

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 2 - Schutzgut Pflanzen: Bestand und Bewertung,
Umweltauswirkungen**


Antragsteller:





Uniper Global Commodities SE



Rev.-Nr. 2-0	27.09.2022	K. Zorn	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:	K. Behrens, M. Joost, R. Richter
		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. Bachmann
		Bearbeitung:	S. Jaklin, D. Kopetsch
		Projekt-Nr.:	888

Inhalt

1	Schutzgut Pflanzen	1
1.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt	1
1.1.1	Art und Umfang der Untersuchung	1
1.1.2	Beschreibung des Bestandes	3
1.1.3	Bewertung des Bestandes.....	8
1.2	Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Plan-änderungen 2022 ..	11
1.3	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	12
1.3.1	Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen (Phytoplankton und Biotypen).....	12
1.3.2	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser (Phytoplankton)	13
1.3.3	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	14
1.4	Literatur- und Quellenverzeichnis	16

Anhangsabbildungen

Anhangsabbildung 1-1:	Untersuchungsgebiet Schutzgut Pflanzen seeseitig.....	2
Anhangsabbildung 1-2:	Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen (KWK) mit Küstenwattpriel (KPK).....	4
Anhangsabbildung 1-3:	Jährliche Maxima der <i>Phaeocystis</i> -Kolonien an der Mess-Station R bei Norderney von 1986-2018.....	6
Anhangsabbildung 1-4:	Seegrasvorkommen im Jaderaum im Jahr 2019	8

Anhangstabellen

Anhangstabelle 1-1:	Marine Biotypen im Bereich des geplanten LNG-Terminals.....	4
Anhangstabelle 1-2:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Pflanzen (Biotypen).....	9
Anhangstabelle 1-3:	Übersicht Bestand und Bewertung Pflanzen – Biotypen marin im Bereich des LNG-Terminals.....	9
Anhangstabelle 1-4:	Klassengrenzen für die Chlorophyll a-Konzentration ($\mu\text{g/l}$) als 90 %-Perzentile der Vegetationsperiode für die Gewässertypen der deutschen Küstengewässer	10
Anhangstabelle 1-5:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Pflanzen (Seegras) nach WRRL für die Übergangs- und Küstengewässer in Niedersachsen.....	11
Anhangstabelle 1-6:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Pflanzen/Biotope (seeseitig).....	15

Karte (siehe Anhang 5)

Karte 2-1:	Bestandskarte Biotop- und FFH-Lebensraumtypen (Bereich des geplanten LNG-Terminals)
------------	---

1 Schutzgut Pflanzen

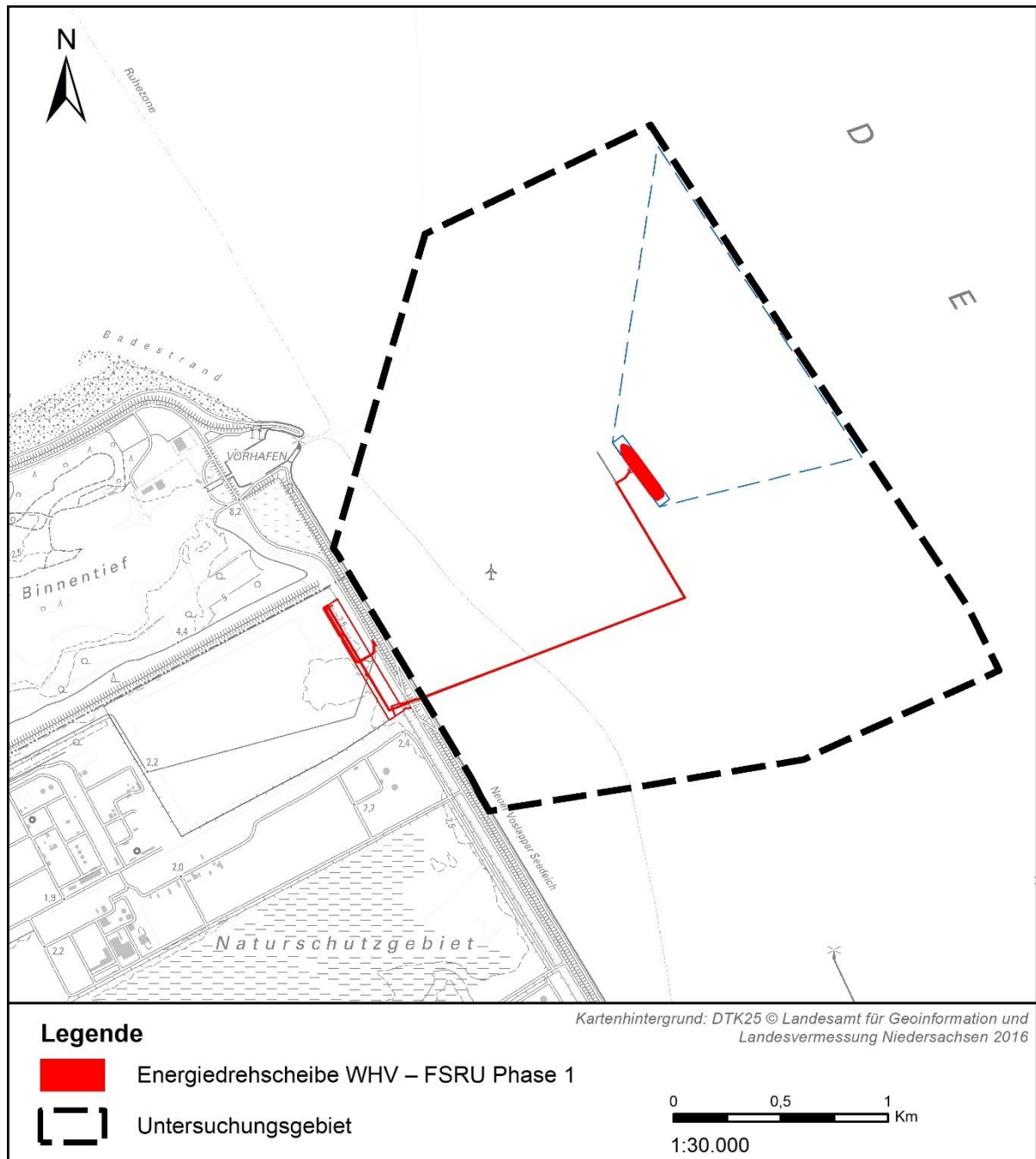
Das Schutzgut Pflanzen ist mit der Einleitung von Ab- und Prozesswässern aus der FSRU in die Jade (wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren) nur seeseitig betrachtungsrelevant.

1.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt

1.1.1 Art und Umfang der Untersuchung

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet im Bereich des geplanten LNG-Terminals umfasst den geplanten Vorhabenbereich sowie ein Umfeld von ca. 500 m. Anhangsabbildung 1-1 zeigt die Abgrenzung des UG zum Schutzgut Pflanzen seeseitig.



Anhangsabbildung 1-1: Untersuchungsgebiet Schutzgut Pflanzen seeseitig

Datengrundlagen

Seeseitige Biotop- und FFH-Lebensraumtypen

Die Beschreibung und Bewertung des Bestands erfolgt anhand der Ergebnisse der Biotop- und FFH-Lebensraumtypenkartierung einschließlich der Kartierung geschützter und gefährdeter Biotope und Pflanzenarten aus den Jahren 2019 und 2020 (IBL Umweltplanung 2021). Die Erfassung erfolgte im Mai 2019 sowie Juni 2020 nach der Methode des Niedersächsischen Kartierschlüssels (Drachenfels 2016, 2020).

Seeseitige Flora (Phytoplankton, Seegras)

Die Bestandsbeschreibung für das Phytoplankton erfolgt auf Basis von allgemeiner Literatur zum Phytoplankton des Wattenmeeres (z.B. Rick & Wiltshire 2016, Sommer 1994, van Beusekom et al. 2017). Insbesondere zur Umsetzung der WRRL wurden umfassende Studien zur Biomasse des Phytoplanktons durchgeführt, welches als Indikator für die Bewertung des ökologischen Zustands nach WRRL regelmäßig überwacht wird (NLWKN 2013).

Das deutsche Monitoring von Seegras im Rahmen des BLMP und TMAP umfasst an der niedersächsischen Küste u.a. eine flächendeckende Bestandsaufnahme der eulitoralen Seegrasbestände alle 6 Jahre nach standardisierten Methoden (Adolph 2010, CWSS 2006, NLWKN 2013); die letzte großflächige Bestandserfassung fand 2019 statt (Küfog GmbH & Steuer 2020). Die Ergebnisse der großflächigen Kartierungen standen digital und in Berichtsform zur Verfügung. Im Untersuchungsgebiet wurde die eulitorale makroskopisch sichtbare Vegetation im Rahmen der 2012 durchgeführten Biotopkartierung (BioConsult 2013) und der vorhabenspezifischen Biotopkartierung (IBL Umweltplanung 2021) erfasst. Gleiches gilt für das Vorkommen weiterer höherer Pflanzen des Eulitorals (Queller, Schlickgras). Für das Sublitoral liegen keine systematischen Bestandserfassungen vor; jedoch gelten Seegräser im sublitoralen Wattenmeer seit den 1930er Jahren, in denen die sog. „Wasting disease“ zu einem großflächigen Verschwinden der breitblättrigen Wuchsform von *Zostera marina* führte (den Hartog 1987), als weitestgehend verschwunden (Kastler & Michaelis 1997, van Katwijk et al. 2000). Vereinzelt kommt die schmalblättrige Variante von *Zostera marina* im Flachwasser des Sublitorals vor; Daten hierüber liegen jedoch nicht vor. Daher beschränkt sich die Bestandsbeschreibung auf das Eulitoral.

Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken

Die Datenbasis wird als ausreichend bewertet. Aus dem Vorhabensbereich liegen zwar keine Daten zur zeitlichen und räumlichen Verteilung des Phytoplanktons vor; eine grundsätzliche Prognose kann aber dennoch erfolgen.

Es liegen keine prognoserelevanten Kenntnislücken vor.

1.1.2 Beschreibung des Bestandes

Seeseitige Biotop- und FFH-Lebensraumtypen im Bereich des geplanten LNG-Terminals

Die aufgenommenen Biotoptypen und deren Flächen im Untersuchungsgebiet zeigt Anhangstabelle 1-1. Die kartografische Darstellung der Biotoptypen erfolgt in Karte 3-1 (Anhang 8).

Anhangstabelle 1-1: Marine Biotoptypen im Bereich des geplanten LNG-Terminals

Code	Bezeichnung	§	FFH-LRT	Fläche [ha]
Meer und Meeresküsten				
KMFF	Meeresarm der äußeren Flussmündung	(§)	1160	458,16
KMFFk	Meeresarm der äußeren Flussmündung k = Grobsand/Kies/Schill	-	1160	5,03
KMFFk*	Meeresarm der äußeren Flussmündung k = Grobsand/Kies/Schill, * = Artenreiche Ausprägungen	§	1160	16,46
KMX	Sublitoral mit Muschelkultur	-	-	42,23
KWK	Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen	§	1140	74,48
KPK	Küstenwattpriel	§	1140	0,85
KXK	Küstenschutzbauwerk	-	-	4,21
Gebäude-, Verkehrs- und Industrieflächen				
OVB	Brücke	-	-	8,04

Der seeseitige Bereich im UG ist zu großen Teilen vom Biotoptyp „Meeresarme der äußeren Flussmündungen“ (KMFF) geprägt. Nach dem Ergebnisbericht der Bestandsaufnahme der benthischen Fauna von BioConsult (2020a) wurden im UG zwei Flächen abgegrenzt, die nach Drachenfels (2021) dem Biotoptyp „Meeresarme der äußeren Flussmündungen mit Grobsand/Kies/Schill“ (KMFFk) zuzuordnen sind. Grundsätzlich entsprechen „Meeresarme der äußeren Flussmündungen mit Grobsand/Kies/Schill“ (KMFFk) in artenreicher Ausprägung dem nach § 30 BNatSchG geschützten Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“. Dies trifft auf eine Teilfläche des erfassten Biotops KMFFk zu. Nach BioConsult (2020a) kann auf dieser Fläche das Makrozoobenthos im lokalen Vergleich (Vorhabengebiet) als artenreich charakterisiert werden: *„Im internen Vergleich ist die Anzahl an charakteristischen Arten der Goniadella-Spizula-Gemeinschaft als hoch einschätzen. Das Kriterium einer artenreichen Ausprägung, wie es durch das Land Niedersachsen für eine Abgrenzung von KMFFk als § 30 vorgegeben ist, wird somit erfüllt.“*

Westlich an die Flachwasserzone schließt sich Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen (KWK) an. Im Rahmen einer visuellen Erfassung des Bereiches wurden für den Bereich keine Muschel- oder Seegrass-Bestände in diesem Bereich festgestellt. Ein Küstenwattpriel (KPK) verläuft im Süden des UG zunächst parallel zum Ufer und schwenkt nahe der Brücke in eine östliche Richtung. Beide Biotoptypen sind nach § 30 BNatSchG geschützt und werden dem FFH-Lebensraumtyp 1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt) zugeordnet.



Anhangsabbildung 1-2: Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen (KWK) mit Küstenwattpriel (KPK)

Das UG wird durch den seeseitig befestigten Deichfuß begrenzt, welcher dem Biotoptyp Küstenschutzbauwerk (KXK) entspricht. In das Gebiet ragt zudem die Umschlagsanlage hinein, die

dem Biotoptyp Brücke (OVB) zugeordnet wird. Südlich dieser Brücke sind zwei sublitorale Muschelkulturen (KMX) vorhanden. Die Darstellung der Lage und Größe auf Karte 3-1 (Anhang 8) dient der groben Orientierung.

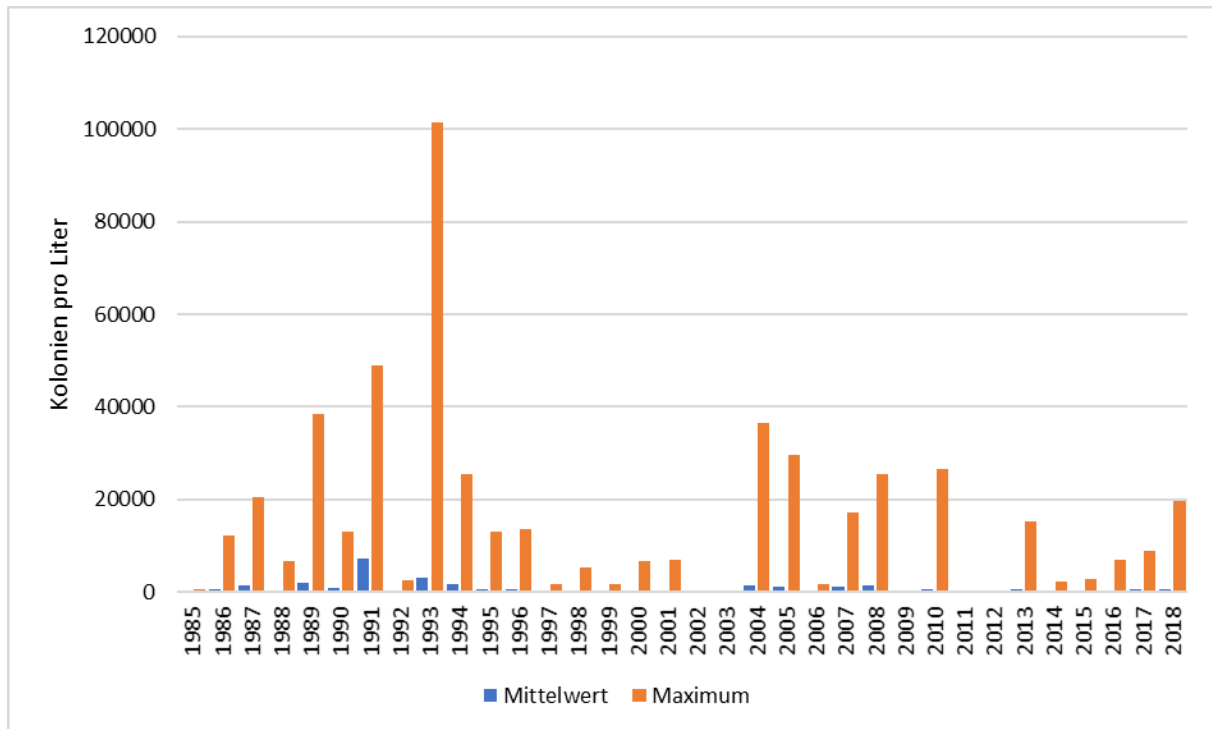
Seeseitige Flora (Phytoplankton)

Das pflanzliche Plankton ist bezüglich der Biomasse und Produktionskapazität der Hauptträger der marinen Primärproduktion und die Basis des marinen Nahrungsgefüges (Sommer 1994, Tardent 1985). Veränderungen des Phytoplanktons können sich somit auf das gesamte Systemgefüge auswirken (van Beusekom et al. 2019).

In den Wattbereichen sorgt der Austausch zwischen Sediment und Freiwasser für ein hohes Nährstoffangebot und entsprechend hohe Produktionsraten des Planktons (Sommer 1994). Phytoplanktonpopulationen weisen natürlicherweise eine hohe Dynamik auf, die sowohl alljährlich wiederkehrende Zyklen in Abhängigkeit der Lichtstärke, der Temperatur und der Nährstoffverfügbarkeit (starke Frühjahrsblüte der Diatomeen gefolgt von einer Flagellaten-Blüte, oftmals *Phaeocystis* spp., evtl. kleinere Diatomeenblüten im Spätsommer) aufweist, als auch episodisch - in Relation zum Nährstoff- und Lichtangebot - rapide Massenentwicklungen „Blüten“ hervorbringen kann. Der Beginn der Planktonblüte sowie die Amplitude können dabei zeitlich und räumlich variieren sowie z.T. auch ausbleiben (Niesel & Günther 1999).

Ein wichtiger Indikator zur Bewertung des Bestands von Phytoplankton ist die Phytoplanktonbiomasse (gemessen als Chlorophyll a-Konzentration), welche auch als Anzeiger für den Grad der Eutrophierung genutzt wird. Grundsätzlich besteht im Wattenmeer ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Nährstofffrachten (Gesamt-Stickstoff (TN) und Gesamt-Phosphor (TP)) über die großen Flüsse und der Phytoplanktonbiomasse (z.B. Cadée 1986, Philippart & Cadee 2000, van Beusekom et al. 2009). Die Langzeitreihen des niederländischen NIOZ-Instituts lassen vermuten, dass die Eutrophierung bereits in den 1950er Jahren begann, in den 1980er Jahren kumulierte und danach sank (van Beusekom et al. 2019 und Referenzen). Die Eutrophierungserscheinungen waren im Wattenmeer jedoch regional unterschiedlich ausgebildet. Während der abnehmende Trend im südlichen Wattenmeer offensichtlich war, nahm er zum dänischen Wattenmeer hin ab (van Beusekom et al. 2019). Im niedersächsischen Wattenmeer (Langzeitreihe Norderney ab 1987) wurde in Analogie mit den abnehmenden Stickstoff- und Phosphorfrachten auch eine signifikante Abnahme der sommerlichen Chlorophyll a-Konzentration gemessen (van Beusekom et al. 2019).

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. Die jährliche Blütenintensität an der Mess-Station Norderney zwischen 1986 und 2018 verdeutlicht, dass zwar nicht mehr so hohe Maxima wie in den 1990er Jahren beobachtet werden, die Zellzahlen aber weiterhin hoch sind.



Anhangsabbildung 1-3: Jährliche Maxima der *Phaeocystis*-Kolonien an der Mess-Station R bei Norderney von 1986-2018

Quelle:

Daten: NLWKN-Norden, schriftl. R. Pittelkow / M. Herlyn

Das Phytoplankton des Wattenmeeres setzt sich aus wenigen holoplanktischen (der gesamte Lebenszyklus findet in der Wassersäule statt) und v.a. meroplanktischen (Wechsel zwischen pelagischer und benthischer Lebensweise) Arten zusammen (Niesel & Günther 1999, Rick & Wiltshire 2016). Das Holoplankton wird jedes Jahr mit den Strömungen aus dem Atlantik in die Nordsee verdriftet. Das Meroplankton kann bei ungünstigen Bedingungen Dauerstadien bilden, die auf den Meeresboden sinken und dort über Monate bis Jahre überleben. Bei günstigen Bedingungen steigen sie in die Wassersäule auf und vermehren sich vegetativ. Die Artenvielfalt des Phytoplanktons in seiner Gesamtheit ist immens: An der Monitoring-Station Sylt-List wurden ca. 700 Arten identifiziert (Rick & Wiltshire 2016). Allerdings wird ein Großteil der Arten eher sporadisch beobachtet, da nicht alle Arten, die in das Wattenmeer über die Küstengewässer eingetragen werden, sich dort vermehren können. Zu den typischen Phytoplanktonarten des Wattenmeeres gehören *Ototella aurita*, *Brockmanniella brockmannii*, *Biddulphia alternans*, *Paralia sulcata*, *Navicula* sp. und *Cylindrotheca closterium* (Niesel & Günther 1999, Rick & Wiltshire 2016). Charakteristisch für das Wattenmeer sind die beträchtlichen Austauschprozesse zwischen Benthos und Pelagial, die z.T. in der Lebensweise der Arten (Möglichkeit zwischen pelagischer und benthischer Lebensweise zu wechseln) oder der passiven physikalischen Remobilisierung begründet sind (Niesel & Günther 1999). Auch diese Phänomene tragen zur hohen Dynamik der Phytoplanktonbestände bei.

Neben Eutrophierungseffekten sind ebenfalls Veränderungen des Phytoplanktons zu beobachten, die mit klimatischen Veränderungen (Erwärmung des Meerwassers, Zunahme Radiation) in Zusammenhang gebracht werden. Für das Wattenmeer beschreiben Rick & Wiltshire (2016) den jetzigen Kenntnisstand auf Basis der seit Mitte der 1970er Jahre bestehenden Langzeitreihe „Sylt-Reede“. Die Veränderungen fassen Rick & Wiltshire (2016) wie folgt zusammen: „Im Zeitraum von 1987 bis 2013 war parallel zu steigenden Wassertemperaturen und abnehmendem Eutrophierungsgrad eine starke Veränderung der Phytoplanktonbiozönose zu erkennen. Die

Artenvielfalt des Phytoplanktons hat sich im Verlauf der Zeitreihe bei Sylt im Mittel nur leicht verringert. Saisonal ergeben sich allerdings erhebliche Unterschiede. Die stärkste Abnahme der Artenvielfalt zeigt das Frühjahrsplankton, gefolgt von den Planktongemeinschaften im Sommer und Herbst. Im Winter nahm die Artenvielfalt sogar leicht zu. Grundsätzlich scheinen deutlich mehr Arten (60 %) zurückzugehen als zuzunehmen (40 %). Dabei wiesen meist die weniger häufig auftretende Arten die stärksten Änderungen auf, während häufige oder dominante Formen ein recht konstantes Auftreten zeigten, und damit für eine Stabilisierung des Systems sorgen.“

Seeseitige Flora (Seegras)

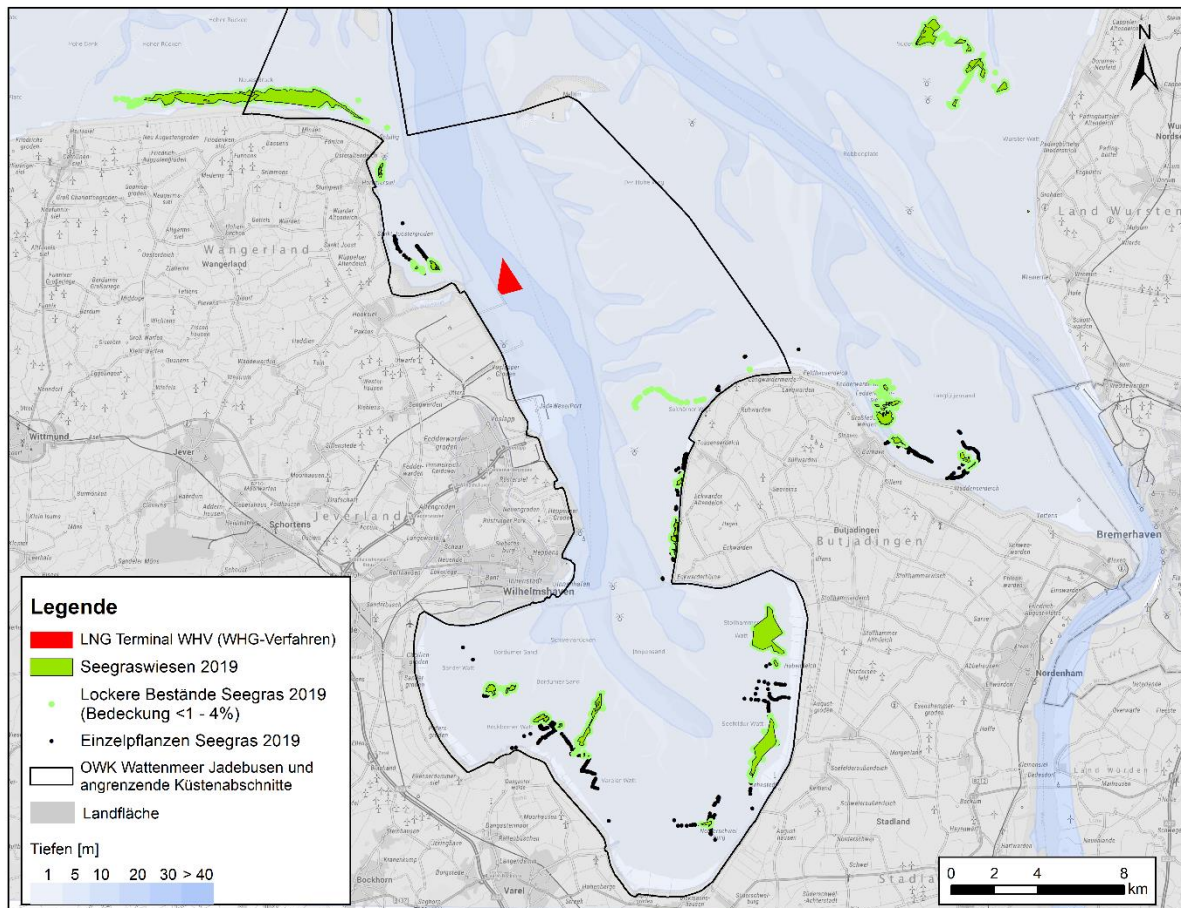
Seegraswiesen gehören zur charakteristischen Vegetation des Wattenmeeres. Ihre Bedeutung liegt in ihrer Funktion als Nahrungs- und Lebensraum für zahlreiche Arten der Wirbellosenfauna sowie für einige Fische und Vögel (Borum et al. 2004, Dolch et al. 2017, Short et al. 2001). Daneben stabilisieren sie das Sediment und bilden produktive Biotope. Seegraswiesen kommen im niedersächsischen Wattenmeer nur noch auf den trockenfallenden Watten in zumeist landnahen strömungsberuhigten Bereichen vor und werden hauptsächlich vom Zwerg-Seegras (*Zostera noltii*) und zu einem geringeren Anteil aus dem Echten Seegras (*Zostera marina*) mit der schmalblättrigen Wuchsform gebildet.

Seegräser reagieren nach heutigem Kenntnisstand sensitiv auf Eutrophierung, Trübung, Schadstoffbelastung und mechanische Störung. Die Bestandsrückgänge der eulitoral Seegräser Niedersachsens seit den 1970er Jahren (z.B. Jaklin et al. 2007, Kastler & Michaelis 1997) wurden auf anthropogene Belastungen zurückgeführt.

Im niedersächsischen Wattenmeer werden die Seegrasbestände im Rahmen des TMAP-Monitorings flächendeckend alle 6 Jahre durch Begehungen untersucht und ihre Fläche, der Bedeckungsgrad und die Artzusammensetzung aufgenommen. Einzelne Flächen (u.a. Seefelder/Stollhammer Watt im Jadebusen) werden jährlich begutachtet. Die für das Jahr 2019 ermittelte Gesamtfläche aller niedersächsischen Seegraswiesen bzw. geschlossenen Bestände (per Definition CWSS 2006 Vorkommen mit einer Bedeckung von $\geq 5\%$ und einem Abstand von maximal 25 Metern zwischen den einzelnen Seegrasbulten) betrug 8,6 km² (Küfog GmbH & Steuer 2020) und hatte sich somit gegenüber 2013 mit 37,6 km² drastisch verringert (Küfog 2015). Die aktuellen Werte sind ebenfalls geringer als 2008 (18,8 km², Adolph 2010). Damit hat sich der positive Trend, der im Zeitraum 1994/95 (Kastler & Michaelis 1997) bis 2013 im niedersächsischen Wattenmeer zu beobachten war, wieder umgekehrt. Die Gründe für den starken Rückgang sind im Detail unbekannt, werden aber grundsätzlich mit anthropogenen Einflüssen wie Nährstoffzufuhr, Licht und Klima in Verbindung gebracht (z.B. Dolch et al. 2017, NLWKN 2010).

Der stärkste Flächenrückgang zwischen 2013 und 2019 entlang der niedersächsischen Küste war an der Jade zu beobachten. Hier verringerte sich die Fläche mit Seegraswiesen im Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ drastisch von 15,43 km² (2013) auf aktuell 2,21 km² (Küfog GmbH & Steuer 2020). In der Jade konzentrieren sich die Vorkommen eulitoral Seegräser nach wie vor auf die ausgedehnten Flächen des Jadebusens (Anhangsabbildung 1-4). 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 (Anhangsabbildung 1-4). 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. Damit hat

sich gegenüber 2013 die Fläche der Seegrasbestände verkleinert, während ihre Bedeckung zunahm. 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.



Anhangsabbildung 1-4: Seegrasvorkommen im Jaderaum im Jahr 2019

Quelle:

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

1.1.3 Bewertung des Bestandes

Die Bewertung der Biotoptypen erfolgt aktualisiert nach Drachenfels (2012) gemäß Bierhals et al. (2004). Die Bewertung der Seegraswiesen ist 5-stufig aufgebaut (Wertstufe 5 = von besonderer Bedeutung bis Wertstufe 1 = von geringer Bedeutung) und verwendet folgende Kriterien:

- Naturnähe, Gefährdung, Seltenheit sowie
- Bedeutung als Lebensraum für Pflanzen und Tiere (besondere Bedeutung von Biotopen extremer Standorte sowie lichter, strukturreicher, alter Biotopen).

Der Bewertungsrahmen ist in Anhangstabelle 1-2 aufgeführt. Eine gesonderte Bewertung der gefährdeten sowie streng und besonders geschützten Gefäßpflanzensippen erfolgt nicht. Die Bedeutung der Wuchsorte dieser Arten für das Schutzgut Pflanzen wird über die Bewertung der Biotoptypen erfasst. Die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen gefährdeten sowie streng und besonders geschützten Gefäßpflanzenarten kommen vorwiegend in Biotoptypen mit hoher oder sehr hoher Bedeutung für das Schutzgut Pflanzen vor.

Anhangstabelle 1-2: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Pflanzen (Biotoptypen)

Wertstufe	Ausprägung	Entsprechende Wertstufe nach Drachenfels (2012)
5 sehr hoch	<ul style="list-style-type: none"> – gute Ausprägungen naturnaher und halbnatürlicher Biotoptypen – Zumeist FFH-Lebensraumtypen und/oder gesetzlich geschützte Biotoptypen – Zumeist mit hoher Bedeutung als Lebensraum gefährdeter Arten 	Wertstufe V (von besonderer Bedeutung)
4 hoch	<ul style="list-style-type: none"> – u.a. struktur- und artenärmere Ausprägungen von Biotoptypen der Wertstufe V – z.B. mäßig artenreiches Dauergrünland oder verschiedene standortgemäße Gehölzbiotope des Offenlandes 	Wertstufe IV (von besonderer bis allgemeiner Bedeutung)
3 mittel	<ul style="list-style-type: none"> – u.a. stärker durch Land- und Forstwirtschaft geprägte Biotope, Sukzessionsstadien, extensiv genutzte Biotope 	Wertstufe III (von allgemeiner Bedeutung)
2 gering	<ul style="list-style-type: none"> – u.a. stark anthropogen geprägte Biotope, die aber vielfach noch eine gewisse Bedeutung als Lebensraum für wild lebende Tier- und Pflanzenarten aufweisen (z.B. intensiv genutztes Dauergrünland) 	Wertstufe II (von allgemeiner bis geringer Bedeutung)
1 sehr gering	<ul style="list-style-type: none"> – v.a. sehr intensiv genutzte, artenarme Biotoptypen 	Wertstufe I (von geringer Bedeutung)

Seeseitige Biotop- und FFH-Lebensraumtypen im Bereich des geplanten LNG-Terminals

Zur Bewertung des Biotopbestands wurden die methodischen Vorgaben von Drachenfels (Drachenfels 2012) angewendet. Die Ergebnisse der Bewertung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Biotoptypen sind in der Anhangstabelle 1-3 aufgeführt.

Anhangstabelle 1-3: Übersicht Bestand und Bewertung Pflanzen – Biotoptypen marin im Bereich des LNG-Terminals

Code	Bezeichnung	Wertstufe	§	FFH-LRT
Wälder				
Meer und Meeresküsten				
KMFF	Meeresarm der äußeren Flussmündung	IV	(§)	1160
KMFFk	Meeresarm der äußeren Flussmündung k = Grobsand/Kies/Schill	IV	-	1160
KMFFk*	Meeresarm der äußeren Flussmündung k = Grobsand/Kies/Schill, * = Artenreiche Ausprägungen	V	§	1160
KMX	Sublitoral mit Muschelkultur	II	-	-
KWK	Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen	V	§	1140
KPK	Küstenwattpriel	V	§	1140
KXX	Küstenschutzbauwerk	-	-	-
Gebäude-, Verkehrs- und Industrieflächen				
OVB	Brücke	I	-	-

Seeseitige Flora (Phytoplankton)

Die Bestandsdarstellungen haben gezeigt, dass das Phytoplankton aufgrund abiotischer und biotischer Prozesse einer enormen Fluktuation unterliegt. Die kausalen Zusammenhänge sind dabei oftmals unbekannt. Ebenso liegen keine Referenzartenlisten vor bzw. sind die Arten keinem Gefährdungsstatus zugeordnet, sodass die in BfG (2011) verwendeten Kriterien „Seltenheit/Gefährdung“ bzw. „Regenerierbarkeit“ zurzeit nicht sinnvoll anzuwenden sind. Trotz der beschriebenen Veränderungen des Phytoplanktons sind die wichtigen ökologischen Funktionen gegeben. Die folgende Bewertung des Bestandes orientiert sich dabei an den Bewertungen der WRRL und MSRL, welche derzeit das Phytoplankton v.a. über Eutrophierungskriterien beurteilt.

Phytoplankton ist eine Qualitätskomponente der WRRL für die Bewertung des ökologischen Zustands. Für die deutschen Küstengewässer der Nordsee steht das „Deutsche Phytoplanktonbewertungsverfahren für Küstengewässer der Nordsee“ zur Verfügung. 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. Für die Bewertung des Phytoplanktons wird primär der Parameter Chlorophyll a-Konzentrationen herangezogen. Zur Plausibilisierung der Ergebnisse wird ergänzend eine qualitative und quantitative Analyse der Gemeinschaft durchgeführt (Artzusammensetzung, Abundanzen und Biovolumen). Anhangstabelle 1-4 listet die aktuellen Klassengrenzen für die Chlorophyll a-Konzentrationen zum Stand der Bewertung. Die Referenzwerte wurden durch Modellrechnungen anhand von Korrelationen mit rezenten Gesamt-Stickstoff-Werten (TN) abgeleitet (Brockmann et al. 2007), da es keine historischen Messwerte aus den Nordsee-Küstengewässern gibt. Die vorläufige Bewertung des Phytoplanktons im Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ (Gewässertyp N1) wird für den dritten Bewirtschaftungszeitraum 2021 – 2017 mit „unbefriedigend“ bewertet (FGG Weser 2020). Als Grund für die Zielverfehlung werden die weiterhin zu hohen Nährstofffrachten angeführt.

Anhangstabelle 1-4: Klassengrenzen für die Chlorophyll a-Konzentration ($\mu\text{g/l}$) als 90 %-Perzentile der Vegetationsperiode für die Gewässertypen der deutschen Küstengewässer

Typ	Referenzwert	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
N1 / N2	3,3	≤ 5	$>5 - 7,5$	$>7,5 - 15$	$>15 - 25$	>25
N3 / N4	4,8	≤ 7	$>7 - 11$	$>11 - 21$	$>21 - 35$	>35

Quelle: NLWKN (2010)

Die MSRL bewertet den guten Umweltzustand der Meeresgewässer. Phytoplankton geht in die Bewertung der Deskriptoren D1 „Biologische Vielfalt – pelagische Habitate“, D4 „Marine Nahrungsnetze“ und D5 „Eutrophierung“ ein. Die Bewertungsansätze für das Phytoplankton befinden sich noch in Entwicklung. Um dennoch eine Bewertung durchführen zu können, und da die Eutrophierung eine der Hauptbelastungen der pelagischen Habitate darstellt, wird laut Beschluss (EU) 2017/848 der Kommission vorerst auf die Kriterien der Eutrophierungsbewertung zurückgegriffen, die die Auswirkungen der Nährstoffanreicherung auf das Phytoplankton beschreiben: Chlorophyll a-Konzentration, schädliche Algenblüte und Sichttiefe. Die Bewertung entspricht somit weitestgehend der Bewertung nach WRRL. Nach BMU (2018) sind die Chlorophyll a-Konzentrationen weiterhin zu hoch, ebenso sind für die schädlichen Phytoplankton-Indikatorarten *Phaeocystis*, *Dinophysis*, *Prorocentrum* und *Pseudonitzschia* seit 2006 in den Küstengewässern keine abnehmenden Trends zu verzeichnen. Im Gebiet EW12 der Nordseegebiete, in dem auch die Jade liegt, überschreiten alle Kriterien die Schwellenwerte, sodass der gute Zustand nicht erreicht wird.

Aufgrund der Funktion als Basis des marinen Nahrungsgefüges wird dem Phytoplankton unabhängig von Eutrophierungseffekten und der Veränderungen des Phytoplanktons, die mit klimatischen Veränderungen in Verbindung stehen, eine hohe Bedeutung (Wertstufe 4) beigemessen.

Seeseitige Flora (Seegräs)

Da Seegräser sensibel auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren, eignen sie sich als Indikatoren zur Bewertung der Gewässerqualität und werden daher auch im Zuge der WRRL als Bewertungsparameter eingesetzt. Das Bewertungssystem nach WRRL (Kolbe 2006) ist in Anhangstabelle 1-4 dargestellt. Hierbei geht die Fläche der Seegraswiesen in die Bewertung ein, wobei der Zustand anhand der prozentualen Flächenverluste im Bezug zur jemals gemessenen größten Fläche gesetzt wird. Als weitere Parameter gehen die Artzusammensetzung und die

Besiedlungsdichte als kombinierter Parameter in das Bewertungssystem ein. Aufgrund des beschriebenen Rückgangs der Seegraswiesen zwischen 2013 und 2019 wird der Zustand von Seegras im Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ für den dritten Bewirtschaftungszeitraum 2021-2027 mit „schlecht“ bewertet (FGG Weser 2020, Küfog GmbH & Steuer 2020).

Anhangstabelle 1-5: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Pflanzen (Seegras) nach WRRL für die Übergangs- und Küstengewässer in Niedersachsen

Bewuchsdichte (%)		Arteninventar			Flächenausdehnung
Z. <i>noltii</i> - und Mischbestände	Z. <i>marina</i> -Bestände (Eulitoral)	beide Arten vorhanden	eine Art vorhanden, eine Art fehlt	keine Art vorhanden	Verluste (%) in Bezug zur Referenz (größte gemessene Fläche)
54 – 60 %	27 – 30 %	sehr gut	gut		90 – 100 %
42 – 53,9 %	21 – 26,9 %	gut	mäßig		70 – 89,9 %
30 – 41,9 %	15 – 20,9 %	mäßig	unbefriedigend		50 – 69,9 %
18 – 29,9 %	9 – 14,9 %	unbefriedigend	schlecht		30 – 49,9 %
< 18 %	< 9 %	schlecht	schlecht	schlecht	0 – 29,9 %

Die Bedeutung der vorhandenen Wuchsorte des Seegrases für das Schutzgut Pflanzen wird über die Bewertung der Biotoptypen erfasst.

1.2 Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022

Die vorliegende Bestandsdarstellung wurde in den Jahren 2019-2021 unter Berücksichtigung der seinerzeit zugrundeliegenden Planungen erstellt. Die Planung wurde im Jahr 2022 geändert. So entfallen wesentliche landseitige Planmerkmale und die wasserseitigen Vorhabensmerkmale wurden reduziert und kleinräumig nach Norden verschoben.

Hinsichtlich des Schutzgutes Pflanzen, Biotop- und FFH-Lebensraumtypen ist festzustellen, dass das UG an die Planänderung angepasst wurde. Die Beschreibung und Bewertung des Bestandes für Pflanzen (Phytoplankton und Seegras) erfordert keine Anpassung. Für Biotoptypen ergeben sich aufgrund der Planänderung weniger betrachtungsrelevante Biotoptypen als in Anhangstabelle 1-1 gelistet und neue Flächenangaben aufgrund des angepassten UG. Die Flächengrößen wurden in Anhangstabelle 1-1 aktualisiert. Durch die Planänderung sind nicht alle in Anhangstabelle 1-1 gelisteten Biotoptypen vom Vorhaben betroffen. So sind die Biotoptypen Küstenwatten (KWK) und Küstenpriele (KWK, KPX), die beide zum FFH-Lebensraumtyp 1140 gehören, sowie Küstenschutzbauwerke (KXK) und sublitorale Muschelkulturen (KMX) vom Vorhaben nicht betroffen, da sie sich außerhalb der Eingriffsbereiche bzw. auch außerhalb der vorhabenbedingten hydromorphologischen Wirkräume befinden.

1.3 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf das Schutzgut Pflanzen/Biotop/Lebensräume sind die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen i.V.m. dem Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG.

Untersuchungsrelevant sind mögliche Auswirkungen durch:

- Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen
- Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Für die Auswirkungsprognose zu Pflanzen (hier Phytoplankton und Seegras, Biotop- und FFH-Lebensraumtypen) wird folgende Abschichtung betrachtungsrelevanter Wirkfaktoren vorgenommen:

Pflanzen: Im UG kommen keine Seegräser und Salzwiesen vor. Die nächsten Bestände eulitoral Seegrasvorkommen befinden sich auf den Wattflächen bei Hooksiel und somit außerhalb der hydromorphologischen Wirkräume, sodass auch indirekte Auswirkungen ausgeschlossen werden können. Eine Befassung mit Seegras entfällt daher im Rahmen der Auswirkungsprognose. Ebenso wurde im Rahmen der Bestandsbeschreibung ein Vorkommen von Biotopen ausgeschlossen, die durch Großalgen und Sabellaria geprägt sind. Bewertungsrelevant ist innerhalb der Pflanzen somit nur das Phytoplankton. Für das Phytoplankton sind die Wirkfaktoren relevant, die ihren Einfluss innerhalb der Wassersäule entfalten und bestandsändernde Wirkungen entfalten können.

Biotop- und FFH-Lebensraumtypen: Im UG kommen als FFH-Lebensraumtyp die eulitoralen Wattbereiche (Biototyp KWK), der Küstenwattprriel (Biototyp KPK) und Meeresarme der äußeren Flussmündungen (KMFF) vor und sind somit Grundlage der nachfolgenden Biotopbetrachtungen. Eine ausführliche Befassung mit den vorhabenbedingten Auswirkungen auf die abiotischen und biotischen Merkmale der Biototypen erfolgt im Rahmen der jeweiligen Schutzgüter (Fische, Makrozoobenthos, Wasser inkl. Morphologie/Sedimente). Die dort getroffenen und räumlich differenzierten Aussagen zu den Veränderungen der Strukturen und Funktionen gelten gleichermaßen für die Biototypen.

1.3.1 Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen (Phytoplankton und Biototypen)

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 das Phytoplankton haben und/oder in Biototypen akkumulieren können.

Bezüglich der Freisetzung potenziell toxischer Verbindungen in den Wasserkörper 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 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 als auch

im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens keine messbaren Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen erwarten lassen.

Auswirkungen auf die Pflanzen und Biotope sind damit langfristig, mittel- bis großräumig, werden jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Die Auswirkungen sind damit weder nachteilig noch vorteilhaft.

1.3.2 Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser (Phytoplankton)

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 Temperatúrausbreitung. 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). 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 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 sohnahne 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. Im Mittel sind die Temperaturänderungen deutlich geringer. Oberflächennah werden Mittelwerte $> 0,1$ K nur am Auslass berechnet. Sohl nah liegt die mittlere Erwärmung unterhalb von $0,1$ K.

Nach Krieg (2010) weist das Phytoplankton grundsätzlich eine hohe Toleranz gegenüber einer kurzfristigen Erhöhung der Temperatur auf. Langzeitschäden treten nach Langford (1990, zit. in Krieg 2010) artspezifisch erst bei Temperaturen zwischen 27 und 37°C auf. Die Empfindlichkeit des Phytoplanktons hängt allerdings stark mit der Jahreszeit zusammen. Kausch & Hinz (1984, zit. in Krieg 2010) geben für Temperaturerhöhungen von $\Delta 10$ K im Sommer (22° auf 32° C) eine minimale Sterblichkeit durch die Kühlwasserpassage an. Die gleiche Erhöhung führt dagegen im Winter bei einer Ausgangstemperatur von 11° C zu einer Mortalität von $50-60\%$. Da sich eine vorhabenbedingte signifikante Temperaturerhöhung unterhalb der genannten Werte befinden und sich größere Veränderungen auch unter einer „worst case“ Annahme auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränken, sind Folgewirkungen durch die vorhabenbedingte Einleitung thermisch veränderten Wassers für das Phytoplankton im Wasserkörper auszuschließen. Gleiches ist für die geringen Veränderungen durch die Einleitung erkühlten Wassers anzunehmen, auch wenn hierüber keine Studien vorliegen. Allerdings sind aufgrund der sehr geringen Veränderungen keine negativen Effekte zu erwarten. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass der Einfluss erkühlten Wassers sich v.a. sohl nah auswirkt, das Phytoplankton aber wahrscheinlich vermehrt oberflächennah auftritt. Sowohl für die Einleitung erwärmten als auch erkühlten Wassers ist ein schneller Austrag der Plankter aus den thermisch veränderten Bereichen mit den Gezeitenströmungen zu erwarten.

Die Auswirkungen sind langfristig und mittel- bis großräumig. Nach jetzigem Kenntnisstand sind keine messbaren Auswirkungen auf den Phytoplanktonbestand zu erwarten (Veränderungsgrad = 0). Auswirkungen sind damit weder nachteilig noch vorteilhaft.

1.3.3 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Pflanzen/Biotope (seeseitig) ist in Anhangstabelle 1-6 dargestellt.

Anhangstabelle 1-6: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Pflanzen/Biotope (seeseitig)

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenswirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zustand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Auswirkung, Räumliche Ausdehnung	Erheblichkeit
FSRU				
Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen das Phytoplankton und die Biotope	KMFF und KMFFk*: Prognose: WS 4-5 Ist: WS 4-5 Veränderungsgrad: 0 Phytoplankton: Prognose: WS 4 Ist: WS 4 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittel- bis großräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft
Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser	Physiologischer Stress durch Einleitung thermisch veränderten Wassers	Phytoplankton: Prognose: WS 4 Ist: WS 4 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittel- bis großräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft

Erläuterungen:

Zu methodischen Grundlagen s.a. Anhang 1

Wertstufe: WS 1 = sehr gering, WS 2 = gering, WS 3 = mittel, WS 4 = hoch, WS 5 = sehr hoch

Veränderungsgrad: Definition des Veränderungsgrads (gemäß BfG 2011): -4 = extrem negativ, -3 = stark bis übermäßig negativ, -2 = mäßig negativ, -1 = sehr gering bis gering negativ, 0 = keine Veränderung, 1 = sehr gering bis gering positiv, 2 = mäßig positiv, 3 = stark bis übermäßig positiv, +4 = extrem positiv

* KMFF = Meeresarm der äußeren Flussmündung, k = Grobsand/Kies/Schill, * = artenreiche Ausprägung

1.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

Literatur und sonstige Quellen (seeseitig)

- ADOLPH, W. 2010. Praxistest Monitoring Küste 2008: Seegraskartierung - Gesamtbestandserfassung der eulitoralen Seegrassbestände im Niedersächsischen Wattenmeer und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. - NLWKN Küstengewässer und Ästuare 2/2010 52 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.
- AQUAECOLOGY 2022: Marine Growth Prevention System Wilhelmshaven. Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System. Fachbeitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung. - Bericht im Auftrag der UNIPER Global Commodities SE, 63 S.
- BIERHALS, E., DRACHENFELS, O. v., RASPER, M. 2004. Wertstufen und Regenerationsfähigkeit der Biotoptypen in Niedersachsen. Informationsdienst Naturschutz Niedersachs. 24, 231–240.
- BFG 2011. Verfahren zur Bewertung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen - Anlage 4 des Leitfadens zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen des BMVBS (2007). - (erstellt i. A. des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) BfG-Bericht 1559 Bonn: 139 S.
- BIOCONSULT 2013. Das Makrozoobenthos im Nahbereich einer geplanten Einleiterstelle in der Jade. - Studie im Auftrag der Kali K+S GmbH, Bremen: 48 S.
- BIOCONSULT 2020a. 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)
- BIOCONSULT 2020b. LNG FSRU Terminal: Ergänzungen zum Bericht § 30 Biotop (BioConsult 2020a). Abgrenzung Riffe, Vorkommen und Wiederherstellbarkeit KGS. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) 12 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.
- BMU 2018. Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des WHG zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. - Bonn: 191 S.
- 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, U., TOPCU, D. & SCHÜTT, M. 2007. Assessment of the eutrophication status of the German Bight according to the OSPAR Comprehensive Procedure, 2001 - 2005. - Hamburg: 54 S.
- 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.
- CWSS 2006. Monitoring of Seagrass in the Wadden Sea. HARBASINS report of the TMAP ad hoc working group Seagrass. 28.8.2006. - 19 S.
- DEN HARTOG, C. 1987. "Wasting disease" and other dynamic phenomena in Zostera beds. - Aquat. Bot. 27: 3-14.
- DHI-WASY 2020. UNIPER –LNG Terminal WilhelmshavenWirkraumanalyse: 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 - Hydrnumerische Modellierung. - (unveröffentl. Gutachten im Auftrag der UNIPER Global Commodities SE) 35 S. Juli 2022.
- 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.

- Drachenfels, O. v., 2012. Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen - Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung (2. korrigierte Auflage 2019) (No. 32 Jg. Nr. 1), Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen. NLWKN, Hannover.
- DRACHENFELS, O. V. 2021. Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. - Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. Heft A/4, Hannover: 1-336 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.
- 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.
- 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.
- FURNAS, M. J. 1990: In situ growth rates of marine phytoplankton: approaches to measurement, community and species growth rates. - Journal of Plankton Research 12: 1117-1151.
- GADE, R., M. FISCHER, R. KAISER, O. RABE, A. GRAGE, J. KNAACK, G. PETRI, M. TREPEL, U. BROCKMANN, J. VAN BEUSEKOM & U. KUHN 2011: Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduzierungszielen in den Flussgebieten Ems, Weser, Elbe und Eider aufgrund von Anforderungen an den ökologischen Zustand der Küstengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie. Bund Länder Messprogramm / Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. - (BLMP AD-HOC-AG Nährstoffreduzierung des BLMP) 50 S.
- 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.
- IBL UMWELTPLANUNG 2021. Errichtung und Betrieb eines LNG-Terminals in Wilhelmshaven - Biotop- und Lebensraumtypenkartierung. - 12 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.
- KASTLER, T. & MICHAELIS, H. 1997. Der Rückgang der Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer. - Berichte der Forschungsstelle Küste 41: 119-139.
- 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 Übergangsküstengewässer) 99 S.
- KRIEG, H. J. 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. - (Studie im Auftrag KOR-TEL und FH Hamburg/BSU/Wassergütestelle Elbe) 133 S.
- KÜFOG 2015. Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2013. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. - NLWKN Küstengewässer und Ästuar Band 8 64 S.
- KÜFOG GMBH & STEUWER, J. 2020. Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2019. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. - (Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des NLWKN) 102 S.
- LAI & LANA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung) 2019: Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen. - 23 S.
- LGA (LGA Immissions- und Arbeitsschutz GmbH) 2022: Immissionsprognose zu LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. - 32 S.

- NIESEL, V. & GÜNTHER, C.-P. 1999. Distribution of Nutrients, Algae and Zooplankton in the Spiekeroog Backbarrier System. - In: DITTMANN, S. (Hrsg.), *The Wadden Sea Ecosystem: Stability Properties and Mechanisms*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 77-94.
- 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.
- 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.
- PHILIPPART, C. J. M., J. M. VAN IPEREN, G. C. CADÉE & A. F. ZUUR 2010: Long-term field observations on seasonality in chlorophyll-a concentrations in a shallow coastal marine ecosystem, the Wadden Sea. - *Estuaries and Coasts* 33: 286-294.
- RICK, J. & WILTSHIRE, K. 2016. Aktuelle Veränderungen in den Meeren. - In: LOZÁN, J.L., BRECKLE, S.-W., MÜLLER, R. & RACHOR, E. (Hrsg.), *Warnsignal Klima - Wissenschaftler informieren*. <https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/buchreihe/die-biodiversitaet/kapitel-4-1-veraenderungen-des-phytoplanktons-in-der-nordsee/>, 8.
- 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.
- TARDENT, P. 1985. *Meeresbiologie: Eine Einführung*. - Thieme, Stuttgart: o. S.
- VAN BEUSEKOM, J. E. E., BOT, P. V. M., CARSTENSEN, J., GOEBEL, J. H. M., LENHART, H., PÄTSCH, J., PETENATI, T., RAABE, T., REISE, K. & WETSTEIJN, B. 2009. Eutrophication. Thematic Report No. 6. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds.), 2009. *Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany*. - 22 S.
- VAN KATWIJK, M. M., HERMUS, D. C. R., DE JONG, D. J., ASMUS, R. M. & DE JONGE, V. N. 2000. Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina* beds. - *Helgol. Mar. Res.* 54: 117-128. 2000.
- 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: AL, S.KLOEPPER E. (Hrsg.), *Wadden Sea Quality Status Report. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany*. Last updated 07.11.2018. Downloaded 23.11.2018. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/eutrophication, 20.
- 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.
- VAULOT, D. 1995: The cell cycle of phytoplankton: coupling cell growth to population growth. - *Molecular Ecology of Aquatic Microbes* doi:10.1007/978-3-642-79923-5_17: 303-322

Literatur und sonstige Quellen (landseitig)

- Bierhals, E., Drachenfels, O. v., Rasper, M., 2004. Wertstufen und Regenerationsfähigkeit der Biotoptypen in Niedersachsen. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 24, 231–240.
- Drachenfels, O. v., 2012. Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen - Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung (2. korrigierte Auflage 2019) (No. 32 Jg. Nr. 1), *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen*. NLWKN, Hannover.
- Drachenfels, O. v., 2016. Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Juli 2016. *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs.* Heft A/4, 1–326.
- Drachenfels, O. v., 2020. Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Februar 2020, *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*. Hannover.
- Garve, E., 2004. Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen (5. Fassung), *Inform.d. Naturschutz Nieders.* Hannover.
- Hauck, M., de Bruyn, U., 2010. Rote Liste und Gesamtartenliste der Flechten in Niedersachsen und Bremen. 2.Fassung, Stand 2010. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 30, 1–84.

- IBL Umweltplanung, 2021. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven: Biotop- und FFH-Lebensraumtypenkartierung einschließlich geschützter und gefährdeter Pflanzenarten 2020.
- LGA, 2022. Immissionsprognose zu LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. LGA Immissions- und Arbeitsschutz GmbH, Nürnberg.
- Metzing, D., Garve, E., Matzke-Hajek, G., 2018. Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Rachaeophyta) Deutschlands. Stand 28.02.2018, in: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen., Naturschutz und Biologische Vielfalt. Münster, S. 13–358.
- Schacherer, A., 2001. Das Niedersächsische Pflanzenarten-Erfassungsprogramm. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen.
- Wirth, V., Hauck, M., von Brackel, W., Cezanne, R., de Bruyn, U., Dürhammer, O., Eichler, M., Gnüchtel, A., 2011. Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechte und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands, in: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (6). BfN-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster, S. 7–122.