

# **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 3 - Schutzgut Tiere: Bestand und Bewertung, Umweltaus-  
wirkungen**

**Antragsteller:**



**Uniper Global Commodities SE**



Rev.-Nr. 2-0	27.09.2022	K. Zorn	C. Ketzer
Version	Datum	geprüft	freigegeben 

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

<b>Auftragnehmer</b>			
	IBL Umweltplanung GmbH Bahnhofstraße 14a 26122 Oldenburg Tel.: +49 (0)441 505017-10 <a href="http://www.ibl-umweltplanung.de">www.ibl-umweltplanung.de</a>	Zust. Abteilungsleitung:	K. Zorn
		Projektleitung:	K. Zorn
		Bearbeitung:	M. Joost, Dr. A. Michalik, R. Richter
		Projekt-Nr.:	1458

<b>Subunternehmer/Partner</b>			
	BioConsult GmbH & Co. KG Auf der Muggenburg 30 28217 Bremen Tel.: +49 (0)421 694981-21 <a href="https://www.bioconsult.de">https://www.bioconsult.de</a>	Projektleitung:	F. Bachmann
		Bearbeitung:	S. Jaklin, N. Peschel, D. Kopetsch
		Projekt-Nr.:	888

## Inhalt

1	Schutzgut Tiere .....	1
1.1	Fische und Rundmäuler .....	1
1.1.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt .....	1
1.1.1.1	Art und Umfang der Untersuchung .....	1
1.1.1.2	Beschreibung des Bestandes Küstengewässer .....	3
1.1.1.3	Bewertung des Bestandes.....	12
1.1.2	Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022 ...	13
1.1.3	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	14
1.1.3.1	Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen .....	14
1.1.3.2	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser.....	16
1.1.3.3	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	19
1.2	Makrozoobenthos.....	21
1.2.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt .....	21
1.2.1.1	Art und Umfang der Untersuchung .....	21
1.2.1.2	Beschreibung des Bestandes Küstengewässer .....	22
1.2.1.3	Bewertung des Bestandes.....	41
1.2.2	Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022 ...	43
1.2.3	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	48
1.2.3.1	Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen .....	48
1.2.3.2	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser.....	49
1.2.3.3	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	50
1.3	Zooplankton .....	51
1.3.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt .....	51
1.3.1.1	Art und Umfang der Untersuchung .....	51
1.3.1.2	Beschreibung des Bestandes .....	51
1.3.1.3	Bewertung des Bestandes.....	54
1.3.2	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	55
1.3.2.1	Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen .....	56
1.3.2.2	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser.....	56
1.3.2.3	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	56
1.4	Meeressäuger .....	58
1.4.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt .....	58
1.4.1.1	Art und Umfang der Untersuchung .....	58
1.4.1.2	Beschreibung des Bestandes .....	59
1.4.1.3	Bewertung des Bestandes.....	65
1.4.2	Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022 ...	67
1.4.3	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	67
1.4.3.1	Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen .....	67
1.4.3.2	Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser.....	68
1.4.3.3	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	68
1.5	Gastvögel.....	69
1.5.1	Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt .....	69
1.5.1.1	Art und Umfang der Untersuchung .....	69
1.5.1.2	Beschreibung des Bestandes .....	70

1.5.1.3	Bewertung des Bestandes.....	74
1.5.2	Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022 ...	75
1.5.3	Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen.....	75
1.5.3.1	Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen und betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser.....	75
1.5.3.2	Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen.....	76
1.6	Literatur- und Quellenverzeichnis .....	77

## Anhangsabbildungen

Anhangsabbildung 1-1:	Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Tiere seeseitig .....	2
Anhangsabbildung 1-2:	Modellierte maximale Temperaturabsenkung im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers.....	17
Anhangsabbildung 1-3:	Modellierte maximale Temperaturerhöhungen im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers.....	18
Anhangsabbildung 1-4:	Lage und Kennung der 78 Stationen für die Erfassung der benthischen wirbellosen Fauna mittels van Veen-Greifer in den Kampagnen 2019 und 2020.....	25
Anhangsabbildung 1-5:	Lage und Kennung der 24 Schleppstriche für die Erfassung der benthischen Epifauna mittels 1 m-Rahmendredge im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020.....	26
Anhangsabbildung 1-6:	Gesamtartenzahlen und mittlere Abundanz (5 Kategorien) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden .....	32
Anhangsabbildung 1-7:	Räumliche Darstellung der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (SIMPROF 1 % Signifikanz) im Untersuchungsgebiet .....	33
Anhangsabbildung 1-8:	Eulitorales Sandwatt im Untersuchungsgebiet (Erfassung 2012) .....	36
Anhangsabbildung 1-9:	Vorkommen eulitoraler Muschelbänke ( <i>Mytilus edulis/Magallana gigas</i> ) 2016 .....	39
Anhangsabbildung 1-10:	Gesamtartenzahlen (5 Kategorien) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden und Darstellung des Planungsstands 2022 (Vorhaben und Wirkräume) .....	46
Anhangsabbildung 1-11:	Räumliche Darstellung der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (SIMPROF 1 % Signifikanz) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden und Darstellung des Planungsstands 2022 (Vorhaben und Wirkräume).....	47
Anhangsabbildung 1-12:	Vorkommen eulitoraler Muschelbänke ( <i>Mytilus edulis/Magallana gigas</i> ) 2020 .....	48
Anhangsabbildung 1-13:	Abundanz (Ind./m <sup>3</sup> ) der Großtaxa im Zooplankton an der Station W1 Jade.53	
Anhangsabbildung 1-14:	Abundanz (Ind./m <sup>3</sup> ) der Taxa im Zooplankton an den jeweiligen Probenahmeterminen im Pumpenhaus (In) und Kraftschlussbecken (Out) .54	
Anhangsabbildung 1-15:	Entwicklung der Seehundpopulation im Niedersächsischen Wattenmeer ...	60
Anhangsabbildung 1-16:	Seehunde im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung für das Jahr 2018...	61
Anhangsabbildung 1-17:	Kegelrobben im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählungen in der Saison 2017/2018 .....	62
Anhangsabbildung 1-18:	Zufallssichtungen von Schweinswalen in den Ästuarien von Jade, Weser und Elbe im Zeitraum 2001-2014.....	63
Anhangsabbildung 1-19:	Schweinswaldichte im niedersächsischen Wattenmeer, April 2008.....	64
Anhangsabbildung 1-20:	Häufigkeit akustischer Schweinswalnachweise an Messpositionen im Jadeästuar nördlich (MO) und südlich (M1) des Vorhabens.....	65
Anhangsabbildung 1-21:	Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel.....	70
Anhangsabbildung 1-22:	Nachweise der wertgebenden Gastvogelarten Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer im Untersuchungsgebiet (Arten, mit mindestens lokaler Bedeutung).....	73

## Anhangstabellen

Anhangstabelle 1-1:	Fischartenspektrum mit Angabe der relativen Häufigkeit und der ökologischen Gilde nach Elliott & Dewailly (1995).....	3
Anhangstabelle 1-2:	Fischarten im Untersuchungsraum mit Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz (Ind./ha) und mittleren Biomasse (Fischgewicht g/ha) .....	7
Anhangstabelle 1-3:	Geschützte Arten nach Rote Liste (Freyhof 2009, Thiel et al. 2013), FFH und OSPAR (OSPAR Commission 2008).....	8
Anhangstabelle 1-4:	Saisonaler Vergleich der stetigen Fischarten.....	10
Anhangstabelle 1-5:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Fische und Rundmäuler .....	12
Anhangstabelle 1-6:	Vorschlag für Grenzwerte der maximalen absoluten Wassertemperatur am Rand der Mischungszone.....	19
Anhangstabelle 1-7:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Fische und Rundmäuler .....	20
Anhangstabelle 1-8:	Taxa-/Artenliste der im Mai und Oktober 2019 sowie im Mai 2020 beprobten 78 Greifer-Stationen unter Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz (Ind./m <sup>2</sup> ) und mittleren Biomasse (Frischgewicht g/m <sup>2</sup> ) .....	27
Anhangstabelle 1-9:	Kenngößen und Kennwerte der Besiedlung sowie dominante, seltene und besondere Arten in den Bereichen UG und § 30-Biotop.....	34
Anhangstabelle 1-10:	Artliste des Makrozoobenthos im Untersuchungsgebiet in 2012 und 2003 unter Angabe der artspezifischen Stetigkeit (%), der mittleren Abundanz (Ind./m <sup>2</sup> ) und Biomasse (FG g/m <sup>2</sup> ).....	36
Anhangstabelle 1-11:	Liste der Wirbellosenarten, die im Feinrechengut des Wilhelmshavener Kraftwerks (E.on, UNIPER) in den Untersuchungsjahren 2016 registriert wurden.....	41
Anhangstabelle 1-12:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Makrozoobenthos.....	42
Anhangstabelle 1-13:	Kenngößen und Kennwerte der Besiedlung sowie numerisch dominante und seltene und besondere Arten im Vorhabengebiet und den hydromorphologisch relevanten Wirkräumen (Nachlaufschleppen) .....	45
Anhangstabelle 1-14:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Makrozoobenthos .....	50
Anhangstabelle 1-15:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Zooplankton .....	54
Anhangstabelle 1-16:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Zooplankton .....	57
Anhangstabelle 1-17:	Meeressäuger im Niedersächsischen Wattenmeer .....	59
Anhangstabelle 1-18:	Für Seehund und Kegelrobben sensible Zeiten .....	59
Anhangstabelle 1-19:	Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger.....	66
Anhangstabelle 1-20:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger .....	68
Anhangstabelle 1-21:	Übersicht der 2019 und 2020 im Untersuchungsgebiet quantitativ erfassten Gastvogelarten .....	71
Anhangstabelle 1-22:	Kriterienwerte nach Krüger u. a. (2020) für Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer .....	74
Anhangstabelle 1-23:	Nachweise von Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer im Untersuchungszeitraum 2020.....	74
Anhangstabelle 1-24:	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel ...	76

## **1 Schutzgut Tiere**

Das Schutzgut Tiere ist im Zusammenhang mit der Einleitung von Ab- und Prozesswässern aus der FSRU in die Jade (wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren) nur seeseitig betrachtungsrelevant, es werden folgende Gruppen berücksichtigt:

- Fische und Rundmäuler
- Makrozoobenthos
- Zooplankton
- Meeressäuger
- Gastvögel

Auswirkungen durch die hier betrachtungsrelevanten Wirkpfade auf Brutvögel und sonstige Fauna (landseitige Säuger, Fledermäuse, Amphibien, Reptilien, Insekten) können von vornherein ausgeschlossen werden.

### **1.1 Fische und Rundmäuler**

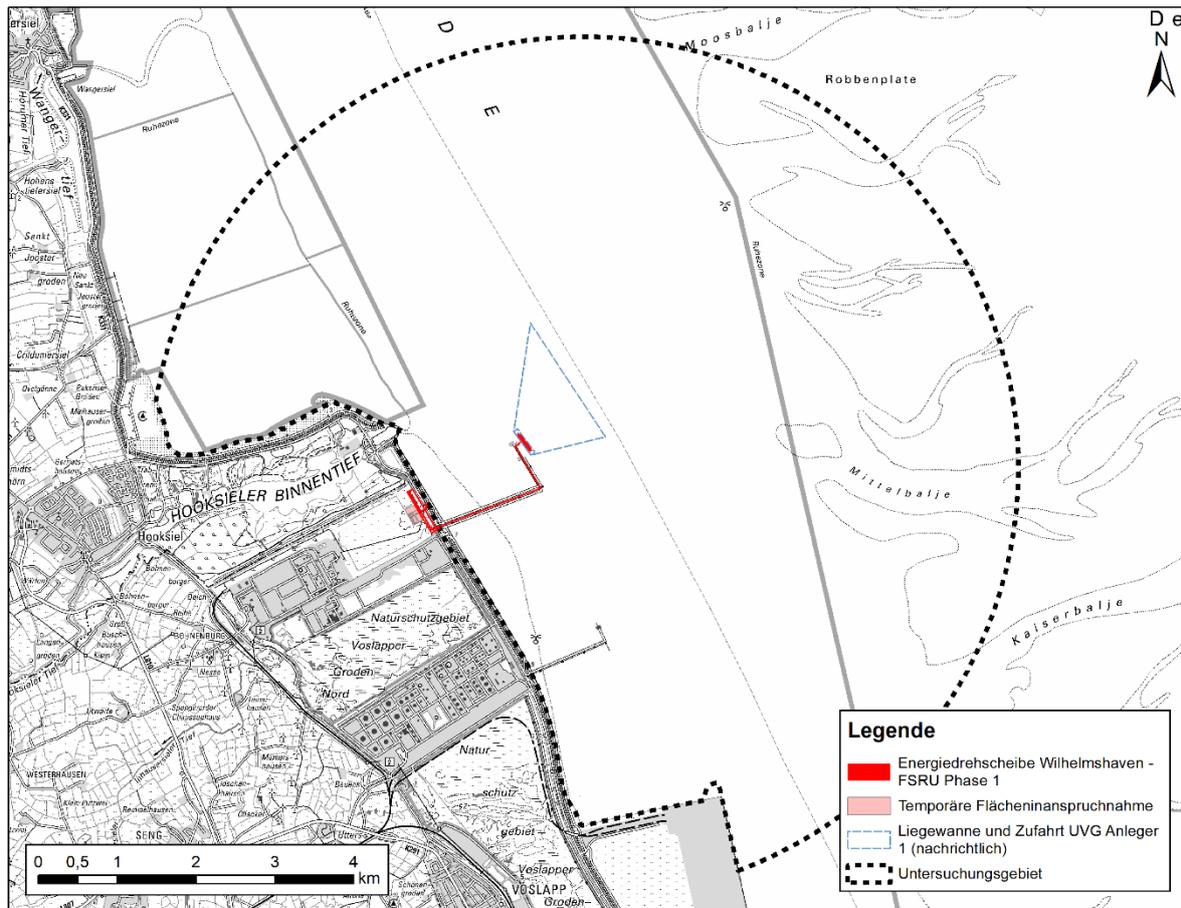
#### **1.1.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt**

##### **1.1.1.1 Art und Umfang der Untersuchung**

###### **Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet (seeseitig) für das Schutzgut Fische und Rundmäuler umfasst sämtliche seeseitigen Wasserflächen im Umkreis von 5,5 km um das Vorhaben. Die Abgrenzung des seeseitigen Untersuchungsgebietes basiert im Wesentlichen auf den Modellergebnissen und Abschätzungen zum hydromorphologischen Wirkraum (IMP 2022). Das Untersuchungsgebiet schließt die Bereiche von Hooksiel sowie die Flachwasserbereiche bis zum Übergang Hohe Weg-Watt mit ein.

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für das Schutzgut Fische und Rundmäuler zeigt Anhangsabbildung 1-1.



Anhangsabbildung 1-1: Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Tiere seeseitig

## Datengrundlagen

Die Beschreibung des Fischbestandes basiert auf Literaturdaten und vorhabenspezifischen Erfassungsdaten.

Aus der Literatur liegen allgemeine Informationen über die Fischfauna des Wattenmeeres vor (z.B. Breckling et al. 1994, Knust & Ulleweit 1999, Rauck 1989). Für die Beschreibung der Fischfauna und Rundmäuler im Jadesystem (Jadebusen bis Minsener Oog) wurde auf Daten und Berichte zurückgegriffen, die in unterschiedlichen Bereichen der Jade mit unterschiedlichen Fanggeräten erhoben wurden. Die Daten aus Langzeitreihen 2005-2017 aus der Hamenfischerei im Jadebusen wurden uns dankenswerterweise als Rohdaten von der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer überlassen. Sie sind in verschiedenen Berichten publiziert z.B. (Dänhardt 2016a, 2017, Dänhardt & Becker 2008a, b, 2009, 2010, 2011, 2012, Dänhardt et al. 2018). Aus der Innenjade liegen Daten aus Baumkurrenfängen vor, die im Jahr 2002 zu vier Jahreszeiten im Rahmen der Bestandserfassungen zum Bau des JadeWeserPorts erhoben worden sind (BioConsult 2003) und somit dem Vorhaben sehr nahe gelegene Bereiche zwischen Hooksiel und Wilhelmshaven abbilden sowie unterschiedliche Habitate (Flachwasser, Hänge der Rinnen, Fahrwassernähe, Baljen) umfassen. Weitere Datenreihen für die Innenjade standen durch das Monitoring des Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven (ehemals E.ON Kraftwerk Wilhelmshaven) zur Verfügung, in denen zu verschiedenen Zeiträumen in den Jahren 2008 - 2017 (mit Lücken) die Fische gezählt wurden, die durch die Seewasserentnahme eingesaugt worden sind (u.a. Dänhardt 2015, 2016c). Das Kraftwerk liegt ebenfalls in der Innenjade, ca. 1 km südlich des Engiekraftwerkes bzw. ca. 2 km südlich des JadeWeserPorts. Die Außenjade wurde im Bereich Minsener

Oog durch Hamenfänge in den Jahren 2014 - 2020 untersucht (BioConsult 2019a, 2020c, Dänhardt 2014, 2016b).

Vorhabensspezifische Erfassungen der Fischfauna sind im Mai und Oktober 2019 sowie ergänzend im Mai 2020 im oben beschriebenen Untersuchungsraum erfolgt. Die quantitativen Erfassungen erfolgten mittels 1 m-Rahmendredge für die kleinere, demersal lebende Fischfauna und mittels Bongonetzfängen (Mai 2019 und 2020) für die Jungstadien von Fischen. Weitere Details zur Methode der Bestandserfassung sind den Erfassungsberichten zu entnehmen (BioConsult 2019b, 2020a, b).

### **Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken**

Die seeseitig zur Verfügung stehenden Daten basieren jeweils auf einer unterschiedlichen Erfassungs- und Auswertemethodik. Dennoch liefern die Ergebnisse unter qualitativen Gesichtspunkten ein umfassendes Bild über die aktuelle Situation der Fischfauna. Dies gilt nur eingeschränkt für den quantitativen Aspekt, es ist aber möglich, Hinweise auf die Häufigkeit der Fische aus den Ergebnissen bzw. Einschätzungen und Bewertungen der o.g. Arbeiten abzuleiten.

Die Datenbasis seeseitig ist insgesamt jedoch als gut zu bewerten und sowohl für die Beschreibung und Bewertung des Bestandes als auch für die Prognose der vorhabenbedingten Auswirkungen geeignet. Kenntnislücken bezüglich der Fischfauna bestehen im Hinblick auf die Bedeutung der Innenjade als Laichgebiet und Aufwuchsgebiet, entsprechende Fischlarven-Jungfischuntersuchungen liegen nur in begrenztem Umfang vor.

### **1.1.1.2 Beschreibung des Bestandes Küstengewässer**

#### **Artenspektrum und ökologische Gilden**

Das Wattenmeer unterscheidet sich durch seine vielfältigen, von den Gezeiten beeinflussten Lebensräumen sowie den wechselhaften Umweltbedingungen von der offenen Nordsee. Die Gezeiten verändern die nutzbare Fläche periodisch. Das Wattenmeer erfüllt für Fische wichtige Funktionen als Laichgebiet, Kinderstube und Wanderkorridor (Breckling et al. 1994, Vorberg & Breckling 1999). Nur wenige Arten verbringen als sog. Standfischarten ihren gesamten Lebenszyklus im Wattenmeer. Im Wattenmeer kommen ca. 100-120 Fischarten vor, von denen ca. 30 häufig anzutreffen sind (Lozán et al. 1994). Bolle et al. (2009) geben 61 Fischarten für das Wattenmeer an. Brunken et al. (2015) nennen für das Jadegebiet abzüglich der reinen Süßwasserarten 60 vorkommende Arten einschließlich der Rundmäuler und betonen die Artenvielfalt der Jade. Eine Zusammenstellung ausgewählter Daten (s. Kapitel 1.1.1.1) für das Jadesystem vom Eingang Jadebusen bis Minsener Oog ergibt insgesamt 69 Fischarten (Anhangstabelle 1-1).

**Anhangstabelle 1-1: Fischartenspektrum mit Angabe der relativen Häufigkeit und der ökologischen Gilde nach Elliott & Dewailly (1995)**

<b>Wissenschaftlicher Artnamen</b>	<b>Trivialname</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Ökol. Gilde</b>	<b>Jadebusen</b>	<b>Innenjade</b>	<b>Außenjade / Minsener Oog</b>
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	Einzelexemplare, selten	dia	x	x	x
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker	regelmäßig, wenige Exemplare	aes	x	x	x
<i>Alosa alosa</i>	Maifisch	Einzelexemplar	dia	x		
<i>Alosa fallax</i>	Finte	saisonal häufig	dia	x	x	x

Wissenschaftlicher Artnamen	Trivialname	Häufigkeit	Ökol. Gilde	Jade- busen	Innen- jade	Außenjade / Minsener Oog
<i>Ammodytes marinus</i>	Kleiner Sandaal	Einzelexemplare, selten	marin		x	
<i>Ammodytes tobianus</i>	Tobiasfisch	saisonal häufig	aes	x	x	x
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrundel	saisonal häufig	aes	x	x	x
<i>Arnoglossus laterna</i>	Lammzunge	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Atherina presbyter</i>	Ährenfisch	Einzelexemplare, selten	marin-juv	x	x	x
<i>Belone belone</i>	Hornhecht	saisonal häufig	marin-sais	x	x	x
<i>Buglossidium luteum</i>	Zwergzunge	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Callionymus lyra</i>	Gestreifter Leier- fisch	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Callionymus maculatus</i>	Gefleckter Leierfisch	Einzelexemplare, selten	marin		x	
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Roter Knurrhahn	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Chelon labrosus</i>	Dicklippige Meeräsche	Einzelexemplar	marin-sais		x	x
<i>Ciliata mustela</i>	Fünfbärtelige Seequappe	saisonal häufig	marin-sais	x	x	x
<i>Clupea harengus</i>	Hering	massenhaft	marin-juv	x	x	x
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Seehase	Einzelexemplare, selten	marin-sais	x		x
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Wolfsbarsch	Einzelexemplare, selten	marin-juv	x	x	x
<i>Echiichthys vipera</i>	Viperqueise	Einzelexemplare, selten	marin	x		x
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Sardelle	saisonal massen- haft	marin-sais	x	x	x
<i>Entelurus aequoreus</i>	Große Schlangen- nadel	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grauer Knurrhahn	Einzelexemplare, selten	marin-sais		x	x
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau	Einzelexemplare, selten	marin-juv	x	x	x
<i>Gaidropsarus mediter- raneus</i>	Mittelmeer- Seequappe	Einzelexemplar	marin		x	
<i>Galeorhinus galeus</i>	Hundshai	Einzelexemplar	marin	x		
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stich- ling	saisonal häufig	dia	x	x	x
<i>Hippocampus hippocam- pus</i>	Kurzschneuziges Seepferdchen	Einzelexemplare, selten	marin	x		
<i>Hippoglossoides pla- tessoides</i>	Doggerscharbe	Einzelexemplar	marin	x	x	x
<i>Hyperoplus immaculatus</i>	Großer Ungefleckter Sandaal	Einzelexemplare, selten	marin	x		
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Großer Gefleckter Sandaal	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunauge	saisonal wenige Exemplare	dia	x	x	x
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheiben- bauch	saisonal häufig	aes	x	x	x
<i>Liparis montagui</i>	Kleiner Scheiben- bauch	Einzelexemplare, selten	marin	x		
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Microstomus kitt</i>	Limande	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Mustelus asterias</i>	Weißgefleckter Glatthai	Einzelexemplar	marin	x		

Wissenschaftlicher Artnamen	Trivialname	Häufigkeit	Ökol. Gilde	Jade- busen	Innen- jade	Außenjade / Minsener Oog
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Seeskorpion	regelmäßig, we- nige Exemplare	aes	x	x	x
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint	massenhaft	dia	x	x	x
<i>Parablenius gattorugine</i>	Gestreifter Schleim- fisch	Einzelexemplare, selten	marin			x
<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunaug	Einzelexemplar	dia	x	x	
<i>Pholis gunnellus</i>	Butterfisch	Einzelexemplare, selten	aes	x	x	x
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder	regelmäßig, häufig	aes	x	x	x
<i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Pomatoschistus microps</i>	Strandgrundel	Einzelexemplar	aes		x	x
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel	saisonal häufig	aes	x	x	x
<i>Psetta maxima</i>	Steinbutt	Einzelexemplare, selten	marin-juv		x	
<i>Pungitius pungitius</i>	Neunstachliger Stichling	Einzelexemplar	lim		x	
<i>Raja clavata</i>	Nagelrochen	Einzelexemplar	marin	x		
<i>Raniceps raninus</i>	Froschdorsch	Einzelexemplar	aes		x	
<i>Salmo salar</i>	Lachs	Einzelexemplar	dia			x
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine	Einzelexemplare, selten	marin-sais	x	x	x
<i>Scomber scombrus</i>	Makrele	Einzelexemplare, selten	marin	x		x
<i>Scophthalmus maximus</i>	Steinbutt	regelmäßig, we- nige Exemplare	marin-juv	x	x	x
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Glattbutt	regelmäßig, we- nige Exemplare	marin-juv	x	x	x
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Kleingefleckter Kat- zenhai	Einzelexemplare, selten	marin	x		
<i>Solea solea</i>	Seezunge	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Sparus aurata</i>	Goldbrasse	Einzelexemplar	marin	x		
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte	regelmäßig, häufig	marin-sais	x	x	x
<i>Squalus acanthias</i>	Dornhai	Einzelexemplare, selten	marin	x		x
<i>Syngnathus acus</i>	Große Seenadel	Einzelexemplare, selten	aes	x	x	x
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel	saisonal massen- haft	aes	x	x	x
<i>Syngnathus typhle</i>	Grasnadel	Einzelexemplar	aes		x	
<i>Taurulus bubalis</i>	Seebull	Einzelexemplar	marin	x	x	x
<i>Trachurus trachurus</i>	Stöcker	Einzelexemplare, selten	marin	x	x	x
<i>Trisopterus luscus</i>	Franzosendorsch	saisonal häufig	marin-juv	x	x	x
<i>Zoarces viviparus</i>	Aalmutter	Einzelexemplare, selten	aes	x	x	x
<b>Gesamtartenzahl: 69</b>				<b>57</b>	<b>54</b>	<b>52</b>

Erläuterung:

Jadebusen: Hamenfänge im Zeitraum April bis September (2005-2017), Innenjade: Monitoring Kühlwasser-Entnahme (2005-07, 2015-17) und Bestandserfassung JadeWeserPort 2002 mittels Baumkurre, Außenjade/Minsener Oog: Hamenfänge im Zeitraum Mai bis September (2014-2020) Abkürzungen Ökologische Gilden: dia = diadrom; juv = juvenil; aes = ästuarin; lim = limnisch; sais = saisonal

Von den 69 Fischarten traten einige Arten nur in einem Untersuchungsjahr auf (z.B. der Maifisch, Kleiner Scheibenbauch, Gestreifter Schleimfisch) oder wurden nur an einer Untersuchungsstation erfasst, wie z.B. im Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven die Mittelmeer-Seequappe, Froschdorsch, Neunstachliger Stichling oder die Hundszunge (Anhangstabelle 1-1). Ein größerer Teil des festgestellten Artenspektrums wurde nur als Einzelexemplare erfasst, darunter auch der Nagelrochen und vier Haiarten, die im Wattenmeer eher selten angetroffen werden.

Zu den typischen Standfischarten des Wattenmeeres gehören Aalmutter, Sandgrundel, Butterfisch, Großer und Kleiner Scheibenbauch, Seehase, Seestichling, Steinpicker sowie Seeskorpion (Vorberg & Breckling 1999), die bis auf den Seestichling alle in der Jade beobachtet wurden (Anhangstabelle 1-1). Diese Arten leben bodennah und sind z.T. an bestimmte Habitate gebunden. So lebt der Scheibenbauch auf Hartsubstraten und nutzt diese zur Eiablage; der Seestichling baut ein kugelförmiges Nest zwischen Algen. Ebenso vertreten sind die Plattfischarten Flunder, Kliesche, Scholle und Seezungen, die wandernden pelagischen Massenarten (Hering, Stint und Sprotte) sowie einige anadrome Wanderfische wie Finte und Flussneunauge.

Die Innenjade weist eine hohe Artenvielfalt auf, da von den 69 gefundenen Arten in Anhangstabelle 1-1 54 in der Innenjade auftraten, wobei die Gesamtartenzahlen aufgrund der unterschiedlichen Erfassungsmethoden in den Teilbereichen der Jade und der unterschiedlichen Intensität nur eingeschränkt vergleichbar sind. Aus ökologischer Sicht können die Fische nach Elliott & Dewailly (1995) in folgende „Nutzergruppen“ bzw. Gilden eingeteilt werden (s. auch Anhangstabelle 1-1). In der Innenjade sind alle ökologischen Gilden vertreten:

- Ästuarine Arten (aes): Arten, die größtenteils ihren gesamten Lebenszyklus im ästuarinen Bereich (meso-polyhalin) vollziehen. Hierunter fallen u.a. typische Standfischarten des Wattenmeeres (s.o). Für die Innenjade sind 14 Arten nachgewiesen (s. auch Anhangstabelle 1-1).
- Diadrome Wanderfische (dia): Fischarten, deren Lebensraum regelmäßig zwischen Salz- und Süßwasser wechselt. Dabei wird zwischen anadromen Arten (Laichplätze im Süßwasser, Weideplätze im Brack- oder Salzwasser) und katadromen Fischarten (Laichplätze im Brack- und Salzwasser; Weideplätze im Süßwasser) unterschieden. Zu den anadromen Fischarten zählen z.B. Finte (*Alosa fallax*), Lachs (*Salmo salar*) und Stint (*Osmerus eperlanus*), während zu den katadromen Arten z.B. der Aal (*Anguilla anguilla*) gehört. Im Rahmen der hier berücksichtigten Untersuchungen wurden im Betrachtungsraum 8 Arten dieser Gilde erfasst, davon 6 in der Innenjade.
- Marine Arten (marin): Fischarten marinen Ursprungs, die den Betrachtungsraum nutzen. Die rein marinen Arten machten mit 25 Arten den höchsten Anteil aus. In der Innenjade kamen 13 marine Arten vor. Die Klassifizierung „marin“ wird z.T. auch als Oberbegriff für die folgenden zwei Gilden verstanden.
- Marin-juvenile Arten (marin-juv.): Marine Arten, die als Juvenile in die Ästuarie und hier in den Jaedebusen einwandern und diesen v.a. als Aufwuchsgebiet nutzen. Als Beispiel sind Hering (*Clupea harengus*), Wittling (*Merlangius merlangus*) und die Scholle (*Pleuronectes platessa*) anzuführen. Von den 13 marin-juvenilen Arten kamen alle auch in der Innenjade vor.
- Marin-saisonale Arten (marin-sais): Marine Arten, die das Ästuar und hier den Betrachtungsraum regelmäßig saisonal aufsuchen (Rückzugs- und Nahrungsgebiet). Zu nennen sind hier die Sprotte (*Sprattus sprattus*), die Sardelle (*Engraulis encrasicolus*) und der Hornhecht (*Belone belone*). Marin-saisonale Gäste waren mit 8 Arten vertreten, davon 7 in der Innenjade.
- Limnische Arten: Fischarten, die ständig im Süßwasser vorkommen und sich hier auch fortpflanzen. Sie können entweder stationär sein oder kleinere Migrationen unternehmen. Hierzu zählt der Neunstachelige Stichling (*Pungitius pungitius*). Für die Gilde der Süßwasserarten hat der Betrachtungsraum keine besondere Bedeutung.

Im Untersuchungsraum wurden im Rahmen der drei Kampagnen insgesamt 12 Fischarten mit den 24 Dredgehols (1 m-Rahmendredge) erfasst (Anhangstabelle 1-2). Die Gesamtartenzahl liegt somit deutlich unterhalb derer für die Innenjade beschriebenen. Eine Erfassung des Gesamtartenspektrums hätte aber den Einsatz unterschiedlicher Fanggeräte (auch pelagische Fänge) und mehrfacher Beprobungen

über das Jahr erfordert. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle in Anhangstabelle 1-1 genannten Arten auch im Untersuchungsraum temporär auftreten können.

Das Gros der Arten im Untersuchungsraum gehört der ästuarinen Gilde an, daneben kommen drei marin-juvenile, zwei diadrome Arten und mit dem Kleinen Sandaal eine marine Art vor. Methodisch bedingt wurden mit der Rahmendredge überwiegend benthisch lebende Arten gefangen. Lediglich der Dreistachelige Stichling und der Stint werden als pelagisch eingestuft (Elliott & Dewailly 1995).

**Anhangstabelle 1-2: Fischarten im Untersuchungsraum mit Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz (Ind./ha) und mittleren Biomasse (Fischgewicht g/ha)**

Art	Deutscher Name	Ökologische Gilde	Stetigkeit (%)	Ind./ha	FG g/ha
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker	aes	8,3	5,2	81,03
<i>Ammodytes marinus</i>	Kleiner Sandaal	marin	4,2	1,0	15,16
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistacheliger Stichling	dia	4,2	1,4	5,56
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	mar-juv	4,2	1,0	69,05
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheibenbauch	aes	54,2	32,9	67,86
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling	mar-juv	12,5	9,7	13,89
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint	dia	4,2	1,0	8,35
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder	aes	8,3	2,0	665,90
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel	aes	12,5	5,0	11,43
<i>Solea solea</i>	Seezunge	mar-juv	25,0	9,6	638,87
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel	aes	37,5	27,7	32,74
<i>Zoarcetes viviparus</i>	Aalmutter	aes	4,2	0,9	92,39

Erläuterung: N = 24 Hols, Beprobung Mai/Oktober 2019 und Mai 2020, 1 m-Rahmendredge (BioConsult 2020d)

### Geschützte und gefährdete Arten

Einige in der Jade vorkommenden Arten zählen zu den Rote Liste Arten (Thiel et al. 2013, Freyhof 2009) bzw. sind durch die FFH-Richtlinie und durch OSPAR geschützt. Maifisch, Finte, Fluss- und

Meerneunaue sowie der Lachs sind im Anhang II bzw. IV und V der europäischen FFH-Richtlinie aufgeführt (Anhangstabelle 1-3).

**Anhangstabelle 1-3: Geschützte Arten nach Rote Liste (Freyhof 2009, Thiel et al. 2013), FFH und OSPAR (OSPAR Commission 2008)**

Wissenschaftlicher Artname	Trivialname	Thiel et al. 2013	Freyhof 2009	FFH, Anhang	OSPAR 2008
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	2			x
<i>Alosa alosa</i>	Maifisch		1	II, IV, V	x
<i>Alosa fallax</i>	Finte	3		II, IV, V	
<i>Entelurus aequoreus</i>	Große Schlangennadel	G			
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau	V			x
<i>Galeorhinus galeus</i>	Hundshai	2			
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Kurzschneuziges Seepferdchen				x
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunaue		3	II, IV, V	
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint		V		
<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunaue		V	II	x
<i>Raja clavata</i>	Nagelrochen	1			x
<i>Salmo salar</i>	Lachs		1	IV, V	x
<i>Scomber scombrus</i>	Makrele	V			
<i>Scophthalmus maximus</i>	Steinbutt	V			
<i>Solea solea</i>	Seezunge	V			
<i>Squalus acanthias</i>	Dornhai	1			x
<i>Trisopterus luscus</i>	Franzosendorsch	V			

Erläuterung: Rote Liste Gefährdungskategorien nach Thiel et al. (2013): 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V = Vorwarnliste

Von der Alose, Maifisch (*Alosa alosa*), wurde ein einzelnes Exemplar im Jadebusen nachgewiesen. Die Alsen sind sehr selten und werden auch in den Ästuaren nur sporadisch erfasst. Sie wandern als anadrome Art im Frühjahr zum Laichen in die Unterläufe der Flüsse. Auch die Finte (*Alosa fallax*) kommt als anadrome FFH-Art im Frühjahr zum Laichen in die Unterläufe der Flüsse. Im Jadesystem wurden Finten in mehreren Untersuchungen ab Ende Juni gefangen (BioConsult 2003, Dänhardt & Becker 2010, 2011, 2012, Wiethölter 2005). Von einem regelmäßigen Vorkommen heranwachsender Finten im Jadebusen, insbesondere in den Sommermonaten, ist daher auszugehen.

Die FFH-Arten Fluss- und Meerneunaue gehören zu den anadromen Wanderformen, die ab Herbst (Flussneunaue) bzw. im Winter/Frühjahr (Meerneunaue) aus dem Meer in die Oberläufe der Flüsse ziehen. Nach Vorberg (1997) gehört das Flussneunaue zum ständigen Fauneninventar des Wattenmeeres. Einzelne Exemplare des Flussneunaues (*Lampetra fluviatilis*) wurden im Kühlwasser und 2–3 mal so häufig in den Hamenfängen (Jadebusen und Minsener Oog) nachgewiesen. Adulttiere wurden vorwiegend ab August, Jungtiere (8–14 cm) ab April gefangen. Daten zur Bestandsgröße des Meerneunaues (*Petromyzon marinus*) im Wattenmeer liegen zwar nicht vor, von einer regelmäßigen (saisonalen) Frequentierung als Nahrungsgebiet und Hauptlebensraum bis zur Laichreife ist aber auszugehen. Dies gilt auch für den Jadebusen. Unger & Martsfeld-Hartmann (1989) sowie Dänhardt & Becker (2008a) haben Meerneunaugen im Vareler Fahrwasser bzw. im Jadebusen und in den Kühlwasserproben des Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven im Oktober und November nachgewiesen. Denkbar ist auch ein Aufstieg über das Vareler Tief und den Fluss Jade in weiter oberstrom gelegene Laichgewässer. Aufgrund des geringen Kenntnisstandes ist hierzu aber keine abgesicherte Aussage möglich.

Der Lachs (*Salmo salar*) ist ebenfalls eine anadrome Wanderart, die früher auch in der Jade weit verbreitet war, aktuell aber nur sehr selten erfasst wird.

Einzelnachweise von Aalen (*Anguilla anguilla*) als katadrome Wanderart gelangen sowohl mit dem Hamennetz zwischen April und Juli, als auch durch die Kühlwasserbeprobung (auch zu anderen Jahreszeiten) (Dänhardt & Becker 2008a). In 2017 konnte zudem ein Glasaal in den Kühlwasserproben nachgewiesen werden (Daten Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven).

Zudem sind einige seltene, besondere Arten zu nennen, welche in der Jade erfasst wurden. Hierzu zählt das Kurzschnäuzige Seepferdchen (*Hippocampus hippocampus*), welches in 2012 und 2017 erfasst wurde (Dänhardt 2017). Mit *Raja clavata*, dem Nagelrochen, wurde eine Rochenart und vier Haiarten im Laufe des Untersuchungszeitraums erfasst. Hierbei handelt es sich u.a. um seltene Fänge bis zu Einzelexemplaren: Dornhai (*Spualus acanthias*), Hundshai (*Galeorhinus galeus*), Kleingefleckter Katzenhai (*Scyliorhinus canicula*) und ein Weißgefleckter Glatthai (*Mustelus asterias*).

Im Untersuchungsraum kamen in den Dredgefängen vom Mai/Oktober 2019 und Mai 2020 keine Fischarten oder Rundmäuler der Roten Liste nach Thiel et al. (2013) bzw. Freyhof (2009) vor, die einen höheren Gefährdungsgrad (G, 1-3) aufweisen. Lediglich zwei Arten der Vorwarnliste (*Solea solea* und *Osmerus eperlanus*) wurden gefangen.

### Häufigkeit und Saisonalität der Fischarten

Nach Vorberg & Breckling (1999) sind die gezeitenbedingten Veränderungen des Lebensraumes, die Jahreszeiten sowie die Nähe zu den großen Ästuaren und die Struktur des Untergrundes die wichtigsten Einflussgrößen auf die zeitlichen und räumlichen Muster einer Fischart im Wattenmeer. Generell nehmen die Artenvielfalt und Abundanz von Fischen zum Winter hin ab, da viele das tiefere und wärmere Wasser der Nordsee aufsuchen (z.B. Floeter & Temming 2001). In den Jahreszeiten mit hohen Wassertemperaturen (Sommer und Herbst) erhöhte sich die Artenzahl vor allem durch sogenannte Sommergäste wie z.B. die Streifenbarbe und Sardelle (BioConsult 2003). Entsprechend verändern sich die Gesamtabundanzen der Fische in der Jade im Jahresverlauf.

In der Jade sind nach Erfassungen durch regelmäßig durchgeführte Hamenbefischungen im Bereich Jadebusen und Minsener Oog sowie die Zählungen im Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven (Dänhardt et al. diverse, s.o., Brunken et al. 2015) ebenfalls deutliche Unterschiede in der saisonalen Artzusammensetzung, Größenverteilung und Abundanz der Fische festzustellen. Gleiches wird im Rahmen der Baumkurren-Beprobungen zum JadeWeserPort berichtet, wo 2002 vierteljährlich beprobt wurde (BioConsult 2003). Nach den genannten Untersuchungen sind folgende Arten als regelmäßig in der Jade vorkommende Arten anzusehen: Von den bodennah lebenden Arten kamen Steinpicker, Fünfbärtelige Seequappe, Großer Scheibenbauch, Seeskorpion, Flunder, Scholle, Seezunge, Glatbutt, Aalmutter, Kleine Seenadel und Sandgrundel zu jeder Jahreszeit vor (BioConsult 2003). In Brunken et al. (2015) ist zusätzlich das Flussneunauge als regelmäßig genannt. Innerhalb der pelagischen Arten sind Hering, Kliesche, Wittling, Rotzunge, Stint, Franzosendorsch, Kabeljau, Finte, Sprotte und Sardelle häufige Arten (BioConsult 2003, Brunken et al. 2015).

Von BioConsult (2003) konnten insgesamt 18 Arten identifiziert werden, die in der Innenjade in mindestens einer der vier untersuchten Jahreszeiten eine Stetigkeit von >50 % erreichten (s. Anhangstabelle 1-4). Zu allen Jahreszeiten wiesen Stint und Scholle hohe Stetigkeiten von >75 % auf. Bei der Sandgrundel waren die Stetigkeiten ebenfalls zu allen Jahreszeiten hoch, auch wenn die Sandgrundel im Sommer nur in 75 % der Hols gefangen wurde. Hohe Stetigkeiten von >75 % wurden von Kabeljau und Wittling nur im Frühjahr erreicht. Vor allem der Kabeljau wies zu anderen Jahreszeiten eine sehr viel geringere Stetigkeit als im Frühjahr auf. Auch beim Hering und der Flunder zeigte sich in der ersten Hälfte des Jahres, d.h. im Frühjahr und Sommer, eine höhere Stetigkeit als zu den anderen Jahreszeiten. Ein Maximum im Herbst konnte bei der Kleinen Seenadel beobachtet werden. Im Herbst und Winter

erreichten Kliesche und Fünfbärtelige Seequappe sehr hohe Stetigkeiten (>75 %), Steinpicker und Großer Scheibenbauch nur im Winter.

Die Abundanz der häufigen Arten in der Innenjade kann nur im Vergleich zur langfristigen Entwicklung bewertet werden bzw. die Bedeutung der Innenjade nur im Vergleich zu anderen abgeschätzt werden. Der Vergleich ist jedoch durch die unterschiedlichen Fangmethoden, Erfassungsintensitäten und -zeiträume limitiert. Im aktuellen Quality Status Report Wadden Sea (Tulp et al. 2017) sind die Langzeittrends häufiger Fischarten dargestellt. Für die Jade wurden auch die Fänge der Hamenbefischungen im Jadebusen (2005 – 2015) herangezogen. Die Analysen zeigten, dass in der Jade ein Rückgang der Arten aus der marin-juvenilen Gilde und der ästuarinen Gilde (im QSR summarisch betrachtet) zu verzeichnen ist. Auch die Baumkurrenfänge, die im Rahmen des Demersal Young Fish Surveys erhoben werden, zeigen für die Jade einen Rückgang von Scholle, Seezunge, Kabeljau, Flunder, Seeskorpion, Seenadeln und Fünfbärtelige Seequappe (Tulp et al. 2017). Die Gründe für den Rückgang sind im Einzelnen unklar und werden mit Fischereidruck, Eutrophierung, Habitatverlusten und Klimawandel in Verbindung gebracht.

#### Anhangstabelle 1-4: Saisonaler Vergleich der stetigen Fischarten

Stetigkeit: 76-100 % 51-75 % 26-50 % 0-25 %

Art/Taxa	Jahreszeit			
	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
<i>Agonus cataphractus</i>	68,75	18,75	62,5	93,75
<i>Ciliata mustela</i>	6,25	75	81,25	87,5
<i>Clupea harengus</i>	81,25	87,5	68,75	50
<i>Gadus morhua</i>	81,25	6,25	12,5	31,25
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	50	12,5	0	0
<i>Limanda limanda</i>	43,75	56,25	87,5	93,75
<i>Liparis liparis</i>	12,5	31,25	50	81,25
<i>Merlangius merlangus</i>	100	62,5	68,75	75
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	56,25	75	75	62,5
<i>Osmerus eperlanus</i>	87,5	100	100	100
<i>Platichthys flesus</i>	81,25	100	68,75	68,75
<i>Pleuronectes platessa</i>	81,25	100	100	100
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	75
<i>Pomatoschistus minutus</i>	81,25	75	100	100
<i>Solea solea</i>	87,5	100	93,75	12,5
<i>Sprattus sprattus</i>	18,75	75	50	31,25
<i>Syngnathus rostellatus</i>	12,5	68,75	93,75	62,5
<i>Zoarces viviparus</i>	50	75	56,25	43,75

Erläuterung: Ausgewählt wurden Arten, die in mindestens einer Jahreszeit >50 % Stetigkeit in den Hols der Baumkurre aufwiesen, Tabelle aus BioConsult (2003)

Erfassungskampagnen: Frühjahr = 2./3. April, Sommer = 5. bis 8. August, Herbst = 30. September und 1. Oktober, Winter = 18./19. November

Die Untersuchungen von BioConsult (2003) zeigten, dass die Gesamtabundanz der Fische in der Innenjade im Frühjahr mit 91 Ind./ha deutlich geringer war als im Sommer (280 Ind./ha) und Herbst (350 Ind./ha). Im Winter sanken die Abundanzen wieder auf 168 Ind./ha. Zu den numerisch dominanten Arten zählten im Mittel der Stint und die Sandgrundel (23 %). Ein subdominanter Status wurde von der Scholle (10 %) erreicht, ebenso wie von Seezunge, Sprotte und Kleiner Seenadel, die jeweils eine

Dominanz von ca. 5 % besaßen. Leicht niedriger war die Dominanz von Steinpicker (4,2 %), Wittling (4,0 %) und Fünfbärteliger Seequappe (3,4 %). Alle anderen Arten wiesen jeweils einen Anteil von <3 % auf.

Im Untersuchungsraum war der Große Scheibenbauch *Liparis liparis* die stetigste Art (54 %), gefolgt von der Kleinen Seenadel *Syngnathus rostellatus* (38 %) (Anhangstabelle 1-2). Die Seezunge *Solea solea* kam in 25 % der Hols vor und der Wittling *Merlangius merlangus* kam mit juvenilen Tieren in 13 % der Hols vor. Eine Reihe von Arten (*Ammodytes marinus*, *Ammodytes marinus*, *Osmerus eperlanus*, *Platichthys flesus*, *Zoarces viviparus*) kam in geringer Stetigkeit nur im Frühjahr 2020 vor. Zu den numerisch abundanten Arten im Vorhabenbereich zählten Großer Scheibenbauch (33 Ind./ha), Kleine Seenadel (28 Ind./ha), Wittling (10 In./ha), Seezunge (10 Ind./ha) sowie Steinpicker und Sandgrundel (jeweils 5 Ind./ha). Über die Saisonalität liegen aus dem Untersuchungsraum keine Erhebungen vor. Aufgrund der großräumigen Umverteilungen der Fische innerhalb eines Jahres kann aber davon ausgegangen werden, dass auch im Untersuchungsraum ähnliche Muster zu beobachten sind, wie zuvor für die Innenjade bzw. den Großraum Jade beschrieben.

### Ökologische Funktionen

Die Jade erfüllt für die Fischfauna vielfältige Funktionen wie Nahrungs- und Rückzugsraum, Laichgebiet sowie Aufwuchsgebiet. Die Funktion für einzelne Fischarten wurde für den Gesamttraum Jade bereits innerhalb der ökologischen Gilden genannt (s.o.).

Anhand der Fischlängen bzw. anhand des Auftretens von laichreifen Tieren in den Hamenfängen bzw. den Daten vom Uniper Kraftwerk Wilhelmshaven lassen sich jedoch Rückschlüsse auf die Bedeutung der Jade als Laichgebiet ziehen. So ist für mindestens vier Arten eine Funktion als Laichgebiet anzunehmen. Hierzu gehören neben den Standfischarten Sprotte, Sardelle, Seezunge, Hornhecht und Kleine Seenadel (s. auch Brunken et al. 2015). Für den Vorhabenbereich liegen neben den Bongonetzbefischungen im Mai 2019 und 2020 (BioConsult 2020a) keine spezifischen Larven- oder Jungfischuntersuchungen vor, so dass besondere Reproduktionsareale nicht bekannt sind. Mit den Bongonetzen wurden insgesamt die larvalen und juvenilen Stadien von 8 Arten erfasst. Als Larvenstadium waren Hering, Sprotte, Sardelle und Großer Scheibenbauch vertreten.

Die Jade erfüllt für eine Vielzahl der nachgewiesenen Fischarten die Funktion als Aufwuchs- und Nahrungsgebiet. Die Funktion als Nahrungsgebiet ist eng mit der Funktion als Aufwuchsgebiet verknüpft, da ein ausreichendes bzw. gutes Nahrungsangebot an benthischen und planktischen Organismen eine Voraussetzung für ein Aufwuchsgebiet darstellt. Des Weiteren können die vielen Jungfische im Betrachtungsraum auch größeren Räubern als Nahrungsgrundlage dienen. Auf der Grundlage der vorliegenden und ausgewerteten Daten ist insbesondere für die Arten Hering, Stint, Sprotte, Finte, Sardelle, Scholle, Kleine Seenadel, Seezunge sowie Hornhecht durch einen hohen Anteil der Altersklassen 0+ und subadult (1+) eine Kinderstubenfunktion (Aufwuchsgebiet) vorhanden. Ähnliches ist auch für die Sandgrundel anzunehmen, von der ebenfalls juvenile Tiere nachgewiesen werden konnten. So wurden in den Bongonetzholz Grundeln erfasst, welche eine Länge von 0,5-1,5 cm aufwiesen. Der Scheibenbauch (*Liparis liparis*) kam mit allen Lebensstadien in den Proben vor. Für die Arten Flunder und Wittling ist das Gebiet eher als Nahrungsgebiet einzustufen. Bei den erfassten Altersklassen handelt es sich um Juvenile der AG 1+ und ältere.

Der Betrachtungsraum fungiert nicht wie bei den klassischen Nordsee-Ästuaren wie Elbe und Weser als Transitstrecke der diadromen abundanzstarken Fischarten wie Stint und Finte, oder Lachs und Meerforelle und Fluss- und Meerneunaugen, dennoch ist eine gewisse Nutzung der aufsteigenden Fischarten möglich und z.T. auch belegt (Brunken et al. 2015).

Für die Standfische sowie für Flunder und eingeschränkt den Dreistacheligen Stichling stellt die Jade ein Dauerlebensraum dar. Besonders erwähnenswert sind die in mehreren Untersuchungen beobachteten hohen Anzahlen des Großen Scheibenbauchs. Die Art hat aufgrund ihrer Präferenz für Hartsubstrate besondere Habitatansprüche und legt die Eipakete an Büscheln von Algen oder Hydroidpolypen ab. In den Hamenfängen und Kühlwasserproben wurden regelmäßig hohe Abundanzen des Großen Scheibenbauchs festgestellt. Im Untersuchungsraum kam der Große Scheibenbauch insbesondere innerhalb der hartsubstratgeprägten Bereiche (§ 30 BNatSchG-Biotop, vgl. Kap. 1.2.1.3) in hoher Abundanz vor. Gleiches wurde für die Kleine Seenedel beobachtet, die ebenfalls im § 30 BNatSchG-Biotop dominant war. Insofern ist dem Untersuchungsgebiet für einige Arten eine Funktion als Lebensraum und Laichgebiet zuzuordnen.

### 1.1.1.3 Bewertung des Bestandes

Die Bewertung des Bestands erfolgt anhand eines fünfstufigen Bewertungsrahmens (Anhangstabelle 1-5) in Anlehnung an den Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstrassen (BfG 2011). Die Zuordnung zu den Wertstufen erfolgt verbal-argumentativ.

**Anhangstabelle 1-5: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Fische und Rundmäuler**

Wertstufe	Definition der Wertstufe	Ausprägung der Leitparameter
5 sehr hoch	Der Bestand der Fische und Rundmäuler ist von sehr hoher Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Die Abundanz zeigt kaum Anzeichen anthropogener Störungen. Es kommen viele gefährdete bzw. geschützte Arten, auch in höherer Abundanz, vor.
4 hoch	Der Bestand der Fische und Rundmäuler ist von hoher Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz biotoptypischer Fischarten zeigt geringe Anzeichen für anthropogene Störungen. Es kommen viele gefährdete bzw. geschützte Arten vor, wobei viele davon nur in geringer Abundanz auftreten.
3 mittel	Der Bestand der Fische und Rundmäuler ist von mittlerer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht mäßig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz biotoptypischer Fischarten zeigt größere Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein mäßiger Teil der typspezifischen Arten selten ist. Gefährdete oder geschützte Arten kommen vor.
2 gering	Der Bestand der Fische und Rundmäuler ist von geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz biotoptypischer Fischarten zeigt deutliche Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein großer Teil der gefährdeten oder geschützten Arten fehlen oder kommen nur vereinzelt vor.
1 sehr gering	Der Bestand der Fische und Rundmäuler ist von sehr geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht sehr deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz biotoptypischer Fischarten zeigt sehr deutliche Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein großer Teil der typspezifischen Arten sehr selten ist oder fehlt. Gefährdete oder geschützte Arten fehlen.

### Bewertung des Bestandes Küstengewässer

Fische spielen im marinen Ökosystem eine zentrale Rolle und sind als Räuber und Beute gleichermaßen bedeutsam. Sie stellen ein Bindeglied zwischen Plankton und Bodenfauna dar und sind von großer Relevanz als Beute für Seevögel und Meeressäuger. Einige Arten werden zudem kommerziell befischt. Neben der Fischerei sind insbesondere Vorbelastungen durch Eutrophierung, Schadstoffe sowie die

Nutzung der Innenjade als Seeschiffahrtstrasse und der damit einhergehenden Unterhaltung zu verzeichnen. Die morphologische Überformung durch Landgewinnung, Uferbefestigung und der Bau von Hafenanlagen führte zu Habitatverlusten.

Die Bestandsbeschreibung zeigte, dass die Innenjade trotz der Vorbelastungen auch heutzutage noch eine artenreiche Fischfauna aufweist und ein Großteil der für das Wattenmeer gelisteten Arten auch in der Innenjade vorkam. Der Untersuchungsraum bietet unterschiedliche Habitats, die von tieferen sublitoralen Bereichen in Fahrwassernähe bis zum Eulitoral reichen und hierbei verschiedene Sedimente aufweisen. Im Untersuchungsraum selbst wurden methodisch bedingt zwar nur wenige Arten (12 Arten) durch die 1 m Rahmendredge erfasst, aber es ist davon auszugehen, dass ein Großteil der 54 für die Innenjade nachgewiesenen Arten auch den Untersuchungsraum temporär nutzt. Hierunter befinden sich auch Arten der Roten Liste und FFH-Arten (s. hierzu Anhangstabelle 1-3). Mit dem Verschwinden sublitoraler Seegrasswiesen im niedersächsischen Wattenmeer gehen allerdings auch Artverluste einher, welche von einer spezifischen Fischfauna (Seenadeln, Schlangennadeln, Seepferdchen) genutzt werden. Dem Aspekt Arteninventar wird daher die Wertstufe 4 (hoch) zugeordnet.

Monitoring-Programme zeigten, dass die Abundanz einiger Fischarten, insbesondere die Gilde der marin-juvenilen und der ästuarinen Arten, einen Rückgang der Abundanz aufwies. Eine Anzahl ehemals häufiger Arten ist somit derzeit in geringerer Anzahl vertreten, daher wird dieser Aspekt der Wertstufe 3-4 zugeordnet.

Die Innenjade und der Untersuchungsraum erfüllen für die Fischfauna unterschiedliche Funktionen als Laichgebiet, Aufwuchs- und Nahrungsraum sowie als Dauerlebensraum. Hierbei ist insbesondere der von Hartsubstraten geprägte Bereich (§ 30-Biotop, s. Anhangsabbildung 1-4) des Untersuchungsraumes zu nennen, der überdurchschnittliche Abundanz des Großen Scheibenbauchs und der Kleinen Seenadel aufwies. Diese Lebensräume sind in der Innenjade im Gegensatz zu den sandigen Weichböden selten. Wenngleich die ökologischen Funktionen im Vergleich zum Referenzzustand heute durch anthropogene Einflüsse (s.o.) eingeschränkt sind, erfüllt der Untersuchungsraum wichtige ökologische Funktionen (Laich-, Aufwuchs-, Nahrungsgebiet), dieser Aspekt wird daher der Wertstufe 4 zugeordnet.

Die Bewertung zeigt, dass der heutige Fischartenbestand qualitativ noch weitgehend mit der Referenzsituation übereinstimmt und auch die funktionale Bedeutung noch vorhanden ist; Unterschiede sind aber v.a. im Hinblick auf die Häufigkeit einiger ehemals lebensraumtypischer Arten vorhanden. Das Schutzgut Fischfauna wird im Untersuchungsraum deshalb insgesamt der **Wertstufe 4 (hoch)** zugeordnet. Bereiche mit besonderen Strukturen (§ 30-Biotop, s. Anhangsabbildung 1-4) erhalten aufgrund ihrer besonderen Bedeutung die **Wertstufe 5 (sehr hoch)**.

### **1.1.2 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 Tiere – Teil Fische und Rundmäuler ist festzustellen, dass das Untersuchungsgebiet weiterhin ausreichend bemessen ist und die Bestandsdarstellung weiterhin eine belastbare Prognosegrundlage darstellt. Insgesamt 24 Hols wurden im Vorhabenbereich in der Zufahrt durchgeführt, die den Großen Scheibenbauch und die Kleine Seenadel als die stetigsten Arten zeigten. Die

Abundanz dieser Arten war jedoch im Vergleich zum § 30-Biotop (KMFFk\*) gering. Daneben traten Seeszunge und Sandgrundel in der Zufahrt ebenfalls in geringer Abundanz auf.

### 1.1.3 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf Fische und Rundmäuler 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

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenswirkungen, beschrieben und entsprechend der in Anhang 1 des LBP beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

#### 1.1.3.1 Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen

Für den Regasifizierungsprozess sowie für weitere Prozesse auf der FSRU wird Seewasser aus der Jade entnommen und wieder zurückgeführt. Alle durch Seewasser durchströmten Leitungen und Prozesseinheiten sind insbesondere an ihren Wandungen dem Bewuchs durch Mikroorganismen und Algen ausgesetzt. Um einen reibungslosen und störungsarmen Prozess in den Wärmetauschern zu gewährleisten, wird angestrebt, das Wachstum von solchen Organismen („Biofouling“) möglichst zu unterbinden bzw. stark zu vermindern. Zu diesem Zweck soll das entnommene Seewasser mit einem Biozid behandelt werden. Geplant ist, dieses Biozid in einem „Marine Growth Prevention System“ (MGPS) durch In-situ-Elektrolyse von Meerwasser zu erzeugen. In der Elektrolyseanlage wird das im Seewasser enthaltene Natriumchlorid (NaCl) unter Zuführung von elektrischer Energie zu aktivem Chlor ( $\text{Cl}_2$ ) in Form von Natriumhypochlorid ( $\text{NaClO}$ ) umgewandelt, das eine stark oxidierende und damit biozide Wirkung hat und den Bewuchs verhindert (AquaEcology 2022). Das Hypochlorid wird kontinuierlich in einer Konzentration von maximal 0,5 mg/l (Anfangskonzentration) zugegeben. Durch Zerfall sowie chemische Reaktionen mit Mikroorganismen auf dem Weg durch die Seewasseranlagen reduziert sich die Konzentration auf 0,2 mg/l Biozid am Auslass zur Jade. Darüber hinaus werden auch Chlor- und Bromnebenprodukte in die Meeresumwelt emittiert. Die eingeleiteten Biozidmengen bildeten die Grundlage für die Ausbreitungsberechnung, die DHI-WASY (2022a) für die Verteilung des Chlorbiozids im Wasserkörper der Jade durchgeführt hat.

AquaEcology (2022) haben im Zusammenhang mit dem hier gegenständlichen Vorhaben einen Fachbeitrag „Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System“ erstellt. Für Details wird auf den Fachbeitrag verwiesen. Im Ergebnis ist Folgendes festzustellen:

Die aus den Elektrolytprozessen entstehenden Chlorverbindungen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit nahezu vollständig in Bromverbindungen überführt; ein Teil der durch Elektrolyse entstehenden Chlors bzw. Broms kann bereits in Gasform aus der Wassersäule entweichen. Ein Großteil (50-80 %) der im Seewasser entstehenden Brom-Verbindungen werden sofort umgewandelt. Die Anzahl der in der weiteren Umgebung der Elektrolyseanlage überhaupt messbaren Stoffe (Bromnebenprodukte) sind auf wenige Stoffe begrenzt (Bromoform, Dibromacetonitril, Bromdichlormethan/Dibromchlormethan, Dibromessigsäure, Dibromacetamid, 2,4,6-Tribromphenol). Bis auf Bromoform lagen die Konzentrationen bei einer worst-case-Betrachtung (0,2 mg/l  $\text{Cl}_2$  mit 150 % Aufschlag) der BNP bereits an den

Auslässen um 1-2 Größenordnungen unterhalb der NOEC und PNEC<sup>1</sup>. Das Bromoform überschreitet in der Anfangskonzentration (11,75 µg/l) den PNEC-Wert für empfindliche Muschelkiemen (1,3 µg/l) um fast das 10-fache, liegt aber deutlich unterhalb des NOEC-Wertes von 500 µg/l<sup>2</sup>. Wird zudem berücksichtigt, dass insbesondere Bromoform aus der Wassersäule ausgast (AQUAECOLOGY 2002), sind auch für den Nahbereich der FSRU (500 m-Radius) keine negativen Effekte für Fische anzunehmen.

Für eine weitere Betrachtung der Abbau- und Transportprozesse in der Wassersäule wurden das Bromoform, die Dibromessigsäure und das 2,4,6-Tribromphenol (TBP) stellvertretend für alle BNP betrachtet. Während Bromoform und Dibromessigsäure schnell in ungiftige Verbindungen zerfallen, ist die Abbaurate für TBP wesentlich länger und daher eine Anreicherung möglich. Es wurde als Szenario eine kontinuierliche Anfangsdosierung des Chlorbiozids in der FSRU-Anlage von 0,2 mg/l Cl<sub>2</sub> berücksichtigt. Die Szenarien für Bromoform, Dibromessigsäure und TBP basieren auf den zu erwartenden Anfangskonzentrationen dieser Stoffe auf Basis der zu erwartenden prozentualen Fraktion an der Gesamtheit der zu erwartenden Einzelverbindungen. Die Verteilungen der Konzentrationswerte für das Gesamtbiozid basierten auf den maximalen, tiefengemittelten Simulationsdaten über 12 Wochen (s. DHI-WASY 2022a). Alle prognostizierten Konzentrationswerte aus Verdünnungsberechnungen waren für die betrachteten Bromnebenprodukte (BNP) sowohl im Nah- als auch im Fernbereich sehr niedrig. Sie lagen selbst im Worst-Case-Fall, d.h. unter Annahme von maximalen Konzentrationen ohne Berücksichtigung von Abbau- oder Ausgasungsprozesse, mehrere Größenordnungen unterhalb der NOEC- und PNEC-Werte für verschiedene aquatische Organismen. An zwei Modellstationen (Nordhafen Wilhelmshaven, Jadebusen) wurde zudem über einen Zeitraum von 12 Wochen die Konzentrationsentwicklungen der BNP simuliert. Unter Einbeziehung von Abbau- und Sedimentationseffekten zeigte sich ein Bild von stabilen Konzentrationsverhältnissen, die mit Werten im unter Nano- bzw. ober Pico-Bereich unterhalb jeglicher ökotoxikologischer Schwellenwerte lagen.

Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften (geringere Abbaurate im wässrigen Milieu, Vergesellschaftung mit Partikeln und Sedimentation) wurde für TBP an zwei Modellstationen (s.o.) überprüft, ob es zu einer Anreicherung im Wasser oder im Sediment kommt. Das Ergebnis einer 12-Wochen-Simulation (worst-case) für die Wassersäule resultierte in einem Schwellenwert von 0,6 ng/l bzw. 0,25 ng/l mit Berücksichtigung von Abbau- und Sedimentationsraten. Für den Nahbereich (500 m-Radius) der FSRU ergaben sich maximal 40 ng/l (ohne Abbauprozesse). Nach AquaEcology (2022) ist TBP ein Stoffwechselprodukt von bestimmten bodenlebenden Organismen, welches auch in nicht anthropogen beeinflussten Meeresgebieten natürlicherweise vorkommt (0,8 bis 20 ng/l). Der schwebstoffassoziierte Transport und die räumliche Ablagerung am Meeresboden sowie die Anreicherung wurden für TBP ebenfalls modelliert (DHI-WASY 2022a). Die Maximalwerte im Nahbereich der FSRU lagen bei 1,25 ng/l. Die berechneten möglichen Sedimentgehalte lagen bis zu 6 Größenordnungen unterhalb der Werte aus unbelastetem marinem Sediment und zwischen 3 und 6 Größenordnungen unter den PNEC-Werten für das Sediment. Die Ausführungen verdeutlichen, dass selbst im worst-case keine Konzentrationen von TBP in der Wassersäule bzw. im Sediment zu erwarten sind, aus denen sich negative (toxische) Effekte auf die Fischfauna ableiten lassen.

Abschließend wird festgestellt, dass die Simulation der aus der Elektrolyse erfolgenden Freisetzung von Chlorbioziden und die daraus resultierenden Konzentrationen von Bromnebenprodukten sowohl im Nahbereich der FSRU-Anlage als auch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens keine

<sup>1</sup> Hinweis aus AQUAECOLOGY (2022): NOEC ("No Observed Effect Concentration" – „Kein-Effekt-Konzentration“ aus Tests) für Muschelkiemen bzw. Daphnien sowie die PNEC („Predicted No Effect Concentration“ – abgeleitete Konzentrationen, unterhalb derer keinerlei Effekt auf bestimmte Organismen/ Funktionen mehr erwartet werden kann

<sup>2</sup> Hinweis aus AQUAECOLOGY (2022): Es ist zu berücksichtigen, dass die PNEC-Werte abgeleitete Werte darstellen, die aus NOEC-Werten mit sogenannten Assessment-Faktoren berechnet werden. Für die PNEC-Werte gibt es keine konkreten Überprüfungen in Form von Messungen oder Laborsimulationen. Daher führt eine Überschreitung eines solchen Schwellenwertes nicht notwendigerweise zu einem Effekt auf den betroffenen Organismus.

messbaren Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen erwarten lassen (AquaEcology 2022).

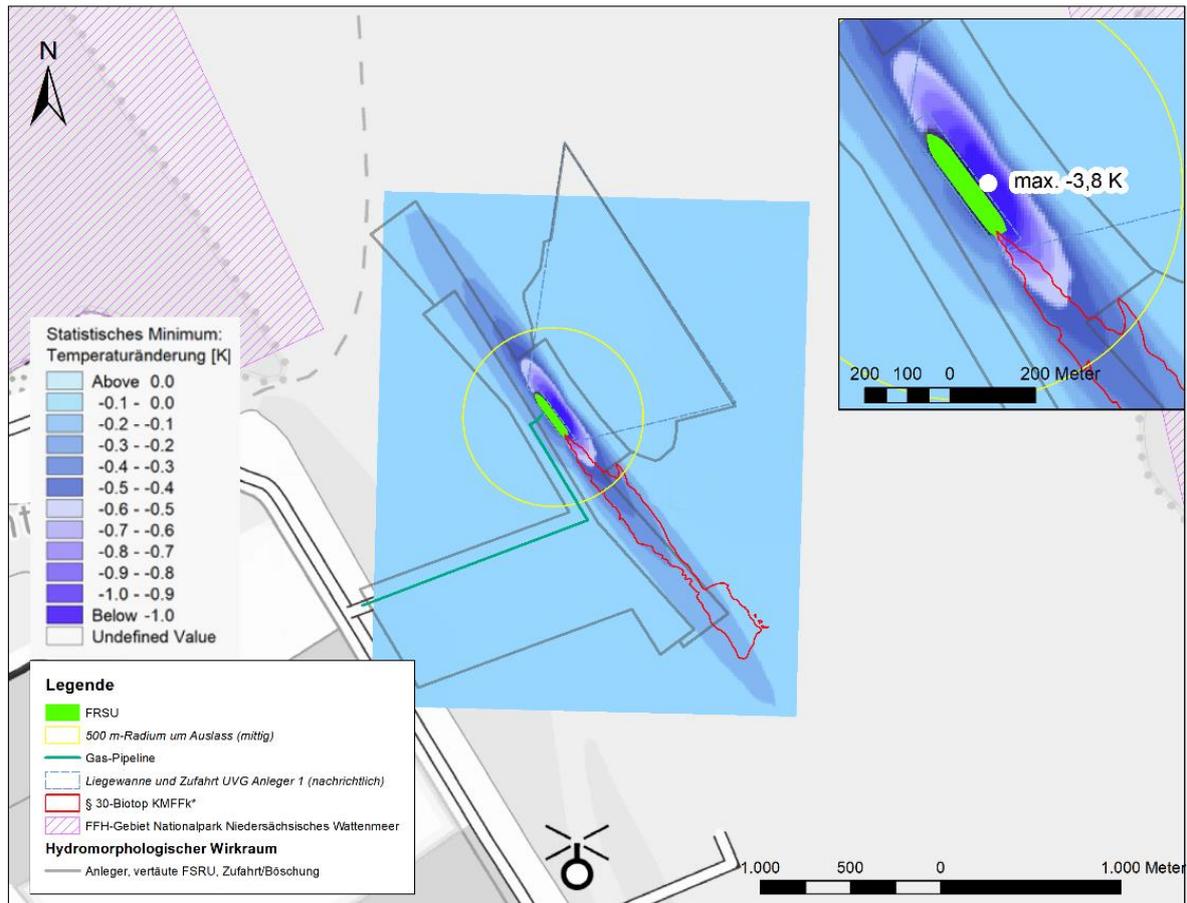
Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Fische und Rundmäuler durch den betriebsbedingten Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen langfristig, lokal bis mittlräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Diese Auswirkungen sind insgesamt daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.1.3.2 Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

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 m<sup>3</sup>/d) um 7°C abgekühlt, das Wasser für die Frischwassererzeugung (2.112 m<sup>3</sup>/d) um 8°C erwärmt eingeleitet. Im geschlossenen Kreislauf wird das Wasser aus dem Kühlwassersystem der Hauptmotoren (29.280 m<sup>3</sup>/d) um 15°C und das aus dem Kühlwassersystem der Hilfsmotoren (45.840 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/d).

Als Basis für die Auswirkungsprognose dient das von DHI-WASY (2022b) aufgesetzte hydronumerische Modell zur Temperaturlausbreitung. Da die dort für das worst case-Szenario getroffenen Annahmen auf höheren Einleitmengen (558.000 m<sup>3</sup>/Tag abgekühltes, 141.000 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/h kühlem Betriebswasser aus der Regasifizierung der FSRU mit  $\Delta T$  -7°K und Szenario 2 auf die Einleitung erwärmten Wassers aus zwei Auslässen der FSRU (1.300 m<sup>3</sup>/h mit  $\Delta T$  +15°K, 2.000 m<sup>3</sup>/h mit  $\Delta T$  5°K) und einem Auslass des LNG-Tankers (30 h a 2.500 m<sup>3</sup>/h mit  $\Delta T$  10°K). Betrachtet werden vier charakteristische Tidezeitpunkte (max. Flutstrom, Tidehochwasser, max. Ebbstrom, Tideniedrigwasser).

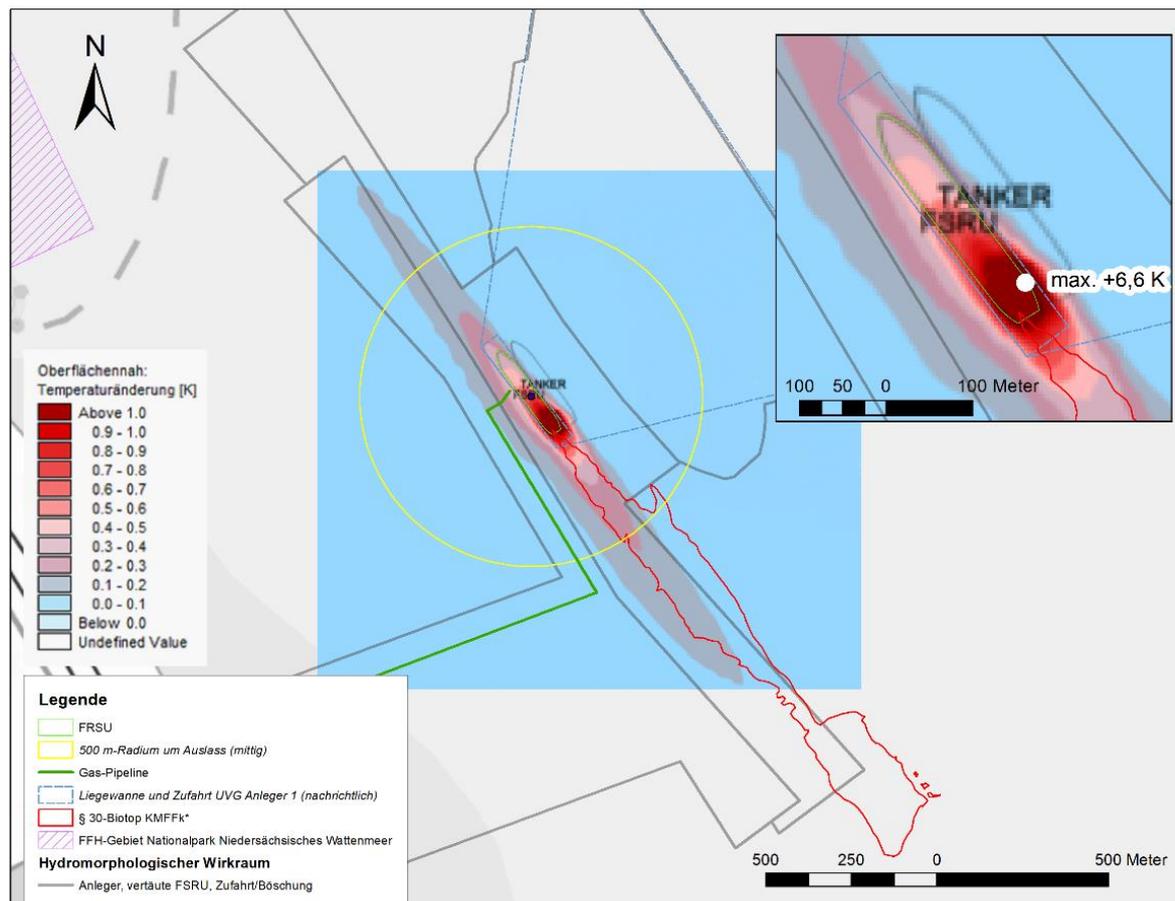
Im Szenario 1 sinkt das kühle Wasser zu Boden und führt dort zu den größten Temperaturunterschieden. Nahe des Einleitpunktes beträgt nach DHI-WASY (2022b) die maximale Abkühlung, die innerhalb eines dreiwöchigen Simulationszeitraumes sohnah auftrat -3,8 K (s. Anhangsabbildung 1-2). Die Kühlfahne mit 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 graphisch 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 (2022b) kaum abbildbar und bewegen sich zudem im Bereich der Modelltoleranz. Grundsätzlich sind die größten Temperaturunterschiede zum Tidezeitpunkt des Niedrigwassers zu beobachten.



**Anhangsabbildung 1-2: Modellierte maximale Temperaturabsenkung im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers**

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

Im 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 (Anhangsabbildung 1-3). Die sohlnahe 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.



### Anhangsabbildung 1-3: Modellierte maximale Temperaturerhöhungen im Umfeld der FSRU und des LNG-Tankers

Erläuterung:

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

Die Fischfauna der Küstengewässer besteht sowohl aus Arten, die wärmeres Wasser bevorzugen als auch aus Arten, die kälteres Wasser bevorzugen. Bedingt durch den Klimawandel haben eine Reihe von wärmeliebenden (lusitanische) Arten in der Nordsee deutlich zugenommen (z.B. Meerbarbe, Meeräsche, Streifenbarbe, Wolfsbarsch, Sardine, Sardelle, Bastardmakrele). Kälteliebende (boreale) Arten (z.B. Schellfisch, Kabeljau, Wittling, Aalmutter) sind dagegen zurückgegangen, da sie abwandern, sobald die Temperaturen zu hoch sind. Die Modellierungen der Temperaturveränderung zeigten, dass potenzielle Effekte der Einleitung des kalten bzw. warmen Wassers außerhalb eines Bereiches von 2.000 m in Längsausrichtung (kühles Wasser) und 900 m (warmes Wasser) zu vernachlässigen sind (max.  $\Delta T < 0,1$  K). Großräumig wirkende Effekte auf die Fischfauna sind somit auszuschließen.

Die Einleitung gekühlten Wassers während des Regasifizierungsprozesses entfaltet mögliche Effekte nur sohnah und betrifft somit in erster Linie demersale Fischarten wie Steinpicker, Seeskorpion, Großer Scheibenbauch. Da adulte Fische Temperaturveränderungen wahrnehmen, werden sie den betroffenen Bereich verlassen, sofern die Veränderungen signifikant sind. Einige Fischarten wie z.B. der Große Scheibenbauch befestigen ihren Laich an Hartsubstraten am Boden, sodass plötzliche Temperaturschwankungen einen negativen Einfluss auf die Entwicklung des Laichs haben können. Die Einleitung ist temporär (max. 30 h alle drei Tage) und größere Veränderungen der sohnahen Temperatur (max. -3,8 K) sind lokal und entfalten ihr Maximum nur innerhalb eines kleinen Tidefensters zu Niedrigwasser. Die gemittelten Temperaturveränderungen liegen mit ca. -1 K (Liegewanne) unterhalb bzw. innerhalb

eines Schwankungsbereiches, der natürlicherweise in der Jade gemessen wird. Nach Brockmann Consult (2014) schwanken die Temperaturen in der Jade jahreszeitlich mit  $\Delta T \approx 17$  K, im Tag-Nacht-Wechsel mit  $\Delta T \approx 2$  K und tidal mit  $\Delta T \approx 0,5$  K. Mögliche negative Effekte auf Laichprodukte sind daher allenfalls lokal begrenzt und werden keinen Einfluss auf den Bestand demersaler Fische haben.

Bezüglich des Eintrags von Wärme liegt für die Küstengewässer ein Bericht zur Erfassung und Bewertung von Wärmeeintrag von Brockmann Consult (2014) vor. Hierin befinden sich Vorschläge für Grenzwerte für die niedersächsischen Küstengewässer, welche die absolute maximale Temperatur bewerten und die erlaubte relative Temperaturveränderung. Die Werte sind in Anhangstabelle 1-6 gelistet und beziehen sich auf den Rand der Mischungszone, die üblicherweise pragmatisch als Kreis mit einem Radius von 500 m um die Einleitstelle verstanden wird. Insgesamt befindet sich die modellierte Temperaturdifferenz des erwärmten Wassers am Rand des 500 m-Radius, auch bei Betrachtung des worst case (Maximalwerte), innerhalb der von Brockmann Consult (2014) definierten Grenzwerte.

**Anhangstabelle 1-6: Vorschlag für Grenzwerte der maximalen absoluten Wassertemperatur am Rand der Mischungszone**

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

Erläuterung:

Werte aus Brockmann Consult (2014), Einleitung erwärmten Wassers

Die in Brockmann Consult (2014) vorgeschlagenen absoluten und relativen Grenzwerte wurden im Hinblick auf die biologischen Qualitätskomponenten (z.B. Makrozoobenthos und Fische) entwickelt, sodass sich bei Einhaltung keine negativen Effekte auf den Wasserkörper ableiten lassen. Kleinräumig kann es temporär zu Verhaltensänderungen (Abwanderung) der pelagischen Fischfauna kommen, sofern die Veränderungen signifikant sind. Weniger mobile Lebensstadien wie Eier und Larven werden wahrscheinlich relativ schnell mit den Strömungen aus den erwärmten Bereichen herausgetragen.

Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Fische und Rundmäuler durch den betriebsbedingten Eintrag von temperaturverändertem Wasser dauerhaft, mittelräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Diese Auswirkungen sind daher insgesamt als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.1.3.3 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Tiere – Teil Fische und Rundmäuler ist in Anhangstabelle 1-7 dargestellt.

**Anhangstabelle 1-7: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Fische und Rundmäuler**

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenwirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zustand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Auswirkung, Räumliche Ausdehnung	Erheblichkeit
<b>FSRU</b>				
Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen auf die Fischfauna	Prognose: WS 4-5 Ist: WS 4-5 Veränderungsgrad: 0	langfristig, lokal bis mittelräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft
Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser	Auswirkungen auf Fische durch die Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen	Prognose: WS 4-5 Ist: WS 4-5 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittelräumig	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

## 1.2 Makrozoobenthos

### 1.2.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt

#### 1.2.1.1 Art und Umfang der Untersuchung

##### Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (seeseitig) für das Schutzgut Makrozoobenthos umfasst sämtliche seeseitigen Wasserflächen im Umkreis von 5,5 km um das Vorhaben. Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes basiert im Wesentlichen auf den Modellergebnissen und Abschätzungen zur Ausbreitung von Einleitungsstoffen, Trübungsfahnen, Temperaturveränderungen etc. Das Untersuchungsgebiet schließt die Bereiche von Hooksiel sowie die Flachwasserbereiche bis zum Übergang Hohe Weg-Watt mit ein. Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für das Schutzgut Makrozoobenthos zeigt Anhangsabbildung 1-1.

##### Datengrundlagen

Die Beschreibung des Makrozoobenthos basiert auf vorhabenspezifischen Erfassungsdaten und Literaturdaten. Die Jade weist aufgrund der räumlichen Unterschiede der Abiotik auch eine Vielzahl an Lebensräumen und Makrozoobenthos-Assoziationen auf. So lassen sich die Befunde für den geschützten Jadebusen nicht mit den Bereichen der dynamischen Innen- und Außenjade vergleichen. Der Fokus der Bestandsbeschreibung liegt daher auf dem Bereich der Innenjade, in der das geplante Vorhaben verortet ist. Die Bestandsbeschreibung richtet sich an die In- und Epifauna unter Berücksichtigung geschützter Biotope (z.B. Muschelbänke (*Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*/*Magallana gigas*), Sandkorallenriffe (*Sabellaria spinulosa*), Seemooswiesen (*Sertularia cupressinal*/*Hydrallmania falcata*).

Von Grotjahn (2006) und Grotjahn & Jaklin (2007) erfolgte eine umfassende Zusammenstellung von Daten zum Makrozoobenthos aus dem Zeitraum 1984-2005 für den Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“. Die dort publizierten Gesamtartenzahlen sowie Verteilungen der Habitate können als Referenz für den Wasserkörper (Jadebusen bis Mellum) dienen. Informationen über das Makrozoobenthos der Innenjade liegen aus den sublitoralen Bereichen durch ältere Untersuchungen zur In- und Epifauna vor (z.B. Dörjes et al. 1969, Eichelbaum 1913, Grotjahn 1996). Von der Forschungsstelle Küste (jetzt NLWKN) wurde das Eulitoral des niedersächsischen Wattenmeeres flächendeckend anhand von Lebensspuren kartiert (z.B. Meyer & Michaelis 1979, Müller 1956, 1963b, c), um die dominanten Lebensgemeinschaften und die Sedimente zu erfassen.

Zum Bau des JadeWeserPorts wurden im Frühjahr, Sommer und Herbst 2002 umfangreiche Erhebungen der In- und Epifauna (Sub- und Eulitoral) in der Innenjade vom Neuen Vorhafen im Süden bis zur Einmündung des Hooksielers Binnentiefs im Norden durchgeführt (BioConsult 2003, 2004). In BioConsult (2007) sind die historischen Erhebungen zum Makrozoobenthos der Jade (s.o.) rezenten Untersuchungen aus Monitoring-Programmen (HABAK, Ästuarmonitoring BfG, Untersuchungen zum JadeWeser-Port) vergleichend gegenübergestellt. Das Monitoring zur WRRL wird jährlich an einer eulitoral und einer sublitoralen Station im Jadebusen sowie an jeweils einer sublitoralen Station der Innen- und Außenjade durchgeführt. Anhand dieser Daten wird der ökologische Zustand des Makrozoobenthos nach WRRL im Wasserkörper mit dem MAMBI-Verfahren bewertet. Weitere Untersuchungsergebnisse liegen aus Bestandserhebungen bei Hooksiel (Sub- und Eulitoral) vor (BioConsult 2012).

Im Untersuchungsgebiet selbst wurde im Frühjahr 2012 und 2013 zwischen Hooksiel und Voslapper Groden das Benthos im Sublitoral (2012) und Eulitoral (2013) erfasst und eine Habitatkartierung im Eulitoral durchgeführt (BioConsult 2013). Aktuelle Untersuchungen im Sublitoral des Untersuchungsgebietes wurden vorhabenspezifisch durchgeführt. Im Rahmen von drei Beprobungen (Mai und Oktober 2019, Mai 2020) wurde die In- und Epifauna an insgesamt 78 Stationen (202 Greifer) untersucht. Die Ergebnisse sind im Detail den Fachberichten zu entnehmen (BioConsult 2019, 2020a, b).

Die im Rahmen der „Trilateral Monitoring and Assessment Programme“ (TMAP) erhobenen Daten zum Vorkommen von eulitoralen Muschelbänken (*Mytilus edulis*, *Magallona gigas*) werden von der Nationalparkverwaltung anhand von Luftbildaufnahmen und Begehungen erfasst. Die Daten stehen digital für die Jahre 1999 - 2016 in der NUMIS-Datenbank zur Verfügung.

### **Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken**

Für den Großraum Innenjade liegen überwiegend ältere Untersuchungen vor, die aber eine grundsätzliche Charakterisierung der prägenden Benthoszönosen erlauben. Die aktuellen Bestandserhebungen im Sublitoral (Mai und Oktober 2019, Mai 2020) sind umfassend und ausreichend, um den Bestand bewerten zu können. Für die eulitoralen Bereiche wird auf die Erfassungen von BioConsult (2004) und BioConsult (2013) zurückgegriffen. Diese Daten spiegeln die Situation vor und nach dem Bau des JadeWeserPorts wider, sodass die Untersuchung 2012 bereits morphologische/sedimentologische Veränderungen durch den Bau 2008-2011 integriert. Veränderungen im Eulitoral können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Das Makrozoobenthos, das temporär die Wassersäule als Lebensraum nutzt (sog. Hyperbenthos) wurde ausschnittsweise durch die vorhabenspezifische Erfassung der Fischfauna mittels Bongonetz an zwei Terminen im Mai 2019 mit aufgenommen. Weitere Datenreihen für die Innenjade standen durch das Monitoring des Uniper Kraftwerks Wilhelmshaven (ehemals E.ON Kraftwerk Wilhelmshaven) zur Verfügung. Hier wurde neben der Fischfauna auch eingeschränkt das mobile, große Makrozoobenthos, das durch die Seewasserentnahme eingesaugt worden ist, erfasst. Das Kraftwerk liegt ebenfalls in der Innenjade, ca. 1 km südlich des Engie-Kraftwerkes bzw. ca. 2 km südlich des Jade WeserPorts. Exemplarisch werden die Ergebnisse der Jahre 2015 und 2016 aus Dänhardt (2015, 2016) dargestellt.

Die Datenbasis seeseitig ist insgesamt als gut zu bewerten und sowohl für die Beschreibung und Bewertung des Bestandes als auch für die Prognose der vorhabenbedingten Auswirkungen geeignet. Kenntnislücken bestehen lediglich für das Hyperbenthos, da dieses sowohl durch die Bongonetzfänge als auch durch das Kraftwerk-Monitoring nur ausschnittsweise erfasst wurde. Dies betreffen die die Beurteilung der Auswirkungen der Seewasserentnahme.

#### **1.2.1.2 Beschreibung des Bestandes Küstengewässer**

Die Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft wird in hohem Maße durch die abiotischen Umweltbedingungen geprägt. Neben der Salinität sind dies Hydrographie (Tide/Überflutungsdauer, Strömung und Seegang) sowie Morphologie/Topographie und Sedimentzusammensetzung (Ysebaert et al. 2004, Hall et al. 1994). Da diese Parameter auch zur Abgrenzung bzw. Charakterisierung der Biotoptypen (s. Anlage 2 des LBP) verwendet werden, wird die Makrozoobenthos-Gemeinschaft im Folgenden zusammenfassend für die wichtigsten im Betrachtungsraum vorkommenden sub- und eulitoralen Biotoptypen beschrieben. Hierbei liegt der Fokus auf der Darstellung der Innenjade inkl. dem Untersuchungsgebiet.

Grundsätzlich tritt die Artenvielfalt des Wattenmeeres gegenüber der offenen Nordsee zurück (Beukema 1976, Wolff 1981), da die fluktuierenden Umweltbedingungen insbesondere in den eulitoralen

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/m<sup>2</sup> erreicht (Piersma et al. 1993; AFTG: aschefreies Trockengewicht). Von dieser Biomasse ernähren sich eine Vielzahl von Fischen und Vögeln, die das Wattenmeer zeitweise als Kinderstube, Überwinterungsplatz oder während des Durchzuges nutzen. Die Makrofauna des Wattenmeeres stellt eine verarmte Form der *Macoma balthica*-Lebensgemeinschaft dar, die sich je nach abiotischen Bedingungen in unterschiedliche Assoziationen/Variationen unterteilen lässt (z. B. Linke 1939, Müller 1963a, Michaelis 1987). Grotjahn & Jaklin (2007) haben für den gesamten Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ (Jadebusen und Innenjade (Schillighörn-Mellum)) insgesamt 260 Taxa des Makrozoobenthos erfasst, so dass dieser insgesamt als sehr artenreich zu charakterisieren ist. Von den 260 Taxa gehörten 30 der Roten Liste nach Rachor et al. (1995) an. Eine Übertragung auf die neue Rote Liste von Rachor et al. (2013) ist nicht möglich, da die Gesamtartenliste von Grotjahn & Jaklin (2007) nicht vorlag.

### Sublitoral – Großraum Innenjade

Die Besiedlung des Sublitorals der Innenjade unterscheidet sich v.a. in Abhängigkeit der hydromorphologischen Verhältnisse und dem Korngrößenspektrum der Sedimente (BioConsult 2007, Dörjes et al. 1969, Gutperlet et al. 2015, Steuer & 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*-Siedlung<sup>3</sup> 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).

Nach den von Grotjahn (2006) ausgewerteten Daten, sind im flacheren Wasser vagile Polychaeten und Crustaceen besonders häufig. Aber auch sessile Polychaeten wie *Pygospio elegans* und *Lanice conchilega* sind häufiger und letztere Art in z.T. hohen Dichten vertreten (Dichte Bestände des Bäumchenröhrenwurms *Lanice conchilega*, vgl. auch Witt 2004). Die Flachwasserbereiche haben für das Makrozoobenthos eine etwas größere Bedeutung als die tieferen Bereiche, da sie v.a. im Gegensatz zu den Rinnen geringere Strömungsgeschwindigkeiten und oft eine höhere Lagestabilität der Sedimente aufweisen. Die Abundanz sind nach Grotjahn (2006) höher als in den tieferen Bereichen. Eine funktionelle Bedeutung wird insbesondere für die sublitoralen Seitenbereiche entlang der stark genutzten Fahrrinne der Jade in der Korridor-/Ausweichfunktion für wandernde Arten des Benthos gesehen. Im tieferen küstennahen Wasser (>5 m) dominieren nach Grotjahn (2006) vagile Anneliden und Arthropoden mit durchschnittlich geringen Besiedlungsdichten die großräumig vielfältige Makrofauna. Hier liegen auch die durch Baggerungen und Schiffsverkehr vorbelastete Fahrrinne und die Klappstellen der Jade. In diesen vorbelasteten Bereichen sind Besiedlungsdichten und Artenzahlen gegenüber den Seitenbereichen meist reduziert.

Das Sublitoral der Jade wird in verschiedenen Veröffentlichungen aufgrund der vergleichsweise hohen Vorkommen von Hartsubstraten wie Schill, Kies, Steinen aber auch Torf und Klei als Besonderheit hervorgehoben. Diese Substrate konnten auch bei der umfangreichen Voruntersuchung zum JadeWeserPort in der Fahrrinne der Innenjade nachgewiesen werden (BioConsult 2003) sowie im Flachwasser bei

<sup>3</sup> *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

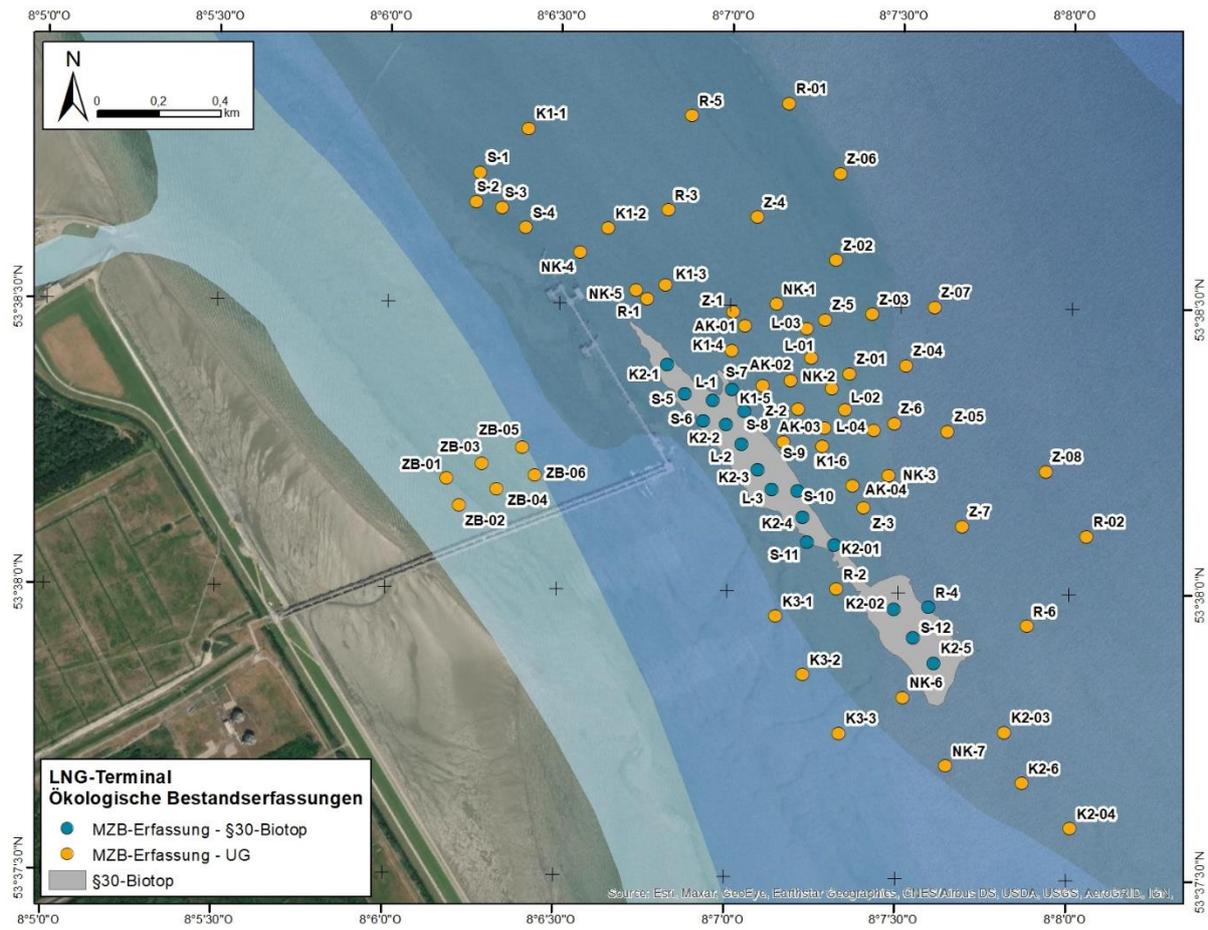
Hooksiel (BioConsult 2012). Beide Untersuchungen postulieren eine deutliche Zunahme der Artenvielfalt in hartsubstrat-geprägten Bereichen.

Nach Ausführungen in BioConsult (2007) wurden für die östliche Innenjade im Vergleich zum historischen Zustand (1950er bis 1960er Jahre) Veränderungen im Artenspektrum festgestellt: So war 2002 (Daten zum JadeWeserPort) im Sublitoral eine Zunahme der Annelida und Crustacea zu verzeichnen, während die o.g. Charakterarten der drei Benthos-Variationen in ihrer Verteilung und Abundanz von untergeordneter Bedeutung waren. Zudem wurden aktuell mehr Neozoa festgestellt sowie grundsätzlich eine größere Artenvielfalt, die z.T. methodisch bedingt erklärt wurde, aber andererseits auch Veränderungen des Systems angenommen wurden (BioConsult 2007). Größere Verluste sind hinsichtlich der Vielfalt zoobenthischer Biotope festzustellen (*Sabellaria*-Riffe, Seemoos-Wiesen, Austernbänke, s.u. Biotope).

### **Sublitoral – Untersuchungsgebiet**

Vorhabensspezifische Untersuchungen des Makrozoobenthos (In- und Epifauna) wurden im Mai und Oktober 2019 sowie im Mai 2020 an insgesamt 78 Greiferstationen (0,1 m<sup>2</sup> van Veen) mit 202 Greifern (2-3 Parallelen pro Station) und 24 Dredgehols durchgeführt (BioConsult 2020a). Die drei Kampagnen fanden mit unterschiedlichem Fokus statt und dienten neben der allgemeinen Bestandserfassung auch zur Identifizierung des § 30-Biototyps „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“, welches, abgestimmt mit den Behörden (NLWKN), als Teil des Untersuchungsgebietes vorliegt (Details sind BioConsult 2019, 2020a, b, c zu entnehmen). Die Lage und Kennung der 78 Greifer-Stationen sind in Anhangsabbildung 1-4 dargestellt, wobei Stationen im Bereich des § 30-Biotops (Kürzel § 30) und Stationen außerhalb des § 30-Biotops (Kürzel UG) farblich getrennt dargestellt sind.

An den Greifer-Stationen L-1 und L-3 (Anhangsabbildung 1-4) fanden im Mai 2019 Beprobungen mit dem Bongonetz statt. Diese sollten hauptsächlich der Erfassung von Jungstadien der Fische (Eier und Juvenile) dienen, das Vorkommen des Makrozoobenthos wurde aber ebenfalls mit aufgenommen. Die Bongonetzfänge (0,5 m Durchmesser; 2,5 m Netzkörperlänge; Maschenweite 500 µm) betrug jeweils 5 Minuten. Es wurde an beiden Untersuchungstagen und an beiden Stationen jeweils während der Ebbphase und der Flutphase an der Oberfläche und bodennah untersucht. Für jede Tidephase wurden zwei parallele Beprobungen durchgeführt (N = 16 Proben).



**Anhangsabbildung 1-4: Lage und Kennung der 78 Stationen für die Erfassung der benthischen wirbellosen Fauna mittels van Veen-Greifer in den Kampagnen 2019 und 2020.**

Erläuterung:

Bereiche: UG = Untersuchungsgebiet ohne Teilbereich § 30 BNatSchG-Biotop (gelbe Punkte), § 30 BNatSchG-Biotop: Teil des Untersuchungsgebietes (graue Fläche und blaue Punkte)



Vorhabengebiet eine Reihe von Arten vor. Amphipoden (Flohkrebse) wie *Pariambus typicus*, *Stenothoe marina* gehören dazu. Den Asselspinnen (Pycnogonida) und Nudibranchia (*Facelina auriculata*) dienen die Polypen der Hydrozoa als Nahrung und die Stöcke als Ort der Eiablage (Nudibranchia). Kleinere Polychaeten (Myrianidae) sowie viele Bryozoa und Hydrozoa besiedelten ebenfalls die genannten Hydrozoaarten. Die dekapoden Krebse *Pisidia longicornis* und *Hemigrapsus takanoi* nutzen Steine etc. als Verstecke; sie werden selten in reinen Sandsubstraten angetroffen. Die mit 1-2 cm relativ große Asselspinne *Pycnogonum litorale* hat ihre Cheliceren und Palpen vollständig zurückgebildet und dafür einen Rüssel entwickelt, um Anthozoa anzustechen und zu saugen. Entsprechend des lokalen Vorkommens an Hartsubstraten (Kies, Steine, Schill und z.T. Torf), wurden insgesamt 59 von 119 Arten als an Hartsubstrat (obligat oder assoziiert) gebundene epibenthische Arten eingestuft; dies entspricht einem Anteil von rd. 50 %.

**Anhangstabelle 1-8: Taxa-/Artenliste der im Mai und Oktober 2019 sowie im Mai 2020 beprobten 78 Greifer-Stationen unter Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz (Ind./m<sup>2</sup>) und mittleren Biomasse (Frischgewicht g/m<sup>2</sup>)**

Großtaxon/Familie	Großtaxon/ Taxon/Art	Epi- fauna	RL	Gesamt (78 Stationen)		
				S (%)	Ind./m <sup>2</sup>	FG g/m <sup>2</sup>
<b>Porifera</b>	<b>Porifera</b>					
Clionidae	<i>Cliona</i> spp.	x		1	X	n.b.
<b>Hydrozoa</b>	<b>Hydrozoa</b>					
Bougainvilliidae	<i>Bimeria vestita</i>	x		1	X	n.b.
Bougainvilliidae	<i>Bougainvillia</i> spp.	x		3	X	n.b.
Bougainvilliidae	Bougainvilliidae indet.	x		3	X	n.b.
Corynidae	<i>Sarsia tubulosa</i>	x		3	X	0,0015
Eudendriidae	<i>Eudendrium</i> spp.	x		3	X	n.b.
Hydractiniidae	<i>Hydractinia echinata</i>	x		3	X	n.b.
Pandeidae	Pandeidae indet.	x		1	X	n.b.
Tubulariidae	<i>Ectopleura larynx</i>	x		10	X	0,0762
Tubulariidae	<i>Ectopleura</i> spp.	x		3	X	n.b.
Tubulariidae	<i>Tubularia indivisa</i>	x		23	X	0,2719
Tubulariidae	Tubulariidae indet.	x		33	X	0,0674
	Anthoathecata indet.	x		6	X	n.b.
Aequoreidae	<i>Aequorea</i> spp.	x		3	X	n.b.
Campanulariidae	Campanulariidae indet.	x		3	X	n.b.
Campanulariidae	<i>Clytia hemisphaerica</i>	x		23	X	n.b.
Campanulariidae	<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	x		5	X	0,0307
Campanulariidae	<i>Laomedea angulata</i>	x		1	X	n.b.
Campanulariidae	<i>Obelia bidentata</i>	x		29	X	0,0599
Campanulariidae	<i>Obelia dichotoma</i>	x		9	X	0,0006
Campanulariidae	<i>Obelia</i> spp.	x		46	X	0,0129
Sertulariidae	<i>Sertularia cupressina</i>	x	G	38	X	1,7784
	Leptotheccata indet.	x		1	X	n.b.
<b>Anthozoa</b>	<b>Anthozoa</b>					
Actiniidae	<i>Urticina felina</i>	x	G	1	0,1	1,7949
	Actiniaria indet.	x		36	64,6	17,7625

Großtaxon/Familie	Großtaxon/ Taxon/Art	Epi- fauna	RL	Gesamt (78 Stationen)		
				S (%)	Ind./m <sup>2</sup>	FG g/m <sup>2</sup>
<b>Bryozoa</b>	<b>Bryozoa</b>					
Cribrilinidae	<i>Cribrilina punctata</i>	x		1	X	
Electridae	<i>Aspidelectra melolontha</i>	x		1	X	
Electridae	<i>Conopeum reticulum</i>	x		33	X	
Electridae	<i>Electra monostachys</i>	x	R	9	X	
Electridae	<i>Electra pilosa</i>	x		45	X	
Scrupariidae	<i>Scruparia ambigua</i>	x		1	X	
Alcyonidiidae	Alcyonidiidae indet.	x		8	X	
Alcyonidiidae	<i>Alcyonidium condylocinereum/Alcyonioides mytili</i>	x		3	X	
Alcyonidiidae	<i>Alcyonidium hydrocoalitum</i>	x		3	X	
Alcyonidiidae	<i>Alcyonidium parasiticum</i>	x	G	21	X	
Arachnidiidae	<i>Arachnidium fibrosum</i>	x		8	X	
Farrellidae	<i>Farrella repens</i>	x		18	X	
Hypophorellidae	<i>Hypophorella expansa</i>	x		3	X	
Nolellidae	<i>Anguinella palmata</i>	x		28	X	
<b>Nemertea</b>	<b>Nemertea</b>					
	Nemertea indet.			10	1,1	0,0263
<b>Oligochaeta</b>	<b>Oligochaeta</b>					
Naididae	<i>Tubificoides benedii</i>			13	7,1	0,0079
	Oligochaeta indet.			6	0,4	0,0002
<b>Polychaeta</b>	<b>Polychaeta</b>					
Glyceridae	<i>Glycera alba</i>			5	0,3	0,0178
Goniadidae	<i>Goniadella bobrezkii</i>			3	0,1	0,0004
Nephtyidae	<i>Nephtys caeca</i>			36	4,1	0,1923
Nephtyidae	<i>Nephtys cirrosa</i>			36	2,8	0,1540
Nephtyidae	<i>Nephtys hombergii</i>			46	4,3	0,4225
Nephtyidae	<i>Nephtys longosetosa</i>			6	0,6	0,0440
Nephtyidae	<i>Nephtys spp.</i>			32	2,1	0,0128
Nereididae	<i>Alitta succinea</i>			1	0,1	0,0022
Nereididae	<i>Alitta virens</i>			1	0,1	0,0279
Nereididae	<i>Eunereis longissima</i>			13	1,9	0,0814
Nereididae	<i>Hediste diversicolor</i>			1	0,1	0,0358
Nereididae	Nereididae indet.			4	0,3	0,0007
Pholoidae	<i>Pholoe baltica</i>			1	0,1	0,0001
Phyllodocidae	<i>Eteone longa</i>			5	0,2	0,0007
Phyllodocidae	<i>Phyllodoce mucosa</i>			4	0,1	0,0012
Polynoidae	<i>Gattyana cirrhosa</i>			1	0,1	0,0221
Polynoidae	<i>Malmgrenia arenicolae</i>			1	0,1	0,0001
Syllidae	<i>Myrianida prolifera</i>	x		1	0,1	0,0000
Syllidae	<i>Myrianida sanmartini</i>	x		4	0,4	0,0002
Syllidae	<i>Myrianida spp.</i>	x		1	0,1	0,0000
Spionidae	<i>Aonides paucibranchiata</i>			1	0,1	0,0000

Großtaxon/Familie	Großtaxon/ Taxon/Art	Epi- fauna	RL	Gesamt (78 Stationen)		
				S (%)	Ind./m <sup>2</sup>	FG g/m <sup>2</sup>
Spionidae	<i>Pygospio elegans</i>			19	5,4	0,0036
Spionidae	<i>Scolelepis (Scolelepis) foliosa</i>			3	0,1	0,0306
Spionidae	<i>Scolelepis</i> spp.			1	0,1	0,0000
Spionidae	<i>Spio gonioccephala</i>			1	0,1	0,0002
Spionidae	<i>Spio martinensis</i>			18	1,5	0,0026
Spionidae	<i>Spiophanes bombyx</i>			6	0,3	0,0007
Ampharetidae	Ampharetidae indet.			1	0,1	0,0001
Cirratulidae	<i>Chaetozone setosa</i> agg.			1	0,1	0,0002
Cirratulidae	<i>Tharyx killariensis</i>			3	0,1	0,0002
Pectinariidae	<i>Lagis koreni</i>			5	0,3	0,0681
Terebellidae	<i>Lanice conchilega</i>			4	0,2	0,0358
Terebellidae	<i>Neoamphitrite figulus</i>			1	0,1	0,1526
Capitellidae	<i>Capitella</i> spp.			6	0,3	0,0009
Capitellidae	Capitellidae indet.			3	0,3	0,0003
Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>			41	2,5	0,0211
Capitellidae	<i>Mediomastus fragilis</i>			4	0,4	0,0005
Capitellidae	<i>Notomastus latericeus</i>			14	1,8	0,1457
Magelonidae	<i>Magelona johnstoni</i>			3	0,2	0,0018
Magelonidae	<i>Magelona mirabilis</i>			29	3,6	0,0470
Magelonidae	<i>Magelona</i> spp.			4	0,1	0,0002
Opheliidae	<i>Ophelia borealis</i>			4	0,1	0,0100
Opheliidae	<i>Ophelia</i> spp.			1	0,0	0,0002
Orbiniidae	<i>Scoloplos armiger</i>			76	25,4	0,8607
<b>Bivalvia</b>	<b>Bivalvia</b>					
Pharidae	<i>Ensis leei</i>			4	0,3	0,2683
Semelidae	<i>Abra alba</i>			10	1,9	0,1948
Semelidae	<i>Abra</i> spp.			4	0,4	0,0004
Tellinidae	<i>Fabulina fabula</i>			4	0,1	0,0265
Tellinidae	<i>Limecola balthica</i>			51	5,9	0,5333
Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>			14	1,5	0,0071
Lasaeidae	<i>Tellimya ferruginosa</i>			1	0,0	0,0001
Pholadidae	<i>Barnea candida</i>			4	0,3	0,0095
Mytilidae	<i>Mytilus edulis</i>	x		29	125,7	0,0218
Nuculidae	<i>Nucula nitidosa</i>			3	0,1	0,0017
Veneridae	<i>Petricolaria pholadiformis</i>			6	0,8	0,0438
Veneridae	<i>Venerupis corrugata</i>		G	1	0,1	0,1408
	Bivalvia indet.			1	0,1	0,0000
<b>Gastropoda</b>	<b>Gastropoda</b>					
Retusidae	<i>Retusa obtusa</i>	x		4	0,2	0,0006
Ellobiidae	<i>Myosotella myosotis</i>	x	1	1	0,0	0,0008
Facelinidae	<i>Facelina auriculata</i>	x	2	1	0,1	0,0038
<b>Pycnogonida</b>	<b>Pycnogonida</b>					
Nymphonidae	<i>Nymphon brevirostre</i>	x		4	0,9	0,0040

Großtaxon/Familie	Großtaxon/ Taxon/Art	Epi- fauna	RL	Gesamt (78 Stationen)		
				S (%)	Ind./m <sup>2</sup>	FG g/m <sup>2</sup>
Phoxichilidiidae	<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	x		5	0,6	0,0004
Pycnogonidae	<i>Pycnogonum litorale</i>	x		5	1,0	0,0780
	<i>Pycnogonida</i> indet.	x		4	0,2	0,0004
<b>Crustacea</b>	<b>Crustacea</b>					
Trypetesidae	<i>Trypetesa lampas</i>	x		1	0,0	
Balanidae	<i>Balanus crenatus</i>	x		8	25,1	0,1962
	<i>Balanomorpha</i> indet.	x		6	37,6	0,0532
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia elegans</i>			26	9,1	0,0165
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>			26	1,9	0,0091
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia pelagica</i>			24	2,9	0,0111
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia sarsi</i>			10	0,8	0,0021
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia</i> spp.			5	0,3	0,0007
Caprellidae	<i>Pariambus typicus</i>	x		3	0,2	0,0000
Corophiidae	<i>Corophiidae</i> indet.			3	0,1	0,0002
Corophiidae	<i>Corophium volutator</i>			1	0,1	0,0001
Dulichidae	<i>Dyopedos monacanthus</i>			1	0,1	0,0000
Melitidae	<i>Abludomelita obtusata</i>	(x)		1	0,0	0,0002
Oedicerotidae	<i>Pontocrates altamarinus</i>			5	0,2	0,0003
Photidae	<i>Photis reinhardi</i>	x		3	0,2	0,0001
Stenothoidae	<i>Stenothoe marina</i>	x		3	0,2	0,0001
Urothoidae	<i>Urothoe poseidonis</i>			4	0,1	0,0004
Diastylidae	<i>Diastylis bradyi</i>			1	0,0	0,0006
Carcinidae	<i>Carcinus maenas</i>	x		8	0,7	0,1504
Crangonidae	<i>Crangon crangon</i>	x		14	0,6	0,1137
Crangonidae	<i>Crangon</i> spp.	x		3	0,1	0,0001
Paguridae	<i>Pagurus bernhardus</i>	x		1	0,1	0,0101
Polybiidae	<i>Liocarcinus holsatus</i>			1	0,0	0,2117
Porcellanidae	<i>Pisidia longicornis</i>	x		1	0,1	0,0004
Varunidae	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x		1	0,1	0,0003
	<i>Brachyura</i> indet.	x		1	0,0	0,0003
	<i>Caridea</i> indet.	x		1	0,0	0,0001
Idoteidae	<i>Idotea linearis</i>	x		1	0,1	0,0059
Mysidae	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	x		37	8,7	0,3033
Mysidae	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	x		3	0,1	0,0009
Mysidae	<i>Neomysis</i> cf. <i>americana</i>	x		1	0,1	0,0004
Mysidae	<i>Neomysis</i> spp.	x		4	0,1	0,0010
Mysidae	<i>Schistomysis kervillei</i>	x		23	1,3	0,0289
Mysidae	<i>Schistomysis</i> spp.	x		10	0,5	0,0096
	<i>Mysida</i> indet.	x		3	0,1	0,0005
<b>Echinodermata</b>	<b>Echinodermata</b>					
Asteriidae	<i>Asterias rubens</i>	x		1	0,1	0,0530
Amphiuridae	<i>Amphipholis squamata</i>	x		3	0,1	0,0003
Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>			1	0,1	0,0009

Großtaxon/Familie	Großtaxon/ Taxon/Art	Epi- fauna	RL	Gesamt (78 Stationen)		
				S (%)	Ind./m <sup>2</sup>	FG g/m <sup>2</sup>
Ophiuridae	<i>Ophiura</i> spp.	x		1	0,0	0,0011
	<b>Gesamtartenzahl <math>\Sigma</math> 119</b>	<b><math>\Sigma</math> 59</b>	<b><math>\Sigma</math> 7</b>			

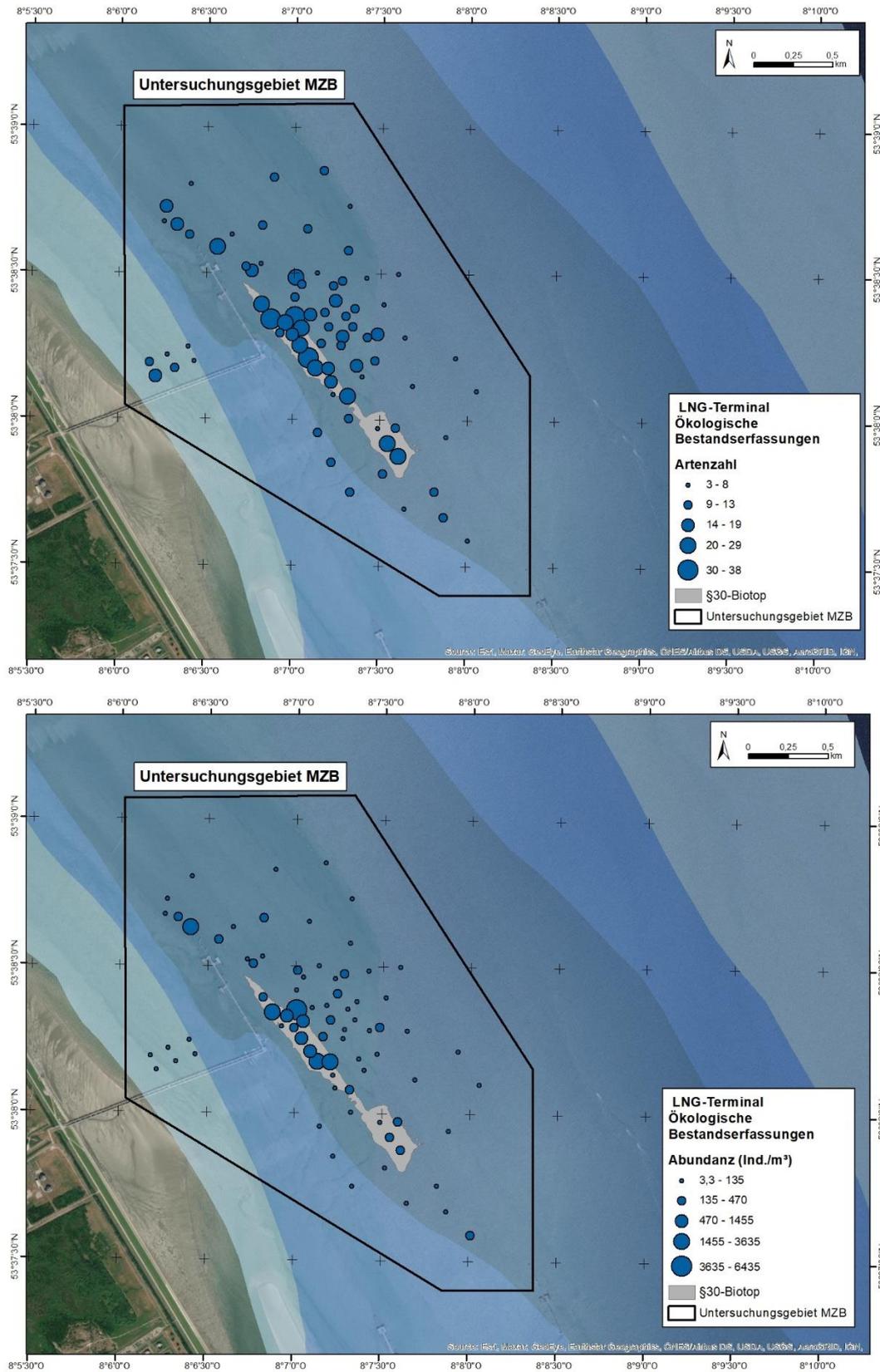
Erläuterung: Rote Liste (RL)-Kategorie nach RACHOR et al. (2013), blau hinterlegte Zelle: bei der Ermittlung der Gesamtartenzahl nicht als eigenständige Art gezählt, X = Taxon/Art nur mit der Präsenz (keine Abundanz) erfasst, da koloniebildend, orange hinterlegte Felder: Arten mit obligater Bindung an Hartsubstrat oder bohrende Arten, grün hinterlegt: an Habitatbildner (Hydrozoa) assoziierte Hartsubstratsiedler, N = 78 Stationen mit 202 Greiferproben

Im gesamten Untersuchungsgebiet (seeseitig) kamen insgesamt 7 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) vor (Anhangstabelle 1-8). Hiervon wies die Schnecke *Myosotella myosotis* mit der Kategorie „1“ (vom Aussterben bedroht) den höchsten Gefährdungsgrad auf. Allerdings kann der Einzelfang dieser Art eher als Zufall angesehen werden, da das eigentliche Habitat die Außendeichswiesen/Salzwiesen sind und die Schnecke normalerweise im Sublitoral nicht vorkommt (Glöer 2002, S.291). Von den übrigen 6 Arten wies die Fadenschnecke *Facelina auriculata* (Nudibranchia) mit der Kategorie „2“ (stark gefährdet) einen höheren Gefährdungsgrad auf. Diese Art kam nur im Mai 2019 an einer Station (S-5) mit einem Exemplar vor. Die Fadenschnecke ernährt sich von den Polypen verschiedenen Hydrozoen wie z.B. *Obelia* spp. und *Tubularia* spp., welche an der Station ebenfalls mit größeren Exemplaren vorkamen. Zur Kategorie „R“ (selten, geographische Restriktion) gehörte die Bryozoe *Electra monostachys*, die an 9 Stationen v.a. im Mai 2020 vorkam. Die übrigen 4 Rote Liste-Arten sind mit der Kategorie „G“ (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) klassifiziert. Hierzu gehörten das Seemoos *Sertularia cupressina*, welches lokal mit hoch aufwachsenden Kolonien vorkam sowie das Moostierchen *Alcyonidium parasiticum*. Die Seedahlie *Urticina felina* (Actiniaria) wurde mit einem großen Exemplar im Mai 2019 an Station S-10 auf einem Stein siedelnd vorgefunden. Die Gemeine Teppichmuschel *Venerupis corrugata* (Synonym *Venerupis pullastra*) kam im Mai 2019 nur an Station S-7 vor. Diese Art kommt im Wattenmeer in Bereichen mit gröberem Sedimenten vor.

Die mittlere Artenzahl im Untersuchungsgebiet lag bei 13 Arten pro Station, wobei räumliche Unterschiede in der Artenvielfalt zu beobachten waren.

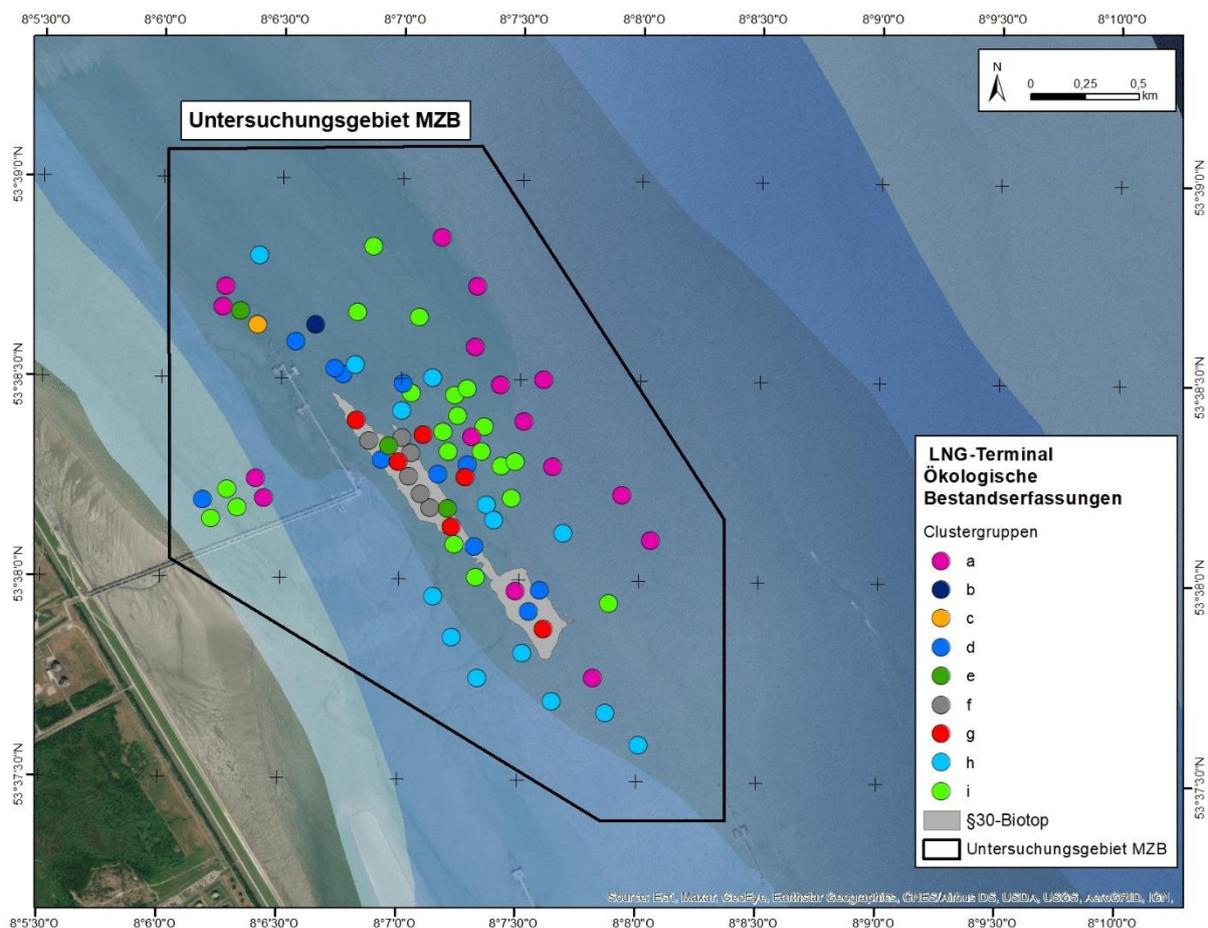
Anhangsabbildung 1-6 verdeutlicht die räumliche Verteilung der mittleren Artenzahlen pro Station im Untersuchungsgebiet anhand von fünf Kategorien. Das § 30-Biotop wies an den meisten Stationen sehr hohe (30 – 38 Arten) bis hohe (20 – 29 Arten) Artenzahlen auf. Stationen nordwestlich und östlich des § 30-Biotops zeigten eine hohe bis mittlere (14 bis 19 Arten) Artenvielfalt. Dies waren z.T. Flächen, die im SideScan ein spezifisches Signal gegeben haben und im Frühjahr 2019 als *Sabellaria*-Verdachtsflächen (s. S1 bis S4 in Anhangsabbildung 1-4) eingeordnet wurden (BioConsult 2019). Ein Vorkommen von lebenden *Sabellaria* hat sich nicht bestätigt, jedoch wurden mehrere unbelebte Geröll-Stücke gefangen. Mit zunehmender Nähe zum Fahrwasser kamen überwiegend geringere Artenzahlen (3 bis 8 Arten pro Station) vor. Die acht landnahen Stationen im Flachwasserbereich wiesen geringe bis mittlere Artenzahlen auf.

Ein ähnliches räumliches Bild ergibt sich für die mittlere Abundanz der Stationen (Anhangsabbildung 1-6) die im Bereich des § 30-Biotops deutlich höher war als in den anschließenden Bereichen Richtung Fahrwasser und Richtung Land.



**Anhangsabbildung 1-6: Gesamtartenzahlen und mittlere Abundanz (5 Kategorien) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden**

Die multivariaten Analysen der Arten-Abundanz-Struktur zeigten, dass sich die Unterschiede der Besiedlungsstruktur v.a. mit der Lage der Stationen im Untersuchungsgebiet und den dort vorherrschenden Sedimenten in Beziehung setzen ließen. In Anhangsabbildung 1-7 ist die Lage der Stationsgruppen dargestellt, die sich anhand einer Clusteranalyse mit SIMPROF-Test signifikant anhand der Arten-Abundanz-Struktur unterschieden. So waren die artenarmen Stationen in Fahrwassernähe und lokal in morphologisch dynamischen Bereichen (Übergang zum Eulitoral, Ränder des Untersuchungsgebietes) der Gruppe „a“ zugeordnet. Diese Bereiche waren von wenigen, mobilen Arten wie Schwebgarnelen (*Gastrosaccus spinifer* und *Schistomysis kervillei*) geprägt. Ein Großteil der Stationen vereinte sich in den Gruppen „h“ und „i“, die Feinsand- sowie Mittelsand-/Grobsand-dominiert waren und keine nennenswerten Anteile an Hartsubstraten (Kies/Steine) aufwiesen. Prägende Arten dieser Bereiche waren neben *Scoloplos armiger* v.a. Arten der Infauna wie *Nephtys cirrosa*, *Nephtys combergii*, *Limecola balthica*, *Bathyporeia gulliamsoniana* und *Bathyporeia elegans*, deren relative Abundanz von der dominanten Korngröße abhängt. So war *Nephtys cirrosa* als eine Leitart der Mittel- bis Grobsande anzusehen. Insgesamt wird deutlich, dass sich in Analogie zu den heterogenen Sedimenten auch die Besiedlungsstruktur kleinräumig unterscheidet. Die Stationen im § 30-Biotop separierten sich hinsichtlich ihrer Arten-Abundanz-Struktur von den übrigen Stationen (Gruppen d, e, f, g). Im Biotop dominierten v.a. epibenthische Arten (z.B. *Sertularia cupressina*, *Tubularia indivisa*, *Balanus crenatus*, *Electra pilosa*, *Mytilus edulis*). Lokal kommen diese artenreichen Stationen auch außerhalb des § 30-Biotops vor.



Anhangsabbildung 1-7: Räumliche Darstellung der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (SIMPROF 1 % Signifikanz) im Untersuchungsgebiet

Die Unterschiede zwischen der Besiedlung im § 30-Biotop und dem restlichen Untersuchungsgebiet sind in Anhangstabelle 1-9 anhand charakteristischer Besiedlungskennwerte und den dominanten/prägenden Arten vergleichend gegenübergestellt. Der Vergleich verdeutlicht noch einmal die hohe Wertigkeit des § 30-Biotops.

**Anhangstabelle 1-9: Kenngrößen und Kennwerte der Besiedlung sowie dominante, seltene und besondere Arten in den Bereichen UG und § 30-Biotop**

Kenngröße	UG	§ 30
<b>Anzahl Stationen</b>	<b>60</b>	<b>18</b>
Gesamt-Taxazahl	91	114
Gesamt-Artenzahl	73	99
Anzahl RL-Arten	3	7
Anzahl Epifauna-Arten	45	60
Mittlere Artenzahl/Station	10,3	22,1
Mittlere Artenzahl Epibenthos/Station	4,5	12,6
Mittlere Abundanz (Ind./m <sup>2</sup> /Station)	119	1.193
Mittlere Biomasse (FG g/m <sup>2</sup> /Station)	4	103
Stetige Arten	<i>Scoloplos armiger</i> <i>Limecola balthica</i> <i>Nephtys hombergii</i>	<i>Scoloplos armiger</i> Actiniaria indet. <i>Electra pilosa</i>
Dominanz Abundanz	Balanomorpha indet. <i>Scoloplos armiger</i> <i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Mytilus edulis</i> Actiniaria indet. <i>Balanus crenatus</i>
Dominanz Biomasse	Actiniaria indet. <i>Limecola balthica</i> <i>Scoloplos armiger</i>	Actiniaria indet. <i>Urticina felina</i> <i>Sertularia cupressina</i>
Seltene Arten	<i>Barnea candida</i> * <i>Petricolaria pholadiformis</i> *	<i>Cliona</i> spp.* <i>Urticina felina</i> * <i>Facelina auriculata</i> * <i>Neoamphitrite figulus</i> * <i>Petricolaria pholadiformis</i> *
Besondere Arten assoziiert an Habitatbildner (bei guter Ausprägung der Habitatbilner wie z.B. <i>Sertularia</i> , <i>Obelia</i> , <i>Tubularia</i> )		<i>Nymphon brevistrore</i> <i>Anoplodactylus petiolatus</i> <i>Pariambus typicus</i> <i>Stenothoe marina</i> <i>Myrianida prolifera</i> <i>Myrianida sanmartini</i> <i>Facelina auriculata</i>
Grobsand-Arten Arten der <i>Goniadella-Spisula</i> -Gemeinschaft (fett) und charakteristisch für Grobsand-Kies-Schill	<b><i>Goniadella bobrezkii</i></b> <b><i>Nephtys cirrosa</i></b> <b><i>Bathyporeia elegans</i></b>	<b><i>Aoinides paucibranchiata</i></b> <b><i>Goniadella bobrezkii</i></b> <b><i>Nephtys cirrosa</i></b> <b><i>Nephtys caeca</i></b> <b><i>Nephtys longosetosa</i></b> <b><i>Bathyporeia elegans</i></b> <i>Venerupis corrugata</i> <i>Amphipholis squamata</i> <i>Hemigrapsus takanoi</i> <i>Pisidia longicornis</i>

Quelle: BioConsult (2020a)

## Eulitoral

Die Besiedlung des Eulitorals weist räumliche Unterschiede auf, die v.a. durch die Dauer der Überflutung, die Hydrodynamik und die Sedimente bestimmt werden (z.B. Linke 1939, Meyer & Michaelis 1979, Reise 1985). Besondere Besiedlungen zeigen z.B. Seegraswiesen, Muschelbänke oder Seemooswiesen. Auf Basis einer Zusammenstellung historischer Bestandserfassungen bis 1978 wird von BioConsult (2007) für das Eulitoral der Innenjade eine Gesamtartenzahl von 120 Taxa angegeben. Diese hohe Artenvielfalt der Jadewatten im Vergleich zu anderen Wattgebieten Niedersachsens wird

durch den hohen Salzgehalt begründet, der einer Reihe von sublitoralen Arten des Wattenmeeres das Vordringen in die Gezeitenzone ermöglicht (Meyer & Michaelis 1979).

Aufgrund von Eindeichungen sind seit 1900 ca. 68 % des Eulitorals am westlichen Ufer der Innenjade verschwunden, sodass sich ausgedehnte Wattflächen der Innenjade heutzutage auf das Hohe Weg-Watt reduzieren. Die Besiedlung des Hohe Weg-Watts wurde in Meyer & Michaelis (1979) für 17 anhand physiographischer Kriterien unterscheidbarer Biotope beschrieben. Hierbei gehörten die lagestabileren dunklen Sandwatten mit einer gut entwickelten Mikrophytobenthos-Gemeinschaft zum häufigsten Habitat. 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. Die Abundanz in den einzelnen Habitaten wird oftmals nur von wenigen Arten dominiert. Insbesondere in lagestabilen Misch- und Schlickwatten können dabei aber einzelne Arten sehr hohe Dichten (>10.000 Ind./m<sup>2</sup> bis 100.000 Ind./m<sup>2</sup>) erreichen. Generell sind Bereiche, die natürlicherweise von starken Sandumlagerungen (z.B. Strände vor Mellum, Brandungswälle) geprägt sind, nur von wenigen Arten in geringer Abundanz besiedelt.

Am westlichen Ufer der Innenjade finden sich überwiegend nur sehr schmale Sandwatten, die erst nördlich von Hooksiel breiter werden. Die Watten im Untersuchungsgebiet weisen eine Breite von maximal 500 m südlich der Transportbrücke auf. Die Wattbereiche im Untersuchungsgebiet wurden im Rahmen von zwei Beprobungen in den Jahren 2003 (BioConsult 2004) und 2012 (BioConsult 2013) mit Stechrohren quantitativ an jeweils 10 Stationen erfasst. Die Untersuchung 2012 deckte den Bereich zwischen Hooksiel bis Voslapper Groden ab; die Untersuchung 2003 wurde zwischen Hooksiel und Wilhelmshaven durchgeführt. Ein Teil der 2003 erhobenen Bereiche ist heute durch den JadeWeserPort überbaut, sodass für diese Bestandsdarstellung nur die Stationen E1 bis E5 (Hooksiel bis Tankerlöschrücke) berücksichtigt wurden. Bei den Sedimenten handelte es sich in beiden Untersuchungen um sandige Substrate (Feinsandanteil überwiegend 90 %), die nur vereinzelt eine leichte Schlickauflage aufwiesen. Die oxidierte Schicht war zwischen 2 bis 7 cm stark. Hieran schloss sich eine graue bis schwärzliche Sandschicht an, wie in Anhangsabbildung 1-8 dargestellt. Über weite Bereiche kann das Eulitoral dem Typus helle Sandwatten bis Mischwatten zugeordnet werden. Bereiche mit einem höheren Schlickanteil kamen nur partiell als schmaler Saum am Ufer vor. Ein qualitativer Vergleich der Watttypen deutet an, dass zwischen 2003 und 2012 ein Rückgang der Mischwatten zugunsten der Sandwatten erfolgte.



**Anhangsabbildung 1-8: Eulitorales Sandwatt im Untersuchungsgebiet (Erfassung 2012)**

Quelle:

Foto: BioConsult (2013)

Im Eulitoral wurden 36 Taxa des Makrozoobenthos aus vier Großgruppen identifiziert (Anhangstabelle 1-10), wobei 2003 mit 28 Taxa eine deutlich höhere Artenzahl als 2012 mit 17 Taxa beobachtet wurde. Die mittlere Artenzahl pro Station lag 2003 bei 12,8 Taxa und 2012 bei 4,3 Taxa. Die stetigen Arten waren in beiden Erhebungen die Wattschnecke *Peringia ulvae* und die Polychaeten *Nephtys hombergii*. Weitere Arten, die in einer der beiden Untersuchungen stetig auftraten, waren die Polychaeten *Scoloplos armiger*, *Magelona mirabilis*, *Hediste diversicolor* und die Schnecke *Retusa obtusa*. Auffällig ist die geringe Artenvielfalt der Muscheln 2003 gegenüber 2012. Die numerisch dominante Art beider Untersuchungen war *Peringia ulvae*. 2003 kamen zudem juvenile Herzmuscheln (*Cerastoderma edule*) in hoher Abundanz vor. Der Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* sowie die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* gehörten nur 2002 zu den häufigen Arten.

**Anhangstabelle 1-10: Artliste des Makrozoobenthos im Untersuchungsgebiet in 2012 und 2003 unter Angabe der artspezifischen Stetigkeit (%), der mittleren Abundanz (Ind./m<sup>2</sup>) und Biomasse (FG g/m<sup>2</sup>)**

Art/Taxon	2012		2002	
	Stetigkeit (%)	(Ind./m <sup>2</sup> )	Stetigkeit (%)	(Ind./m <sup>2</sup> )
<b>Bivalvia</b>				
<i>Cerastoderma edule</i>			80	6.035,0
<i>Ensis leei</i>			20	1,7
<i>Limecola balthica</i>	20	15	60	23,3
<i>Mya arenaria</i>			80	110,0
<i>Mytilus edulis</i>			40	81,7

Art/Taxon	2012		2002	
	Stetigkeit (%)	(Ind./m <sup>2</sup> )	Stetigkeit (%)	(Ind./m <sup>2</sup> )
<b>Gastropoda</b>				
<i>Peringia ulvae</i>	80	268,8	100	10.018,3
<i>Retusa obtusa</i>			60	11,7
<b>Polychaeta</b>				
<i>Arenicola marina</i>	20	15	40	5,0
<i>Bylgides sarsi</i>	10	7,5	20	3,3
<i>Capitella capitata</i>				
<i>Capitella spp.</i>	20	45	40	5,0
<i>Eteone longa</i>			20	5,0
<i>Eunereis longissima</i>			40	3,3
<i>Harmothoe sarsi</i>			20	1,7
<i>Hediste diversicolor</i>			40	8,3
<i>Heteromastus filiformis</i>			40	61,7
<i>Lanice conchilega</i>			40	213,3
<i>Magelona mirabilis</i>	30	22,5	20	3,3
<i>Marenzelleria sp.</i>			40	13,3
<i>Nephtys caeca</i>	10	7,5		
<i>Nephtys hombergii</i>	90	86,3	100	13,3
<i>Nephtys cf. longosetosa</i>			20	1,7
<i>Nephtys spp.</i>	50	45	20	3,3
<i>Phyllodoce mucosa</i>			20	1,7
<i>Pygospio elegans</i>	10	10	80	81,7
<i>Scoloplos armiger</i>	60	90		
<i>Spio martinensis</i>			20	1,7
<i>Spio symphyta</i>	10	7,5		
<b>Crustacea</b>				
<i>Balanus improvisus</i>			60	185,0
<i>Bathyporeia elegans</i>	10	7,5		
<i>Bathyporeia sarsi</i>	10	7,5		
<i>Bodotria pulchella</i>	10	7,5		
<i>Bodotria spp.</i>	10	7,5		
<i>Carcinus maenas</i>			60	11,7
<i>Corophium volutator</i>			20	1,7
<i>Crangon crangon</i>	20	15	40	13,3

Erläuterung: 2012: N = 10 Stationen a 3 parallelen Stechrohrproben von 132 cm<sup>2</sup> (BioConsult 2013), 2002: N = 5 Stationen a 1 parallelen Stechrohrprobe zu drei Zeitpunkten (Juni, August, Oktober 2003, BioConsult 2004)

### Zoobenthische Biotope

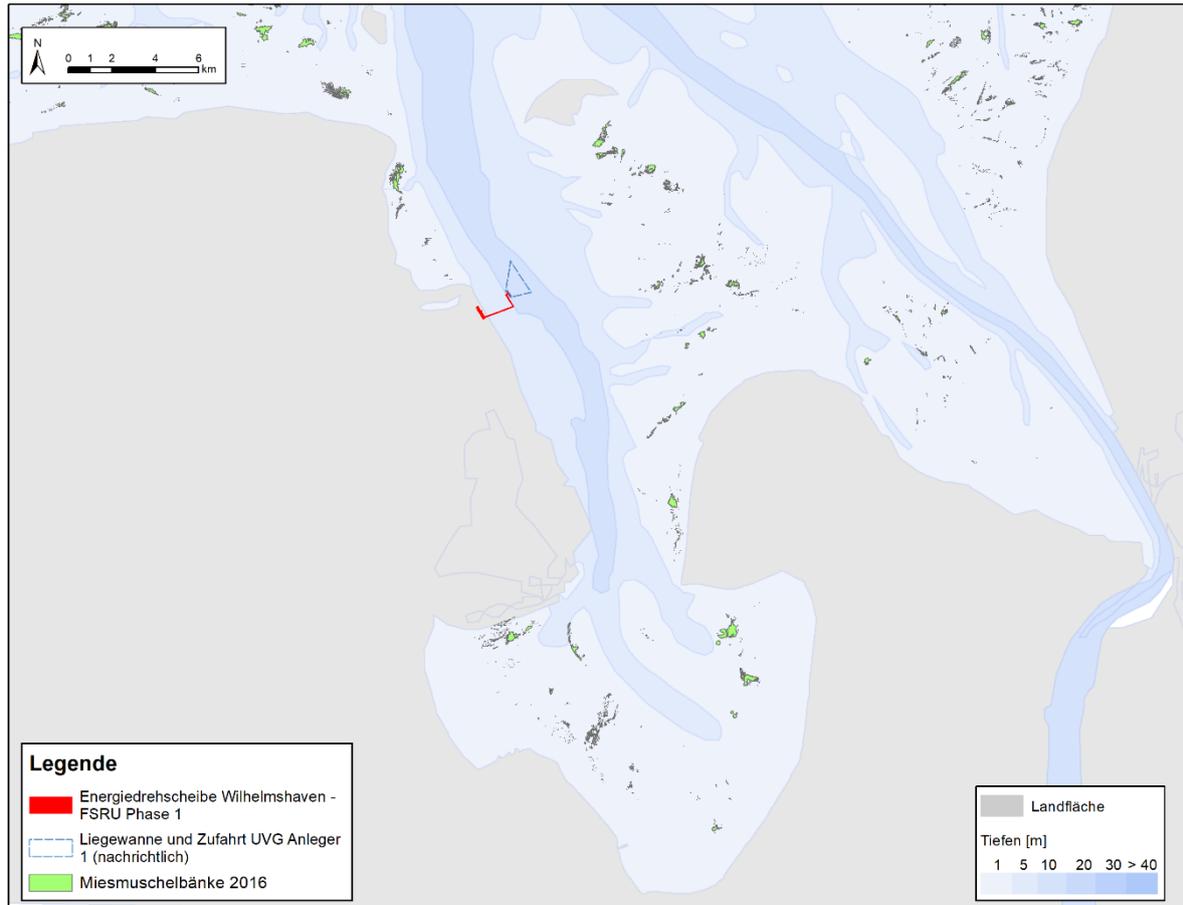
Größere Verluste sind im zeitlichen Vergleich hinsichtlich der Vielfalt zoobenthischer Biotope festzustellen. Schuster (1952), Dörjes et al. (1969) und Vorberg (2005) verweisen noch auf historische Vorkommen größerer *Sabellaria*-Riffe am Übergang zum Jadebusen sowie westlich der Insel Mellum. Diese Riffe wurden in späteren Untersuchungen nur als unbelebte Reste wiedergefunden (Dörjes 1992, Vorberg 2005). Ein lebendes *Sabellaria*-Riff wurde aufgrund der hell gefärbten Bruchstücke (abgestorbene Bruchstücke sind dunkel) und der nachgewiesenen lebenden Einzelnachweise durch Aquamarin (2001) bei Hooksiel vermutet. Spätere Untersuchungen fanden jedoch nur unbelebte Reste (z.B. BioConsult 2003). Im Rahmen der Bestandserfassung zum JadeWeserPort wurden aber Nachweise lebender Einzelnachkommen für drei Standorte in der westlichen Innenjade erbracht (BioConsult 2003). Aktuell sind keine lebenden *Sabellaria*-Riffe im niedersächsischen Wattenmeer bekannt. Auch die

vorhabenspezifisch durchgeführten Untersuchungen fanden nur unbelebte Bruchstücke alter Vorkommen. Mit dem Verschwinden der *Sabellaria*-Riffe verringerte sich gleichzeitig der Lebensraum von *Clione celata*, die Nacktschnecken *Facelina drummondii*, *F. coronata*, die Polychaeten *Nereis fucata* und *Nereis succinea* (s. Schuster 1952).

Über das Vorkommen sublitoraler Muschelbänke liegen keine Informationen vor, da diese Habitate nicht flächendeckend untersucht werden. Die ehemals in der Nordsee und im Wattenmeer weit verbreitete Europäische Auster (*Ostrea edulis*) starb im eu- und sublitoralen Wattenmeer mit den letzten Bänken in den 1940er Jahren aus (Hayer et al. 2019). Die Überfischung, veränderte hydrodynamische und klimatische Bedingungen sowie Krankheitserreger werden als Hauptgrund für das Aussterben der Europäischen Auster angesehen (z.B. Gercken & Schmidt 2014, Hayer et al. 2019). Im Wattenmeer siedelten Populationen, die genetisch an die extremen Lebensbedingungen des Wattenmeeres angepasst waren. Daher konnten Verluste nicht mit Populationen aus anderen Regionen ausgeglichen werden und Wiederansiedlungsversuche scheiterten (Hayer et al. 2021). Somit verschwand auch mit der Europäischen Auster eine gesamte Biozönose (Möbius 1877) aus dem Wattenmeer.

In lagestabileren Flachwasserbereichen von Rinnen und Prielen finden Miesmuscheln geeignete Siedlungsbedingungen. Seit 1998 breitet sich die eingewanderte Pazifische Auster (*Magallana gigas*) im niedersächsischen Wattenmeer aus (Wehrmann & Schmidt 2005) und besiedelt dort das flache geschützte Sublitoral nahe der Niedrigwasserlinie. Der östliche Bereich inkl. des Untersuchungsgebietes bietet aufgrund der Dynamik weniger geeignete Siedlungsräume für riffbildende Muscheln. Auf Basis der vorliegenden Literatur und vorhabenspezifischen Erfassungen kann ein Vorkommen von sublitoralen Muschelbänken im Untersuchungsgebiet ausgeschlossen werden.

Miesmuscheln bilden im Eulitoral des Wattenmeeres dichte Bestände, die seit der Einwanderung der Pazifischen Auster zunehmend Mischpopulationen aufweisen (Folmer et al. 2017). Ein Monitoring der eulitoralen Bestände findet jährlich nach standardisierten Methoden statt (z.B. Millat & Herlyn 2004). In der Innenjade kommen eulitorale Muschelbänke nur im Wattbereich nördlich von Hooksiel und auf dem östlich anschließenden Hohe Weg-Watt vor (s. Anhangsabbildung 1-9). Im Rahmen der Bestandserfassung 2003, 2012 und der vorhabenspezifischen Biotopkartierung (IBL Umweltplanung 2021) wurden keine Muschelbänke auf den Wattflächen festgestellt.



**Anhangsabbildung 1-9: Vorkommen eulitoraler Muschelbänke (*Mytilus edulis/Magallana gigas*) 2016**

Quelle:

Daten: NUMIS Geoserver

Seemoosbänke besiedeln im Wattenmeer v.a. das Sublitoral und bestehen überwiegend aus der Art *Sertularia cupressina* und vereinzelt aus *Hydrallmania falcata*. In der Jade kamen historisch ausgebreitete Seemooswiesen vor (Eichelbaum 1913). Die Wiesen befanden sich fast alle im westlichen Bereich der Innenjade an den Eingängen zu den großen Baljen des Hohe Weg-Watts (Jaklin et al. 2007). In der Ahne südlich von Eckwarderhörne lag eine größere Bank sowie eine kleinere im Vareler Fahrwasser im Jadebusen. Die flächenhafte Analyse der Seemoosvorkommen nach Eichelbaum (1913) ergab für die Jade eine Fläche von insgesamt 3,37 km<sup>2</sup> (Jaklin et al. 2007). Interessanterweise berichten Meyer & Michaelis (1979), dass *Sertularia cupressina* auf dem Hohe Weg ausgeprägte Bestände im Eulitoral aufwies. Generell wurden auf dem Hohe Weg einige Aufwuchsarten, die in anderen Wattbereichen ausschließlich im Sublitoral auftreten, im Eulitoral gefunden. Aktuelle Vorkommen im Sublitoral sind nicht bekannt. Zwar wird Seemoos nicht mehr kommerziell genutzt, dennoch ist eine Beeinträchtigung durch grundberührende Fischerei sowie durch Eutrophierung anzunehmen (Wagler et al. 2009). Im Untersuchungsgebiet kam *Sertularia cupressina* häufiger in den Greifer- und Dredgeproben vor. Die gefangenen Mengen liefern aber keine Hinweise, dass zusammenhängende Wiesen vorkommen.

### **Hyperbenthos Bongonetzfänge**

Als Hyperbenthos werden solche Arten bezeichnet, die als adulte Stadien temporär die Wassersäule als Lebensraum nutzen. Die Arten wurden qualitativ im Rahmen der Bongonetzfänge für Fischlarven aufgenommen.

Neben Fischlarven wurden eine Reihe pelagisch lebender Arten der Wirbellosen gefunden. Hierzu gehörten die Rippenquallen *Mnemiopsis leidyi* und *Pleurobrachia pileus*, Ruderfußkrebse (Copepoda), Pfeilwürmer (Chaetognatha), Tomopteris spp. (Polychaeta), Schwebgarnelen (Mysidacea) sowie verschiedene Larvenformen der benthischen Wirbellosen. Diese Formen wurden nicht weiter bestimmt oder quantifiziert.

Zum Makrozoobenthos (Hyperbenthos) zählende Organismen waren nur in geringer Anzahl vertreten. Hierzu gehörten *Crangon crangon*, die in 14 Proben mit mehreren Individuen vertreten waren. Auch einige der in 15 Proben vertretenden, nicht weiter bestimmten Mysidacea, können wie z.B. *Gastrosaccus spinifer* oder *Neomysis integer*, dem Hyperbenthos zugerechnet werden. Daneben traten als Einzelfund der benthische Polychaet *Nephtys* spp. sowie ein Isopode (*Idothea* sp.) und der dekapode Krebs *Pinnotheres pisum* auf.

### **Mobiles Benthos im Kraftwerk Wilhelmshaven**

Im Feinrechengut des Wilhelmshavener Kraftwerks wurde das mobile, größere (einfach zu identifizierende) Makrozoobenthos ebenfalls mit aufgenommen. Die Ergebnisse für die Abundanz (bezogen auf 10.000 m<sup>3</sup> Seewasserentnahme des Kraftwerks) und die Biomasse sind in Anhangstabelle 1-11 gelistet. Insgesamt 9 Arten wurden aufgenommen. Die Nordseegarnele war mit Abstand die häufigste Art im Feinrechen. Schwimmkrabben, Strandkrabben und Sägegarnelen waren ebenfalls noch häufig. In geringer Abundanz kamen Taschenkrebs, Zwergkalmar, Zwergsepie und Schlangensterne vor. Die größte Biomasse stellten Nordseegarnele, Schwimmkrabben und Strandkrabben.

Im Mittel der Fangtage wurden 2015 im Mittel täglich rd. 156 Ind./10.000 m<sup>3</sup> und 503 g/10.000 m<sup>3</sup> entnommen.

**Anhangstabelle 1-11: Liste der Wirbellosenarten, die im Feinrechengut des Wilhelmshaver Kraftwerks (E.on, UNIPER) in den Untersuchungsjahren 2016 registriert wurden**

2015	Ind. / 10.000 m <sup>3</sup>					g/ 10.000 m <sup>3</sup>				
	15.06.	06.07.	10.09.	23.11.	11.12.	15.06.	06.07.	10.09.	23.11.	11.12.
Gemeiner Seestern		2,49	14,15	1,87	2,18		1,29	25,94	14,93	17,22
Gepfriem. Zwergkalmar	0,15					1,02				
Nordseegarnele		20,84	89,78	163,98	243,23		23,18	114,96	357,11	273,34
Sägegarnele		0,47	1,06	1,64	5,06		1,7	4,28	6,08	6,08
Schwimmkrabbe	2,28	4,9	31,14	11,6	0,75	38,34	72,25	244,73	113,98	4,87
Strandkrabbe	2,4	8,74	17,05	11,7	2,44	107,41	312,23	136,24	250,1	75,01
Taschenkrebs	0,05	0,78	0,31	1,35		8,88	7,01	62,23	0,00	
Zwergsepie			0,06					0,11		
2016	Ind. /10.000 m <sup>3</sup>		g/ 10.000 m <sup>3</sup> n							
	14.03.	21.10.	14.03.	21.10.						
Gemeiner Seestern	0,55	0,38	8,39	3,15						
Nordseegarnele	42,05	23,08	36,59	37,43						
Sägegarnele	0,68	10,46	0,9	24,24						
Schwimmkrabbe	0,39	16,24	4,26	25,32						
Strandkrabbe	1,1	5,41	7,76	94,05						
Taschenkrebs	0	0,32	0	5,4						
Zwergsepie	0	0,19	0	0,65						
Schlangenstern	0	0,33	0	0,55						

Erläuterung: Für jede Art sind die mittleren, aufwandskorrigierten Fangdaten angegeben. Daten aus Dänhardt (2015, 2016)

**1.2.1.3 Bewertung des Bestandes**

Die Bewertung des Bestands erfolgt anhand eines fünfstufigen Bewertungsrahmens (Anhangstabelle 1-12) in Anlehnung an den Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen (BfG 2011).

Die Zuordnung zu den Wertstufen erfolgt verbal-argumentativ. Bei der Bewertung wird auf die Besonderheiten der einzelnen Teillebensräume eingegangen.

Die westliche Innenjade stellt einen anthropogen überprägten Lebensraum dar, der durch Eindeichung und Ausbauten der Fahrinne (Vertiefung, Stromlenkung) in seiner Hydromorphologie deutlich verändert wurde. Hinzu kommen weiterhin zu hohe Nährstoffgehalte, klimatische Veränderungen sowie eine touristische Nutzung der landnahen Wattflächen. Im Sublitoral entspricht die Artenzusammensetzung nicht mehr vollständig dem Referenzzustand. So fehlen heutzutage im Sublitoral der Innenjade Biotoptypen (*Sabellaria*-Riffe, Bänke der europäischen Auster, sublitorale Seegrasswiesen, ausgedehnte Seemooswiesen), deren Leitarten verschwunden sind und damit auch die daran eine assoziierte Fauna von Rückgängen betroffen war.

**Anhangstabelle 1-12: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Makrozoobenthos**

Wertstufe	Definition der Wertstufe	Ausprägung der Leitparameter
5 sehr hoch	Der Bestand des Makrozoobenthos ist von sehr hoher Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig dem historischen Referenzzustand. Die Abundanz lebensraumtypischer Arten zeigt kaum Anzeichen anthropogener Störungen. Es kommen viele gefährdete bzw. geschützte Arten, auch in höherer Abundanz, vor. Die Regenerierbarkeit der Habitats ist kaum möglich, Quellpopulationen (z.B. <i>Sabellaria</i> -Riffe) fehlen in der Umgebung. Das Gebiet erfüllt überregional wichtige Funktionen
4 hoch	Der Bestand des Makrozoobenthos ist von hoher Wertigkeit	entspricht weitgehend dem historischen Referenzzustand. Die Abundanz lebensraumtypischer Arten zeigt geringe Anzeichen für anthropogene Störungen. Es kommen viele gefährdete bzw. geschützte Arten vor, wobei viele davon nur in geringer Abundanz auftreten. Die Regenerierbarkeit der Habitats ist möglich (mehrere Jahre), Quellpopulationen sind in der weiteren Umgebung vorhanden. Das Gebiet erfüllt regional wichtige Funktionen
3 mittel	Der Bestand des Makrozoobenthos ist von mittlerer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht mäßig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz lebensraumtypischer Arten zeigt größere Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein mäßiger Teil der typspezifischen Arten selten ist. Gefährdete oder geschützte Arten kommen vor. Die Regenerierbarkeit der Habitats ist möglich (1-2 Jahre), Quellpopulationen sind in der nahen Umgebung vorhanden. Das Gebiet erfüllt bedeutsame allgemeine Funktionen
2 gering	Der Bestand des Makrozoobenthos ist von geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz lebensraumtypischer Arten zeigt deutliche Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein großer Teil der gefährdeten oder geschützten Arten fehlen oder nur vereinzelt vorkommen. Die Regenerierbarkeit der Habitats ist kurzfristig möglich (<1 Jahr), Quellpopulationen sind in der nahen Umgebung vorhanden. Das Gebiet weist defizitäre Funktionen auf
1 sehr gering	Der Bestand des Makrozoobenthos ist von sehr geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht sehr deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz lebensraumtypischer Arten zeigt sehr deutliche Anzeichen anthropogener Störungen, so dass ein großer Teil der lebensraumtypischen Arten sehr selten ist oder fehlt. Gefährdete oder geschützte Arten fehlen. Das Gebiet hat keine funktionale Bedeutung

**Bewertung des Bestandes Küstengewässer**

Das Makrozoobenthos im Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ wird für den dritten Bewirtschaftungszeitraum insgesamt mit einem „mäßigen“ ökologischen Zustand bewertet (FGG Weser 2020).

Bewertung Sublitoral

Die Bestandsaufnahmen im Untersuchungsgebiet zeigten, dass das Sublitoral räumlich sehr unterschiedlich ausgeprägt war.

Das § 30-Biotop wies bedingt durch das Vorkommen von Hartsubstraten eine überdurchschnittlich hohe Artenvielfalt auf, deren Artzusammensetzung sich durch das Vorkommen einer gut ausgeprägten Epibenthos-Gemeinschaft deutlich von der Umgebung absetzte. Alle insgesamt vorgefundenen sieben Arten der Roten Liste nach Rachor et al. (2013) kamen dort vor. Die Werte für die Besiedlungsdichte und

auch Biomasse waren ebenfalls höher als in den benachbarten Bereichen. Das Biotop erfüllt regional wichtige Funktionen als Trittsteinbiotop und die Regeneration wird – sofern die Hartsubstrate erhalten bleiben – wahrscheinlich mehrere Jahre betragen. Dem § 30 BNatSchG-Biotop wird die **Wertstufe 5 (sehr hoch)** zugeordnet.

Der Bereich in Fahrrinnennähe (lokal auch einzelne Stationen in morphologisch sehr dynamischen Bereichen), wies dagegen eine geringe Artenvielfalt, Abundanz und Biomasse auf. Es dominierten vagile Crustaceen wie Schwebgarnelen während die eigentliche Infauna unterrepräsentiert war. Der Fahrrinnenrand erfüllt somit nur noch geringe Funktionen und ist in seinem Bestand schnell durch benachbarte Bereiche regenerierbar. Dem Fahrrinnenrand wird daher die **Wertstufe 2 (gering)** zugeordnet.

Das übrige Untersuchungsgebiet wies überwiegend typische Arten der Weichböden in durchschnittlicher Abundanz auf wie sie auch aus früheren Erhebungen beschrieben sind. Lokal konnten artenreiche Stationen (Nähe zum § 30 BNatSchG-Biotop) mit besonderen benthischen Strukturen (Aufwuchsgemeinschaften) beobachtet werden, aber auch artenärmere Stationen (morphologisch dynamische Bereiche). Wenige Arten der Roten Liste waren lokal vertreten. Die Regenerationsfähigkeit der Benthosgemeinschaften kann variieren. Eine Regeneration ist durch das Einwandern von mobilen Arten aus benachbarten Bereichen sowie durch Rekrutierungsprozesse über Larvalstadien in kürzerer Zeit möglich (1-2 Jahre). Die Bereiche erfüllen allgemeine bis lokale und auch regional bedeutsame Funktionen. Insgesamt werden diese Bereiche der **Wertstufe 3-4 (mittel bis hoch)** zugeordnet.

#### Bewertung Eulitoral

Der schmale Wattstreifen des Untersuchungsraumes war durch charakteristische Infauna-Arten des Eulitorals besiedelt, wobei 2012 ein gegenüber 2003 deutlich verringertes Artenspektrum vorhanden war und typische Muscheln der Mischwatten weitestgehend fehlten. Arten der Roten Liste nach Rachor et al. (2013) kamen nicht vor. Die mittlere Artenzahl pro Station war 2012 mit 4,3 Arten gering und deutlich niedriger als 2003 mit 13 Arten pro Station. Auch die artspezifischen Abundanzen lagen 2012 unterhalb der ansonsten für landnahe Wattbereiche dokumentierten Werte. Im Allgemeinen entsprach das Artenspektrum und die Besiedlungsdichte dem einer verarmten Wattenzönose sandiger Sedimente. Das dichte Vorkommen juveniler Herzmuscheln in 2003 zeigte noch eine Bedeutung der Wattbereiche als Brutwatt, die 2012 nicht beobachtet wurde. Ob die Veränderungen z.T. methodisch (nur ein Erfassungszeitpunkt in 2012) bedingt sind, ist unklar. Eine vorhabensspezifische Erfassung anhand der der aktuelle Besiedlungsstatus bewertet werden kann, lag nicht vor. Die Regenerationsfähigkeit der Wattflächen nach Störungen ist hoch, eine Wiederherstellung erfolgt in der Regel innerhalb eines kurzen Zeitraumes (wenige Jahre). Aufgrund der geringen Besiedlungskennwerte ist die Funktion der Watten als Brutstätte des Makrozoobenthos sowie Nahrungshabitat für Rast- und Brutvögel und Fische defizitär. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten wird das Benthos dieses Teilbereiches der **Wertstufe 2-3 (gering bis mittel)** zugeordnet.

### **1.2.2 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 Tiere – Teil Makrozoobenthos ist festzustellen, dass das Untersuchungsgebiet weiterhin ausreichend bemessen ist und die Bestandsdarstellung weiterhin eine belastbare Prognosegrundlage darstellt. Da die Bestandsbeschreibungen jedoch auf den Planzustand 2021 zugeschnitten waren, erfolgt an dieser Stelle eine kurze textliche und graphische Ergänzung, um die Besiedlungsstrukturen in den jetzigen Vorhabenbereichen zu charakterisieren. Hierbei wird die Betrachtung auf die Greiferproben reduziert, da die Dredgeproben weniger Hinweise auf räumliche Muster geben (BioConsult 2020a).

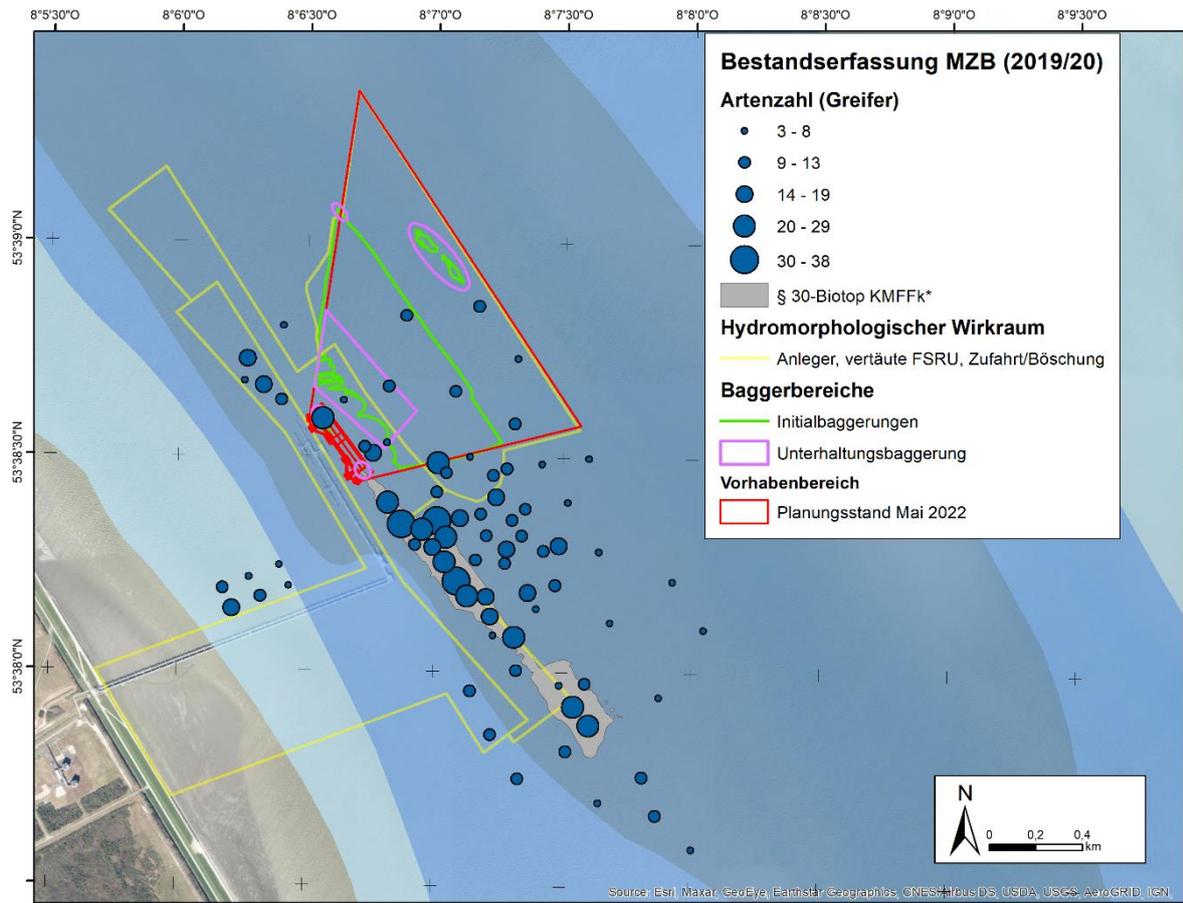
Insgesamt 11 Stationen befinden sich in der Zufahrt (davon 5 innerhalb des Baggerbereiches) und eine Station in der Liegewanne. Von den 18 Stationen mit denen das Makrozoobenthos im KMFFk\*-Biotop erfasst wurde, liegen 12 Stationen innerhalb der südlichen Nachlaufschleppe. In der nördlichen Nachlaufschleppe liegen 4 Stationen und der südliche Böschungsbereich ist mit 3 Stationen erfasst. In der nachstehenden Anhangstabelle 1-13 sind einige Kennwerte für diese Bereiche gelistet.

Die eine Station in der Liegewanne ist mit 23 Arten im Vergleich zum gesamten UG außerhalb des KMFFk\*-Biotops (s. Anhangstabelle 1-9 und Anhangsabbildung 1-10) als artenreich zu bezeichnen. Arten der Roten Liste sind nur mit der Bryozoe *Alcyonidium parasiticum* vertreten. Die Abundanz und v.a. die Biomasse liegen oberhalb der durchschnittlichen Besiedlungskennwerte des gesamten UG. Das Makrozoobenthos weist eine Reihe von sessilen Hartsubstratarten auf, aber keine artenreiche Begleitfauna größerer Habitatbildner (Hydrozoa-Stöcke) wie sie im KMFFk\*-Biotop vorkommen. Als besondere Arten sind die zwei Muscheln *Petricolaria pholadiformis* und *Barnea candida* zu nennen, die in Torf- und Kleibereichen zu finden sind und seltene/besondere Arten innerhalb des Wattenmeeres sind. Diese gehören neben dem Polychaeten *Scoloplos armiger* und *Pygospio elegans* sowie unbestimmten Actinaria auch zu den numerisch dominanten Arten. In Anhangsabbildung 1-11 sind die Ergebnisse der Clusteranalyse mit Darstellung des jetzigen Planungsstandes dargestellt. Die Station in der Liegewanne wird der Gruppe „d“ zugeordnet. Diese Gruppe kommt auch innerhalb des KMFFk\*-Biotops vor sowie in den Ausläuferbereichen des Biotops (östl. Nahbereich der Liegewanne) und z.T. im südlichen Böschungsbereich. Diesen Bereichen wird die **Wertstufe 4 (hoch)** zugeordnet.

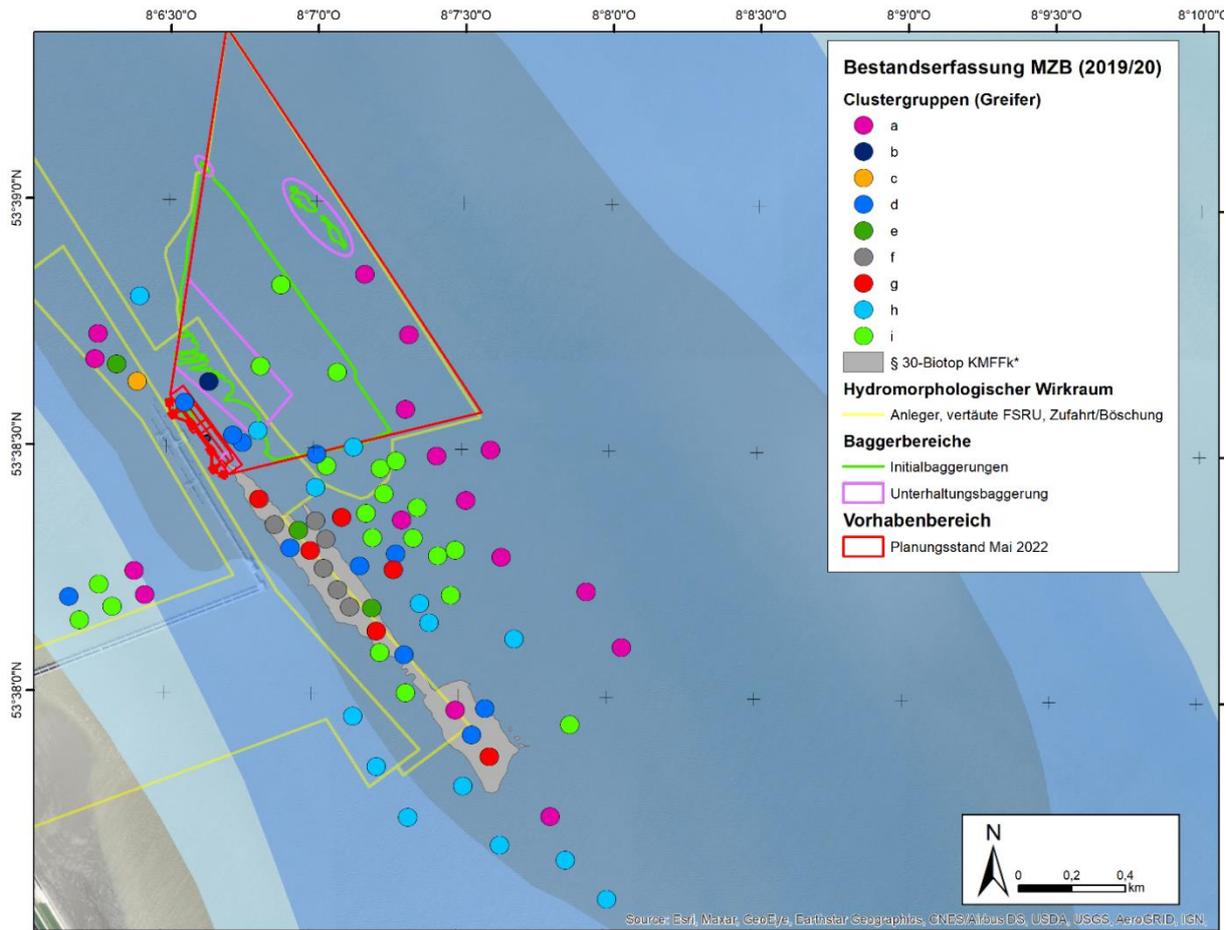
Die Zufahrt (inkl. südl. Böschung) weist mit 10,6 Arten/Station eine mäßige Artenvielfalt auf. Arten der Roten Liste sind mit dem Seemoos *Sertularia cupressina* und der Bryozoa *Electra monostachys* vertreten. Auch die Abundanz und Biomasse entspricht der durchschnittlichen Besiedlung des gesamten UG außerhalb des KMFFk\*-Biotops (s. Anhangstabelle 1-9). Die Besiedlung der Zufahrt weist räumliche Unterschiede auf und es kommen mehrere Assoziationen vor, wie die Ergebnisse der Clusteranalyse zeigen (Anhangsabbildung 1-11). In der Nähe der Liegewanne sind vereinzelt artenreichere Stationen aus der Gruppe „d“ anzutreffen. In dem mittleren Bereich der Zufahrt (Sandrücken) wurden alle drei Stationen der Gruppe „i“ zugeordnet, die eine mittlere Artenvielfalt aufweisen und von Mittelsand dominiert sind. Prägende Arten sind hier *Scoloplos armiger*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergii*, *Limecola bathica* sowie *Bathyporeia elegans* und *Bathyporeia gulliamsoniana*. Weiter in Richtung Fahrwasser wurden 3 Stationen der Gruppe „a“ zugeordnet, die durch eine sehr geringe Artenzahl und v.a. mobile Arten wie Schwebgarnelen geprägt waren. Dem Zufahrtsbereich innerhalb des Baggerbereiches wird die **Wertstufe 3 (mittel)** und dem Zufahrtsbereich in Fahrrinnennähe die **Wertstufe 2 (gering)** zugeordnet.

**Anhangstabelle 1-13: Kenngrößen und Kennwerte der Besiedlung sowie numerisch dominante und seltene und besondere Arten im Vorhabengebiet und den hydromorphologisch relevanten Wirkräumen (Nachlaufschleppen)**

Kenngröße	Zufahrt und südl. Böschung	Liegewanne	südl. Nachlaufschleppe	nördl. Nachlaufschleppe
Anzahl Stationen	14	1	13 (davon 12 im § 30 BNatSchG-Biotop)	4
Anzahl RL-Arten	2	1	5	1
Mittlere Artenzahl/Station	10,6	23	20,5	11,8
Mittlere Artenzahl Epibenthos/Station	4,4	9	12,5	5,3
Mittlere Abundanz (Ind./m <sup>2</sup> /Station)	101,8	183	820,6	650
Mittlere Biomasse (FG g/m <sup>2</sup> /Station)	3,4	9,77	77,16	13,23
Stetige Arten	<i>Scoloplos armiger</i> <i>Limecola balthica</i> <i>Nephtys cirrosa</i> <i>Tubulariidae</i> indet.		<i>Scoloplos armiger</i> <i>Actinaria</i> indet. <i>Sertularia cupressina</i> <i>Nephtys caeca</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>Obelia bidentata</i>	<i>Limecola balthica</i> <i>Actinaria</i> indet. <i>Scoloplos armiger</i> <i>Nephtys hombergii</i> <i>Schistomysis kervillei</i>
Dominanz Abundanz	<i>Bathyporeia elegans</i> <i>Scoloplos armiger</i> <i>Gastrosaccus spinifer</i> <i>Limecola balthica</i>	<i>Scoloplos armiger</i> <i>Petricolaria pholadiformis</i> <i>Actinaria</i> indet. <i>Barnea candida</i> <i>Pygospio elegans</i>	<i>Scoloplos armiger</i> <i>Actinaria</i> indet. <i>Mytilus edulis</i> <i>Balanus crenatus</i>	<i>Actinaria</i> indet. <i>Scoloplos armiger</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>Limecola balthica</i> <i>Nephtys caeca</i>
Besondere und seltene Arten	einige Hartsubstratsiedler, keine sekundäre Begleitfauna von epibenthischen Habitatbildnern, sowie <i>Petricolaria pholadiformis</i> als seltene/besondere Art (Torfanteile)	einige Hartsubstratsiedler, keine sekundäre Begleitfauna von epibenthischen Habitatbildnern, wenige seltene/besondere Arten wie <i>Petricolaria pholadiformis</i> und <i>Barnea candida</i> (Torfanteile)	viele Hartsubstratarten inkl. sekundärer Begleitfauna sowie viele seltene und besondere Arten (s. Charakterisierung § 30-Biotop in Tab. 1.2-2)	einige Hartsubstratsiedler, keine sekundäre Begleitfauna von epibenthischen Habitatbildnern, keine besonderen oder seltenen Arten



Anhangsabbildung 1-10: Gesamtartenzahlen (5 Kategorien) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden und Darstellung des Planungsstands 2022 (Vorhaben und Wirkräume)



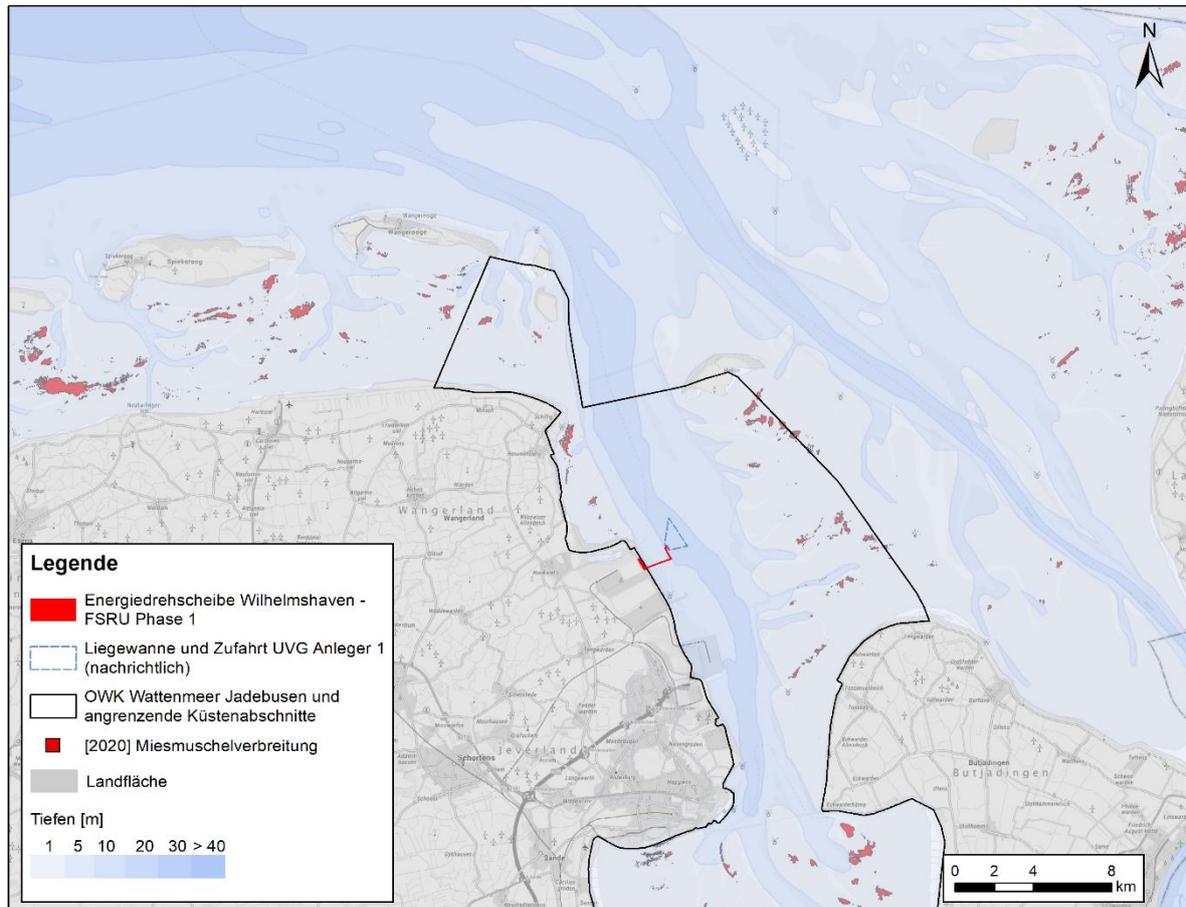
**Anhangsabbildung 1-11: Räumliche Darstellung der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (SIMPROF 1 % Signifikanz) für die 78 Stationen, die im Mai und Oktober 2019 und im Mai 2020 beprobt wurden und Darstellung des Planungsstands 2022 (Vorhaben und Wirkräume)**

Der Bereich der südlichen Nachlaufschlepe mit den 13 Stationen entspricht weitestgehend den Charakterisierungen des Makrozoobenthos wie sie für das gesamte § 30 BNatSchG-Biotop (KMFFk\*) beschrieben wurden (vgl. Kap. 1.2.1.2); dies wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Dem Bereich des § 30 BNatSchG-Biotops in der südlichen Nachlaufschlepe wird die **Wertstufe 5 (sehr hoch)** zugeordnet.

Die nördliche Nachlaufschlepe wurde mit 4 Stationen beprobt und weist vergleichbar zur Zufahrt eine mittlere Artenvielfalt auf. Als Rote Liste Art wurde nur *Sertularia cupressina* nachgewiesen. Die Abundanz ist jedoch im Vergleich zum gesamten UG höher, was aber v.a. in der hohen Anzahl juveniler Seepocken begründet war, die auf Schill bzw. kleineren Steinen siedelten. Die Biomasse ist ebenfalls höher als im Gesamtgebiet, da dort aufgrund der lokal vorkommenden Kiese und Steine auch Actinaria vermehrt siedelten, die ein hohes Individualgewicht aufweisen. Neben einigen sessilen Hartsubstratarten wurden keine besonderen oder seltenen Arten angetroffen. Dem Bereich wird die **Wertstufe 3 (mittel)** zugeordnet.

Eine aktuelle Darstellung der eulitoralen Muschelbänke (Stand 2022) zeigt Anhangsabbildung 1-12. Die Lage der Muschelbänke (Mischmuscheln/Pazifische Auster) hat sich gegenüber dem Stand von 2016 nicht nennenswert verändert. Die Distanz zu den nächstgelegenen Muschelbänken im Wattbereich bei Hooksiel beträgt 2.500 m. Über das Vorkommen sublitoraler Muschelbänke liegen auch aktuell keine Informationen vor, da diese Habitate nicht flächendeckend untersucht werden.

Weitere besondere Habitate kamen im gesamten UG nicht vor.



**Anhangsabbildung 1-12: Vorkommen eulitoraler Muschelbänke (*Mytilus edulis/Magallana gigas*) 2020**

Quelle:

Daten: NUMIS Geoserver

### 1.2.3 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf Makrozoobenthos 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

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenswirkungen, beschrieben und entsprechend der in Anhang 1 des LBP beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

#### 1.2.3.1 Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen

Wie bereits detailliert für die Fische und Rundmäuler beschrieben (Kap.1.1.3.1), wird die für die Verdampfung des LNG erforderliche Prozesswärme über ein Seewassersystem aus dem Seewasser

gewonnen. Das Seewasser wird mit einem Biozid behandelt, um einen Bewuchs durch Mikroorganismen und Algen möglichst zu unterbinden bzw. stark zu vermindern. Im Rahmen dieses Prozesses gelangen Chlor- und Bromderivate über den Kühlkreislauf in die Meeresumwelt. Für weitere Details wird auf Kap.1.1.3.1 und AquaEcology (2022) verwiesen.

Im Ergebnis haben AquaEcology (2022) in ihrem Fachbeitrag „Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System“ festgestellt, dass die Freisetzung von Chlorbioziden und 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 der hier lebenden Organismen erwarten lässt. Dies gilt sowohl für die Organismen des Pelagials als auch für die bodenlebende Flora und Fauna.

Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Makrozoobenthos durch den betriebsbedingten Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen langfristig, lokal bis mittelräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Diese Auswirkungen sind insgesamt daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### **1.2.3.2 Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser**

Über die FSRU selbst und den jeweiligen vertäuten LNG-Tanker wird thermisch verändertes Wasser in die Jade eingeleitet (zu den Einleitmengen und zur Veränderung der Wassertemperatur s. Schutzgut Fische und Rundmäuler, Kap.1.1.3.2).

Die Modellergebnisse von DHI (2022) zeigen, dass die Temperaturdifferenz bereits in kurzem Abstand zum Auslass nur noch gering ist und eine messbare Veränderung aufgrund der schnellen Einmischung des Einleitwassers in das Jadewasser auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt ist. Auf das Makrozoobenthos wirkt v.a. die Einleitung von abgekühltem Seewasser (Szenario 1 in DHI 2022). Das kühle Wasser sinkt 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 auf den Bereich der Liegewanne beschränkt; 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.

Das Makrozoobenthos in den Küstengewässern der Nordsee ist an saisonale und tidale Temperaturwechsel angepasst. Auch natürlicherweise sind innerhalb einer Tide Temperaturschwankungen zu erwarten, die sich im Bereich der prognostizierten Temperaturdifferenz befinden. Das KMFFk\*-Biotop befindet sich in einem Bereich, der nur durch sehr geringe Temperaturveränderungen betroffen ist (vgl. Anhangsabbildung 1-2 und Anhangsabbildung 1-3). Hier bewegen sich die maximalen Temperaturveränderungen innerhalb des dreiwöchigen Simulationszeitraumes bei  $<0,4$  K. Die mittleren Abweichungen sind wie oben beschrieben nicht darstellbar. Für das § 30-Biotop sind daher keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

Nach jetzigem Kenntnisstand sind durch geringfügig leicht abgekühlte Bereiche keine negativen Auswirkungen zu erwarten, da in der Literatur v.a. eine Erhöhung der Temperatur als kritisch (Einwanderung Neozoa, physiologischer Stress, Mortalität, Verschiebung des geographischen Vorkommens) einordnet

wird (Krieg 2010, Kröncke et al. 2011, Rachor 2011). Die von kurzfristigen maximalen Temperaturveränderungen betroffene Fläche nimmt nur einen sehr geringen Teil des UG ein. Ein Funktionsverlust des Bestandes ergibt sich hieraus nicht.

Eine Erhöhung der Temperatur kann das mobile Benthos bzw. Hyperbenthos betreffen. Mobile Arten sind zu einem gewissen Grad in der Lage den erwärmten Bereich zu verlassen, sofern die Veränderungen signifikant sind. Passive Drifter werden mit den Tideströmungen schnell aus den betroffenen Bereichen verdriftet. Letale Temperaturen durch die Einleitung wärmeren Wasser werden durch das Vorhaben nicht erreicht (Krieg 2010).

Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Makrozoobenthos durch den betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser langfristig, mittel- bis großräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0) sein. Diese Auswirkungen sind insgesamt daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.2.3.3 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Tiere – Teil Makrozoobenthos ist in Anhangstabelle 1-14 dargestellt.

**Anhangstabelle 1-14: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Makrozoobenthos**

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenwirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zustand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Auswirkung, Räumliche Ausdehnung	Erheblichkeit
<b>FSRU</b>				
Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen auf das Makrozoobenthos	Prognose: WS 3-4 Ist: WS 3-4 Veränderungsgrad: 0	Langfristig, mittel- bis großräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft
Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser	Veränderung der Wassertemperatur durch thermische Einleitungen	Prognose: WS 3-4 Ist: WS 3-4 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

## **1.3 Zooplankton**

### **1.3.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt**

#### **1.3.1.1 Art und Umfang der Untersuchung**

##### **Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Zooplankton umfasst sämtliche seeseitigen Wasserflächen im Umkreis von 5,5 km um das Vorhaben. Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes basiert im Wesentlichen auf den Modellergebnissen und Abschätzungen zur Ausbreitung von Einleitungsstoffen, Trübungsfahnen, Temperaturveränderungen etc. Das Untersuchungsgebiet schließt die Bereiche von Hooksiel sowie die Flachwasserbereiche bis zum Übergang Hohe Weg-Watt mit ein. Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für das Schutzgut Zooplankton zeigt Anhangsabbildung 1-1..

##### **Datengrundlagen**

Die Bestandbeschreibung für das Zooplankton erfolgt auf Basis von allgemeiner Literatur zum Zooplankton des Wattenmeeres (Martens 1994). Ein Zooplankton-Monitoring existiert an den beiden Inselstandorten des Alfred-Wegener-Institutes bei Helgoland und Sylt. Vereinzelt gibt es jedoch umfangreich, aber örtlich eng begrenzt Daten, die aus Projekten hervorgegangen sind (z.B. Robinsbalje: Heiber und Otzumer Balje: Niesel 1998). In den Küstengewässern Niedersachsens wurde bis zum Jahr 2014 kein regelmäßiges Zooplankton-Monitoring durchgeführt. Mit Inkrafttreten der MSRL startete der NLWKN 2015 eine Serie von Zooplankton-Untersuchungen an 6-8 Stationen entlang der niedersächsischen Küste (z.B. AquaEcology 2016, 2018a). Aus dem Steinkohlekraftwerk von ENGIE in der Innensjade liegen von Aquaecology (2018b) Zählungen des Zooplanktons vor, die an sechs Terminen 2017 im Pumpenhaus (vor Durchlauf des Kühlkreislaufes) und im Kraftschlussbecken (nach Durchlauf des Kühlkreislaufes) entnommen wurden. Eine vorhabenspezifische Bestandserfassung erfolgte nicht.

##### **Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken**

Die Datenbasis für die allgemeine Charakterisierung des Zooplanktons wird als ausreichend bewertet. Hinsichtlich der Prognose zu den Auswirkungen der Seewasserentnahme liegen geringe prognoserelevante Kenntnislücken vor, da das Zooplankton starken zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterliegt (z.B. Martens 1984) und der Bestand im UG nicht explizit erfasst wurde. Eine Übertragung der Erkenntnisse aus dem ENGIE-Kraftwerk unter Berücksichtigung der Bestandsdaten aus der Jade (Monitoring NLWKN) erlauben aber eine grundsätzliche Prognose der Auswirkungen.

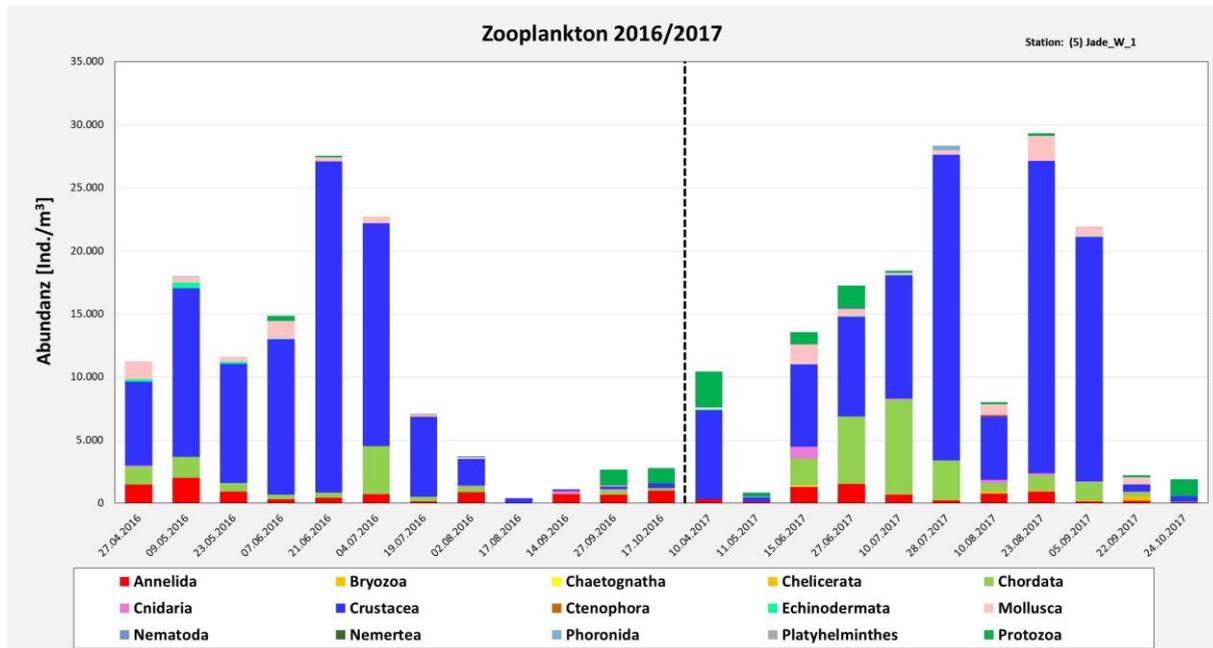
#### **1.3.1.2 Beschreibung des Bestandes**

Zum Zooplankton zählen alle heterotrophen Tiere, die sich schwebend in der Wassersäule bewegen, den Meeresströmungen keinen wesentlichen Widerstand entgegensetzen können und deren räumliche Verteilung im Wesentlichen durch die hydrographischen Prozesse bestimmt wird (Martens 1994). Dennoch sind sie in einem gewissen Maße durchaus zur Eigenbeweglichkeit fähig und tagesperiodische Wanderungen in der Wassersäule sind für viele Arten dokumentiert (Hays 2003). Das Zooplankton umfasst das Reich der Protista (Flagellata, Rhizopoda) und das Reich der Tiere (Animalia). Innerhalb der

Tiere wird unterschieden zwischen Formen, die ihren gesamten Lebenszyklus in der Wassersäule verbringen (Holoplankton) und Formen, die nur einen Teil des Lebenszyklus in der Wassersäule verbringen (Meroplankton). Zu letzterem gehören die Larvenformen vieler benthischer Wirbellose. Obwohl der größte Anteil des Zooplanktons sehr klein ist, umfasst das Zooplankton eine breite Größenspanne zwischen Mikro- (20 µm-0,2 mm), Meso- (0,2-20 mm), Makro- (20 mm-20 cm) bis zu Megazooplankton. Zum Makrozooplankton zählen v.a. Rippenquallen und Medusen sowie Mysidacea (Schwebgarnelen), Euphausiacea (Leuchtgarnelen), Pfeilwürmer (Chaetognatha) und Fischlarven (Ichthyoplankton).

Der saisonale Zyklus des Zooplanktons ist eng verbunden mit dem Zyklus der Nährstoffe und des Phytoplanktons. Von Niesel (1998) werden grundsätzliche saisonale Muster folgendermaßen beschrieben: Das Winterplankton im Rückseitenwatt von Spiekeroog bestand aus wenigen Arten in geringen Anzahlen und wurde durch Copepoden dominiert. Das Frühjahrsplankton nimmt in der Dichte und Artenvielfalt zu, v.a. die Meroplankter und das gelatinöse Plankton (Hydromedusen) kommen in großer Anzahl vor. Im Frühsommer werden die höchsten Bestandsdichten (Meroplankter, junge Copepoden) erreicht. Im Spätsommer/Herbst nehmen Dichte und Artenvielfalt des Planktons wieder ab und erreichen ähnliche Dichten wie im Frühsommer. Das Zooplankton weist insgesamt in Abhängigkeit vieler abiotischer (Temperatur, Strömung) und biotischer (Nahrung, Konkurrenz) Komponenten eine sehr hohe zeitliche Variabilität in der Dichte, Zusammensetzung und räumlichen Verteilung auf. Niesel (1998) zeigte, dass auch innerhalb einer Tide immense Schwankungen des Zooplanktons auftreten können. Grundsätzlich befinden sich im Zooplankton des Wattenmeeres die gleichen Arten wie in den angrenzenden Gewässern der Nordsee, der Anteil an meroplanktischen Larven kann aber deutlich höher sein (Martens 1994).

Zur Untersuchung des Zooplanktons im Rahmen des MSRL-Monitorings Niedersachsen wurden an 6-8 Stationen jeweils ca. im Zeitraum April bis September in monatlichen Abständen mit einem Planktonnetz (vertikale Durchfischung der Wassertiefe 0-10 m, ca. 0,7 m<sup>3</sup>) Proben gewonnen. Die Abundanz der Großgruppen an der zum Vorhaben nächstgelegenen Station „Jade W1“ (Jadefahrwasser zwischen Mellum und Festland) für die Jahre 2016 und 2017 ist in Anhangsabbildung 1-13 dargestellt. Die Abundanz des Zooplanktons lag 2016 vom April startend bei ca. 11.000 Ind./m<sup>3</sup>, mit einem Maximum Ende Juni mit ca. 27.500 Ind./m<sup>3</sup> und nahm dann im Juli auf ein Minimum Mitte August (ca. 1.000 Ind./m<sup>3</sup>) ab und verblieb unterhalb von 3.000 Ind./m<sup>3</sup> bis Mitte Oktober. Ähnlich stieg die Abundanz im Jahr 2017 vom Frühjahr mit rd. 10.200 Ind./m<sup>3</sup> zum Sommer hin auf rd. 29.000 Ind./m<sup>3</sup> an und fiel danach wieder ab. Die hier grundsätzlich gefundenen Muster mit hohen Individuenzahlen im Frühjahr und Sommer sowie der Rückgang im Spätsommer und Herbst entsprechen den Erwartungen, dass die Zooplanktonorganismen von der Menge des zur Verfügung stehenden Futters der untergeordneten Trophiestufe, des Phytoplanktons, abhängig sind (AquaEcology 2018a). Der Vergleich der zwei Jahre zeigt aber, dass die Maxima innerhalb des Sommers zu unterschiedlichen Zeitpunkten zwischen Juni und August auftreten können.

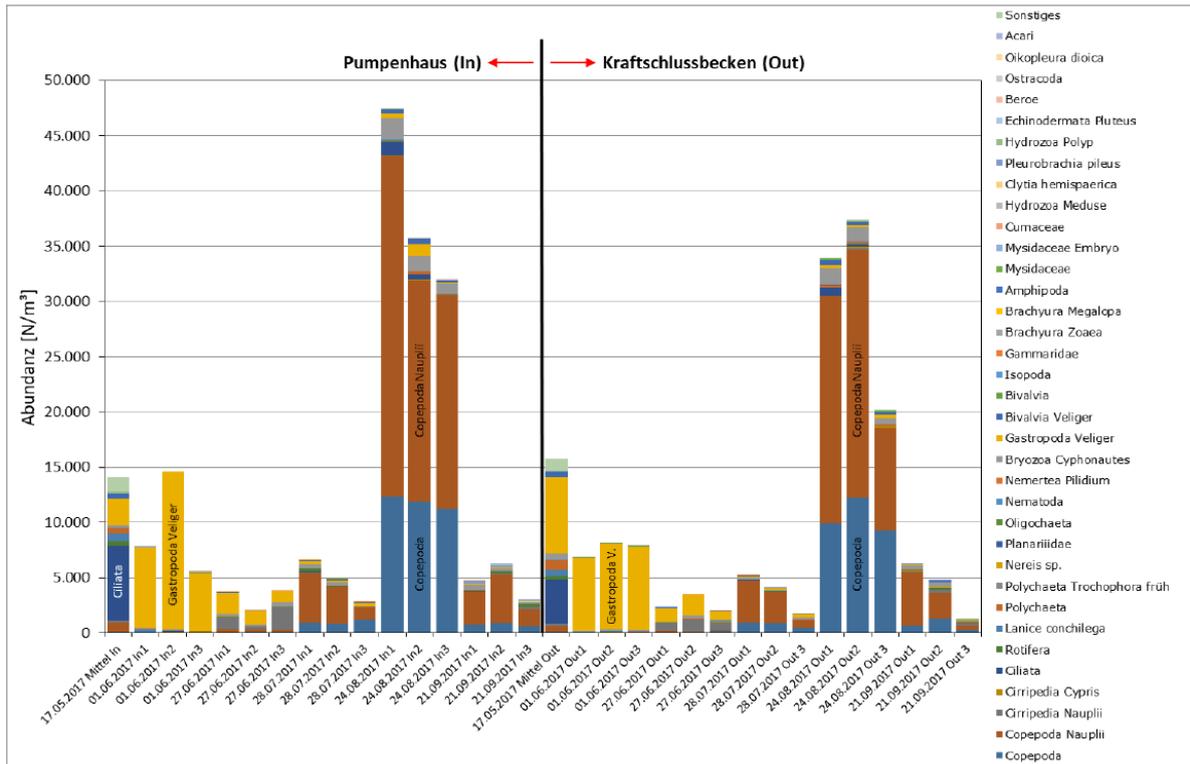


**Anhangsabbildung 1-13: Abundanz (Ind./m<sup>3</sup>) der Großtaxa im Zooplankton an der Station W1 Jade**

Erläuterungen: Graphik aus AquaEcology (2018a)

Das Zooplankton der Jade bestand in den Untersuchungsjahren aus einer diversen Gemeinschaft holo- und meroplanktischer Taxa aus 15 Stämmen des Tierreichs. Deutlich wird die Dominanz der Crustacea, v.a. Copepoda (Ruderfußkrebse) und Larven der Cirripedia (Seepocken), an der Zusammensetzung des Zooplanktons (Anhangsabbildung 1-14). Diese Dominanz wurde gebietsübergreifend an allen Stationen beobachtet. *Arctia* spp., *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* und *Paracalanus parvus/Pseudocalanus elongatus*, alles holoplanktische Arten, stellten mit saisonal wechselnden Anteilen die häufigsten Taxa innerhalb der Crustacea (AquaEcology 2018a). Innerhalb des Meroplanktons stellten die Larven der Annelida (Polychaeten der Gruppen Phyllodocida, Spionida und Terebellida) größere Anteile am Zooplankton und kamen in beiden Jahren vermehrt im Frühjahr vor. Neben diesen beiden dominierenden taxonomischen Gruppen trugen vor allem jeweils in der ersten Jahreshälfte auch die Veliger-Larven diverser Bivalvia (Muscheln) und Gastropoda (Schnecken) in signifikantem Maße zu den Individuendichten bei. Weitere häufige Formen sind Cnidaria (Medusen der Hydrozoa/Scyphozoa) und Ctenophora (Rippenquallen), die v.a. im Sommer auftraten.

In den Kühlwasserproben, die an sechs Tagen im Mai, Juni, Juli, August und September an Stellen vor (In) und nach (Out) dem Durchlauf des Kühlwassers gewonnen wurden (AquaEcology2018), kamen sowohl holoplanktische als auch meroplanktische Taxa vor. Im Frühjahr dominierten Ciliaten und die Veliger-Larven von Muscheln. Im Sommer traten vermehrt Copepoda als adulte und Larven (Copepodite) hinzu.



**Anhangsabbildung 1-14: Abundanz (Ind./m³) der Taxa im Zooplankton an den jeweiligen Probenahmeterminen im Pumpenhaus (In) und Kraftschlussbecken (Out)**

Erläuterungen:

Graphik aus AquaEcology (2018b)

### 1.3.1.3 Bewertung des Bestandes

Die Bewertung des Bestands erfolgt anhand eines fünfstufigen Bewertungsrahmens (Anhangstabelle 1-5) in Anlehnung an den Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstrassen (BfG 2011). Die Zuordnung zu den Wertstufen erfolgt verbal-argumentativ.

**Anhangstabelle 1-15: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere – Zooplankton**

Wertstufe	Definition der Wertstufe	Ausprägung der Leitparameter
5 sehr hoch	Der Bestand des Zooplanktons ist von sehr hoher Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Die Abundanz zeigt kaum Anzeichen anthropogener Störungen.
4 hoch	Der Bestand des Zooplanktons ist von hoher Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz typischer Zooplankter zeigt geringe Anzeichen für anthropogene Störungen.
3 mittel	Der Bestand des Zooplanktons ist von mittlerer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht mäßig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz typischer Zooplankter zeigt größere Anzeichen anthropogener Störungen.
2 gering	Der Bestand des Zooplanktons ist von geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz typischer Zooplankter zeigt deutliche Anzeichen anthropogener Störungen.
1 sehr gering	Der Bestand des Zooplanktons ist von sehr geringer Wertigkeit	Die Artenzusammensetzung weicht sehr deutlich von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Abundanz typischer Zooplankter zeigt sehr deutliche Anzeichen anthropogener Störungen.

Das Zooplankton spielt innerhalb des trophischen Gefüges eine bedeutende Rolle als Bindeglied zwischen der Primärproduktion (Phytoplankton) und den höheren trophischen Ebenen (z.B. Wirbellose, Fische). Einige Arten wie die Miesmuschel und die Nordseegarnele werden kommerziell genutzt. Die industrielle Nutzung durch den Bau von Hafenanlagen führte zu Habitatverlusten des Planktons. Die derzeitige Nutzung des Jaderaumes als Seeschiffahrtstrasse und Standort von zwei Kraftwerken, die Kühlwasser in der Jade entnehmen, haben ebenfalls Einfluss auf das Zooplankton.

Die Bestandsbeschreibung zeigte, dass die Innenjade trotz der Vorbelastungen auch heutzutage noch eine diverse Zooplankton-Gemeinschaft aufweist. Aussagen zu signifikanten Veränderungen/Trends sind jedoch aufgrund der Variabilität in Raum und Zeit, der Vielzahl von Einflussgrößen und der artspezifisch unterschiedlichen Sensitivität gegenüber Stressoren schwierig. Beschrieben sind Auswirkungen der sich ändernden Wassertemperaturen auf die Planktongemeinschaft (z.B. Martens & van Beusekom 2008, van Beusekom et al. 2018). So zeigen die Langzeitdaten aus dem nordfriesischen Wattenmeer bei List/Sylt, dass die Wassertemperatur seit 1984 bis 2000 um 0,04 °C angestiegen ist. Dieser Effekt dürfte sich aktuell in noch deutlicheren Zahlen ausdrücken. Auch das Zooplankton reagiert auf mildere Wintertemperaturen mit einer früheren Entwicklung und höheren mittleren Biomassen nach warmen Wintern. Ein Treiber für die geringere und später einsetzende Frühjahrsblüte scheint das verstärkte Copepodengrazing in und nach warmen Wintern zu sein. Eine Vorbelastung ist auch in der Einwanderung gebietsfremder Arten zu sehen. Die Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi* tritt seit Mitte der 2000er Jahre im Wattenmeer auf und bildet seitdem alljährlich im Sommer/Herbst große Blüten aus. Negative Auswirkungen auf das trophische System durch diese räuberische Art sind noch nicht bekannt.

Die Bestandsdarstellungen haben gezeigt, dass das Phytoplankton größeren Fluktuation unterliegt. Die kausalen Zusammenhänge sind dabei oftmals unbekannt. Ebenso liegen keine Referenzartenlisten vor bzw. sind die Arten keinem Gefährdungsstatus zugeordnet. Für das Zooplankton sind ansonsten innerhalb des Schutzgutes Tiere verwendete Kriterien wie „Seltenheit/Gefährdung“ bzw. „Regenerierbarkeit“ zurzeit nicht sinnvoll anzuwenden.

Erste Datenauswertungen für in Entwicklung befindlichen MSRL-Indikatoren zum Pelagial deuten zwar auf Veränderungen der Planktongemeinschaften und der Phyto- und Zooplanktonbiomasse in der südlichen Nordsee hin, eine Aussage zum Zustand der pelagischen Habitate und zu möglichen anthropogenen Belastungen als Ursache ist auf Grundlage der OSPAR-Indikatoren aber noch nicht möglich. Mangels wissenschaftlich validierter Bewertungsverfahren konnte das Zooplankton im Rahmen der MSRL-Zustandsbewertung 2018 der Nordsee nicht bewertet werden (BMU 2018). Für das Untersuchungsgebiet ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die wichtigen ökologischen Funktionen des Zooplanktons gegeben sind. Aufgrund seiner Funktion innerhalb des marinen Nahrungsgefüges wird dem Zooplankton eine hohe Bedeutung (Wertstufe 4) beigemessen.

### 1.3.2 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf Zooplankton 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

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenwirkungen, beschrieben und entsprechend der in Anhang 1 des LBP beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

### **1.3.2.1 Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen**

Wie bereits für die Fische und Rundmäuler beschrieben (Kap. 1.1.3.1), wird die für die Verdampfung des LNG erforderliche Prozesswärme über ein Seewassersystem aus dem Seewasser gewonnen. Das Seewasser wird mit einem Biozid behandelt, um einen Bewuchs durch Mikroorganismen und Algen möglichst zu unterbinden bzw. stark zu vermindern. Im Rahmen dieses Prozesses gelangen Chlor- und Bromderivate über den Kühlkreislauf in die Meeresumwelt. Für weitere Details wird auf Kap. 1.1.3.1 sowie AquaEcology (2022) verwiesen.

Im Ergebnis haben AquaEcology (2022) in ihrem Fachbeitrag „Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System“ festgestellt, dass die Freisetzung von Chlorbioziden und 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 der hier lebenden Organismen erwarten lässt. Dies gilt sowohl für die Organismen des Pelagials als auch für die bodenlebende Flora und Fauna.

Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Zooplankton durch den betriebsbedingten Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen langfristig, lokal bis mittlräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Diese Auswirkungen sind insgesamt daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### **1.3.2.2 Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser**

Über die FSRU selbst und den jeweiligen vertäuten LNG-Tanker wird thermisch verändertes Wasser in die Jade eingeleitet (zu den Einleitmengen und zur Veränderung der Wassertemperatur s. Schutzgut Fische und Rundmäuler, Kap.1.1.3.2). Die Modellergebnisse von DHI-WASY (2022) zeigen, dass die Temperaturdifferenz bereits in kurzem Abstand zum Auslass nur noch gering ist und eine messbare Veränderung aufgrund der schnellen Einmischung des Einleitwassers in das Jadewasser auf einen kleinen Raum des Wasserkörpers (v.a. Liegewanne) beschränkt ist.

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 das Zooplankton nicht zu erwarten.

Im Ergebnis werden die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere - Zooplankton durch den betriebsbedingten Eintrag von temperaturverändertem Wasser langfristig, lokal bis mittlräumig, jedoch nicht messbar sein (Veränderungsgrad = 0). Diese Auswirkungen sind insgesamt daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### **1.3.2.3 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen**

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Tiere – Teil Zooplankton ist in Anhangstabelle 1-7 dargestellt.

**Anhangstabelle 1-16: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere – Teil Zooplankton**

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenwirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zustand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Auswirkung, Räumliche Ausdehnung	Erheblichkeit
<b>FSRU</b>				
Betriebsbedingter Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen	Durch Einleitung von Chlor- und Bromderivaten in den Wasserkörper toxikologische Auswirkungen das Zooplankton	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	Prognose: WS 4-5 Ist: WS 4-5 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

## 1.4 Meeressäuger

### 1.4.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt

#### 1.4.1.1 Art und Umfang der Untersuchung

##### Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) umfasst den seeseitigen Bereich im Umkreis von 5.000 m um die FSRU, der größtenteils vom Jadedefahrwasser (Innenjade) eingenommen wird. Auf der Westseite schließt das UG relativ schmale Wattgebiete vor der künstlich geschaffenen Küstenlinie ein, auf der Ostseite Teile des wesentlich größeren Hohe-Weg-Watts mit einigen großen Prielen (Anhangsabbildung 1-1).

##### Datengrundlagen

Im Rahmen der Untersuchung wurden alle Meeressäugerarten betrachtet, die das Wattenmeer bzw. das Jadesystem als Nahrungs- und Fortpflanzungsraum nutzen und zumindest zeitweise im UG oder in dessen Umfeld zu erwarten sind. Dies sind der Seehund, die Kegelrobbe und der Schweinswal. Es liegen aktuelle Daten zu den drei Arten aus mehrjährigen Erfassungen im Bereich des Niedersächsischen Wattenmeeres vor. Die Daten entstammen überwiegend den Umweltinformationsseiten der Nationalparkverwaltung (NLPV, Abfrage Januar 2021).

Seehund: Ergebnisse der jährlichen Seehundszählungen im niedersächsischen Wattenmeer der NLPV (NLPV 2018a), erhoben durch das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES 2020a) sowie Bestandserfassungen im gesamten Wattenmeer durch die Trilateral Seal Expert Group (Galatius et al. 2020).

Kegelrobbe: Jährliche Bestandserfassungen der Kegelrobben im niedersächsischen Wattenmeer (NLPV 2018b; van Neer et al. 2018) sowie im gesamten Wattenmeer durch die Trilateral Seal Expert Group (Brasseur et al. 2020).

Schweinswal: Flugerfassungen im Auftrag des BfN und anderer Institutionen im Bereich der Deutschen AWZ der Nordsee (Nachtsheim et al. 2021), Flugerfassungen im niedersächsischen Wattenmeer im Frühjahr 2008 und 2010 (NLPV 2012), Zufallsbeobachtungen lebender Tiere in niedersächsischen Küstengewässern aus dem Zeitraum 2001 bis 2014 (NLPV 2015) und akustisches Monitoring im Wattenmeer im Auftrag der Nationalparkverwaltungen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins (Dähne et al. 2015; Baltzer et al. 2018a, 2018b; Zein et al. 2019).

Eigene Datenerhebungen zum Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger, wurden im Rahmen des Vorhabens nicht durchgeführt.

##### Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken

Für Seehunde, Kegelrobben und für Schweinswale liegen Daten zum Teil in Form von GIS-Shapefiles vor und können somit lagegenau ins räumliche Verhältnis zum Vorhaben gebracht werden. Die Datenbasis wird als ausreichend bewertet, es liegen keine prognoserelevanten Kenntnislücken vor.

### 1.4.1.2 Beschreibung des Bestandes

Im Bereich des Niedersächsischen Wattenmeeres kommen mit dem Seehund (*Phoca vitulina*), der Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) und dem Schweinswal (*Phocoena phocoena*) drei Meeressäugerarten regelmäßig vor (Anhangstabelle 1-17). Die drei Arten frequentieren die weitere Umgebung des Vorhabens in unterschiedlicher Häufigkeit. Marine Säugetiere werden im Anhang II der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) geführt, der Schweinswal zudem im Anhang IV der streng geschützten Arten. Gemäß der aktuellen Roten Liste Deutschlands (Meinig et al. 2020) gilt die Kegelrobbe nach deutlichen Bestandszunahmen in den letzten Jahren noch als „gefährdet“ (Kategorie 3) während für den Seehund eine Gefährdung unbekanntes Ausmaßes (Kat. G) angenommen wird. Der Schweinswal gilt in deutschen Gewässern als „stark gefährdet“ (Kat. 2, Anhangstabelle 1-17).

**Anhangstabelle 1-17: Meeressäuger im Niedersächsischen Wattenmeer**

Art	Wissenschaftlicher Artname	Streng (s) und/oder besonders (b) geschützt	FFH-RL		Rote Liste (RL)	
			Anh. II	Anh. IV	RL NI	RL D
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>		ja	-	X	G
Kegelrobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	b	ja	-	X	3
Schweinswal	<i>Phocoena phocoena</i>	s	ja	ja	X	2

Erläuterung: streng bzw. besonders geschützt gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 13 und 14 BNatSchG, s = streng geschützt, b = besonders geschützt; FFH-RL = Fauna-Flora-Habitat Richtlinie 92/43/EWG (NLWKN, Stand: Juni 2016); RL NI: Status nach Roter Liste Niedersachsen X = Rote Liste-Bewertung ist älter als 15 Jahre, Kritisierensystem und Kenntnisstand sind daher veraltet; RL D: Status nach Roter Liste Deutschland (Meinig et al. 2020), Gefährdungsstatus: G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet

Für das niedersächsische Wattenmeer gelten für Meeressäuger artspezifische sensible Zeiten. Bei Seehunden und Kegelrobben sind sensible Zeiten während der Wurf- und Jungenaufzucht sowie während des Haarwechsels zu berücksichtigen (Anhangstabelle 1-18). Schweinswale sind während der Fortpflanzungszeit sensibel, jedoch hat das Wattenmeer keine Bedeutung als Fortpflanzungsgebiet für Schweinswale.

**Anhangstabelle 1-18: Für Seehund und Kegelrobben sensible Zeiten**

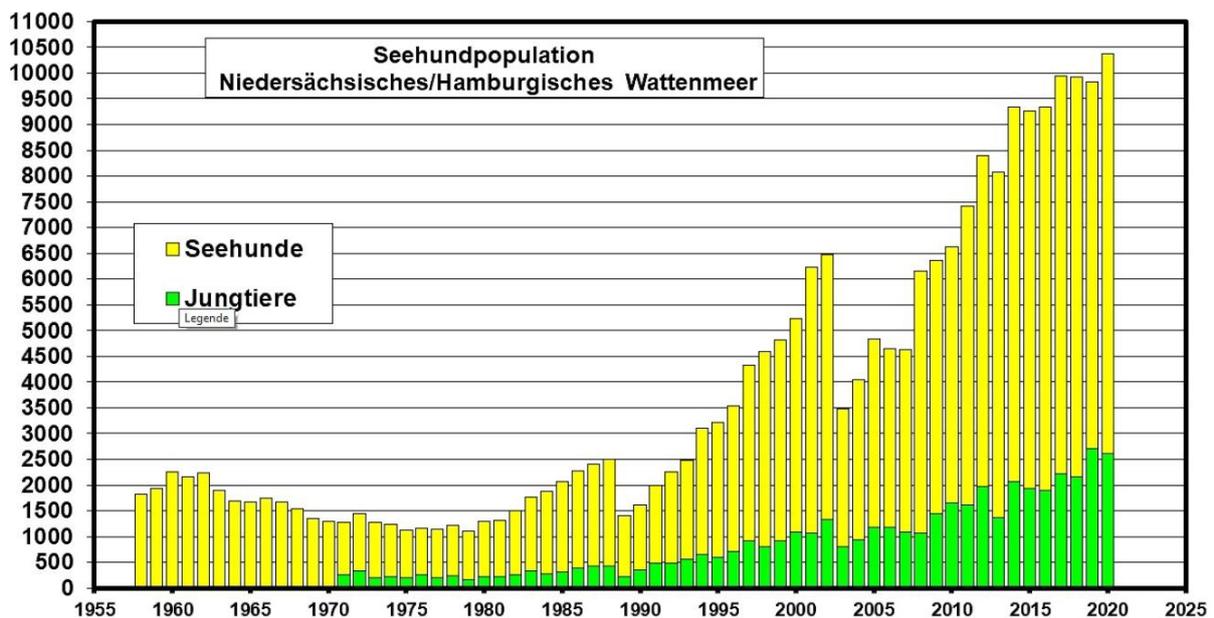
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Seehund	Wurf und Aufzucht						■	■	■				
Seehund	Haarwechsel							■	■				
Kegelrobbe	Wurf und Aufzucht	■											■
Kegelrobbe	Haarwechsel			■	■								

Erläuterungen: Wurf und Aufzucht, Haarwechsel (Robben): höhere Störungsempfindlichkeit, größerer Ruhebedarf, höherer Zeitanteil an Land => hohe Bedeutung ungestörter Liegeplätze

Für Seehunde und Kegelrobben beträgt die Störzone auf Liegeplätzen während der in Anhangstabelle 1-18 genannten sensiblen Zeiten 1.000 m, außerhalb der sensiblen Zeiten 500 m.

## Seehund

Die durch das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) durchgeführten Flugerfassungen von Seehunden im Niedersächsischen und Hamburger Wattenmeer erbrachten 2020 mit insgesamt 10.382 gezählten Individuen, unter denen sich 2.621 Jungtiere befanden, einen neuen Höchstwert (LAVES 2020a). Ausgehend von weniger als 1.500 Tieren zu Beginn der 1980er Jahre erreichte der vom LAVES auf den Liegeplätzen zwischen Ems und Elbe erfasste Seehundsbestand nach einem von zwei Staupe-Epidemien unterbrochenen Anstieg im Jahr 2014 ein Niveau von mehr als 9.000 Tieren und stieg seitdem nur noch leicht. Einen Überblick über die Populationsentwicklung im Niedersächsischen Wattenmeer seit Beginn der Erfassungen im Jahr 1958 gibt Anhangsabbildung 1-15 (LAVES 2020b). Die Bestandsentwicklung verlief hier wie im trilateralen Wattenmeer insgesamt, für das im August 2020 (Zeit des Haarwechsels) ein Bestand von 28.352 Seehunden auf den Liegeplätzen ermittelt wurde (Galatius et al. 2020). Unter Berücksichtigung der im Wasser befindlichen Individuen gehen Galatius u. a. (2020) von einer Wattenmeer-Population von insgesamt 41.700 Tieren aus.

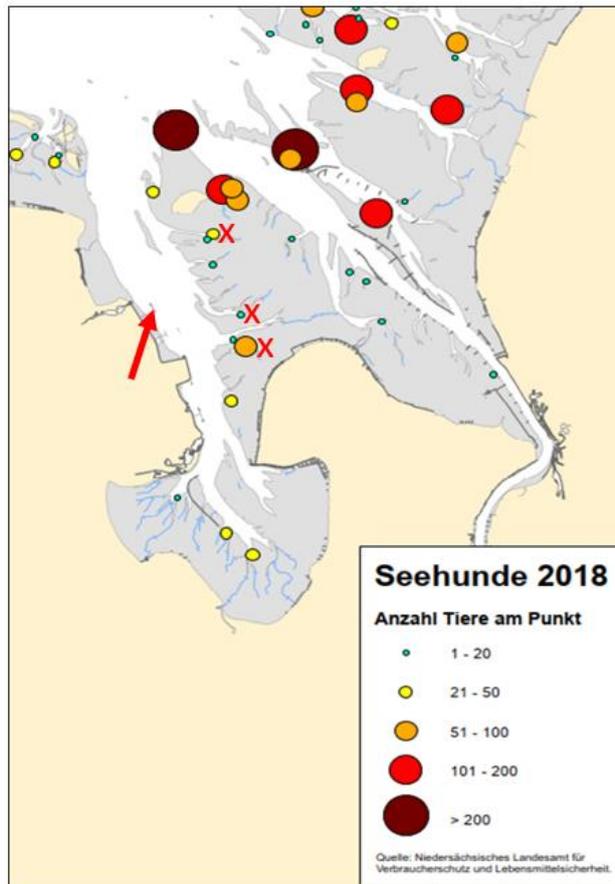


**Anhangsabbildung 1-15: Entwicklung der Seehundpopulation im Niedersächsischen Wattenmeer**

Quelle: LAVES (2020b)

Der Vorhabenbereich kann von Seehunden als Streif- und Jagdgebiet genutzt werden. Die Ergebnisse der Flugerfassungen bei Niedrigwasser zeigen, dass Seehunde insgesamt in relativ geringer Zahl Liegeplätze entlang der Wattkanten am Ostrand des Jade-Fahrwassers aufsuchen (Anhangsabbildung 1-16). Nur ein dort befindlicher Liegeplatz am Südrand des Priels „Kaiserbalje“ wird regelmäßig von mehr als 50 Seehunden genutzt. Er ist wie die übrigen Liegeplätze mehr als 5 km vom Vorhaben entfernt. Auf der Westseite des Fahrwassers sind im Umfeld des Vorhabens keine Liege- und Ruheplätze vorhanden.

Die Anhangsabbildung 1-16 zeigt die Ergebnisse der Flugerfassungen von Seehunden für das Jahr 2018 (NLPV Nds. Wattenmeer 2018a).



**Anhangsabbildung 1-16: Seehunde im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung für das Jahr 2018**

Erläuterung:

Der rote Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Vorhabens

Quelle:

Rote Kreuze: Liegeplätze, für die Schallimmissionswerte ermittelt wurden (vgl. Kapitel 0)  
Seehunde von Borkum bis Cuxhaven (NLPV Nds. Wattenmeer 2018a); Ausschnitt

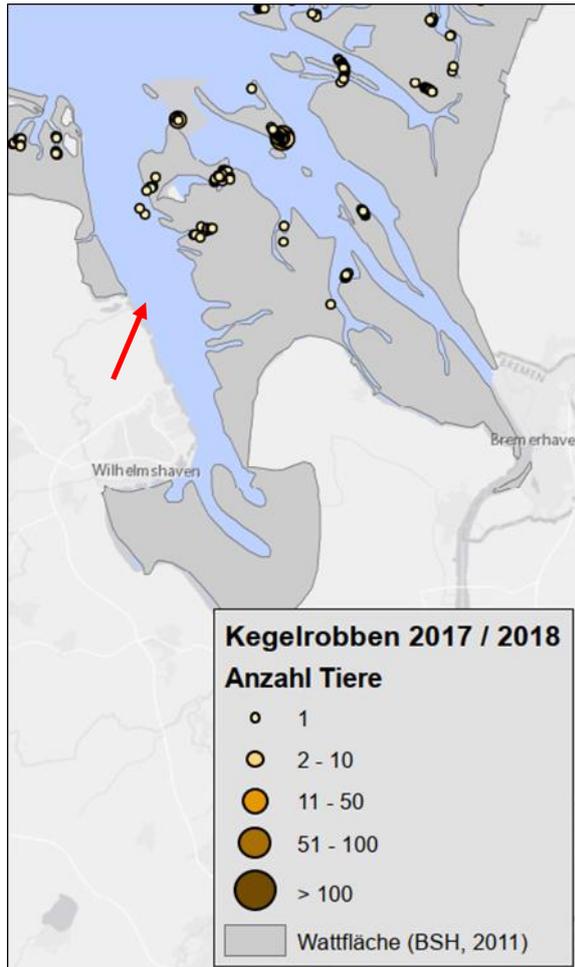
Die Liegeplätze werden ganzjährig zur Rast genutzt, verstärkt während der Wurf- und Aufzuchtphase (Ende Mai - Mitte August) und der Zeit des Haarwechsels (Juli - August). In diesen Phasen besteht eine enge Bindung an den Liegeplatz, da sich die Seehunde möglichst lange außerhalb des Wassers aufhalten (NLWKN 2011a).

### Kegelrobbe

Die Kegelrobbe ist seit dem Jahr 2005 wieder in Niedersachsen heimisch, nachdem sie im Wattenmeer lange Zeit weitgehend ausgestorben war. In den letzten Jahren konnte, während der trilateralen Wattenmeer-Erfassungen ein deutlicher Anstieg der Bestandszahlen beobachtet werden. Die Zählungen der TSEG (Trilateral Seal Expert Group) ergaben während der Aufzuchtphase im Dezember 2019 insgesamt 197 Jungtiere und während der Zeit des Haarwechsels im Frühjahr 2020 insgesamt 587 Alttiere im niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer (Brasseur et al. 2020). Damit wurden sowohl bei den Jung- als auch bei den Alttieren Höchstwerte erreicht, obwohl die Frühjahrszählung nicht vollständig durchgeführt werden konnte. Die Jungtiernachweise konzentrierten sich auf die südwestlich der Insel Juist gelegene Kachelotplate, die bis dato den einzigen regelmäßigen Wurfplatz der Kegelrobbe im niedersächsischen Wattenmeer darstellt.

Nach den bis zum Untersuchungsjahr 2017/2018 vorliegenden Einzeldaten der Flugerfassungen im Bereich des Niedersächsischen Wattenmeeres (NLPV 2018b) befinden sich keine festen Liegeplätze der

Kegelrobbe im weiteren Umfeld des Vorhabens. Die Nachweise im Bereich des Jade-Weser-Ästuars beschränken sich weitgehend auf verstreute Einzeltiere (Anhangsabbildung 1-17). Die dem Vorhaben nächstgelegenen Sichtungen liegen im Bereich der Insel Mellum in ca. 8 km Entfernung. Gleichwohl ist das Auftreten von ruhenden Einzeltieren auch auf den dem Vorhaben gegenüberliegenden Wattflächen am Ostrand des Jadedeichwassers und südlich davon bis in den Jadebusen zu erwarten, jedoch wurden diese Bereiche im Zuge der luftgestützten Kegelrobbezählungen i. d. R. nicht abgedeckt (van Neer et al. 2018). Der Vorhabensbereich kann von einzelnen Kegelrobben als optionales Nahrungsgebiet genutzt werden.



**Anhangsabbildung 1-17: Kegelrobben im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählungen in der Saison 2017/2018**

Erläuterung:  
Quelle:

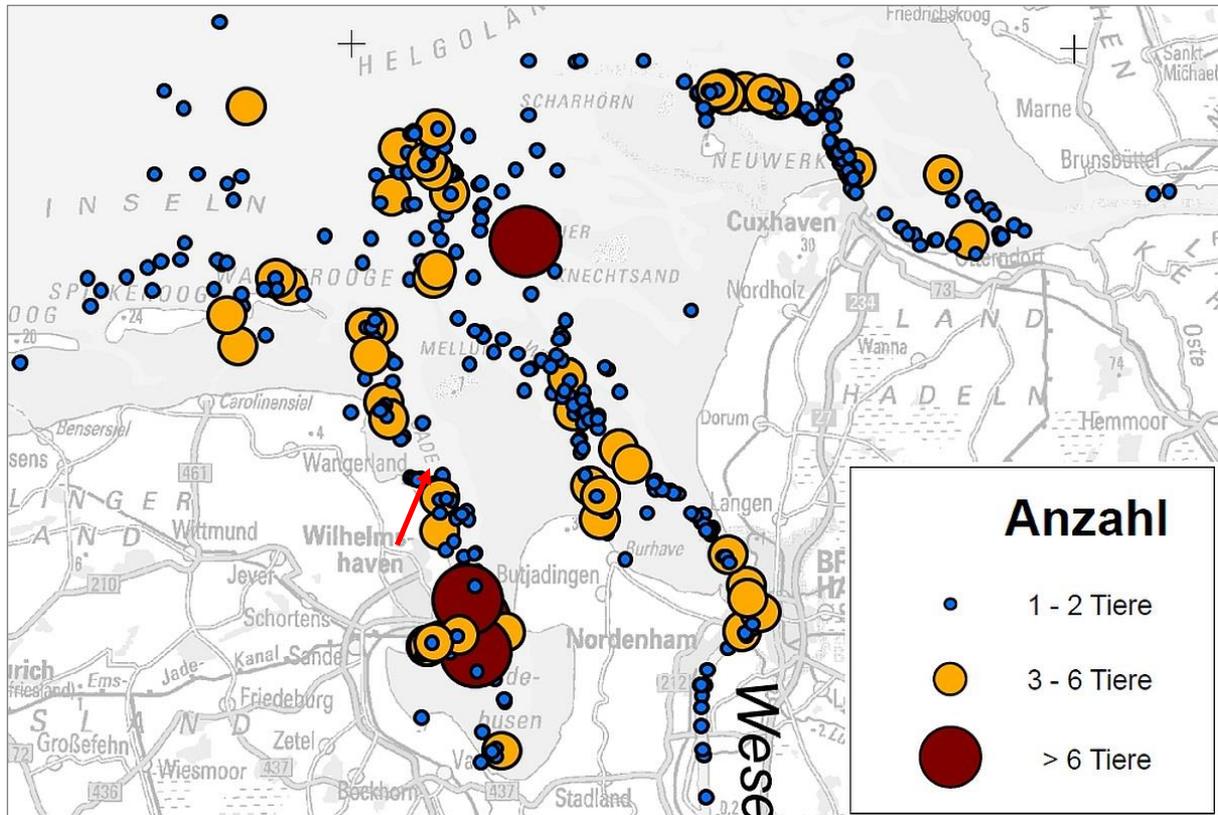
Der rote Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Vorhabens  
Kegelrobben von Borkum bis Cuxhaven (NLPV Nds. Wattenmeer 2018b); Ausschnitt

Die Reproduktionsphase der Kegelrobbe liegt anders als beim Seehund im Winter (Wurf- und Aufzuchtzeit hauptsächlich Dezember - Januar). Der Haarwechsel der Kegelrobbe findet bereits im März - April statt (NLWKN 2011b).

### Schweinswal

Im Bereich des Niedersächsischen Wattenmeeres erscheinen Schweinswale vor allem im Frühjahr und dringen dabei teilweise bis weit in die Ästuarien vor. Dies belegen Zufalls-sichtungen lebender Tiere, die die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer für die Jahre 2001 bis 2014 in einer

Übersichtskarte zusammengestellt hat (NLPV 2015). Anhangsabbildung 1-18 zeigt in einem Ausschnitt die Mündungen von Jade, Weser und Elbe. Die erkennbaren Häufungen von Nachweisen gehen jedoch in erster Linie auf die hohe Beobachtungsfrequenz an Schifffahrtswegen und Küstenlinien zurück und lassen daher keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Verteilung der Schweinswale im dargestellten Gebiet zu.



**Anhangsabbildung 1-18: Zufallssichtungen von Schweinswalen in den Ästuarien von Jade, Weser und Elbe im Zeitraum 2001-2014**

Erläuterung:

Der rote Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Vorhabens. Anzahl und Verteilung der Zufallssichtungen hängen in erster Linie von der Präsenz menschlicher Beobachter ab.

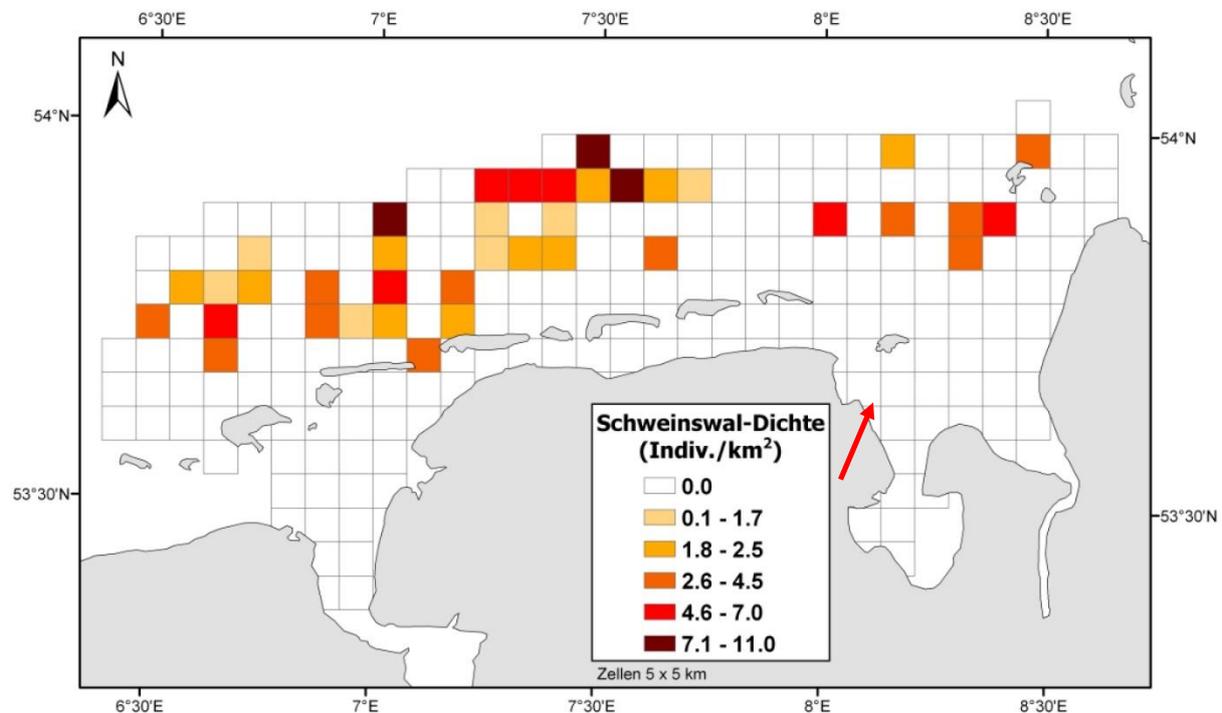
Quelle:

Schweinswalsichtungen zwischen Ems und Elbe 2001-2014 (NLPV 2015); Ausschnitt

Im Südosten der Deutschen Bucht treten Schweinswale allgemein in geringeren Dichten auf als im Südwesten oder Nordosten (Nachtshem et al. 2021), jedoch sind sie entsprechend Anhangsabbildung 1-18 im Vorhabenbereich zumindest saisonal zu erwarten. Mittels akustischer Erfassungen wurde an einer Messstelle vor Wilhelmshaven deutlich erhöhte Detektionsraten in den Monaten März, April und Mai festgestellt (Baltzer et al. 2018b). Vermutlich nutzen die Tiere im zeitigen Frühjahr vermehrt küstennahe Nahrungsressourcen und orientieren sich anschließend nach Norden in Richtung ihres bevorzugten Fortpflanzungsgebietes. Schweinswale kalben im Zeitraum Ende Mai bis Juni vorwiegend im Seegebiet westlich Nordfrieslands (u. a. FFH-Gebiet Sylter Außenriff). Im Bereich des Jade-Weser-Ästuars ist das Auftreten von Muttertieren mit Kälbern, die noch gesäugt werden, nur ausnahmsweise zu erwarten.

Visuelle und akustische Erfassungen per Flugzeug und C-PODs zeigen allerdings, dass die Häufigkeit der Schweinswale in den Ästuarien auch im Frühjahr geringer als im vorgelagerten offenen Seegebiet ist (Gilles & Siebert 2008; Gilles et al. 2010; Dähne et al. 2015). Im Rahmen der 2008 und 2010 jeweils im Frühjahr durchgeführten Flugerefassungen von Schweinswalen im Bereich des niedersächsischen

Wattenmeeres beschränkten sich die Sichtungen weitgehend auf Bereiche jenseits der Inseln und Wattgebiete, was Anhangsabbildung 1-19 exemplarisch für den Erfassungsflug im April 2008 zeigt (Gilles & Siebert 2008).

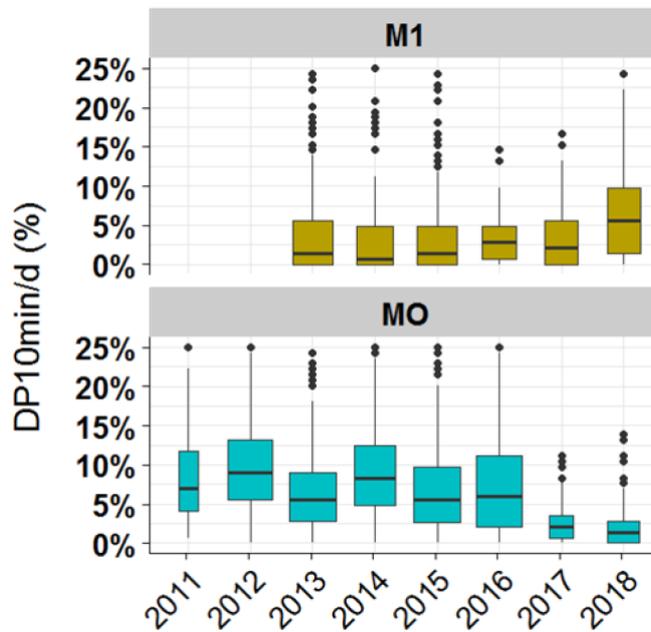


**Anhangsabbildung 1-19: Schweinswalldichte im niedersächsischen Wattenmeer, April 2008**

Erläuterung: Mittlere Schweinswalldichte in Individuen/km<sup>2</sup> pro Rasterzelle (5x5 km) im April 2008. Der rote Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Vorhabens.  
Quelle: Gilles & Siebert (2008)

Gilles & Siebert (2008) weisen darauf hin, dass das Fehlen von Schweinswalsichtungen während der Erfassungsflüge im küstennahen Bereich des Wattenmeeres und in den Ästuarien (Anhangsabbildung 1-19) zum Teil auf die geringere visuelle Erfassbarkeit der Tiere aufgrund der stärkeren Wassertrübung zurückgeht. Daher wurde ab 2011 ein akustisches Monitoring im Wattenmeer-Nationalpark vor Niedersachsen und Schleswig-Holstein durchgeführt.

Für das passive akustische Monitoring wurden sukzessive 6 Messpositionen mit akustischen Schweinswalddetektoren (C-PODs) eingerichtet. Der Vorhabenbereich befindet sich zwischen zwei dieser Messpositionen, der etwa 12 km südlich gelegenen Position M1 vor Wilhelmshaven und der rund 10,5 km nördlich gelegenen Messtation Minsener Oog (MO). Beide Positionen zeigen in dem von Baltzer et al. (2018b) ausgewerteten Zeitraum 2011 - 2018 mit durchschnittlich weniger als 10 % „schweinswalpositiven“ 10 Minutenblöcken pro Tag (DP10min/d) eine geringere Frequentierung durch Schweinswale im Vergleich zu einer Station westlich von Sylt (WL) oder auch zu Literaturwerten aus küstenferneren Gebieten der Deutschen Bucht. Die Werte der Stationen M1 und MO lassen zudem insgesamt eine zunehmende Schweinswalpräsenz vom inneren zum äußeren Ästuar der Jade erkennen, da die Durchschnittswerte an der Station M1 i. d. R. noch unterhalb 5 % DP10min/d lagen (s. Vergleichszeitraum 2013 – 2016 in Anhangsabbildung 1-20, die Vergleichbarkeit der Werte von 2017/2018 ist aufgrund längerer Ausfallzeiten an der Station MO eingeschränkt).



**Anhangsabbildung 1-20: Häufigkeit akustischer Schweinswalnachweise an Messpositionen im Jadeästuar nördlich (MO) und südlich (M1) des Vorhabens**

Erläuterungen:

DP10min/d = Anteil der 10 Minutenblöcke pro Tag, in denen akustische Schweinswaldetektionen am ausgebrachten Messgerät (C-POD) erfolgten; M1 = Messposition vor Wilhelmshaven, MO = Messposition vor Minsener Oog

Quelle:

Baltzer et al. (2018b); verändert

Die Ergebnisse der akustischen Erfassungen bestätigen auch die zuvor durch Sichtbeobachtungen und Totfunde gewonnene Erkenntnis, dass Schweinswale gehäuft im Frühjahr (v. a. Zeitraum März – Mai) in Küstennähe auftreten (Dähne et al. 2015).

#### 1.4.1.3 Bewertung des Bestandes

Die Bewertung des Schutzguts Tiere, Teil Meeressäuger erfolgt verbal-argumentativ anhand eines fünf-stufigen Bewertungsrahmens (Anhangstabelle 1-19). Die Bewertung basiert in erster Linie auf der funktionalen Bedeutung des Lebensraums für den Bestand der Meeressäuger. Die Bewertungskriterien sind das Vorhandensein von Ruhe-, Fortpflanzungs- und Nahrungshabitaten sowie der anthropogene Einfluss auf die Bestände. Es wird eine separate Bewertung für Schweinswal, Seehund und Kegelrobbe vorgenommen.

### Anhangstabelle 1-19: Bewertungsrahmen für das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger

Wertstufe	Definition der Wertstufe	Ausprägung der Leitparameter
5 sehr hoch	Bereich mit sehr hoher Bedeutung für Meeressäuger	Vorhandensein eines wichtigen Reproduktionsgebiets (Wurfplatz, Aufzuchtgebiet) oder eines anderweitig für den Erhalt der Population notwendigen Gebiets ist; Fehlen von anthropogenen Einflüssen auf die Populationen der Meeressäuger und auf die von ihnen besiedelten Habitate
4 hoch	Bereich mit hoher Bedeutung für Meeressäuger	Vorhandensein eines regelmäßig, wenn auch in nur geringem Umfang, aufgesuchten Reproduktionsgebiets oder eines anderweitig für den Erhalt der Population wichtigen Gebiets; geringe negative anthropogene Einflüsse auf die Populationen der Meeressäuger und auf die von ihnen besiedelten Habitate
3 mittel	Bereich mit mittlerer Bedeutung für Meeressäuger	Vorhandensein eines bevorzugten Ruhe-, Nahrungs- oder Durchwanderungsgebiets; mäßige anthropogene Einflüsse auf die Populationen der Meeressäuger und die von ihnen besiedelten Habitate
2 gering	Bereich mit geringer Bedeutung für Meeressäuger	Vorhandensein eines gering oder selten genutzten Nahrungs- oder Durchwanderungsgebiets; Meeressäuger treten nur vereinzelt auf und die Habitate sind anthropogen stark negativ beeinflusst
1 sehr gering	Bereich mit sehr geringer Bedeutung für Meeressäuger	Fehlen von Meeressäugern. Rast-, Fortpflanzungs- und Nahrungshabitate sind nicht vorhanden, bzw. so stark verändert, dass sie die Funktion nicht mehr erfüllen können

#### Seehund

Das Fehlen von Liegeplätzen in der näheren Umgebung des Vorhabens und das Auftreten von maximal weniger als 100 Alttieren an Liegeplätzen in der weiteren Umgebung führt verbunden mit insgesamt unterdurchschnittlichen Jungtieranteilen zu einer Bewertung des UG als „Bereich mit mittlerer Bedeutung“ für den Seehund (Wertstufe 3).

#### Kegelrobbe

Für die Kegelrobbe gibt es keine direkten Nachweise im Vorhabenbereich, insbesondere gibt es im Umfeld des Vorhabens keine bedeutsamen Liege- bzw. Wurfplätze. Da aber Alttiere in geringer Anzahl im weiteren Umfeld festgestellt wurden, kann der Bereich prinzipiell von Kegelrobben genutzt werden. Dies führt zu einer Bewertung des UG als „Bereich mit geringer Bedeutung“ für die Kegelrobbe (Wertstufe 2).

#### Schweinswal

Im Bereich der trockenfallenden Wattflächen kommt der Schweinswal nur selten vor, jedoch ist für das Jade-Fahrwasser und die großen Priele von einer regelmäßigen saisonalen Nutzung als Nahrungshabitat auszugehen. Als Fortpflanzungshabitat hat das Gebiet für den Schweinswal keine Bedeutung. Insgesamt wird das UG als „Bereich mit geringer Bedeutung“ für den Schweinswal (Wertstufe 2) eingestuft.

#### Gesamtbewertung Meeressäuger

Das UG hat für Kegelrobben und Schweinswale keine besondere Bedeutung. Die Bestandsbewertung des Schutzgutes Meeressäuger orientiert sich daher vorrangig am Seehund, der das Watt im Bereich des UG als Liegeplatz und in geringem Umfang optional auch als Wurfplatz nutzt. Das UG wird daher insgesamt als „Bereich mit mittlerer Bedeutung“ für Meeressäuger (Wertstufe 3) beurteilt.

## **1.4.2 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 Meeressäuger ist festzustellen, dass das Untersuchungsgebiet weiterhin ausreichend bemessen ist und die Bestandsdarstellung weiterhin eine belastbare Prognosegrundlage darstellt.

## **1.4.3 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen**

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf Meeressäuger 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

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenswirkungen, beschrieben und entsprechend der in Anhang 1 des LBP beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

### **1.4.3.1 Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen**

Meeressäuger sind in der südlichen Nordsee einer immer noch hohen Vorbelastung durch Schadstoffe, z. B. lipophile Verbindungen wie polychlorierte Biphenyle (PCB), Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) und anderen organischen Substanzen, sowie Schwermetallen ausgesetzt (z. B. Benke & Siebert 1994; Adlung et al. 1997; Das et al. 2006a, 2006b; Weijs et al. 2010; Mahfouz et al. 2014; Van den Heuvel-Greve et al. 2021). Durch die Nahrungskette akkumulieren sich die Schadstoffe bei diesen Tieren. Es ist bislang nur wenig darüber bekannt, wie genau sich die Schadstoffe auf Meeressäuger auswirken. Wahrscheinlich erhöht es ihre Anfälligkeit gegenüber Krankheiten (Kakuschke & Prange 2007). Entsprechend ist eine indirekte Wirkung von betriebsbedingt in den Wasserkörper abgegebenen Schadstoffen auf Meeressäuger über die Nahrungskette grundsätzlich möglich.

Ein betriebsbedingter Schadstoffeintrag ist aufgrund des Einsatzes von Bioziden (Elektrochlorierung) zur Unterbindung von Biofouling in den Leitungen und Prozesseinheiten möglich, der mit der Abgabe von Halogenverbindungen in den Wasserkörper Jade verbunden ist. Gemäß AquaEcology (2022) sind aufgrund der geringen Konzentrationen jedoch weder im Nahbereich der FSRU noch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens messbare Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Organismen – darunter die Nahrungsfische der Meeressäuger - zu erwarten (s. Kapitel 1.1.3.1, Schutzgut Fische und Rundmäuler). Zudem wird die unmittelbare Umgebung der FSRU, wo das Auftreten der Schadstoffe am wahrscheinlichsten ist, aufgrund von Meidung (s. o.) möglicherweise nur selten zur Nahrungssuche genutzt. Entsprechend werden (indirekte) Beeinträchtigungen der Meeressäuger durch betriebsbedingten Schadstoffeintrag als vernachlässigbar gering eingeschätzt.

Die Auswirkung auf das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger, durch den betriebsbedingten Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen ist als langfristig und mittel- bis großräumig einzustufen. Sie führt nicht zu einer Änderung des Bestandswerts (Veränderungsgrad<sup>0</sup>) und ist insgesamt als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.4.3.2 Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser

Das eingesaugte und aufbereitete Seewasser wird je nach Regasifizierungsprozess (open oder closed/combined loop) erwärmt oder abgekühlt eingeleitet. Die Einleitung des temperaturveränderten Wassers wirkt sich im Nahbereich der FSRU in Form geringer Temperaturschwankungen aus (DHI 2022). Für Meeressäuger sind diese Temperaturveränderungen physiologisch unkritisch, jedoch ist theoretisch eine indirekte Wirkung infolge der Schädigung bzw. Reduzierung von Nahrungsorganismen möglich.

Es ist davon auszugehen, dass die Fischarten der Küstengewässer eine gewisse Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen aufweisen, da diese natürlicherweise (tidal, saisonal) vorkommen. Effekte auf das Vorkommen von Nahrungsfischen sind allenfalls im Nahbereich der FSRU zu erwarten, wo Meeressäuger aufgrund der zu erwartenden Meidungsreaktion (s. o.) vermutlich kaum jagen werden.

Die Auswirkung auf das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger durch den betriebsbedingten Eintrag von temperaturverändertem Wasser ist als mittel- bis großräumig einzustufen. Die langfristigen Auswirkungen führen nicht zu einer Änderung des Bestandswerts (Veränderungsgrad<sup>0</sup>) und sind insgesamt als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.4.3.3 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger, ist in Anhangstabelle 1-20 dargestellt.

**Anhangstabelle 1-20: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Teil Meeressäuger**

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenwirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zustand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Auswirkung, Räumliche Ausdehnung	Erheblichkeit
<b>FSRU</b>				
Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen	Gesundheitsgefährdung, Änderung der Nahrungsgrundlage	Prognose: WS 2-3 Ist: WS 2-3 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittel- bis großräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft
Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser	Änderung der Nahrungsgrundlage	Prognose: WS 2-3 Ist: WS 2-3 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittel-räumig	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

## **1.5 Gastvögel**

### **1.5.1 Beschreibung und Bewertung des Zustandes der Umwelt**

#### **1.5.1.1 Art und Umfang der Untersuchung**

##### **Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet (UG) für die Gastvogelerfassungen der Jahre 2019 und 2020 ist in Anhangsabbildung 1-21 dargestellt. Es umfasst einen landseitigen Bereich, der knapp 70 % der Fläche ausmacht, sowie einen seeseitigen Ufer- und Wattbereich der Jade mit zusammen ca. 337 ha. Zunächst wurden die Gastvögel 2019 in einem etwas kleineren Gebiet erfasst (280 ha). Das UG wurde danach um das Wattgebiet vor dem NSG Voslapper Groden-Nord und einen kleineren landseitigen Bereich im Südwesten erweitert (Anhangsabbildung 1-21).

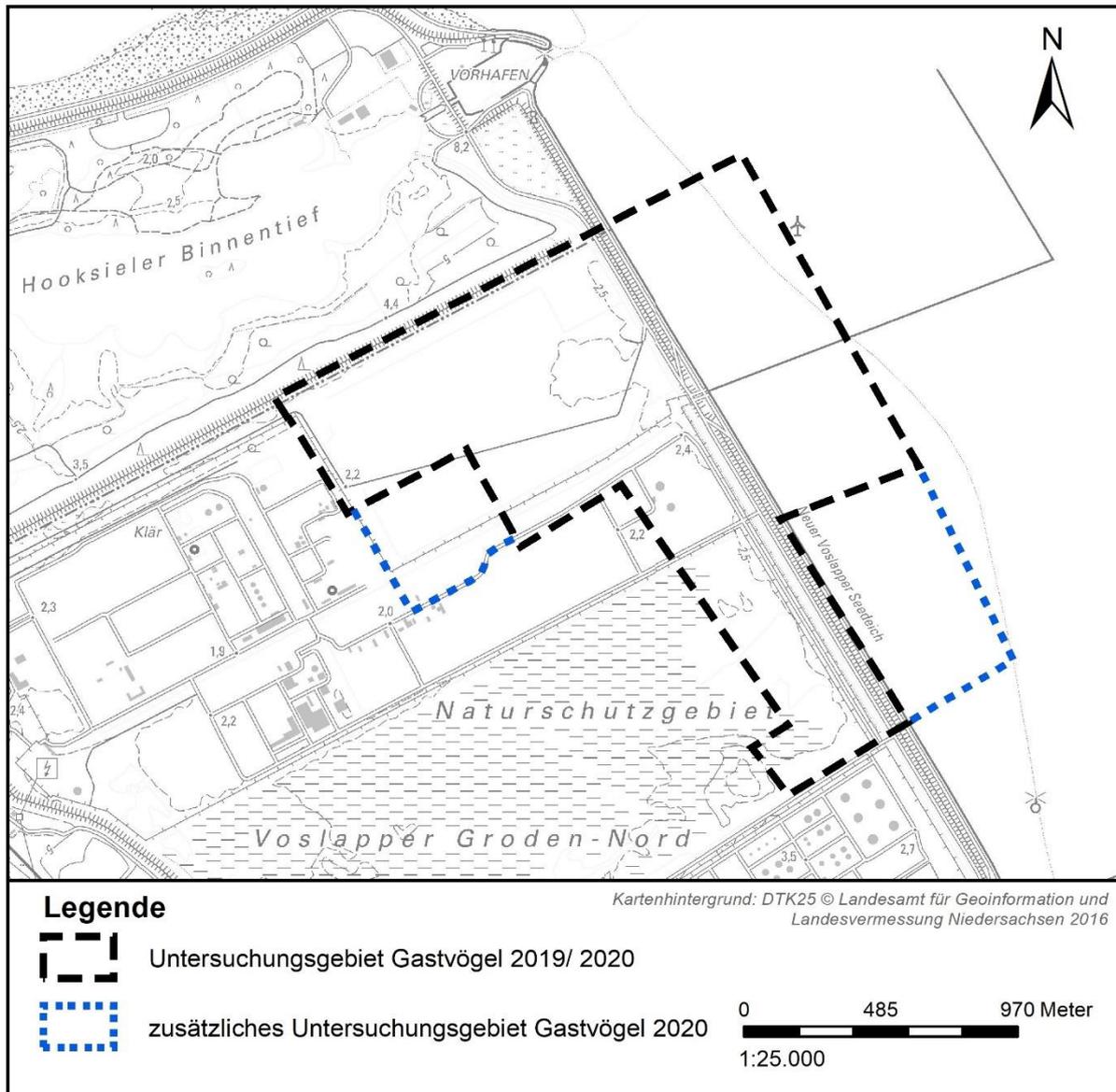
Der seeseitig zum UG gehörende, etwa 500 m breite Streifen deckt sich in etwa mit der Ausdehnung des Wattbereichs, der dem Voslapper Seedeich vorgelagert ist.

##### **Datengrundlagen**

Die Beschreibung des Gastvogelbestands basiert auf Erfassungsdaten, die von Januar bis Mai 2019, von Februar bis Mai 2020 und von Juli bis Dezember 2020 im oben beschriebenen Untersuchungsgebiet (Anhangsabbildung 1-21) erhoben wurden. Quantitativ erfasst wurden alle nach Krüger u. a. (2013) bzw. Krüger u. a. (2020) für eine Bewertung relevanten Arten. Weitere Details zur Methode und zur Umsetzung der Bestandserfassung sind den Erfassungsberichten zu entnehmen (IBL Umweltplanung 2020a, 2021a).

##### **Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken**

Die Datenbasis wird als ausreichend bewertet, es liegen keine prognoserelevanten Kenntnislücken vor.



Anhangsabbildung 1-21: Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel

### 1.5.1.2 Beschreibung des Bestandes

Im Untersuchungsgebiet wurden während der insgesamt 40 Erfassungstermine (15 Termine in 2019, 25 in 2020) insgesamt 32 Vogelarten, die nach Krüger u. a. (2020) wertgebend sind, als Wintergäste oder Durchzügler nachgewiesen (Anhangstabelle 1-21). Hierzu gehören überwiegend Arten aus den Gruppen der Wasser- und Watvögel. Regelmäßig wurden unter den wertgebenden Gastvögeln vor allem die Arten Blässhuhn, Graugans, Lachmöwe, Silbermöwe und Stockente angetroffen. Das Artenspektrum beinhaltet zudem neun Limikolenarten, von denen insbesondere Austernfischer und Steinwälzer in größerer Zahl beobachtet wurden. Die höchste Individuensumme über alle Termine im Jahr 2019 wurde für die Stockente ermittelt, gefolgt von Graugans und Silbermöwe. Im Jahr 2020 ergab sich die höchste Individuensumme für die Lachmöwe, gefolgt von Austernfischer und Silbermöwe (Anhangstabelle 1-21).

Darüber hinaus wurden fünf Greifvogelarten erfasst und dokumentiert, die den Raum periodisch als Rast- und Nahrungsgebiet nutzen, jedoch gemäß Krüger u. a. (2020) nicht als wertgebende Arten

gelten. Neben den vereinzelt erfassten Arten Rohrweihe, Sperber und Wanderfalke traten Mäusebussard und Turmfalke regelmäßig auf (Anhangstabelle 1-21).

Einen räumlichen Schwerpunkt des Rastgeschehens bildeten in beiden Erfassungsjahren die im UG befindlichen Wattflächen am Ostrand und die größeren wasserführenden Gräben, die vor allem am Ost- und Südrand des UG verlaufen.

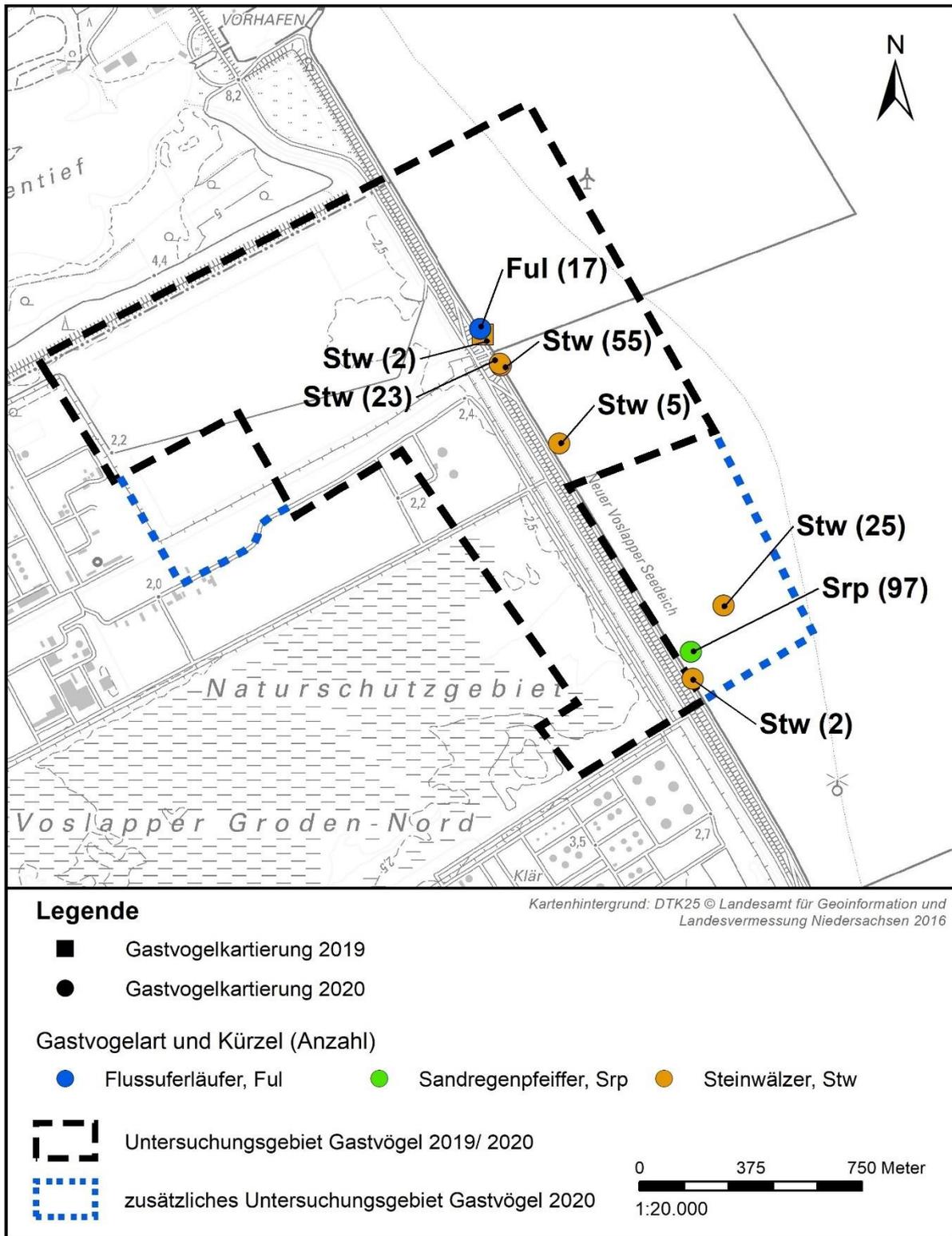
An Arten, die in der Roten Liste der wandernden Vogelarten als gefährdet geführt werden (Hüppop et al. 2013), kamen im UG Brandgans (RLW „1“, vom Erlöschen bedroht), Knäkente (RLW „2“, stark gefährdet) sowie Flusseeeschwalbe und Krickente (RLW „3“, gefährdet) in geringer Anzahl vor. Die ebenfalls nur vereinzelt erfassten Arten Kiebitz und Wanderfalke werden auf der zugehörigen Vorwarnliste geführt (Anhangstabelle 1-21). Der hohe Gefährdungsgrad der Brandgans geht auf die starke Konzentration der Rastvorkommen in der Elbmündung während der Schwingenmauser zurück.

**Anhangstabelle 1-21: Übersicht der 2019 und 2020 im Untersuchungsgebiet quantitativ erfassten Gastvogelarten**

Deutscher Artname	Wissenschaftlicher Artname	Σ Individuen		Tagesmaximum		RL WV	VS-RL Anh. I	§ 7 BNatSchG
		2019	2020	2019	2020			
<b>Wertgebende Arten nach Krüger u. a. (2020)</b>								
Alpenstrandläufer	<i>Calidris alpina</i>	12	42	12	35	-	x	s
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	58	292	10	47	-	-	b
Blässhuhn	<i>Fulica atra</i>	55	27	8	5	-	-	b
Brandgans	<i>Tadorna tadorna</i>	10	4	2	2	1	-	s
Eiderente	<i>Somateria mollissima</i>	-	13	-	6	-	-	b
Flusseeeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	-	3	-	3	3	x	s
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	-	17	-	17	-	-	s
Gaugans	<i>Anser anser</i>	186	87	44	40	-	-	b
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	4	13	2	3	-	-	b
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	8	65	2	18	-	-	s
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	6	2	5	1	-	-	b
Heringsmöwe	<i>Larus fuscus</i>	-	14	-	10	-	-	b
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	-	2	-	2	V	-	s
Knäkente	<i>Spatula querquedula</i>	1	-	1	-	2	-	s
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	88	1	24	-	-	b
Kranich	<i>Grus grus</i>	-	6	-	2	-	x	s
Krickente	<i>Anas crecca</i>	8	1	4	1	3	-	b
Lachmöwe	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	54	1.254	12	276	-	-	b
Mantelmöwe	<i>Larus marinus</i>	1	3	1	1	-	-	b
Pfeifente	<i>Mareca penelope</i>	-	12	-	12	-	-	b
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	1	-	1	-	-	-	b
Sandregenpfeifer	<i>Charadrius hiaticula</i>	-	97	-	97	-	-	b
Schnatterente	<i>Mareca strepera</i>	26	18	8	5	-	-	b
Schneeammer	<i>Plectrophenax nivalis</i>	-	3	-	2	-	-	b
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	110	227	42	49	-	-	b
Silberreiher	<i>Ardea alba</i>	-	5	-	2	-	-	b
Steinwälzer	<i>Arenaria interpres</i>	2	191	2	78	-	-	s
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	358	209	60	41	-	-	b
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	-	22	-	5	-	-	b
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	9	11	2	3	-	-	s
Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	2	-	2	-	-	-	s
Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	4	7	2	2	-	-	b
<b>Sonstige Arten</b>								
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	7	29	2	5	-	-	s
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	-	1	-	1	-	x	s
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	3	2	1	1	-	-	s
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	7	15	1	3	-	-	s

Deutscher Art-name	Wissenschaftlicher Art-name	∑ Individuen		Tagesmaximum		RL WV	VS-RL Anh. I	§ 7 BNatSchG
		2019	2020	2019	2020			
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	2	-	1	-	V	x	s
<u>Erläuterung</u>								
RL WV:		Rote Liste wandernder Vogelarten Deutschlands (Hüppop et al. 2013), - = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet, 1 = vom Erlöschen bedroht						
VS-RL Anh. I:		Art des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie; - = nein, x = ja						
§ 7 BNatSchG:		Art ist nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 / 14 Bundesnaturschutzgesetz geschützt; s = streng geschützt, b = besonders geschützt						

Die Anhangsabbildung 1-22 zeigt die Verteilung der wertgebenden Gastvogelarten Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer im UG (nur diese Arten erreichen einen Schwellenwert für eine mindestens lokale Bedeutung s. Folgekapitel 1.5.1.3). Die Phänologie ihres Auftretens und des Auftretens der anderen Arten ist anhand der Tagessummen der 15 Erfassungstermine dem Anhang der Kartierberichte zu entnehmen (IBL Umweltplanung 2020a, 2021a).



**Anhangsabbildung 1-22: Nachweise der wertgebenden Gastvogelarten Flussuferlauler, Sandregenpfeifer und Steinwalzer im Untersuchungsgebiet (Arten, mit mindestens lokaler Bedeutung)**

### 1.5.1.3 Bewertung des Bestandes

Eine naturschutzfachliche Bewertung der vorliegenden Zählergebnisse erfolgt nach quantitativen Kriterien gemäß Krüger u. a. (2020). Grundlage der Bewertung sind die im Rahmen der Untersuchung je Erfassungstermin ermittelten Bestandszahlen einer Gastvogelart. Für jede bewertungsrelevante Art werden in Krüger u. a. (2020) Mindestbestandszahlen (Schwellenwerte) angegeben, aus denen sich für ein Gebiet eine lokale, regionale, landesweite, nationale oder internationale Bedeutung ableitet (Methodik s. IBL Umweltplanung (2020a, 2021a)).

Nur die drei Arten Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer erreichten einen Schwellenwert (Anhangstabelle 1-22) für eine mindestens lokale Bedeutung des UG als Gastvogellebensraum nach Krüger u. a. (2020).

**Anhangstabelle 1-22: Kriterienwerte nach Krüger u. a. (2020) für Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer**

Deutscher Artname	Kriterienwerte für eine Bedeutung (Region Watten und Marschen)				Zeitraum (Monate)
	lokal	regional	landesweit	national	
Flussuferläufer	10	20	35	130	1-12
Sandregenpfeifer	35	70	130	250	1-12
Steinwälzer	5	10	20	50	1-4; 9-12
Steinwälzer	10	15	30	50	5-8

Der Flussuferläufer wurde einmal mit 17 Individuen nachgewiesen und belegt damit eine lokale Bedeutung des UG für diese Art. Einmalig war auch ein Trupp des Sandregenpfeifers mit 97 Individuen anwesend, was einer regionalen Bedeutung des UG für diese Art entspricht. Der Steinwälzer trat im UG regelmäßig vor allem im Grenzbereich zwischen Watt bzw. Wasserlinie und Uferbefestigung auf. Die Höchstzahl von 78 Individuen am 20.07.2020 (Anhangstabelle 1-23) weist auf eine **nationale Bedeutung** des UG für diese Art hin. Der Steinwälzer war an vier weiteren Terminen in einer Anzahl anwesend, die einer lokalen bis landesweiten Bedeutung entsprach (s. Anhang der Kartierberichte (IBL Umweltplanung 2020a, 2021a)).

**Anhangstabelle 1-23: Nachweise von Flussuferläufer, Sandregenpfeifer und Steinwälzer im Untersuchungszeitraum 2020**

Deutscher Artname	Datum	Tagesmaximum (Anzahl Expl.)	Anzahl Exemplare für Schwellenwert WM Krüger u. a. (2020)	Bedeutung* Krüger u. a. (2020)
Flussuferläufer	30.07.2020	17	10	lokal
Sandregenpfeifer	10.09.2020	97	70	regional
Steinwälzer	20.07.2020	78	50	national

Erläuterung

Tagesmaximum: maximale Anzahl der an einem Erfassungstermin festgestellten Exemplare einer Art  
WM: Naturräumliche Region Watten und Marschen

\*aufgrund der nur einjährigen Untersuchungsdauer handelt es sich gemäß Krüger u. a. (2020) um vorläufige Bewertungen

Aufgrund der nur einjährigen Untersuchung wird die hier erfolgte Einstufung als Gastvogelgebiet nationaler Bedeutung als vorläufig gekennzeichnet (Krüger et al. 2020, S. 59), da gemäß Methodik die Schwellenwerte in der Mehrzahl von fünf Erfassungsjahren überschritten werden müssten. Bei

einjährigen Untersuchungen erfolgt im Sinne des Vorsorgeprinzips eine vorläufige Einstufung bereits bei einmaliger Überschreitung (Krüger et al. 2020, S. 59).

Aufgrund der nationalen Bedeutung für den Steinwälder wird dem Gastvogelbestand des UG die Wertstufe 5 (sehr hoch) beigemessen.

### **1.5.2 Hinweise zur Bestandsbeschreibung vor dem Hintergrund der Planänderungen 2022**

Die vorliegende Bestandsdarstellung wurde in den Jahren 2019-2020 unter Berücksichtigung der seinerzeit zugrundeliegenden Planungen erstellt. Die Planung wurde im Jahr 2022 geändert. So entfallen wesentliche landseitige Planmerkmale und die wasserseitigen Vorhabenmerkmale wurden reduziert und kleinräumig nach Norden verschoben.

Hinsichtlich des Schutzgutes Gastvögel ist festzustellen, dass das Untersuchungsgebiet weiterhin ausreichend bemessen ist und die Bestandsdarstellung weiterhin eine belastbare Prognosegrundlage darstellt.

### **1.5.3 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen**

Grundlage der Prognose vorhabenbedingter Auswirkungen auf Gastvögel 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

Nachfolgend werden die vorhabenbedingten Auswirkungen, differenziert nach den benannten Vorhabenswirkungen, beschrieben und entsprechend der in Anhang 1 des LBP beschriebenen methodischen Vorgehensweise bewertet.

#### **1.5.3.1 Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen und betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser**

Den hier zusammen abgehandelten Wirkfaktoren ist gemein, dass sie nicht direkt auf die Gastvögel wirken, jedoch eine indirekte Wirkung über die Nahrungskette infolge der Schädigung bzw. Reduzierung von Nahrungsorganismen möglich ist.

Ein betriebsbedingter Schadstoffeintrag ist aufgrund des Einsatzes von Bioziden (Elektrochlorierung) zur Unterbindung von Biofouling in den Leitungen und Prozesseinheiten möglich, der mit der Abgabe von Halogenverbindungen in den Wasserkörper Jade verbunden ist. Gemäß AquaEcology (2022) sind aufgrund der geringen Konzentrationen jedoch weder im Nahbereich der FSRU noch im Fernbereich der Innenjade und des Jadebusens messbare Auswirkungen auf das Ökosystem der Jade und die hier lebenden Nahrungsorganismen der Gastvögel zu erwarten (s. Kapitel 1.1.3.1, Schutzgut Fische und Rundmäuler).

Das eingesaugte und aufbereitete Seewasser wird je nach Regasifizierungsprozess (open oder closed/combined loop) erwärmt oder abgekühlt eingeleitet. Die Einleitung des temperaturveränderten Wassers wirkt sich im Nahbereich der FSRU in Form geringer Temperaturschwankungen aus (DHI

2022). Es ist davon auszugehen, dass die Fischarten der Küstengewässer eine gewisse Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen aufweisen, da diese natürlicherweise (tidal, saisonal) vorkommen (s. Kapitel 1.1.3.2, Schutzgut Fische und Rundmäuler).

Insgesamt sind relevante Effekte durch den betriebsbedingten Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen und temperaturverändertem Wasser auf das Vorkommen von Nahrungsorganismen nur im Nahbereich der FSRU zu erwarten. Dieser Bereich wird aufgrund von Meidung (wegen betriebsbedingter Schallimmissionen) möglicherweise ohnehin nur selten von Gastvögeln zur Nahrungssuche genutzt.

Die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel, durch den betriebsbedingten Eintrag von flüssigen/festen Schadstoffen und temperaturverändertem Wasser sind als mittel- bis großräumig einzustufen. Die langfristigen Auswirkungen führen nicht zu einer Änderung des Bestandswerts (Veränderungsgrad<sup>0</sup>) und sind insgesamt als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

### 1.5.3.2 Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen

Eine Übersicht über die vorhabenbedingten Auswirkungen für das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel, ist in Anhangstabelle 1-24 dargestellt.

**Anhangstabelle 1-24: Vorhabenbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Teil Gastvögel**

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenwirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist-Zu- stand Veränderungsgrad (Differenz)	Dauer der Aus- wirkung, Räumliche Aus- dehnung	Erheblichkeit
<b>FSRU</b>				
Betriebsbedingter Eintrag von (flüssigen/festen) Schadstoffen	Änderung der Nahrungsgrundlage	Prognose: WS 5 Ist: WS 5 Veränderungsgrad: 0	langfristig, mittel- bis großräumig	weder nachteilig noch vorteilhaft
Betriebsbedingter Eintrag von temperaturverändertem Wasser	Änderung der Nahrungsgrundlage	Prognose: WS 5 Ist: WS 5 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

## 1.6 Literatur- und Quellenverzeichnis

### Quellen zu Kapitel 3.1

- ANONYMUS 1995. Underwater noise of research vessels. Reviews and recommendations. - ICES cooperative research report 209: 1-60.
- 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.
- BANNER, A. & M. HYATT 1973. Effects of noise on eggs and larvae of two estuarine fishes. - Trans. Am. Fish. Soc. 1: 134-136.
- BIOCONSULT 2003. JadeWeserPort Los d) - Kartierung der aquatischen Lebensgemeinschaften. - (unveröff. Gutachten im Auftrag der JadeWeserPort Entwicklungsgesellschaft GmbH Wilhelmshaven) Bremen: 221 S.
- BIOCONSULT 2019a. Erfassung der Fischfauna der niedersächsischen Küstengewässer mittels Ankerhamen – ein Beitrag zum Monitoring der nach der FFH-Richtlinie relevanten Fischarten und zur Meeresstrategie-Richtlinie. - (Gutachten im Auftrag von Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“, Wilhelmshaven), 46 S.
- BIOCONSULT 2019b. Errichtung LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. Ergebnisbericht der Bestandsaufnahme benthische wirbellose Fauna und Fische im Frühjahr 2019. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Global Commodities SE Düsseldorf), 44 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. Erfassung der benthischen Wirbellosenfauna und Abgrenzung von nach § 24 NAGB-NatSchG und § 30 BNatSchG geschützten Biotopen im Bereich des geplanten LNG FSRU Import Terminals bei Wilhelmshaven. Ergebnisse Bestandserfassungen im Frühjahr und Herbst 2019. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) 66 S.
- BIOCONSULT 2020c. Erfassung der Fischfauna im niedersächsischen Küstengewässer mittels Ankerhamen – ein Beitrag zum Monitoring der nach der FFH-Richtlinie relevanten Fischarten und zur Meeresstrategie-Richtlinie. - (Gutachten im Auftrag der Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“) 56 S.
- BIOCONSULT 2020d. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven - Vorkommen und Abgrenzung § 30-Biotope. Zusammenstellung für eine abschließende Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) 26 S.
- BIOCONSULT, 2022: LNG-Terminal 2022 - Schadstoffbelastung Sedimente. (Exkurs zur Abschätzung der Belastungssituation in den Baggerbereichen nach Planänderung 2022). - 4 S.
- BOLLE, L. J., NEUDECKER, T., VORBERG, R., DAMM, U., DIEDERICHS, B., JAGER, Z., SCHOLLE, J., DÄNHARDT, A., LÜERßEN, G. & MARENCIC, H. 2009. Trends in Wadden Sea Fish Fauna. Part I: Trilateral Cooperation. - Wageningen IMARES report C108/08 69.
- BRECKLING, P., BEERMANN-SCHLEIFF, S., OPITZ, S. & WALTHER-MATHE, M. 1994. Fische und Krebse im Wattenmeer. - (UBA-Forschungsbericht 10802085/01) Umweltbundesamt, Berlin: 188 S.
- BRUNKEN, H., DÄNHARDT, A. & FINCH, O.-D. 2015. Fische im Jadegebiet. - In: OLDENBURGER LANDESVEREIN FÜR GESCHICHTE, N.-U.H.E.V.O. (Hrsg.), Die Jade. Flusslandschaft am Jadebusen. Isensee Verlag, Oldenburg: 181-195.
- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2008a. Die Bedeutung umweltbedingter Verteilungsmuster von Schwarmfischen für Seevögel im Ökosystem Niedersächsisches Wattenmeer. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Abschlussbericht des Projektes 53-NWS-41/04 der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung) 248 S.
- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2008b. Hamenbefischungen von Nahrungsfischen der Seeschwalbe an der Jade - Fangergebnisse des Jahres 2008. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 16 S.
- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2009. Fischmonitoring an der Jade - Fangergebnisse des Jahres 2009. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 21 S.
- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2010. Fischmonitoring an der Jade - Jahresbericht 2010. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 22 S.

- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2011. Fischmonitoring an der Jade - Jahresbericht 2011. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 32 S.
- DÄNHARDT, A. & BECKER, P. H. 2012. Fischmonitoring an der Jade - Jahresbericht 2012. - (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 43 S.
- DÄNHARDT, A. 2014. Erfassung der Fischfauna der niedersächsischen Küstengewässer unter Einsatz von Ankerhaken als Beitrag zum Monitoring der nach der FFH-Richtlinie relevanten Fischarten und als Beitrag zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Deskriptoren 1 (Biodiversität) und 4 (Nahrungsnetz). - (Projektabschlussbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer) 63 S.
- DÄNHARDT, A. 2015. Kühlwasserbeprobung im E.ON-Steinkohlekraftwerk Wilhelmshaven Untersuchungsergebnisse 2015. - (Gutachten im Auftrag E.ON Kraftwerke GmbH) 10 S.
- DÄNHARDT, A. 2016a. Biodiversität der Fische und ihre Bedeutung für Seevögel im Nahrungsnetz des Jadebusens. - (Forschungsbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Jesteburg/ Lüllau) 50 S.
- DÄNHARDT, A. 2016b. Erfassung der Fischfauna der niedersächsischen Küstengewässer unter Einsatz von Ankerhaken als Beitrag zum Monitoring der nach der FFH-Richtlinie relevanten Fischarten und als Beitrag zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Deskriptoren 1 (Biodiversität) und 4 (Nahrungsnetz). Projektabschlussbericht 2016. - (Gutachten im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Jesteburg/Lüllau) 49 S.
- DÄNHARDT, A. 2016c. Kühlwasserbeprobung im E.ON-Steinkohlekraftwerk Wilhelmshaven Untersuchungsergebnisse 2016. - (Gutachten im Auftrag Uniper Kraftwerke GmbH) 6 S.
- DÄNHARDT, A. 2017. Biodiversität der Fische und ihre Bedeutung für Seevögel im Nahrungsnetz des Jadebusens. - (Forschungsbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Jesteburg/ Lüllau) 51 S.
- DÄNHARDT, A., RIECHERT, J., BOUWHUIS, S., MILLAT, G., ABEL, C. & BECKER, P. H. 2018. Nahrungsnetzbeziehungen zwischen Flusseeeschwalben und Fischen an der Jade. Forschungsergebnisse 2006 – 2015. - (Schriftenreihe der Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“ Band 16, Lüllau/Wilhelmshaven) 111 S.
- DHI-WASY 2020. UNIPER –LNG Terminal Wilhelmshaven - Wirkraumanalyse: Strömungsänderungen bedingt durch den geplanten Inselanleger. - (Version 30.09.2020) 16 S.
- DINER, N. & J. MASSE 1987. Fish behaviour during echo surveying by acoustic devices. - ICES. C. M. 1987/B 30: 41 S.
- EHRICH, S. & C. STRANSKY 1999. Fishing effects in northwestern Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. VI. Gale effects on vertical distribution and structure of a fish assemblage in the North Sea. - Fisheries Research 40: 185–193.
- EHRICH, S. 2000. Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf die Fischerei. - Kurzfassung Vortrag Deutscher Fischereitag 2000: 7 S.
- ELLIOTT, M. & DEWAILLY, F. 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. - Netherlands Journal of Aquatic Ecology 29 (3-4): 397-417.
- FAY, R. R. & A. N. POPPER (Hrsg.) 1998. Comparative hearing: Fish and Amphibians, Springer Handbook of Auditory Research. - Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg: 438 S.
- FLOETER, J. & TEMMING, A. 2001. Synthesis and new conception of North Sea research (SYCON). Working Group 10: Higher Trophic Levels. - Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung - Reihe Z, Nr. 11: 319.
- FREYHOF, J. 2009. Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). - In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Bonn-Bad Godesberg: 291-316.
- FRICKE, R. 2003. Auswirkungen des geplanten Ausbaus des Containerterminals CT IV, Bremerhaven auf FFH-Fisch- und Rundmaularten in der Unterweser. - Bericht erstellt im Auftrag der Stadt Bremen 14 S.
- GILL, A. B. 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. - J. Appl. Ecol. 42: 605-615.
- GÖTZ, T., G. HASTIE, L. HATCH, O. RAUSTEIN, B. SOUTHALL, M. TASKER, F. THOMSEN, J. CAMPBELL & B. FREDHEIM, 2009: Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. - OSPAR Biodiversity Series. Technical Report. OSPAR Commission, London

- GREGORY, J. & P. CLABBURN 2003. Avoidance behaviour of *Alosa fallax fallax* to pulsed ultrasound and its potential as a technique for monitoring clupeid spawning migration in a shallow river. - *Aquatic Living Resources* 16: 313-316.
- HALVORSEN, M. B., D. G. ZEDDIES, W. T. ELLISON, D. R. CHICOINE & A. N. POPPER 2012. Effects of mid-frequency active sonar on hearing in fish. - *J. Acoust. Soc. Am.* 131: 599-607.
- HASTINGS, M. C. & A. N. POPPER 2005. Effects of Sound on Fish. - (Subconsultants to Jones & Stokes under California Department of Transportation) 82 S.
- IMP 2022. LNG Terminal WHV. Fachbeiträge Morphodynamik, Kolkentwicklung, Baggerarbeiten sowie hydromorphologische Wirkraumbeschätzung und Beweissicherung. Bericht Nr. 429. - 91 S.
- KELLER, O., K. LÜDEMANN & R. KAFEMANN 2006. Literature Review of Offshore Wind Farms with Regard to Fish fauna. - In: ZUCCO, C., W. WENDE, T. MERCK, I. KÖCHLING & J. KÖPPEL (Hrsg.), *Ecological Research on Offshore Windfarms: International Exchanges of Experience*. BfN-Skripten 186, 47-129.
- KNUST, R. & ULLEWEIT, J. 1999. Die Fische und Krebse des Wattenmeeres. - In: UMWELTBUNDESAMT & NATIONALPARKVERWALTUNG NIEDERSÄCHSISCHES WATTENMEER (Hrsg.), *Umweltatlas Wattenmeer Bd. 2, Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung*. Ulmer Verlag, Stuttgart: 72-73.
- KNUST, R., P. DALHOFF, J. GABRIEL, J. HEUERS, O. HÜPPOP & H. WENDELN 2003. Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore - Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee (Offshore WEA). - Abschlussbericht zum F&E Vorhaben 200 97 106. 454 S.
- LAURER, W.-U., M. NAUMANN & M. ZEILER 2014. Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach der Klassifikation von FIGGE (1981) - Kartenversion 2.1 vom 30.10.2014. - (Geopotential Deutsche Nordsee) o. S. <http://www.gpdn.de/gpdn/wilma.aspx?pgId=417&WilmaLogonActionBehavior=Default>, 2014.
- LOZÁN, J. L., BRECKLING, P., FONDS, M., KROG, C., VAN DER VEER, H. W. & WITTE, J. I. J. 1994. Über die Bedeutung des Wattenmeeres für die Fischfauna und deren regionale Veränderung. - In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., VON WESTERNHAGEN, H. & LENZ, W. (Hrsg.), *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell-Verlag, Berlin: 226-234.
- MANN, D. A., W. N. TAVOLGA, D. M. HIGGS, M. SOUZA & A. N. POPPER 2001. Ultrasound detection by clupeiform fishes. - *J Acoust Soc Am* 109: 3048–3054.
- MARX, S. 2005. Wind op zee: Waar wel, Waar niet? - (Afstudeerstage M-variant in opdracht van Stichting De Noordzee en Rijksuniversiteit Groningen) Utrecht/Groningen: 120 S.
- MISUND, O. A. & A. AGLÉN 1992. Swimming behaviour of fish schools in the North Sea during acoustic surveying and pelagic trawl sampling. - *ICES Journal of Marine Science* 49 (3): 325-334.
- MÜLLER-BBM 2020. Schalltechnisches Fachgutachten zum Unterwasserschall der FSRU während der Betriebsphasen. Bericht Nr. M145466/08. - 12 S. +Anhang.
- MÜLLER-BBM 2021. LNG FSRU Import-Terminal Wilhelmshaven. Prognose des Unterwasserschalls verursacht durch Rammarbeiten am Terminal. Bericht Nr. M145466/09. - 28 S. +Anhang.
- NIGHTINGALE, B. & C. SIMENSTAD 2001. Dredging activities: marine issues. - Bericht erstellt im Auftrag des Washington Department of Fish and Wildlife; Washington Department of Ecology University of Washington, School of Aquatic and Fishery Sciences: 119 S.
- NOWAK, 2019: Bericht zum Einzelauftrag von Uniper Technologies GmbH zur Entnahme und Untersuchung am geplanten LNG-Terminal Wilhelmshaven. - Institut Dr. Nowak, Ottersberg: 58 S.
- NPOWER RENEWEABLES 2005. Annual FEPA Monitoring Report, North Hoyle Offshore Wind Farm. - o. S.
- OLSEN, K., J. ANGELL & A. OVIK 1983. Quantitative estimations of fish behaviour on acoustically determined fish abundance. - In: NAKKEN, O. & S.C. VENEMA (Hrsg.), *Symposium on Fisheries Acoustics*. FAO Fish Rep. (300), Bergen, Norway: 139-149.
- OSPAR COMMISSION 2008. OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. - OSPAR Agreement 2008-6, 4 S.
- OSPAR 2006a. Draft Preliminary Comprehensive Overview of the Impacts of Anthropogenic Underwater Sound in the Marine Environment. - (OSPAR convention for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic - Meeting of the working group on the environmental impact of human activities (EIHA) - Galway/Ireland, 7 - 9 November 2006) EIHA 06/3/1-E: 64 S.
- OSPAR 2006b. Review of the current state of knowledge on the environmental impacts of the location, operation and removal/disposal of offshore wind-farms. - (OSPAR convention for the protection of the marine environment of the north-east Atlantic - BDC Programme of Work, product 29) 20 S.
- RAUCK, G. 1989. Plattfischbox für das 2. und 3. Jahresquartal ab 1989 durch die EG in Kraft gesetzt. - Informationen für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung 36 (1): 16-18.

- SHEVLEV, M. S., A. E. DORCHENKOV & A. P. SHVAGZHIDS 1989. USSR research on cod and haddock in the Barents Sea and adjacent waters in 1988. - ICES C.M. 1989/G 12:
- THIEL, R., WINKLER, H., BÖTTCHER, U., DÄNHARDT, A., FRICKE, R., GEORGE, M., KLOPPMANN, M., SCHAARSCHMIDT, T., UBL, C. & VORBERG, R. 2013. Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands - 5. Fassung, Stand August 2013. - Naturschutz und Biologische Vielfalt Band 70 (2): 11-76.
- THOMSEN, F., K. LÜDEMANN, R. KAFEMANN & W. PIPER 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. - Biola. Germany on behalf of COWRIE Ltd., Hamburg: 62 S.
- TULP, I., BOLLE, L. J., DÄNHARDT, A., DE VRIES, P., HASLOB, H., JEPSEN, N., SCHOLLE, J. & VAN DER VEER, H. W. 2017. Fish. - In: KLOEPPER, S.E.A. (Hrsg.), Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Deutschland:
- UNGER, S. & MARTSFELD-HARTMANN, A. 1989. Bestandsaufnahme und Vergleich der Fauna aus Dredge-fängen von zwei Untersuchungsgebieten im Jadebusen aus den Jahren 1972-1986. - (unveröff. Leistungsnachweis) Universität Oldenburg: 41 S.
- VORBERG, R. & BRECKLING, P. 1999. Atlas der Fische im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. - Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer Heft 10: 178.
- VORBERG, R. 1997. Auswirkungen der Garnelenfischerei auf den Meeresboden und der Bodenfauna des Wattenmeeres. - Verlag Dr. Kovac, Hamburg: 200 S.
- WIETHÖLTER, K. 2005. Variation des Artenspektrums und der Länge von Schwarmfischen des Wattenmeeres in Abhängigkeit von Umweltfaktoren. - (unveröff. Diplomarbeit Hochschule Bremen - University of Applied Sciences und Institut für Vogelforschung "Vogelschutzwarte Helgoland") Wilhelmshaven: 104 S.

### Quellen zu Kapitel 3.2

- AQUAMARIN 2001. Benthosbiologische Untersuchungen im Zusammenhang mit der Sicherung der Hafenzufahrt Hooksiel. - (unveröff. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Hafenamtes Wilhelmshaven) Norden: 18 S. und Anhänge.
- ARMONIES, W. 1992. Migratory rythms of drifting juvenile molluscs in tidal waters of the Wadden Sea. - (Contribution No. 29 of the report "Ecosystem Research Wadden Sea") Marine Ecology Progress Series 83, 197-206 S.
- ARMONIES, W. 1994. Drifting meio- and macrobenthic invertebrates on tidal flats in Königshafen: a review. - Helgoländer Meeresuntersuchungen 48: 299-320.
- BEUKEMA, J. J. & DEKKER, R. 2007. Variability in annual recruitment success as a determinant of long-term and large-scale variation in annual production of intertidal Wadden Sea mussels (*Mytilus edulis*). - Helgoland Marine Research Volume 61, Number 2: 71-86.
- BEUKEMA, J. J. 1976. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. - Netherlands Journal of Sea Research 10: 236-261.
- 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 2003. JadeWeserPort Los d) - Kartierung der aquatischen Lebensgemeinschaften. - (unveröff. Gutachten im Auftrag der JadeWeserPort Entwicklungsgesellschaft GmbH Wilhelmshaven) Bremen: 221 S.
- BIOCONSULT 2004. JadeWeserPort Los d) - Kartierung der aquatischen Lebensgemeinschaften: Eulitoral. - (unveröff. Gutachten im Auftrag der JadeWeserPort Entwicklungsgesellschaft GmbH Wilhelmshaven) 23 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 2012. Das Makrozoobenthos der Jade im Vorfeld des Hooksielers Hafens - Makrozoobenthoserfassung unter besonderer Berücksichtigung von Sabellaria-Besiedlung. - (unveröff. Bericht i. A. der Wangerland Touristik GmbH) 27 S. + Anh.
- BIOCONSULT 2013. Das Makrozoobenthos im Nahbereich einer geplanten Einleiterstelle in der Jade. - Studie im Auftrag der Kali K+S GmbH, Bremen: 48 S.
- BIOCONSULT 2019. Errichtung LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. Ergebnisbericht der Bestandsaufnahme benthische wirbellose Fauna und Fische im Frühjahr 2019. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Global Commodities SE Düsseldorf) 44 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) S.
- BIOCONSULT 2020b. Erfassung der benthischen Wirbellosenfauna und Abgrenzung von nach § 24 NAGB-NatSchG und § 30 BNatSchG geschützten Biotopen im Bereich des geplanten LNG FSRU Import Terminals bei Wilhelmshaven. Ergebnisse Bestandserfassungen im Frühjahr und Herbst 2019. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) 66 S.
- BIOCONSULT 2020c. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven - Vorkommen und Abgrenzung § 30-Biotope. Zusammenstellung für eine abschließende Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde. - (Gutachten im Auftrag der Uniper Technologies GmbH Gelsenkirchen) 26 S.
- BOSELNANN, A. 1989. Larval plankton and recruitment of macrofauna in a subtidal area in the German Bight. - Reproduction, Genetics and Distribution of Marine Organism, 23rd European Marine Biology Symposium 43-45.
- CARROLL, A. G., PRZESLAWSKI, R., DUNCAN, A., GUNNING, M. & BRUCE, B. 2016. A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish & invertebrates. - Marine Pollution Bulletin 114: 9-24.
- 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.
- DÖRJES, J. 1992. Langzeitentwicklung makrobenthischer Tierarten im Jadebusen (Nordsee) während der Jahre 1974-1987. - Senckenbergiana maritima 22: 37-57.
- 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.
- EICHELBAUM, E. 1913. Die Seemoosfischerei an der Küste von Ostfriesland. - In: Abhandlungen des deutschen Seefischerei-Vereins (Hrsg.), Band XII: Das Seemoos und seine Fischerei an der Deutschen Küste. Otto Salle Verlag, Berlin. S. 54-92.
- ESSINK, K. 1999. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. - Journal of Coastal Conversation 5: 69-80.
- 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.
- FOLMER, E., BÜTTGER, H., HERLYN, M., MARKERT, A., MILLAT, G., TROOST, K. & WEHRMANN, A. 2017. Beds of blue mussels and Pacific oysters. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded 04.01.2018. [qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/beds-of-blue-mussels-and-pacific-oysters](https://qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/beds-of-blue-mussels-and-pacific-oysters). - In: KLOEPPER, S.E.A. (Hrsg.), 20. [https://bioconsult-sh.de/site/assets/files/1705/wadden\\_sea\\_quality\\_status\\_report\\_-\\_beds\\_of\\_blue\\_mussels\\_and\\_pacific\\_oysters\\_-\\_2017-12-21.pdf](https://bioconsult-sh.de/site/assets/files/1705/wadden_sea_quality_status_report_-_beds_of_blue_mussels_and_pacific_oysters_-_2017-12-21.pdf),
- GERCKEN, J. & SCHMIDT, A. 2014. Aktueller Status der Europäischen Auster (*Ostrea edulis*) und Möglichkeiten einer Wiederansiedlung in der deutschen Nordsee. - BfN-Skripten 379, Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg: 97 S.
- GLÖER, P. 2002. Die Tierwelt Deutschlands, 73. Teil: Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. - ConchBooks, Hackenheim, 327 S.
- 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.
- GROTJAHN, M. (Aqua-Marin) 1996. Benthosbiologische Untersuchungen im Bereich des geplanten Offshore-Windparks bei Hooksiel, Innenjade. - (im Auftrag von WINKRA Wilhelmshaven Windparkbetriebsgesellschaft mbH) Norden: 21 S. u. Anhang.
- GROTJAHN, M. 2006. Habitatspezifische Charakterisierung der MZB-Gemeinschaften in den Küstengewässern der FGE Ems, Weser und Elbe. - Auftraggeber NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg, 101 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.
- 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.
- HALL, S. J., RAFFAELLI, D. & THRUSH, S. F. 1994. Patchiness and Disturbance in Shallow Water Benthic Assemblages. - In: GITTER, P.S. & RAFFAELLI, D.G. (Hrsg.), *Agnatic Ecology. Scale Pattern and Process*. Blackwell Science, 333-375.
- HAYER, S., BICK, A., BRANDT, A., EWERS-SAUCEDO, C., FIEGE, D., FÜTING, S., KRAUSE-KYORA, B., REINICKE, G.-B. & BRANDIS, D. 2019. Coming and going – Historical distributions of the European oyster *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 and the introduced slipper limpet *Crepidula fornicata* Linnaeus, 1758 in the North Sea. - *PLoS ONE* 14: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224249>.
- HAYER, S., BRANDIS, D., IMMEL, A., SUSAT, J., TORRES-OLIVA, M., EWERS-SAUCEDO, C. & KRAUSE-KYORA, B. 2021. Phylogeography in an “oyster” shell provides first insights into the genetic structure of an extinct *Ostrea edulis* population. - *Nature Scientific Reports* <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82020-x>.
- HESTHAGEN, I. H. & B. GJERMUNDSEN 1978: Late summer diurnal migration in the hyper-benthos of Vejsnäs Rinne, Western Baltic. - *B. Meeresforsch.* 27: 19-26
- HUBERT, J., BOOMS, R., WITBAARD, R. & SLABBEKOORN, H. 2022. Responsiveness and habituation to repeated sound exposures and pulse trains in blue mussels. - *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 547: 151668.
- 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 Wirkraumbewertung und Beweissicherung. Bericht Nr. 429. - 91 S.
- JAKLIN, S. 2003. Recruitment dynamics of North Sea macrozoobenthos in intertidal soft bottoms: larval availability, settlement and dispersal. - (Dissertation Universität Bremen) 136 S.
- JAKLIN, S., GROTHJAHN, M. & NÄPFEL, K. 2007. Modellprojekt HMWB Tideweser und ostfriesisches Wattenmeer, I. Überblick und Bewertung wasserkörperbezogener historischer Daten (Makrozoobenthos, Makrophyten) als Referenzgrundlage nach EG-WRRL. Bericht 6/2007 des NLWKN. - 56 S. +Anhang.
- KENT, C. S., MCCAULEY, R. D., DUNCAN, A., ERBE, C., GAVRILOV, A., LUCKE, K. & PARNUM, I. 2016. Underwater Sound and Vibration from Offshore Petroleum Activities and their Potential Effects on Marine Fauna: An Australian Perspective. - Centre for Marine Science and Technology (CMST), Curtin University, Report 2015-13 184.
- KRÖNCKE, I., H. NEUMANN, H. REISS & U. SCHÜCKEL 2011: Wie reagieren die Benthosgemeinschaften der offenen Nordsee auf die globale Erwärmung? - In: LOZAN, J.L., H. GRAßL, L. KARBE & K. REISE (Hrsg.), *Warnsignal Klima. Die Meere - Änderungen & Risiken. Wissenschaftliche Auswertungen*, 183-188.
- 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.
- LEEWIS, R., VAN MOORSEL, G. & WAARDENBURG, H. 2000. Shipwrecks on the Dutch continental shelf as artificial reefs. - In: JENSEN, A.C., COLLINS, K.J. & LOCKWOOD, A.P.M. (Hrsg.), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London: 419-434.
- LINKE, O. 1939. Die Biota des Jadebusenwattes. - *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 1 (3): 201-348.
- MEYER, M. & MICHAELIS, H. 1979. Das Makrozoobenthos des westlichen "Hohen Weges". - (Jahresberichte) Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste 31, 91-155 S.
- MICHAELIS, H. 1987. Bestandsaufnahme des eulitoral Makrozoobenthos im Jadebusen in Verbindung mit einer Luftbildanalyse. - (Jahresberichte) Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste 38, 1-97 S.
- MIELCK, F., HASS, H. C., MICHAELIS, R., SANDER, L., PAPANMEIER, S. & WILTSHIRE, K. H. 2018. Morphological changes due to marine aggregate extraction for beach nourishment in the German Bight (SE North Sea). - *Geo-Marine Letters* 10.1007/s00367-018-0556-4: o.S.
- MILLAT, G. & HERLYN, M. 2004. Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zur Aufbauphase des Miesmuschel-managements im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Report "Forschungsprojekt der niedersächsischen Wattenmeerstiftung, Nr. 32/98, Abschlussbericht". - 226 S.
- MÖBIUS, K. A. 1877. Die Auster und die Austernwirtschaft. - Verlag von Wiegandt, Hempel und Parey, Berlin: 126 S.
- MÜLLER, C. D. 1956. Biologische Untersuchung des Watts an der Butjadinger Küste zwischen Eckwarderhörne und Tossens. - Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney des Wasser- und Schifffahrtsamtes Norden 1956 Band VIII: 77-88.

- MÜLLER, C. D. 1963a. Das ostfriesische Watt von Neuharlingersiel bis Harlesiel. Biologisch-sedimentologische Untersuchung mit Folgerungen für den Küstenschutz. - Jahresbericht 1962, Forschungsstelle Küste Nord-derney Band XVII: 139-154.
- MÜLLER, C. D. 1963b. Das Watt an der Butjadinger Küste von Langwarden bis Tossens. - (Jahresberichte) Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste 14, 115-142 S.
- MÜLLER, C. D. 1963c. Das Watt an der Butjadinger Küste von Langwarden bis Tossens. Untersuchung von Fauna und Sediment und Folgerungen für den Küstenschutz. - Jahresbericht 1962 Forschungsstelle Küste Nord-derney, Band XIV 115-142 S.
- NOWAK 2019. Bericht zum Einzelauftrag von Uniper Technologies GmbH zur Entnahme und Untersuchung am geplanten LNG-Terminal Wilhelmshaven. - Institut Dr. Nowak, Ottersberg: 58 S.
- NOWAK 2022. Einstufung der Sedimente LNG-Terminal gemäß GÜBAK - Beprobung 05.05.2022, Daten und Prüfberichte. - Institut Dr. Nowak, Ottersberg: o. S.
- 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.
- RACHOR, E. 2011: Seltene und gefährdete Tiere (Rote-Liste-Arten) – was bedeutet die Erwärmung für sie? - In: LOZAN, J.L., H. GRAßL, L. KARBE & K. REISE (Hrsg.), Warnsignal Klima. Die Meere - Änderungen & Risiken. Wissenschaftliche Auswertungen, 225-229.
- RACHOR, E., BÖNSCH, R., BOOS, K., GOSSELCK, F., GROTHJAHN, M., GÜNTHER, C.-P., GUSKY, M., GUTOW, L., HEIBER, W., JANTSCHIK, P., KRIEG, H.-J., KRONE, R., NEHMER, P., REICHERT, K., REISS, H., SCHRÖDER, A., WITT, J. & ZETTLER, M. L. 2013. Rote Liste und Artenlisten der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere - 4. Fassung, Stand Dezember 2007, einzelne Aktualisierungen bis 2012. - In: BECKER, N., HAUPT, H., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. & NEHRING, S. (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 2: Meeresorganismen. Münster (Landwirtschaftsverlag). Bundesamt für Naturschutz. Bonn. Naturschutz und Biologische Vielfalt. 70 (2): 81-176.
- RACHOR, E., HARMS, J., HEIBER, W., KRÖNCKE, I., MICHAELIS, H., REISE, K. & VAN BERNEM, K. H. 1995. Rote Liste der bodenlebenden Wirbellosen des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. - In: VON NORDHEIM, H. & MERCK, T. (Hrsg.), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 44. Bundesamt für Naturschutz, Bonn: 63-74.
- REISE, K. 1985. Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: 191 S.
- ROBERTS, L., HARDING, H. R., VOELLMY, I., BRUINTJES, R., SIMPSON, S. D., RADFORD, A. N., T., B. & ELLIOTT, M. 2016. Exposure of benthic invertebrates to sediment vibration: From laboratory experiments to outdoor simulated pile-driving. - Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol. 27: DOI: 10.1121/2.0000324.
- SCHRÖDER, A., OREJAS, C. & JOSCHKO, T. 2006. Benthos in the vicinity of piles: FINO 1 (North Sea). - In: KÖLLER, J., KÖPPEL, J. & PETERS, W. (Hrsg.), Offshore wind energy. Research on environmental impacts. Springer, 185-200.
- SCHUSTER, O. 1952. Die Vareler Rinne im Jadebusen. Die Bestandteile und das Gefüge einer Rinne im Watt. - Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 486: 1-38.
- SMITH, C. R. & BRUMSICKLE, S. J. 1989. The effects of patch size and substrate isolation on colonization modes and rates in an intertidal sediment. - Limnology and Oceanography 34: 1263-1277.
- 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.
- VORBERG, R. 2005. Subtidal Habitat Structures - Sabellaria reefs. - Wadden Sea Ecosystem 19: 208-211.
- WAGLER, H., BERGHAAHN, R. & VORBERG, R. 2009. The fishery for whiteweed, Sertularia cupressina (Cnidaria, Hydrozoa), in the Wadden Sea, Germany: history and anthropogenic effects. - ICES Journal of Marine Science 66: 2116-2120.
- WEHRMANN, A. & SCHMIDT, A. 2005. Die Einwanderung der Pazifischen Auster in das Niedersächsische Wattenmeer. - Bedrohung der natürlichen Lebensgemeinschaften durch die Spätfolgen ihrer Aquakulturhaltung 28. [http://www.wwf.de/imperia/md/content/pdf/meereundksten/WWF\\_Studie\\_Pazifische\\_Auster01006.pdf](http://www.wwf.de/imperia/md/content/pdf/meereundksten/WWF_Studie_Pazifische_Auster01006.pdf),
- WHOMERSLEY, P. & PICKEN, G. B. 2003. Long-term dynamics of fouling communities found on o/shore installations in the North Sea. - J. Mar. Biol. Ass. U.K. 83: 897-901.
- WITT, J. 2004. Analysing brackish benthic communities of the Weser estuary: spatial distribution, variability and sensitivity of estuarine invertebrates. - (Dissertation) University of Bremen - Fachbereich Biologie/Chemie, Bremen: 159 S.

- 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.
- YSEBAERT, T., ESCARAVAGE, V. & HERMAN, P. 2004. Scientific assessment of state of the art "Dutch WFD benthos classification for transitional waters". - NIOO-CEME, Yserke, NL, S.

### Quellen zu Kapitel 3.3

- AQUAECOLOGY, 2016: Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern - Pilotstudie - Monitoring 2015. - Gutachten im Auftrag NLWKN, 61 S.
- AQUAECOLOGY, 2018a: Auswirkungen der Passage des Kühlwassersystems auf Zooplanktonorganismen im ENGIE Steinkohlekraftwerk Wilhelmshaven. - Gutachten im Auftrag ENGIE Kraftwerk Wilhelmshaven GmbH & Co. KG, S. 23.
- AQUAECOLOGY, 2018b: Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern - Monitoring 2016/17. - Gutachten im Auftrag NLWKN, 138 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 Meerestgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des WHG zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. - Bonn: 191 S.
- DHI-WASY, 2021: Untersuchung zum Alter von Wasserkörpern in der Jade. - (unveröffentl. Gutachten im Auftrag der UNIPER Global Commodities SE) 6 S. +Anhangstabelle.
- 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. Juli 2022.
- HAYS, G. C., 2003: A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migrations. - *Hydrobiologica* 503: 163-170.
- HEIBER, W., 1988: Die Faunengemeinschaft einer großen Stromrinne des Wurster Wattengebiets (Deutsche Bucht); Untersuchungen zur Struktur und Dynamik in Abhängigkeit von Gezeiten und Jahreszyklus und Folgerungen zu Austauschprozessen zwischen Wattenmeer und offener See. - (Dissertation) Universität Bonn, 398 S.
- IMP, 2022: LNG Terminal WHV. Fachbeiträge Morphodynamik, Kolkentwicklung, Baggerarbeiten sowie hydromorphologische Wirkraumbewertung und Beweissicherung. Bericht Nr. 429. - 91 S
- MARTENS, P., 1994: Zooplankton im Wattenmeer - Trends? - Warnsignale aus dem Wattenmeer 100-102.
- MARTENS, P. & J. E. E. VAN BEUSEKOM, 2008: Zooplankton response to a warmer northern Wadden Sea. - *Helgoland Marine Research* 62: 67-75.
- NIESEL, V., 1998: Verteilung von Nährsalzen, Algen und Zooplankton im Rückseitenwatt von Spiekeroog. - In: DITTMANN, S., G. LIEBEZEIT & U. SCHLEIER (Hrsg.), ELAWAT, Elastizität des Ökosystems Wattenmeer. Projektsynthese Abschlußbericht. Deutschland / Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Wilhelmshaven: 55-69.
- RUMRILL, S. S., 1990: Natural mortality of marine invertebrate larvae. - *Ophelia* 32: 163-198.
- VAN BEUSEKOM, J., I. B. RALF THIEL, MAARTEN BOERSMA,, C. BUSCHBAUM, A. DÄNHARDT, A. DARR, RENÉ FRIEDLAND, M. KLOPPMANN, I. KRÖNCKE, J. RICK & M. WETZEL, 2018: Aquatische Ökosysteme: Nordsee, Wattenmeer, Elbeästuar und Ostsee. - Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland, [https://doi.org/10.1007/978-3-662-55379-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55379-4_5) 90-107 S.
- WALTER, U., 2006: Nachhaltige Miesmuschel-Anzucht im niedersächsischen Wattenmeer. - Berichte Forschungszentrum Terramare Nr. 15: 18-80.

### Quellen zu Kapitel 3.4 – 3.7

- Adelung, D., Heidemann, G., Frese, K., Duinker, J., Haase, E., Schulze, G., 1997. Untersuchungen an Kleinwalen als Grundlage eines Monitorings (Schlussbericht No. BMBF-Projekt 03F0139A). Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin.
- AG Libellen in Niedersachsen und Bremen, 2016. Kartieratlas, Mitteilungen Nr. 2 der AG Libellen in Niedersachsen und Bremen.

- Andretzke, H., Schikore, T., Schröder, K., 2005. Artsteckbriefe, in: Südbeck et al. (Hrsg.): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Mugler Druck-Service, Radolfzell, S. 135–695.
- AquaEcology, 2022. Marine Growth Prevention System Wilhelmshaven. Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Chlor- und Bromnebenprodukten im Jade-System. Fachbeitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung. AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg.
- Baltzer, J., Schaffeld, T., Ruser, A., Wölfling, B., Stührk, P., Siebert, U., 2018a. Jahresbericht zum Projekt Akustisches Monitoring von Schweinswalen im Wattenmeer für den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein und die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer 2017 (Jahresbericht). Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Büsum, Hannover.
- Baltzer, J., Schaffeld, T., Ruser, A., Wölfling, B., Stührk, P., Siebert, U., 2018b. Jahresbericht zum Projekt Akustisches Monitoring von Schweinswalen im Wattenmeer für den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein und die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer 2018 (Jahresbericht). Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Büsum, Hannover.
- Behm, K., Krüger, T., 2013. Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. 3. Fassung, Stand 2013. Informationsdienst Naturschutz Niedersachs. 33, 55–69.
- Benke, H., Siebert, U., 1994. Zur Situation der Kleinwale im Wattenmeer und in der südöstlichen Nordsee, in: Warnsignale aus dem Wattenmeer. gbv, S. 309–316.
- BfG, 2011. Verfahren zur Bewertung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen. Dieser Bericht ist die Anlage 4 des Leitfadens zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen des BMVBS (2007) (No. BfG-1559). Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- BMU, 2013. Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, Berlin.
- Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K., Nehls, G., 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 421, 205–216. doi:10.3354/meps08888
- Brandt, M.J., Dragon, A.-C., Diederichs, A., Bellmann, M.A., Wahl, V., Piper, W., Nabe-Nielsen, J., Nehls, G., 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. Mar. Ecol. Prog. Ser. 596, 213–232.
- Brasseur, S., Carius, F., Diederichs, B., Galatius, A., Jeß, A., Körber, P., Schop, J., Siebert, U., Teilmann, J., Bie Thøstesen, C., Klöpffer, S., 2020. EG-Seals grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2019-2020 - Less Disturbance? Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Dähne, M., Meyer-Klaeden, O., Stührk, P., Siebert, U., 2015. Jahresbericht zum Thema akustisches Monitoring von Schweinswalen im Wattenmeer für den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig Holstein und die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer 2014. Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Deutschland, Büsum, Hannover.
- Das, K., De Groof, A., Jauniaux, T., Bouquegneau, M., 2006a. Zn, Cu, Cd and Hg binding to metallothioneins in harbour porpoises *Phocoena phocoena* from the southern North Sea. BMC Ecol. Volume 6, No 2.
- Das, K., Vossen, A., Tolley, K., Víkingsson, G., Thron, K., Müller, G., Baumgärtner, W., Siebert, U., 2006b. Interfollicular fibrosis in the thyroid of the Harbour Porpoise: an endocrine disruption? Arch. Environ. Contam. Toxicol. Volume 51, Issue 4, 720–729.
- DHI, 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. Bremen.
- FGG Weser, 2021. EG-Wasserrahmenrichtlinie: Bewirtschaftungsplan 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 83 WHG. Flussgebietsgemeinschaft Weser, Hildesheim.
- Fischer, C., Podloucky, R., 1997. Berücksichtigung von Amphibien bei naturschutzrelevanten Planungen - Bedeutung und methodische Mindeststandards. Mertensiella 7, 261–278.
- Galatius, A., Brackmann, J., Brasseur, S., Diederichs, B., Jeß, A., Klöpffer, S., Körber, P., Schop, J., Siebert, U., Teilmann, J., Thøstesen, B., Schmidt, B., 2020. Trilateral surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea and Helgoland in 2020 (Jahresbericht). Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Garniel, A., Mierwald, U., 2010. Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Kieler Institut für Landschaftsökologie (KIfL).
- Gassner, E., Winkelbrandt, A., Bernotat, D., 2010. UVP und Strategische Umweltprüfung. Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung, 5. ed. C. F. Müller, Heidelberg [u.a.].

- Gilles, A., Peschko, V., Siebert, U., 2010. Schweinswalerfassung im Bereich des niedersächsischen Wattenmeeres im Rahmen eines Monitorings (Endbericht). FTZ im Auftrag von Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Büsum.
- Gilles, A., Siebert, U., 2008. Schweinswalerfassung im Bereich des niedersächsischen Wattenmeeres im Rahmen eines Monitorings - Endbericht. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Büsum.
- Grosche, L., Meier, F., Gerding, G., Bach, L., Bach, P., 2019. Bericht zur Erfassung von Fledermäusen, insbesondere der Teichfledermaus, im FFH-Gebiet 2312-331 „Teichfledermaushabitate im Raum Wilhelmshaven“ (Fledermaus-Erfassungsbericht). Echolot, Münster.
- Grüneberg, C., Bauer, H.-G., Haupt, H., Hüppop, O., Ryslavy, T., Südbeck, P., 2015. Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung. 30. November 2015. Berichte Zum Vogelschutz 52, 19–67.
- Held, M., Hölker, F., Jessel, B. (Hrsg.), 2013. Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft: Grundlagen, Folgen, Handlungsansätze, Beispiele guter Praxis, BfN-Skripten. Bundesamt für Naturschutz, BfN, Bonn.
- Hüppop, O., Bauer, H.G., Haupt, H., Ryslavy, T., Südbeck, P., Wahl, J., 2013. Rote Liste wandernder Vogelarten Deutschlands, 1. Fassung, 31. Dezember 2012. Berichte Zum Vogelschutz 49/50, 23–83.
- IBL Umweltplanung, 2020a. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven: Brutvogelerfassung, Gastvogelerfassung 2019.
- IBL Umweltplanung, 2020b. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven: Erfassung der Vorkommen von Horst- und Höhlenbäumen 2019.
- IBL Umweltplanung, 2020c. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven: Amphibienerfassung 2019.
- IBL Umweltplanung, 2021a. LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven: Gastvogelerfassung 2020.
- IBL Umweltplanung, 2021b. UVP-Bericht: Wilhelmshaven LNG Terminal – Anbindungsleitung.
- Kakuschke, A., Prange, A., 2007. The Influence of Metal Pollution on the Immune System. A Potential Stressor for Marine Mammals in the North Sea. Int. J. Comp. Psychol. 20, 179–193.
- Knust, R., Dahlhoff, P., Gabriel, J., Heuers, J., Hüppop, O., Wendeln, H., 2003. Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore-Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee (Abschlussbericht zum F & E Vorhaben 200 97 106 No. UBA-FB). Alfred-Wegener-Institut (AWI), Deutsches Windenergie-Institut (DEWI), Germanischer Lloyd Windenergie GmbH (GL-Wind) und Institut für Vogelforschung, Vogelwarte Helgoland (IfV), Bremerhaven.
- Krüger, T., Ludwig, J., Scheiffarth, G., Brandt, T., 2020. Quantitative Kriterien zur Bewertung von Gastvogellebensräumen in Niedersachsen – 4. Fassung, Stand 2020. Informd Naturschutz Nieders 39, 49–72.
- Krüger, T., Ludwig, J., Südbeck, P., Blew, J., Oltmanns, B., 2013. Quantitative Kriterien zur Bewertung von Gastvogellebensräumen in Niedersachsen. 3. Fassung Stand 2013. Vogelkd. Berichte Niedersachs. 41, 251–267.
- Krüger, T., Sandkühler, K., 2021. Rote Liste der Brutvögel Niedersachsens und Bremens. 9. Fassung, Oktober 2021. Informationsdienst Naturschutz Niedersachs. 41, 111–174.
- Landkreis Friesland, 2017. Landschaftsrahmenplan - Fortschreibung.
- LAVES, 2020a. Neuer Rekord bei Seehundzählung - Bilanz der Zählflüge im UNESCO Weltnaturerbe Wattenmeer zwischen Ems und Elbe - LAVES-Presseinformation vom 28. August 2020 [WWW Dokument]. URL <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presse/presseinformationen/neuer-rekord-bei-seehundzählung-bilanz-der-zählflüge-im-unesco-weltnaturerbe-wattenmeer-zwischen-ems-und-elbe-191951.html> (zugegriffen 11.1.2021).
- LAVES, 2020b. Entwicklung der Seehundpopulation im niedersächsischen/hamburgischen Wattenmeer 1958–2020.
- LGA, 2022. Immissionsprognose zu LNG FSRU Import Terminal Wilhelmshaven. LGA Immissions- und Arbeitsschutz GmbH, Nürnberg.
- Liderman, M.C., 2016. Noise-Induced Hearing Loss: Permanent Versus Temporary Threshold Shifts and the Effects of Hair Cell Versus Neuronal Degeneration, in: The Effects of Noise on Aquatic Life II, Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer, S. 1–8.
- Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P.A., Blanchet, M.A., 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. J. Acoust. Soc. Am. 125, 4060–4070.
- Mahfouz, C., Henry, F., Courcot, L., Pezeril, S., Bouveroux, T., Dabin, W., Jauniaux, T., Khalaf, G., Amara, R., 2014. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded along the southern North Sea: An assessment through metallic contamination. Environ. Res. Volume 133, 266–273.

- Meinig, H., Boye, P., Dähne, M., Hutterer, R., Lang, J., Bach, L., 2020. Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands, Naturschutz und biologische Vielfalt. Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg.
- Müller-BBM, 2020. Schalltechnisches Fachgutachten zum Unterwasserschall der FSRU während der Betriebsphasen. (Fachgutachten im Auftrag von Uniper Technologies GmbH No. M145466/08). Hamburg.
- Müller-BBM, 2022a. FSRU LNG-Terminal Wilhelmshaven (Stand Mai 2022). Schalltechnische Beurteilung des Anlagenbetriebs. Notiz Nr. M169936/04. Müller-BBM GmbH, München.
- Müller-BBM, 2022b. Schalltechnisches Fachgutachten zum Unterwasserschall während des FSRU-Betriebs (Fachgutachten No. M170657/01). Hamburg.
- Müller-BBM, 2022c. FSRU LNG-Terminal Wilhelmshaven (Stand Juli 2022) - Lichttechnische Beurteilung des Anlagenbetriebs - Notiz Nr. M145466/07.
- Nachtsheim, D.A., Viquerat, S., Ramírez-Martínez, N.C., Unger, B., Siebert, U., Gilles, A., 2021. Small Cetacean in a Human High-Use Area: Trends in Harbor Porpoise Abundance in the North Sea Over Two Decades. *Front. Mar. Sci.* 7, 606609. doi:10.3389/fmars.2020.606609
- NLPV, 2012. Ergebnisse des Schweinswalmonitorings im niedersächsischen und hamburgischen Küstenmeer (12 Seemeilen-Zone) (GIS-Shapes).
- NLPV, 2015. Schweinswalsichtungen 2001-2014 zwischen Ems und Elbe.
- NLPV, 2018a. Ergebnisse der Seehundszählungen im niedersächsischen und hamburgischen Wattenmeer 2018 (WFS-Datendownload, GIS-Shapes).
- NLPV, 2018b. Ergebnisse der Kegelrobbezählungen im niedersächsischen und hamburgischen Wattenmeer 2017-2018 (WFS-Datendownload, GIS-Shapes).
- NLPV Nds. Wattenmeer, 2018a. Seehunde im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 06./07.08.2018.
- NLPV Nds. Wattenmeer, 2018b. Kegelrobbe im Niedersächsischen Wattenmeer 2017/2018.
- NLWKN, 2011a. Vollzugshinweise zum Schutz von Säugetierarten in Niedersachsen. – Säugetierarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie – Seehund (*Phoca vitulina*), Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, 10 S., unveröff. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Hannover / Niedersachsen.
- NLWKN, 2011b. Vollzugshinweise zum Schutz von Säugetierarten in Niedersachsen. – Säugetierarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie. – Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*), Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, 10 S., unveröff. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Hannover / Niedersachsen.
- NLWKN (Hrsg.), 2011c. Prioritätenlisten der Arten und Lebensraum-/Biotoptypen mit besonderem Handlungsbedarf, Stand Januar 2011 (ergänzt September 2011, redaktionell überarbeitet Mai 2019).
- NLWKN, 2015a. Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten – Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung – (Aktualisierte Fassung 1. Januar 2015) Teil A: Wirbeltiere, Pflanzen und Pilze (Auszug aus Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 3/2008). Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Hannover / Niedersachsen.
- NLWKN, 2015b. Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten - Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung – (Aktualisierte Fassung 1. Januar 2015) Teil B: Wirbellose Tiere (Auszug aus Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 4/2008). Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Hannover / Niedersachsen.
- NMUEBK, 2019. Niedersächsische Umweltkarten [WWW Dokument]. URL <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten> (zugegriffen 4.1.2019).
- pgg, 2017. Voslapper Groden Süd. Erfassung und Bewertung der Brutvögel (2016). Bremen.
- pgg, 2022. Brutvogelerfassung 2021 im EU-Vogelschutzgebiet Voslapper Groden-Nord (Im Auftrag der Tree Energy Solutions GmbH, Wilhelmshaven). planungsgruppe grün, Oldenburg.
- pgg, OekoFor, 2022. Brutvogelerfassung „Voslapper Groden Süd“ - Semiautomatische Bestandserfassung (Erfassungsbericht). Oldenburg.
- Podloucky, R., Fischer, C., 2013. Rote Listen und Gesamtartenlisten der Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen. - 4. Fassung, Stand Januar 2013. Informationsdienst Naturschutz Niedersachs. 33, 123–168.
- Rote-Liste-Gremium Amphibien und Reptilien, 2020. Rote Liste und Gesamtartenliste der Amphibien (Amphibia) Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn-Bad Godesberg.
- Ryslavy, T., Bauer, H.-G., Gerlach, B., Hüppop, O., Stahmer, J., Südbeck, P., Sudfeldt, C., 2020. Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 6. Fassung, 30. September 2020. Berichte Zum Vogelschutz 57, 13–112.

- Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., Tyack, P.L., 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquat. Mamm.* 45, 125–232. doi:10.1578/AM.45.2.2019.125
- Stadt Wilhelmshaven, 2018. Stadt Wilhelmshaven. Landschaftsrahmenplan 2018.
- Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T., Schröder, K., Sudfeld, C., 2005. Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Mugler Druck-Service, Radolfzell.
- Tougaard, J., Tougaard, S., Jensen, R.C., Jensen, T., Teilmann, J., Adelung, D., Liebsch, N., Müller, G., 2006. Harbour seals at Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev offshore wind farm. NERI Im Auftrag von Vattenfall A/S.
- Tulp, I., Bolle, L.J., Dänhardt, A., de Vries, H., Jepsen, N., Scholle, J., van der Veer, H.W., 2017. Fish, in: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Van den Heuvel-Greve, van den Brink, A.M., Kotterman, M.J.J., Kwadijk, C.J.A.F., Geelhoed, S.C.V., Murphy, S., van den Broek, J., Heesterbeek, H., Gröne, A., Ijsseldijk, L.L., 2021. Polluted porpoises: Generational transfer of organic contaminants in harbour porpoises from the southern North Sea (No. 796), *Science of the Total Environment*.
- van Neer, A., Viquerat, S., Siebert, U., 2018. Flugbasierte Bestandsaufnahme der Kegelrobbenpopulation in Niedersachsen 2018 - Abschlussbericht an die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Büsum.
- Voith, J., Hoiß, B., 2019. Lichtverschmutzung – Ursache des Insektenrückgangs? *ANLiegen Nat.* 41, 57–60.
- Weijs, L., van Elk, C., Das, K., Blust, R., Covaci, A., 2010. Persistent organic pollutants and methoxylated PBDEs in harbour porpoises from the North Sea from 1990 until 2008: Young wildlife at risk? *Sci. Total Environ.* Volume 409, Issue 1, 228–237.
- Zein, B., Woelfing, B., Dähne, M., Schaffeld, T., Ludwig, S., Rye, J.H., Baltzer, J., Ruser, A., Siebert, U., 2019. Time and tide: Seasonal, diel and tidal rhythms in Wadden Sea Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *PLoS ONE* 14, e0213348. doi:10.1371/journal.pone.0213348