Long-term trends and regional differences. - Front. Mar. Sci. 6:370 doi: 10.3389/fmars.2019.00370.
- WOLFF, W. J. 1981. Adaptations of invertebrate species to the Wadden Sea environment. - In: DANKERS, N., KÜHL, H. & WOLFF, W.J. (Hrsg.), Invertebrates of the Wadden Sea. Stichting, Leiden: 61-68.